

Zur Inkohlung des Ennstalertiärs

Von REINHARD F. SACHSENHOFER*

Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 13. Oktober 1988 durch das w. M. WALTHER E. PETRASCHECK)

Zusammenfassung

Der Inkohlungsgrad des Ennstalertiärs nimmt von Westen gegen Osten vom Flammkohlen- (Wagrain) zum Weichbraunkohlenstadium (Hieflau) ab. Der Inkohlungsprozeß war zumindest in der hochgelegenen Kohlenserie der Stoderalm vor dem Aquitanien abgeschlossen. Die hohe Inkohlung des Wagrainer Tertiärs (Inkohlungstemperatur ca. 120 °C) wird als Hinweis auf erhöhten Wärmefluß während des Abklingens der tertiären, jungalpidischen Metamorphose im Penninikum des Tauernfensters gewertet.

Abstract

Coal rank in the tertiary sediments of the Enns valley decreases from high volatile bituminous C stage in the west (Wagrain) to lignite stage in the east (Hieflau). The coalification process, at least in the coal basin near Stoderalm which is situated at an altitude of 1700 m, ended in pre-Aquitanien times. The high rank of the Wagrain basin (coalification temperature approximately 120 °C) is seen as indication of increased heat flow during final phases of the late Alpine metamorphism in the Penninic realm of the Tauern-window.

1. Einleitung

Entlang der ausgeprägten Längstalung der oberen Enns blieben Reste einer einstmals wohl ausgedehnten kohlenführenden Tertiärüberdeckung teils talgebunden, teils in Höhen bis 1700 m erhalten. Es sind dies von Westen nach Osten das Wagrainer Tertiär, jenes von Lobenau bei Radstadt, die am Rücken der Nördlichen Kalkalpen hochgehobene Kohlenserie der Stoderalm, das Tertiär zwischen Gröbming, Stainach und Wörschach und das Tertiär von Hieflau (Abb. 1). Der Inkohlungsgrad dieser Vorkommen wurde anhand des Reflexionsvermögens von Kohlen bzw. kohligten Partikeln bestimmt. Die Erfassung der Huminit/Vitrinitreflexion (R_m) erfolgte mit dem Mikroskop MPV-2 der Fa. Leitz unter Verwendung eines 32fach vergrößernden Ölimmersionsobjektives bei einer Wellenlänge von 546 nm.

Zusätzlich wurde an einigen Kohlen der Wassergehalt des bei einer Luftfeuchtigkeit von 60 % getrockneten Vitrinites bestimmt. Die

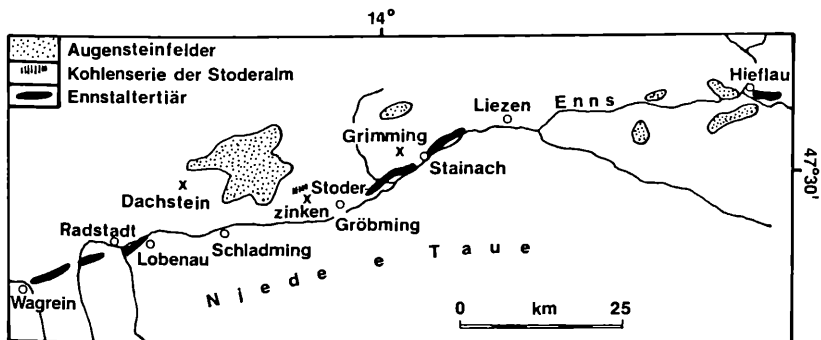


Abb. 1: Das Ennstaltertiär, nach A. WINKLER-HERMADEN (1950) und A. TOLLMANN (1985).

hygroskopische Feuchtigkeit wurde auf aschenfreie Kohlensubstanz umgerechnet. Eine Liste der untersuchten Proben bietet Tab. 1. Einige Wassergehalte publizierter Analysen wurden in die Betrachtungen miteinbezogen. Ziel der Arbeit ist es, im Bereich des Ennstales die Diagenese der tertiären Schichten über den Inkohlungsgrad zu erfassen und hinsichtlich paläogeothermischer Fragen zu diskutieren.

2. Geologie

Der heutige Kenntnisstand über die Geologie des Ennstaltertiärs fußt im wesentlichen auf den Arbeiten von F. TRAUTH (1918, 1925), O. AMPFERER (1927), A. WINKLER-HERMADEN (1928, 1950) und A. TOLLMANN & E. KRISTAN-TOLLMANN (1963). Zusammenfassende Darstellungen finden sich bei A. WINKLER-HERMADEN (1951), W. FUCHS (1980) und A. TOLLMANN (1985). Demnach werden die Vorkommen von fein- bis mittelkörnigen Konglomeraten, Sandsteinen und untergeordnet Schiefertönen und Mergeln aufgebaut. In die feinklastischen Gesteine eingeschaltet, findet man wiederholt beschürfte Kohlenflöze und -nester (W. PETRASCHKEK, 1924/29; W. GÜNTHER & G. TICHY, 1979; L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Das Alter der Schichten ist trotz Pflanzenfunden und Sporenanalyse umstritten. Höheres Oligozän bis unteres Miozän ist wahrscheinlich, wenn man Altersgleichheit des Ennstaltertiärs mit der Augensteinlandschaft annimmt (A. TOLLMANN, 1966).

Das flächenmäßig größte Tertiärbecken des Ennstales ist jenes von Wagrain. Es erstreckt sich WSW-ENE-streichend vom namensgebenden Ort über eine Entfernung von ca. 10 km bis nahe Altenmarkt. Seine Erhaltung ist der Einklemmung an der Tauernnordrand-Ennstalstörung zu verdanken. Erosionsbedingt sind drei Teilmulden zu unterscheiden. Sein in der mittleren Teilmulde mindestens 400 m mächtiger, mit 30–70°

Proben-Nr.	Lokalität	Ök-Blatt 1: 50.000	Koordinaten	Seeröhe (m)
Wagna - Altenmarkt				
A-01	Baugrube im östl. "Weberland"	125, B'hofen	13°18,9' / 47°20,4'	955
238	Bachbett NE "Sommensiedlung"	125, B'hofen	13°19,0' / 47°20,3'	960
A-03	Graben S' "Hubdörfel"	125, B'hofen	13°19,0' / 47°20,8'	1560
A-04	Graben S' "Schwaighof"	125, B'hofen	13°19,8' / 47°21,1'	1150
A-05	Graben zw. "Schwaighof" u. "Steinbacher"	126, Radstadt	13°20,9' / 47°21,2'	1550
A-06	Graben zw. "Schwaighof" u. "Steinbacher"	126, Radstadt	13°20,9' / 47°21,1'	1950
234	Anriß 60 m S' "Steinbacher Alm" (Sinabel)	126, Radstadt	13°22,0' / 47°21,2'	960
A-08	li. Seitengraben d. Gr. S' "Steinbacher"	126, Radstadt	13°22,0' / 47°21,1'	1950
A-09	Graben S' "Steinbacher"	126, Radstadt	13°22,1' / 47°21,4'	945
A-10	Graben S' "Steinbacher"	126, Radstadt	13°22,1' / 47°21,2'	1560
A-11	re. Seitengraben d. Gr. S' "Steinbacher"	126, Radstadt	13°22,2' / 47°21,1'	1540
A-12	Graben zw. "Steinbacher" u. "Specher"	126, Radstadt	13°22,5' / 47°21,6'	930
A-13	Linker Hang des "Spechergrabens"	126, Radstadt	13°22,3' / 47°21,3'	1040
A-14	Graben E' Autobahnauffahrt "Flachau"	126, Radstadt	13°24,0' / 47°21,7'	920
A-15	Graben E' Autobahnauffahrt "Flachau"	126, Radstadt	13°24,3' / 47°21,8'	1030
Radstadt - Lobenau				
231	Basis ehem. Kalkbruch (Ziegelei) Lobenau	126, Radstadt	13°28,9' / 47°22,9'	840
Stoderalm				
235	Halde d. ehem. Tagbaus E' "Brünner Hte."	127, Schladming	13°49,5' / 47°28,0'	1690
235a	Sammlung Geol. B.-A.	127, Schladming	13°49,5' / 47°28,0'	1690
Gröbming - Stainach - Wörschach				
W-01	Forstwegabzweigung NW' "Oberlengdorf"	128, Gröbming	13°55,7' / 47°28,7'	930
W-02	Aushub 75 m SW' GH "Wörschachklamm"	98, Liezen	14°08,9' / 47°33,6'	685
W-03	150 m SW' GH "Wörschachklamm"	98, Liezen	14°08,9' / 47°33,6'	685
Hiefiau				
232	Bachanriß oberth. "Mooswiese"	100, Hiefiau	14°47,6' / 47°35,9'	850
233	Höllgraben - Bachanriß neben Forststr.	100, Hiefiau	14°47,7' / 47°36,0'	780

Tab. 1: Untersuchte Proben aus dem Ennstaltertär.

gegen Süden einfallender Sedimentstapel setzt sich aus groben Konglomeraten im Liegenden, darüber einer Konglomerat-Sandstein-Wechselfolge und feinkörnigen Sandsteinen mit bis zu 8 Kohlenflözen im Hangenden zusammen. Die Komponenten der Konglomerate verraten eine Sedimentschüttung aus der Grauwackenzone und dem südlich gelegenen Kristallin. Komponenten, die mit Sicherheit dem Penninikum oder dem nahegelegenen Unterostalpin entstammen, fehlen (A. WINKLER-HERMADEN, 1928).

3. Inkohlung

Eine megaskopische Bemusterung von Kohlen bzw. inkohlten Treibhölzern aus dem Ennstaltertiär offenbart deren unterschiedlichen Reifegrad. Während die Kohlen des ehemaligen Bergbaugebietes oberhalb des Gehöftes „Steinbacher“ im Wagrainer Tertiär und die Kohlen der Stoderalm schwarz gefärbt sind und den typischen Glanz der Glanzbraunkohlen aufweisen, sind Xylite aus dem Hieflauer Tertiärbekken braun und stumpf und werden an der Luft rasch rissig. Zudem sind sie mit dem Messer schneidbar. Sie weisen daher alle megaskopischen Merkmale von Weichbraunkohlen auf.

Diese Inkohlungsunterschiede werden durch die Huminit/Vitrinitreflexion und die hygroskopische Feuchtigkeit der untersuchten Proben bestätigt. Die ermittelten Inkohlungsdaten sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

Das Reflexionsvermögen des Huminites gering inkohlter Kohlen variiert je nach Maceraltypus beträchtlich. Für fossile Hölzer aus dem Hieflauer Tertiär werden daher die Reflexionswerte des Phlobaphinites und des Eu- bzw. Texto-Ulminites angeführt. Das geringe Reflexionsvermögen der letzteren weist diese als Ulminitvarietät „A“ aus. Vertreter der hellen Ulminitvarietät „B“ wurden nicht angetroffen.

Besonderes Interesse verdienen die Inkohlungsverhältnisse im Wagrainer Tertiär. Die Inkohlungskarten (Abb. 2 und 3) offenbaren einen deutlichen West-Ost-Trend. Während im Westen des Tertiärbekens das Steinkohlenstadium erreicht wird ($R_m > 0,63\%$), nimmt die Vitrinitreflexion und damit der Diageneseegrad gegen Osten rasch ab. Gleichzeitig nimmt die hygroskopische Feuchtigkeit der Kohlen in dieser Richtung zu.

Im Ostteil des mittleren Teilbeckens ist, abgesehen vom West-Ost-Trend, eine Abnahme des Inkohlungsgrades gegen Süden zu beobachten. Ob dies darauf zurückzuführen ist, daß im Süden die hangenderen Schichten angetroffen werden, oder darauf, daß die Höhenlage der Proben gegen Süden zunimmt, bleibt unbekannt. Gegen Westen ist dieser Nord-Süd-Trend nicht mehr nachzuweisen.

Der dominante West-Ost-Trend setzt sich – abgeschwächt – über das Wagrainer Tertiärbecken hinaus bis Hieflau fort. Dies wird sowohl in der abnehmenden Huminit/Vitrinitreflexion als auch in der zunehmenden hygroskopischen Feuchtigkeit sichtbar (Abb. 4).

Proben-Nr.	Huminit/Vitrinitreflexion			Hyg. Feuchtigkeit		
	R _m (%)	n	s	H ₂ O (%)	Asche (%)	H ₂ O _{af} (%)
Wagrain - Altenmarkt						
A-01	0,65	50	0,03	--	--	--
238	0,61	21	0,04	--	--	--
A-03	0,64	50	0,02	6,2	8,1	6,7
A-04	0,54	50	0,02	5,9	5,9	6,3
A-05	0,53	50	0,03	5,8	9,5	6,4
A-06	0,53	50	0,02	--	--	--
234	0,56	50	0,05	6,1	2,6	6,3
A-08	0,53	50	0,02	6,0	9,0	6,6
A-09	0,61	40	0,05	--	--	--
A-10	0,45	50	0,04	9,9	8,7	10,8
A-11	0,45	50	0,03	8,7	2,0	9,0
A-12	0,50	50	0,04	--	--	--
A-13	0,42	34	0,04	11,1	5,6	11,8
A-14	0,46	51	0,02	--	--	--
A-15	0,47	50	0,04	8,9	4,3	9,3

Radstadt	Lobenau						
231		0,45	50	0,03	7,2	4,8	7,6

Stoderalm							
235		0,39	50	0,04	11,4	4,2	11,9
235a		0,42	50	0,05	--	--	--

Gröbming	Stainach	Wörschach				
W-01			0,35	60	0,02	
W-02			0,38	28	0,04	
W-03			0,39	36	0,04	

Hieflau							
232	0,14 [*]	/0,29 ⁺	50/20	0,02/0,04	--	--	--
233	0,18	/0,33	50/20	0,01/0,03	16,3	7,9	17,7

* Humotelinit
⁺ Phlobaphinit

Literaturdaten (nach versch. Autoren; aus L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Wagrain	Altenmarkt	4,5	5,3	4,8
Stoderalm	(Mittel von 4 Analysen)	10,8	8,0	11,7
Tipschern		11,3	4,2	11,8
Wörschach		14,2	13,4	16,4

Tab. 2: Inkohlungsdaten aus dem Ennstalertiär.

4. Diskussion

Alter der Inkohlung: Auskunft über das zeitliche Verhältnis von Inkohlung und Tektonik darf man aus der räumlichen Beziehung zwischen den Flächen gleicher Inkohlung und der Lagerung der Schichten erwarten. Wegen der Kleinräumigkeit der Vorkommen und dem Fehlen

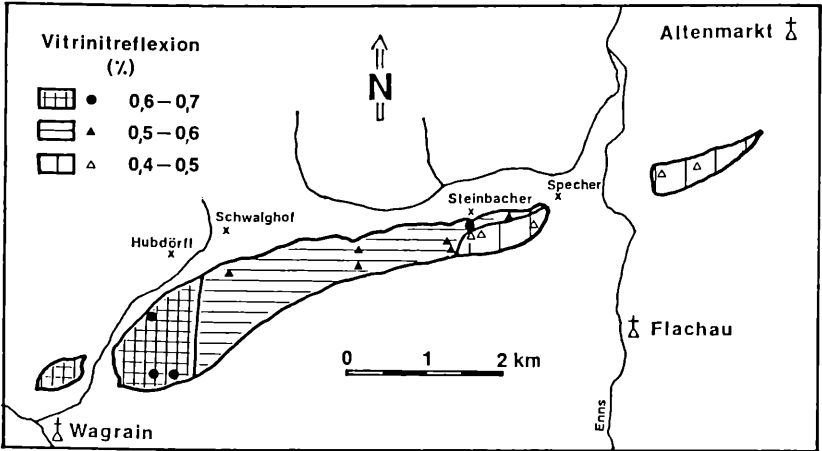


Abb. 2: Inkohlungskarte des Wagrainer Tertiärs (Basis: Vitrinitreflexion).

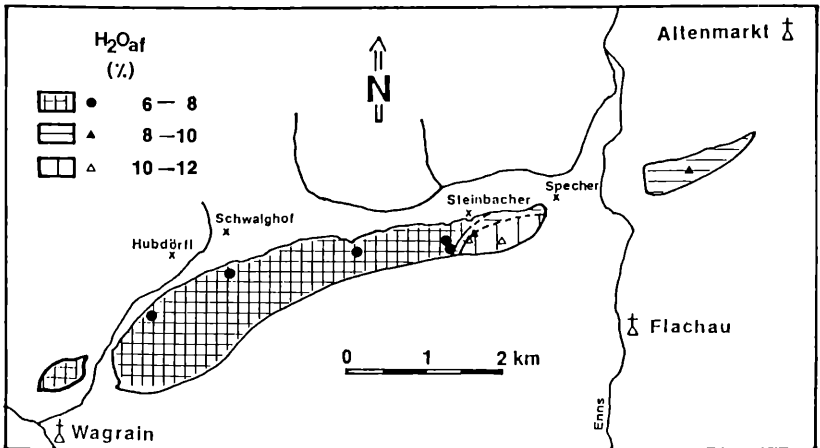


Abb. 3: Inkohlungskarte des Wagrainer Tertiärs (Basis: hygroskopische Feuchtigkeit).

von Untertageaufschlüssen ist die Erarbeitung eines dreidimensionalen Inkohlungsbildes jedoch unmöglich. Einige Anhaltspunkte bietet jedoch die hochgelegene Kohlenserie der Stoderalm. Ihr im Vergleich zu den tiefliegenden Tertiärresten von Radstadt und Gröbming-Wörschach ähnlicher Inkohlungsgrad legt den Schluß nahe, daß die Inkohlung vor der bedeutenden Hebung der Kalkalpen abgeschlossen war. (Das Tertiär der Stoderalm liegt heute um ca. 800 m über den benachbarten Becken; die Basis des Wagrainer Tertiärs in der Nachbarschaft des aufsteigenden

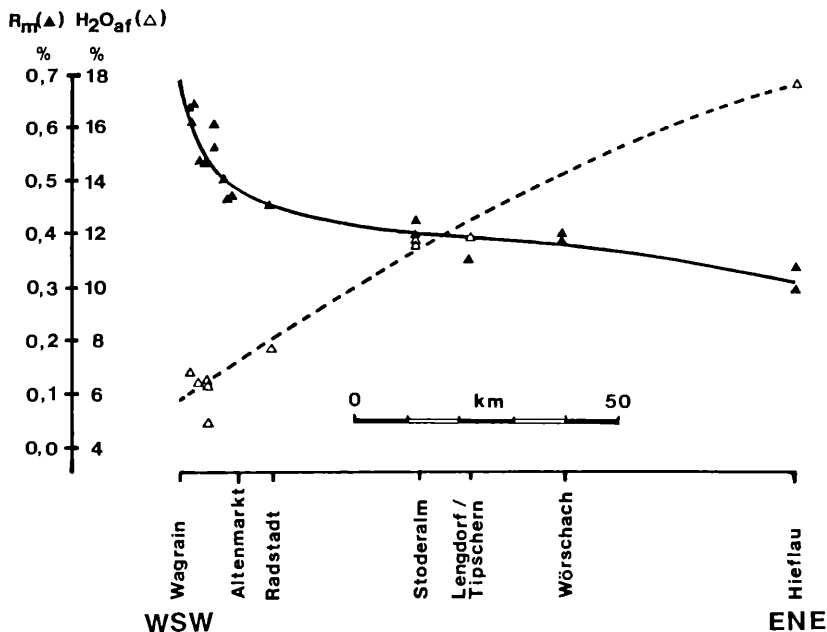


Abb. 4: Inkohlungsprofil durch die Liegendschichten des Ennstalertiärs.

Penninikums wurde dagegen um nicht einmal 400 m gehoben!) Der Beginn der Heraushebung der Nördlichen Kalkalpen wird durch die Zerstörung der Augensteinlandschaft im Zuge der Altsavischen Phase (Chattien/Aquitani) markiert (A. TOLLMANN, 1966). Unter der Annahme der Altersgleichheit von Ennstalertiär und Augensteinlandschaft stand für die Inkohlung daher ein maximaler Zeitraum von knapp mehr als 10 Mio. Jahren zur Verfügung.

Inkohlungstemperatur: Der Inkohlungsgrad wird durch die Faktoren Zeit und Temperatur gesteuert. Zahlreiche Autoren haben empirische und/oder hypothetische Beziehungen zwischen Temperatur, Zeit und Vitritreflexion aufgestellt. Abb. 5 zeigt ein bekanntes Diagramm nach N. H. BOSTICK et al. (1979). Die effektive Zeit ist dabei jene Zeit, während der sich die Kohle innerhalb 15 °C der maximalen Versenkungstemperatur befunden hat.

Die effektive Inkohlungszeit lässt sich für das Ennstalertiär kaum ermitteln, wird aber nach den oben ausgeführten Überlegungen 10 Mio. Jahre nicht überschritten haben. Unter Annahme einer effektiven Zeit von 10 Mio. Jahren ergibt sich die Inkohlungstemperatur für das westliche Wagrain Becken mit ca. 120 °C und für die Tertiärvorkommen zwischen Radstadt und Wörschach mit 80–50 °C. Für die Bildung der Weichbraunkohlen aus Hieflau war keine nennenswerte Temperatur-

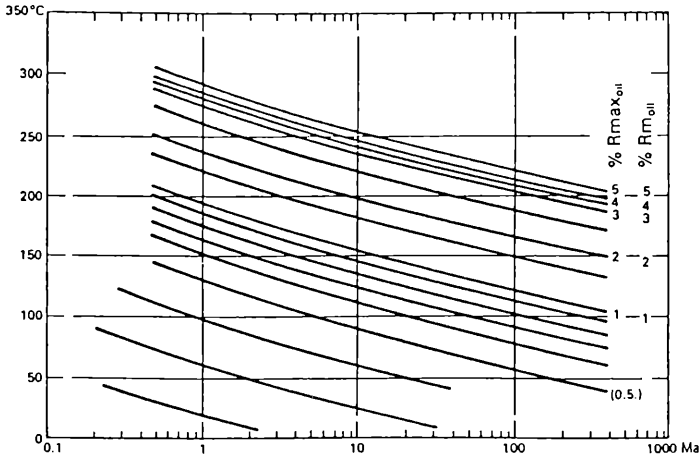


Abb. 5: Beziehung zwischen Vitrinitreflexion (R_m , R_{max}), maximaler Inkohlungstemperatur und effektiver Inkohlungszeit. Nach N. H. BOSTICK et al. (1979).

erhöhung nötig. Bei kürzerer Zeitdauer müssen die Temperaturen entsprechend höher angenommen werden (siehe Abb. 5).

Vergleich mit dem Inkohlungsbild der Norischen Senke (nach R. F. SACHSENHOFER, in Vorbereitung): Südlich des Ennstalertiärs bildete sich im Karpatien die Norische Senke aus. Als Zeugen dieser Senkungszone blieben im Bereich des Mur-Mürztals zahlreiche isolierte Tertiärbecken erhalten. Obgleich die Inkohlungsbilder der einzelnen Becken je nach den örtlichen geologischen Gegebenheiten recht unterschiedlich sind, zeigt die Inkohlung der Norischen Senke im Großen auffallende Ähnlichkeit mit der des Ennstalertiärs. So werden auch in der Norischen Senke von Westen gegen Osten Steinkohlen (Tamsweg), Glanzbraunkohlen (z. B.: Fohnsdorf, Leoben), Matt- und Weichbraunkohlen (oberes Mürztal) angetroffen.

Von besonderem Interesse für die Deutung der Inkohlungsverhältnisse im Ennstalertiär ist, daß es im Tamsweger Tertiär möglich war, den Inkohlungsgradienten mit ca. 0,6 % R_m /km abzuschätzen. Der Inkohlungsgradient ist damit im westlichsten Becken dreimal so hoch als im östlicheren Fohnsdorfer Tertiärbecken (ca. 0,2 % R_m /km).

Mögliche Ursachen für die hohe Inkohlung des Wagrainer Tertiärs: Zur Erklärung der hohen Inkohlungstemperatur im Wagrainer Tertiärbecken bieten sich zwei Möglichkeiten an: (1.) Eine Überlagerungsmächtigkeit von ca. 3000 m oder (2.) ein erhöhter paläogeothermischer Gradient. Nach Meinung des Verfassers ist eine 3000 m mächtige tertiäre Beckenfüllung im Wagrainer Becken unrealistisch. Zudem deutet der hohe Inkohlungsgradient im Tamsweger Tertiär auf einen im Jungtertiär stark erhöhten geothermischen Gradienten am Ostrand des Tauernfensters hin. Der Verfasser wertet daher die

fortgeschrittene Inkohlung des Ennstalertiärs und der Norischen Senke in Nachbarschaft des Tauernfensters als Hinweis auf einen deutlich erhöhten Wärmefluß über dem sich nach dem Höhepunkt der jungalpidischen Metamorphose (Tauernkristallisation) hebenden Penninikum. Die Hebung erfolgte so rasch, daß der Wärmetransport durch die aufsteigenden, warmen Gesteinsmassen zu einem erhöhten geothermischen Gradienten führen mußte (E. R. OXBURGH & PH. C. ENGLAND, 1980). Das bis ins Jungtertiär andauernde Abklingen der jungalpidischen Regionalmetamorphose wird ja durch Rb/Sr-Alter von Biotiten (W. FRANK et al., 1987 cum lit.) und Apatit Spaltspurenalter (H. STAUFENBERG, 1987) belegt.

Der gegen Osten abnehmende Inkohlungsgrad wird – mit zunehmender Entfernung vom Tauernfenster – vor allem auf kleiner werdende paläogeothermische Gradienten zurückgeführt. Dies hängt vielleicht mit der zunehmenden Tiefenlage des Penninikums zusammen. Inwieweit zudem unterschiedliche Schichtmächtigkeiten eine Rolle gespielt haben, kann heute nicht mehr beurteilt werden.

Danksagung

Der Verfasser dankt Prof. HOLZER und Prof. EBNER für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Vorliegende Arbeit wurde im Rahmen eines Projektes der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gefördert. Mein Dank gilt hier insbesondere Herrn Prof. W. E. PETRASCHECK. Schließlich möchte ich mich auch bei Herrn R. LAHODYNSKY für zur Verfügung gestelltes Probenmaterial bedanken.

Literatur

- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Hieflau. – Jb. Geol. B.-A., 77, 149–164, 12 Abb., Wien 1927.
- BOSTICK, N. H., CASHMAN, S. M., MCCULLOW, T. H. & WADDELL, C. T.: Gradients of vitrinite reflectance and present temperature in the Los Angeles and Ventura Basins, California. – (In:) D. F. OLTZ (Hrsg.): Low Temperature Metamorphism of Kerogen and Clay Minerals, 65–96, Los Angeles (Soc. Econ. Paleont. Miner., Pacific Sect.) 1979.
- FRANK, W., KRÁLIK, M., SCHARBERT, S. & THÖNI, M.: Geochronological Data from the Eastern Alps. – (In:) FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (Hrsg.): Geodynamics of the Eastern Alps, 272–281, 3 Taf., Wien (Österr. Bundesverlag) 1987.
- FUCHS, W.: Das Inneralpine Tertiär. – (In:) R. OBERHAUSER (Hrsg.): Der geologische Aufbau Österreichs, 452–483, Abb. 131–135, Wien (Springer) 1980.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Kohlevorkommen und -schurfbaue im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salz. Landeskd., 119, 383–410, 9 Abb., Salzburg 1979.

- OXBURGH, E. R. & ENGLAND, PH. C.: Heat flow and the metamorphic evolution of the Eastern Alps. – *Eclogae geol. Helv.* **73**, 379–398, 7 Abb., 1 Tab., Basel 1980.
- PETRASCHECK, W.: Braunkohlenlager der österreichischen Alpen. – (In:) PETRASCHECK, W.: Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten, 145–212, Abb. 62–124, zahlr. Tab., Katowice 1924/29.
- STAUFENBERG, H.: Apatite Fission-Track Evidence for postmetamorphic Uplift and Cooling History of the Eastern Tauern Window and the Surrounding Austroalpine (Central Eastern Alps, Austria). – *Jb. Geol. B.-A.*, **130**, 571–586, 10 Abb., 1 Tab., Wien 1987.
- TOLLMANN, A.: Die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten. – *Geotekt. Forsch.*, **21**, 156 S., 20 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1966.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – Bd. 2, Außenzentralalpiner Anteil. – XV, 710 S., 287 Abb., 27 Tab., Wien (Deuticke) 1985.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E.: Das Alter des hochgelegenen „Ennstal-Tertiärs“ – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.*, **104**, (1962), 337–347, 3 Abb., Wien 1963.
- TRAUTH, F.: Das Eozänvorkommen bei Radstadt etc. – *Dkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl.*, **95**, 171–278, 5 Abb., Taf. 1–5, Wien 1918.
- TRAUTH, F.: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes, Teil I. – *Dkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl.*, **100**, 101–212, Taf. 1–5, Wien 1925.
- WEBER, L. & WEISS, A.: Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. – *Archiv Lager.forsch. Geol. B.-A.*, **4**, 1–317, 110 Abb., 174 Tab., Wien 1983.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I.*, **137**, 183–225, 6 Abb., Wien 1928.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Tertiäre Ablagerungen und junge Landformung im Bereiche des Längstales der Enns. – *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I.*, **159**, 225–280, 7 Abb., Wien 1950.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. – (In:) F. X. SCHAFFER (Hrsg.): *Geologie von Österreich*, 2. Aufl., 414–524, 20 Abb., Wien (Deuticke) 1951.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1988/89

Band/Volume: [197](#)

Autor(en)/Author(s): Sachsenhofer Reinhard F.

Artikel/Article: [Zur Inkohlung des Ennstalertiärs. 333-342](#)