

# Das Tertiär von Kirchberg am Wechsel

Von Fritz EBNER, Reinhard F. SACHSENHOFER & Andreas SCHWENDT

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

Eingelangt am 26. November 1990

Angenommen am 30. Jänner 1991

**Zusammenfassung:** Das Tertiär von Kirchberg am Wechsel ist als  $\pm$  syntektonische Füllung eines während der jungalpidischen Tektonik entstandenen Beckens anzusehen. Die 1300 m mächtige, durch Blockschotter dominierte Beckenfüllung entstammt hochenergetischen fluviatilen Systemen, die mit Schwemmfächern des aufsteigenden Beckenrandes verzahnten. Die einzigen Fossilien stammen aus Eozänkalkblöcken, die  $\pm$  in situ während der miozänen Sedimentation (Otttnang –? Karpat) der Grobklastika aufgearbeitet wurden.

## 1. Einleitung

Geologische Informationen über das Tertiärbecken von Kirchberg am Wechsel sind äußerst spärlich. Lediglich PETRASCHECK 1926/29 und WINKLER-HERMADEN 1933 erwähnten Blockschotter aus dem Kirchberger Tertiärbecken. Feinklastische Sedimente mit maximal cm-mächtigen Kohleschmitzen führt PETRASCHECK 1926/29: 178 aus dem Sumpersbachgraben (= Alpeltal) an.

Bekannt ist das Tertiär von Kirchberg vor allem durch Eozänkalk-Brekzien, die KRAMER 1962 eingehend paläontologisch bearbeitete.

Ohne Profil- und Kartierungsbezug unterscheidet KRAMER 1962 neben einer intensiv rot gefärbten Glimmerschiefer-Transgressionsbrekzie weitere drei, kalkig zementierte Brekzientypen mit unterschiedlicher Beteiligung kristalliner und kalkig-organogener Komponenten. Die Fossilführung (Nummuliten, Discocyclus, Rhodophyta, Echinodermata, Bryozoa, Anthozoa) entstammt einem marinen Milieu; *Nummulites variolarius* und *Discocyclina augusta* geben als Alter Ober-eozän an.

Interpretiert werden diese Kalke als transgressiv dem Kristallin auflagernde Eozänkalke, die im Miozän aufgearbeitet und ohne Ferntransport (Kantenlänge der größten Blöcke bis 2 m) zu Komponenten der durch Blockschotter dominierten Sedimentationsfolge des Kirchberger Tertiärs wurden.

Grund für die mangelnde Information über dieses Tertiärbecken sind sicherlich auch die schlechten Aufschlußverhältnisse. Schwere Unwetter im Jahr 1989 schufen jedoch örtlich tiefe Bachanrisse in den tiefgründigen quartären Verwitterungsmassen und ermöglichten derart punktuellen Einblick in die tertiäre Schichtfolge. Die Darstellung der geologischen Verhältnisse basiert auf einer Dokumentation dieser Aufschlüsse und einer Detailkartierung (SCHWENDT 1990). Anlaß für diese Arbeiten war die Suche nach für Inkohlungsstudien (Vitritreflexion) geeigneten Proben für das FWF-Projekt P 7013/GEO (EBNER, SACHSENHOFER: Inkohlung Steirisches Tertiärbecken).

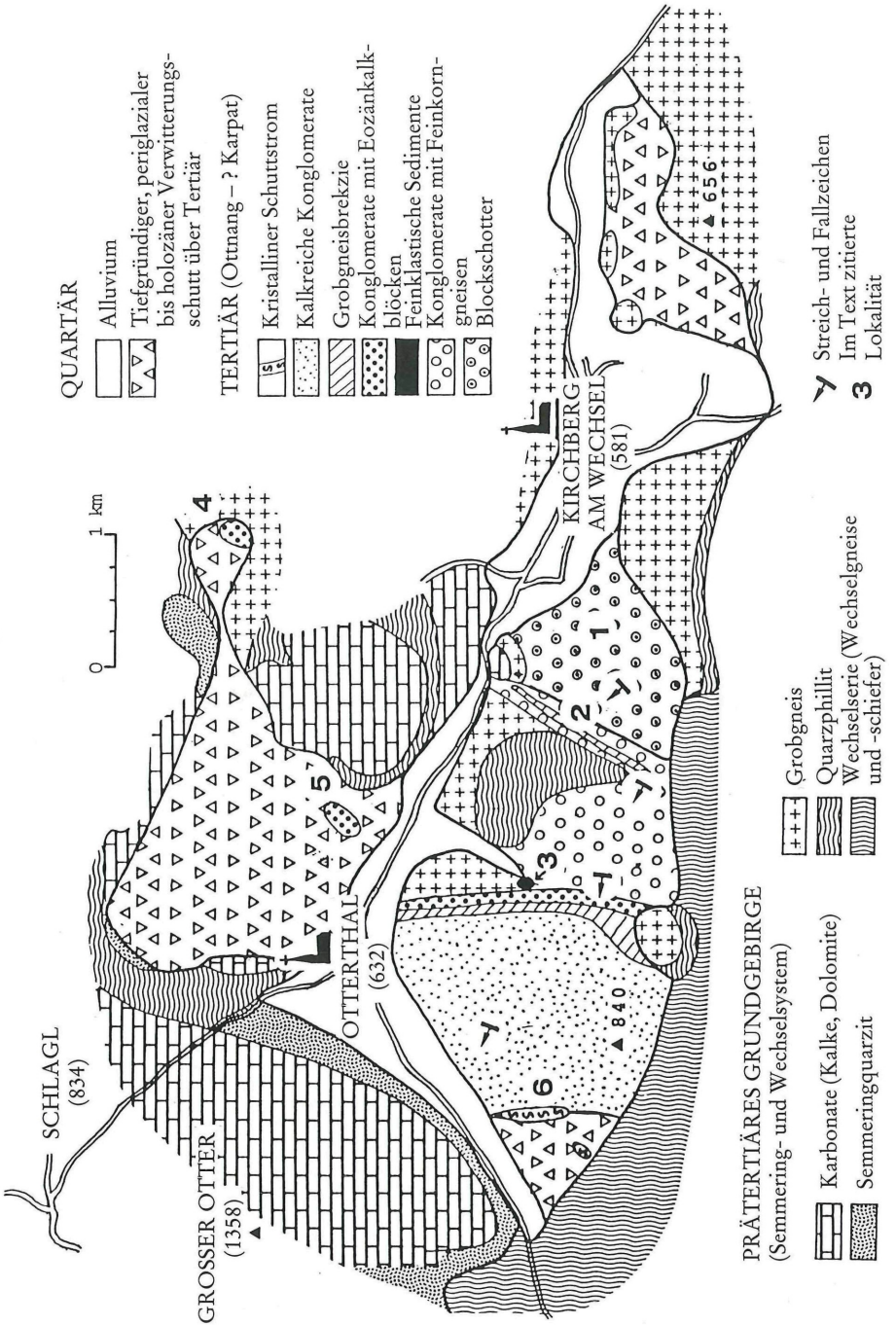


Abb. 1: Geologische Karte des Kirchberger Tertiärs.

## 2. Abgrenzung des Kirchberger Beckens

Das zur Buckligen Welt gehörige Kirchberger Becken wird im Süden durch das Alpel (nördlichster Teil des Wechsel), im Westen durch den Großen Otter und Nebelstein begrenzt. Im Norden wird im Raum Otterthal die Grenze durch die Linie Raach am Hochgebirge – Rams und im Raum Kirchberg durch die Hanglagen nördlich des Otterbaches gebildet.

Geologisch ist die Beckenumrandung dem Unterostalpin zuzuordnen, wobei das Becken etwa im Grenzbereich zwischen Wechsel- und Semmeringsystem zu liegen kommt. Lithologisch setzen sich diese Einheiten aus kristallinen Schiefern, Grobgneisen und gering metamorphen permomesozoischen Sedimentserien zusammen.

Die Abgrenzung des Tertiärs gegen das Grundgebirge erweist sich in vielen Fällen problematisch, da sich der autochthone Verwitterungsschutt materialmäßig oft kaum von den grobklastischen Komponenten des Tertiärs unterscheidet.

## 3. Beschreibung der Schichtfolge

Die punktuellen Aufschlüsse, Lagerungsverhältnisse und Kartierung (Abb. 1) gestatten die Rekonstruktion einer mit 20–30° nach NW einfallenden, ca. 1300 m mächtigen Schichtfolge.

Die wichtigsten sedimentologischen Parameter und das Geröllspektrum der auskartierten Einheiten sind Tab. 1 zu entnehmen. Vom Liegenden (= südlichster Beckenteil) zum Hangenden treten folgende Einheiten auf:

### – 400 m *Blockschotter*

Grundgebirgsnahe Anteile sind durch ein intensives rotes Bindemittel gekennzeichnet. Ein weiteres Merkmal ist die enorme Größe der karbonatischen Komponenten (bis 300 cm!). Östlich des Ofenbachtals (Lok. 1 in Abb. 1) sind auf SH 660 m in den Konglomeraten 2 m mächtige graue Brekzien eingeschaltet. Diese besitzen einen hohen Matrixanteil, inverse Gradierungen an Basis und Top, und dm-mächtige Einzelbänke, die voneinander scharf getrennt sind.

### – 400 m *Konglomerate mit Feinkorngneisen*

Entlang des Ofenbachtals (Lok. 2) ist in diesen Konglomeraten, die sich von jenen der „Blockschotter“ durch die Dominanz von Feinkorngneisen unterscheiden, eine auf 900 m im Streichen verfolgbare Grobgneisbrekzie eingeschaltet. Örtlich (z. B. SH 660 m) lagern die Grobgneisbrekzien den Konglomeraten mit muldenförmigem Kontakt auf. Im Randbereich dieser Mulden finden sich gut sortierte und deutlich parallel geschichtete Feinbrekzien und Sande. Im unteren Ofenbachtal sind in den Brekzien bis zu 35 cm mächtige, meist rot oder gelblich gefärbte Sand-Silt-Ton-Lagen eingeschaltet. Die Korngröße der hier auftretenden Brekzienkomponenten liegt deutlich unter 10 cm.

### – *einige m „Feinklastika“*

Im Alpeltal (Lok. 3) finden sich an einer Stelle zwischen den Konglomeraten mit Feinkorngneisen und den Konglomeraten mit Eozänkalken einige wenige m mächtige feinklastische, z. T. tonige Sedimente. Besonderheiten dieser Feinklastika sind 10–15 cm mächtige Kohlentone mit inkohlten Treibhölzern (Vitritreflexion ca. 0,35%  $R_r$ ) an der Basis, Bioturbationen, Trogschichtungskörper, gelbliche Sande als Channelfüllungen in dunklen Tönen und einige Einschaltungen feinkörniger Grobgneisbrekzien. Diese Feinklastika stellen die

- *50 m Konglomerate mit Eozänkalcken*  
 Wenige mächtige Grobgnaisbrekzien begrenzen diese Konglomerate im Liegenden und Hangenden. Letztere besitzen bis zu 1,5 m mächtige Lagen von Feinbrekzien, Sanden und Silten an ihrer Basis.  
 Einzugliedern in den Profilverband sind die Konglomerate mit den Eozänkalcken lediglich im Bereich des Alpeltales und eines NW davon liegenden kleinen Seitentales des Otterbaches. Im nördlichen Beckenteil treten sie N von Baumthal (Lok. 4) auf. Hier lagern sie direkt dem Grobgnais auf und sind bimikt (Grobgnais und Eozänkalcke) ausgebildet, obwohl sie sonst immer polymikt (vgl. Tab. 1) zusammengesetzt sind. Dies und die Blockgröße der Kalcke bis 200 cm deutet hier auf ihre ± in situ-Aufarbeitung hin. Weitere Eozänkalckblöcke finden sich weit verstreut in den Verwitterungsmassen des nördlichen Beckenteiles (vor allem im Bereich des Goldberges; Lok. 5). Eine Eingliederung in den Profilverband ist hier aber nicht möglich.
- *50 m Grobgnaisbrekzie*  
 Inkohlte Treibholzreste aus der Grobgnaisbrekzie ergaben Reflexionswerte zwischen 0,34 und 0,38% R<sub>r</sub>.

Tab. 1: Sedimentologische Merkmale der auskartierten Einheiten.

Kartierungseinheiten		Mächtigkeit in m	Komponenten	max. Komponenten-größe in cm	Matrix	Sortierung	Komponenten-gestützt	Matrix-Rundung	Brekzienhorizonte
Schuttstrom	2. Zyklus	20	PS	15	ST ge	-	+	-	
kalkreiche Konglomerate		400	K dbäg, D max. 20%: PC, P	12	K gg	-	+	+	
Grobgnaisbrekzie		50	GG -: K, P	20	S	-	+	-	
Konglomerate mit Eozänkalcken		50	E, Kdbävgr, Dfeb, PS, GA, GG, -: Q, KB, QB, Tv	60	S gg ge	-	+	+	
Feinklastika	1. Zyklus	wenige m							+
Konglomerate mit Feinkorngnaisen		400	GF, PS, Khdbä, Db, -: GG, Q, P	30 GF: 10-20	S gg ge	-	+	+	+
Blockschotter		400	PS, Khdbä, Db, -: GG, Q, P	K, D: bis 200 xx: < 40	Sg, r	-	+	+	+

Geröllkomponenten:

Matrix:

K Kalke	T Tonschiefer	P Quarzphyllite	S sandig
D Dolomite	Q Quarzite	PC Chloritquarzphyllite	K karbonatisch
E Eozänkalcke	QK Quarzkonglomerate	PS Chloritserizitquarzphyllite	T tonig
KM Kalkmarmore	xx Metamorphite	GG Grobgnaise	g grau
KB Kalkbrekzien		GF Feinkorngnaise	r rötlich
		GA Chloritalbitgnaise	gr grünlichgrau
b bräunlich	gr grünlich		ge gelblich
bä gebändert	h hell		
d dunkelgrau	v violett		
fe eisenreich/ockerfarbig	w weiß		
g gelblich	- selten		



– *400 m kalkreiche Konglomerate*

Die Basisanteile der hangenden, kalkreichen Konglomerate sind horizontal geschichtet, vereinzelt ist aufrechte und inverse Gradierung festzustellen. Ihrer kalkigen Matrix verdanken sie die gute Verfestigung. Als Einschaltungen finden sich sandige, geschichtete Sedimente als kleindimensionierte Linsen und Lagen.

– *20 m Kristalliner Schuttstrom*

S Steinbach (Lok. 6) wird eine max. 20 m mächtige matrixgestützte Brekzie angetroffen, deren Komponenten vereinzelt eine hangparallele Einregelung zeigen. Ihre Zuordnung zum Tertiär erfolgt aufgrund ihrer Komponenten (ausschließlich Chloritquarzphyllite), da sich die darüber folgenden gerundeten alluvialen Bachschotter in erster Linie durch Chloritalbitgneis-Gerölle auszeichnen.

#### 4. Herkunft der Gerölle

**Quarzphyllite:** Diese Chlorit- und Serizit-führenden Gesteine sind in den Liegenden und Hangenden Wechselschiefern weit verbreitet (FAUPL 1970).

**Chloritalbitgneis:** Finden sich im Tertiär selten, stellen jedoch im Quartärschutt einen bedeutenden Anteil dar. Ihr Liefergebiet (Wechselgneis) war zur Zeit der Konglomerat-Sedimentation nur in geringem Ausmaß der Erosion ausgesetzt.

**Feinkorngneis** (Chlorit-führend): Ihre ausgezeichnete Rundung und Korngröße deutet auf die vermutlich größten Transportweiten. VETTERS 1970: 74 beschreibt Granitgneise mit zu Chlorit zersetzten Biotiten südlich des Feistritztales.

**Grobgneis:** Der unter den Komponenten häufig auftretende Grobgneis ist westlich und östlich der Wechselkulmination und auch im unmittelbaren Beckenrand des Kirchberger Beckens (vgl. Abb. 1) weit verbreitet.

**Quarzite:** Semmering- oder Keuperquarzite treten eher selten auf.

**Karbonate:** Es überwiegen dunkelgraue und dunkelgrau-weiß gebänderte Kalke neben weißen Kalkmarmoren. Vergleichbare Gesteine mit einem Anis-Ladin-Alter stehen in unmittelbarer Nähe auf dem Otter an. Die fossilführenden Eozänkalke werden als kaum transportierte ± in situ aufgearbeitete Transgressionsbildungen über dem Unterostalpin betrachtet. Kalkbrekzien, wie sie im Alpeltal auftreten, sind mit jenen der Jägerwiese am Pfaffensattel (FAUPL 1970: 34) vergleichbar. Ockerfarbene, eisenreiche Karbonate erwähnt MOHR 1954 vom Otter und Hirschenkogel. Violette und grünlische Kalke beschreibt NEUNER 1964: 323 als bis zu 2 m mächtige Einschaltungen in den bunten Keuperschiefern von Göstritz.

Die Materialanlieferung der meisten Komponenten erfolgte aus dem Westen und der näheren Umgebung. Am weitesten, jedoch nicht viel weiter als 10 km, wurden unter Zugrundelegung der heutigen Aufschlußsituation die Feinkorngneise transportiert.

#### 5. Stratigraphische Korrelation

Eine Alterszuordnung des Kirchberger Tertiärs erscheint aufgrund der isolierten Lage und des Fehlens von Fossilien und lithostratigraphischen Leithorizonten problematisch. Aus regionalgeologischen Gründen können die rotgefärbten Basisbildungen als Äquivalente der Zöberner Brekzie der Friedberg-Pinkafelder Bucht und die basalen Blockschotter als Äquivalente zum Mönichkirchner Blockschutt der Buckligen Welt angesehen werden. Daraus resultiert eine Einstufung ins

Ottang. Gute Rundung, Karbonatreichtum und die fossilführenden Eozängerolle sind gemeinsame Merkmale der kalkreichen Konglomerate des Kirchberger Beckens mit den Oberen Auwaldschottern, die in der Landseer Bucht ins Karpat gestellt werden (vgl. VENDEL 1933). Eine stratigraphische Überbewertung dieser Merkmale erscheint aber aufgrund der  $\pm$  ortsgebundenen Anlieferung der Kirchberger Komponenten und des fluviatilen Sedimentationsregimes nicht angebracht.

Häufig werden die ottangisch-karpatischen Grobklastika des Alpenostrandes unter dem Begriff Sinnersdorf-Konglomerat zusammengefaßt. Jüngst führte NEBERT et al. 1980 den Begriff Sinnersdorf-Fm. ein, wobei die mittleren Anteile durch eine 10er-m-Rhythmik und die hangenden Anteile durch Einschaltungen saurer-intermediärer Tuffe, die ein Karpat-Alter implizieren (EBNER & GRÄF 1977), ausgezeichnet sind. Diese Rhythmik, wie auch die Tuffeinschaltungen sind (vielleicht aufschlußbedingt?) aus dem Kirchberger Tertiär nicht bekannt. Bis zur Klärung dieser Fragen wird von einer nomenklatorischen und stratigraphischen Bindung der im Becken von Kirchberg auskartierten Einheiten an eine der o. g. Formationen oder der Schaffung neuer Formationsbegriffe abgesehen.

## 6. Tektonisch-fazielle Interpretation

Mit dem Beginn des Obereozäns waren die Bereiche, die später die Basis des Wiener Beckens und der übrigen inneralpinen, tertiären „Ostrandbecken“ bilden sollten, zum Festland geworden.

Vom Osten transgredierte im Obereozän ein Flachmeer über das schon bis auf das Unterostalpin erodierte Deckengebäude und lagerte neben Sandsteinen, gelbe und rötliche Kalke mit Lithothamnen, Großforaminiferen, Korallen und Bryozoen ab. Die ehemals weite Verbreitung dieser Sedimente wird durch Erosionsrelikte (Wimpassing/Leitha) und kaum transportierte Blockvorkommen in jungtertiären Blockschottern (Kirchberg/Wechsel; Obere Auwaldschotter in der Landseer Bucht) angezeigt (FUCHS 1980).

Aus dem Zeitraum Oligozän-Eggenburg fehlen Sedimente, man kann jedoch von einer der Erosion ausgesetzten Festlandsperiode ausgehen. Am Alpenostrand beginnen vermutlich mit dem Ottang die Schichtfolgen der „Ostrandbecken“ über rotgefärbten Basisbildungen mit teilweise hochenergetischen (proximalen) fluviatilen Sedimenten. Ihr Einsetzen ist zeitlich schwer datierbar, dürfte kausal jedoch mit der Erhöhung der Reliefenergie durch die jungalpidische Tektonik (Heraushebung metamorpher Dome wie z. B. der Wechselkuppel, Bildung intramontaner Becken durch Strike Slip- und Abschiebungstektonik; vgl. NEUBAUER & GENSER 1989) im Zusammenhang stehen.

Die Aufschlußarmut und das Fehlen mächtigerer, zusammenhängender Profilabschnitte erschwert die fazielle Interpretation der Grobklastika des Kirchberger Tertiärs. Die gutgerundeten Konglomerate zeigen ein polymiktes Geröllspektrum, das auf einen gewissen „Ferntransport“ deutet. Der teilweise hohe Anteil an „granitischen“ Geröllen weist auf eine verstärkte Hebung des Liefergebietes, in dem die Verwitterung mit der Uplift-Rate nicht Schritt halten kann, da sonst diese Gesteine rasch zu Sand zerfallen würden (FÜCHTBAUER 1988: 73).

Eine Zyklizität, wie sie von NEBERT 1985 für die Sinnersdorf-Fm. gefordert wird, kann innerhalb der auskartierten Einheiten (vielleicht auch aufgrund der beschränkten Aufschlußsituation) nicht festgestellt werden. Die in Tab. 1 angegebenen Komponentengrößen deuten jedoch auf zwei fining upward-Sequenzen:

1. Liegende Sequenz (rote Basalbildungen – Feinklastika)
2. Hangende Sequenz (Konglomerate mit Eozänkalken – kalkreiche Konglomerate).

Für die Beurteilung einer eventuellen Braunkohleföhrung des Kirchberger Beckens wird vom Modell NEBERTS 1983, 1985 ausgegangen. Danach sind kohleföhrnde Formationen meist zyklisch gegliedert. Jeder Zyklus setzt mit grobklastischen Sedimenten einer fluviatilen Phase ein, die vertikal in Feinsande und Tegel einer fluviatil-limnischen und einer limnischen Phase überleiten. Unter gewissen Gunstfaktoren kann sich innerhalb der limnisch-fluviatilen Phase ein kohleföhrndes Telmatikum ausbilden.

Im Kirchberger Becken wird der erste Zyklus noch vor dem Erreichen einer limnisch-fluviatilen und kohleföhrnden telmatischen Phase mit dem Einsatz der eozänkalkföhrnden Konglomerate von einem neuerlichen, höher energetischen fluviatilen Zyklus unterbrochen. Die kurz zuvor auftretenden Feinklastika sind dabei entweder einem lediglich lokal auftretenden niederenergetischen fluviatilen Subfaziesbereich zuzuordnen, oder stellen den Anfang einer abrupt unterbrochenen limnisch-fluviatilen Phase dar. Mit dem Auftreten größerer Kohlevorkommen im Grenzbereich beider Zyklen ist nicht zu rechnen.

Die enorme Komponentengröße weist die basalen Konglomerate als proximale fluviatile Sedimente und Wildbachablagerungen aus. Die feinkörnigeren hangenden kalkreichen Konglomerate sind eventuell als „braided stream“-Sedimente vom Scott-Typ (MIALL 1978) zu interpretieren.

Bemerkenswert sind die teilweise matrixgestützten, monomikten (Grobgnais-)Brekzien, die in den Konglomeratabfolgen eingeschaltet sind. Zahlreiche Merkmale, wie fehlende Einregelung und Sortierung, schlechte Rundung, hoher Matrixanteil, eine teilweise scharfe Abgrenzung der Bänke gegeneinander und ± „ortsgebundene“ Komponenten (vgl. anstehende Grobgnaisareale in der Karte, Abb. 1) weisen diese Bänke als Debris flows (vgl. NILSEN 1982: 49–86) aus.

Im Ofenbachtal, wo derartige Brekzien auf 900 m im Streichen verfolgt werden können, zeigen sie eine rasche Korngrößenabnahme der Grobkomponenten und Einschaltungen rötlich-gelb gefärbter, sandig-siltig-toniger Sedimente. All dies deutet in Richtung eines Schwemmfächers („alluvial fan“), dessen proximale Anteile im oberen und distale Bereiche im unteren Ofenbachtal zu liegen kamen. Derartige Schwemmfächer bilden sich oft an durch Abschiebungen gebildeten Bergflanken. Sie zeichnen sich durch einen raschen lateralen und vertikalen Fazieswechsel von Mud- und Debris flows zu fluviatilen Sedimenten aus (FÜCHTBAUER 1988: 865).

Die Schrägstellung des ca. 1300 m mächtigen Schichtstoßes mit etwa 20–30° nach NW bringt WINKLER-HERMADEN 1957: 507 mit der Heraushebung der Buckligen Welt in Zusammenhang. Möglicherweise erfolgte diese bereits während der Schüttung der Konglomerate. Im Satellitenbild ist im Bereich Kirchberg/Wechsel, Krumbach und Kirchschatz eine Schar paralleler WNW-ESE-streichender Störungen erkenntlich (TOLLMANN 1977, BUCHROITHNER 1984). Diese Richtung stimmt mit einer steil nach ENE fallenden Störung im Grundgebirge WSW Kirchberg und dem Verlauf des südlichen Beckenrandes überein.

Innerhalb der tertiären Schichtfolgen sind im Alptal eine Reihe von steilstehenden und annähernd N-S-streichenden Störungen zu beobachten. Zwischen Seehöhe 660 m und 690 m zeigen sie teilweise flach nach N fallende Strömungen

und eine relative Hebung der westlichen Schollen um einige m gegenüber den östlichen Anteilen. Auf SH 680 m versetzt eine sinistrale N-S-Störung ein Geröll um 20 cm.

Die Störungsmuster und eine  $\pm$  syntektonische Füllung des Kirchberger Beckens paßt gut in das von NEUBAUER 1988 und NEUBAUER & GENSER 1989 entworfene kinematische Modell des Alpenostrandes im Jungtertiär mit  $\pm$  orogenparallelen sinistralen und dextralen Scherzonen. Innerhalb dieses Bewegungssystems bildeten sich die inneralpinen Tertiärbecken durch Pull-apart-Mechanismen und Absenkungen entlang von Abschiebungs-Zonen, die die Strike Slip-Zonen untereinander verbinden. Weiters sind die Abschiebungszonen an Flanken aufsteigender metamorpher Dome (z. B. Wechselkuppel) gebunden.

Das zuvor genannte WNW-ESE-Störungssystem, der Südrand des Kirchberger Beckens und die ? synsedimentäre Schrägstellung der Schichten könnte mit derartigen Abschiebungen in Zusammenhang gebracht werden.

Auch die generelle Geröllanlieferung aus dem Westen fügt sich gut in dieses Bild. Eventuell kann aus dem räumlichen Nebeneinander der Wechselkuppel und den nördlich davon auftretenden Eozänablagerungen auch ein kausaler Zusammenhang eines aufsteigenden metamorphen Domes und dem Einsinken eines Sedimentbeckens im Vorland rekonstruiert werden.

Die intrakonglomeratischen N-S-Störungen können als Auswirkung der Zerrtektonik im Gefolge eines nach Osten gerichteten Hinausdrückens ostalpiner Krustenteile zwischen den zuvor genannten Schersystemen angesehen werden.

Das Kirchberger Tertiär ist demnach als Rest eines im Zuge der jungalpidischen Abschiebungs- und Strike Slip-Tektonik entstandenen Beckens anzusehen, dessen grobklastische, hochenergetische Füllung fluviatilen Systemen entstammt, die mit Schwemmfächern des aufsteigenden Beckenrandes verzahnten. Die heute auftretenden Tertiärsedimente stellen dabei nur den im ehemaligen Beckentiefsten erhaltenen Erosionsrest dar. Im nördlichen Beckenteil griff die Tertiärsedimentation möglicherweise erst mit der in situ-Aufarbeitung der Eozänkalke auf das Grundgebirge über. Die durch Vitrinit-Reflexionsmessungen ermittelten Inkohlungsdaten von 0,32 bis 0,38%  $R_r$  (= Weich-Mattbraunkohlenstadium) deuten bei Annahme einer durchschnittlichen geothermischen Tiefenstufe auf eine maximale Versenkung der kohleführenden Schichten um einige hundert m.

### Literatur

- BUCHROITHNER, M. F. (1984): Karte der Landsat-Bildlineamente von Österreich 1:500.000, samt Erläuterungen, 16 S., Wien (Geol. B. A.).
- EBNER, F. & GRÄF, W. (1977): Die Bentonitvorkommen der Nordoststeiermark. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 38, 9–30, Graz.
- FAUPL, P. (1970): Zur Geologie des NW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Trattenbach (NÖ) und Fröschnitz (Stmk.) – Österreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 27–70, Wien.
- FUCHS, W. (1980): Das Inneralpine Wiener Becken und seine Randbuchten (Eisenstädter Becken, Brennberger Hügelland, Landseer Bucht). – In: R. OBERHAUSER (Ed.): Der geologische Aufbau Österreichs, 452–462, Wien (Geol. B. A.).
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine (4. Aufl.), 1141 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- KRAMER, H. (1962): Das Eozänvorkommen am Goldberg bei Kirchberg. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, 110 S., Wien.
- MIALL, A. D. (1978): Lithofaciestypes and Vertical Profile Models in Braided River Deposits. – MIAL, A. D. (Ed.): Fluvial Sedimentology. – Can. Soc. Petrol. Geol. Min., 5, 597–604, Calgary.



- © Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)
- MOHR, H. (1954): Über die Schwerspatlagerstätten des Semmering-Gebietes (NO). – BHM, 99, 101–112, 132–138, Wien.
- NEBERT, K. (1985): Kohlengeologische Erkundung des Neogens entlang des Ostrandes der Zentralalpen. – Arch. Lagerst. Forsch., 6, 23–79, Wien.
- NEBERT, K., GEUTEBRÜCK, E. & TRAUSNIGG, H. (1980): Zur Geologie der neogenen Lignitvorkommen entlang des Nordostsporns der Zentralalpen (Mittelburgenland). – Jb. Geol. B.-A., 123, 39–112, Wien.
- NEUNER, K. (1964): Die Gipslagerstätten des Semmerings. – BHM, 109, 319–331, Wien.
- NEUBAUER, F. (1988): Bau- und Entwicklungsgeschichte des Rennfeld-Mugel- und des Gleinalm-Kristallins (Ostalpen). – Abh. Geol. B.-A., 42, 137 S., Wien.
- NEUBAUER, F. & GENSER, J. (1990): Architektur und Kinematik der östlichen Zentralalpen – eine Übersicht. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 120, 203–219, Graz.
- NILSEN, T. H. (1982): Alluvial Fan Deposits. – In: SCHOLLE, P. A. & SPEARING, D. (Ed.): Sandstone Depositional Environments, 49–87, Tulsa (AAPG).
- PETRASCHECK, W. (1926/29): Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten. – 484 S., Kattowice (Katt. Buchdruckerei u. Verlags-Sp. Akc.).
- SCHWENDT, A. (1990): Inkohlungsstudien im Tertiär des Alpenostrandes. – Unveröff. Dipl.-Arbeit Montanuniversität, 128 S., Leoben.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. – Bd. 1, Die Zentralalpen. – 776 S., Wien (Deuticke).
- VENDL, M. (1933): Daten zur Geologie von Brennbach und Sopron. – Mitt. berg. hüttenmänn. Abt. Hochschule Berg-Forstwesen, V/2, Sopron.
- VETTERS, W. (1970): Zur Geologie des SW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Rettenegg und Feistritztal (Steiermark, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 71–102, Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1933): Die jungtertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen und seines Südsaumes. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, 142, 81–102, Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. – 822 S., Wien (Springer).

Anschrift der Verfasser: Ao. Univ.-Prof. Dr. phil. F. EBNER & Mag. rer. nat. Dr. mont. R. F. SACHSENHOFER: Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität, A-8700 Leoben  
Mag. rer. nat. A. SCHWENDT: Forschungsgesellschaft Joanneum, Institut für Umweltgeologie und Angewandte Geographie, Elisabethstraße 5, A-8010 Graz