



Die variszische Orogenese im Circum-Pannonischen Raum – reflektiert an Devon–Karbon-Sedimenten

FRITZ EBNER*), ANNA VOZÁROVÁ**) & SANDOR KOVÁCS***)

7 Abbildungen, 1 Tabelle

*Circum-Pannonischer Raum
Variszische Orogenese
Devon
Paläogeografie
Stratigrafie
Tektonofazies*

Inhalt

Zusammenfassung	315
Abstract	316
1. Einleitung	316
2. Sedimentäre Devon–Karbon–Abfolgen im Circum-Pannonischen Raum	317
3. Rekonstruktion der Devon–Karbon–Faziesräume im Circum-Pannonischen Raum	324
4. Das Variszische Ereignis im Circum-Pannonischen Raum	325
5. Bemerkungen zur Paläogeografie und Schlussfolgerungen	326
6. Dank	327
Literatur	327

Zusammenfassung

Alle alpidischen Megaeinheiten des Circumpannonischen Raumes (Alcapa, Tisia, Dacia, Vardar, Adria-Dinaria) enthalten paläozoische Grundgebirgseinheiten, die dem Nordwestrand Gondwanas entstammen. Nach ihrer Loslösung von Gondwana im älteren Paläozoikum akkretierten diese bei der variszischen Orogenese mit dem aktiven Kontinentalrand Laurussias. Die Devon–Karbon–Sedimente entstammen der Drift- und Kollisionsphase dieser Terranes sowie dem Beginn der post-orogenen Phase.

Der erste Höhepunkt der variszischen Orogenese im Unterkarbon ist mit einer mittel- bis hochgradigen Metamorphose verbunden. Dabei wurde die von massiven granitischen Intrusionen durchsetzte Mediterrane Kristallin-Zone gebildet (variszisch metamorphe Zonen der Ostalpen, Karpaten, Karpato-Balkaniden und des Serbomazedonischen Massivs). Nach diesem Ereignis bildete sich im Segment der Ostalpen und Westkarpaten im orogenen Vorland die Veitsch-Nötsch-Ochtina-Zone.

Weitere gut definierbare Faziesräume sind die Norisch-Bosnische Zone (Ost- und Südalpen; Pelsö Composite Terrane, Jadar-Block), devone Riftzonen (Karpato-Balkaniden) und vulkanosedimentäre ozeanische Bereiche in der Gelnica-Gruppe (W-Karpaten) und der Vardar-Zone. Im Drina Ivanjica-, Ostbosnischen Durmitor- und Zentralbosnischen Paläozoikum werden faziell schwer zuordenbare Abfolgen angetroffen, die der Rahmenzone des Paläo-Vardar-Ozeans angehören dürften.

Der Präflysch der Norisch-Bosnischen Zone ist durch faziell stark differenzierte Karbonatabfolgen, Lydite und feine Siliziklastika gekennzeichnet. Siliziklastische Einheiten repräsentieren langlebige passive Kontinentalränder, karbonen syn-orogenen Flysch (an der Stirn anlandender Terranes in den Ost- und Südalpen, Westkarpaten, Karpato-Balkaniden) und tektonisch atypische Flyschentwicklungen (an den passiven Rändern der Terranes). Die Kollision dieser Terranes bildet im Mittelkarbon den zweiten Höhepunkt der variszischen Orogenese. Sie ist mit intensiver Deformation, Winkel-diskordanzen und einer maximal niedriggradigen Metamorphose verbunden. Die Molasse ist, mit Ausnahme in den Südalpen, kontinental. In SE-Richtung nimmt die orogene Beeinflussung ab. An den extern gelegenen Rändern der Terranes bzw. der Umrandung des Paläo-Vardar-Ozeans sind variszische Deformationen und Metamorphose fehlend oder nur äußerst schwach ausgeprägt.

Im Pelsö Composite Terrane, San/Una-Paläozoikum und Jadar-Block ist der karbonen Flysch daher tektonisch atypisch, da er lediglich nach ± langen Schichtlücken ohne Deformation von flachmarinen Sedimenten überlagert wird. Die end-variszische Krustenkonfiguration wurde im nachfolgenden alpidischen Zyklus durch die Öffnung und Schließung ozeanischer Räume und meist spät-/postorogene Strike-Slip-Tektonik nachhaltig verändert.

*) Univ.-Prof. Dr. FRITZ EBNER, Montanuniversität Leoben, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Peter-Tunner-Straße 5, A 8700 Leoben.

fritz.ebner@mu-leoben.at

**) Univ.-Prof. Dr. ANNA VOZÁROVÁ, Comenius University Bratislava, Department of Mineralogy and Petrology, Mlynská dolina, pav. G, SK 84215 Bratislava.

vozarova@fns.uniba.sk

***) Dr. SANDOR KOVÁCS, Eötvös Lorand University, Department of Geology, Pázmány P. sétány 1/c, H 1117 Budapest.

skovacs@iris.geobio.elte.hu

The Variscan Orogeny in the Circum-Pannonian Realm – Implications from Devonian–Middle Carboniferous Sediments

Abstract

All Alpine megaunits of the Circum-Pannonian realm (Alcápa, Tisia, Dacia, Vardar, Adria-Dinaria) include Paleozoic basement units (terrane) which derive from the NW Gondwanan margin. They split off Gondwana during the Early Paleozoic and accreted during the Variscan orogeny to the Laurussian active margin. Devonian/Carboniferous sediments reflect the drift, collisional and beginning of the post-orogenic molasse stage.

The first Variscan orogenic climax during the Early Carboniferous was connected with medium to high grade metamorphism and intensive granitoid intrusions. At present this Mediterranean Crystalline Zone represents the Variscan metamorphosed zones of the Eastern Alps, Western Carpathians, Carpatho-Balkanides and the Serbian Macedonian Massif. In the Austroalpine/Western Carpathian segment the Veitsch-Nötsch-Ochtina zone was formed within foreland and remnant basins of this metamorphic belt.

Other well defined facies domains are the Noric Bosnian zone (Eastern and Southern Alps, Pelső Composite Terrane, Jardar Block), the Devonian Carpatho-Balkanitic rift zones and volcanosedimentary oceanic domains of the Gelnica Group (W-Carpathians) and the Veles Series of the Paleo-Vardar zone. The facies affiliation of the Drina Ivanjica, East Bosnian Durmitor and Central Bosnian Paleozoics is problematic but they should belong to the frame of the Paleo-Vardar ocean. The pre-flysch sediments of the Noric Bosnian zone are dominated by strongly facially differentiated limestones, lydites and fine siliciclastics. Siliciclastics derive from long lasting passive margins/slopes, Carboniferous syn-orogenic flysches (at the leading edge of colliding terranes; Eastern and Southern Alps, W-Carpathians, Carpatho-Balkanides) and atypic flysches (at the passive margins of the terranes).

Within the Middle Carboniferous the accretion of the terranes is the second climax of the Variscan orogeny. It is connected with intensive deformation, angular unconformities and in maximum up to low grade metamorphic overprint. With the only exception of the Southern Alps the molasse sediments are continental.

The orogenic influence decreases to the SE. Within the Pelső Composite Terrane, the Sana/Una and Jadar Paleozoic the Carboniferous flysch is assigned as tectonic atypical because it is overlain after \pm sedimentary breaks without any deformation by shallow water sediments. The frame of the Paleo-Vardar ocean also lacks any clear evidences of Carboniferous deformation and metamorphism. In the Alpine orogenic cycle the end-Variscan situation was severely disturbed by the opening and closure of oceanic tracts and far ranging late- to post-orogenic strike slip tectonics.

1. Einleitung

Der Circum-Pannonische Raum (CPR) besteht aus mehreren Großblöcken (Megaeinheiten; Abb.1), die sich nach der end-variszischen Krustenkonfiguration im alpidischen Zyklus schrittweise durch die Öffnung und Schließung ozeanischer Räume sowie weiträumige Strike-Slip-Tektonik entwickelt hatten. Erschwert wird die Rekonstruktion der paläogeografischen Zusammenhänge im CPR dadurch, dass das Grundgebirge im zentralen Teil großflächig von der Beckenfüllung des Pannonischen und Transsylvanischen Beckens verhüllt ist. Diese Unsicherheiten übertragen sich vervielfacht auf die Rekonstruktion der variszischen Krustenkonfiguration und Fazieszonen sowie die Identifikation der variszischen Orogenese. Neben einer Vielzahl regionalgeologischer Arbeiten bilden vor allem folgende Publikationen die Basis für zusammenfassende Darstellungen:

- Stratigrafische Korrelationen des alpin-mediterranen Paläozoikums im Rahmen des IGCP 5 (SASSI & ZANFERARI, 1989),
- Zusammenfassende Darstellungen des Varizikums von Neoeuropa mit Eingliederung der CPR-Grundgebirgsblö-

cke in die end-variszische Pangäa-Konfiguration (FLÜGEL, 1975, 1990),

- Analyse des Karbons im CPR (EBNER, 1991 a,b; EBNER et al., 1991, 1998),
- Terraneanalyse Serbiens und anschließender Gebiete (Ed. KNECEVIC-DORDEVIC & KRSTIC, 1996),
- Definition der alpidischen und pre-alpidischen Krustenblöcke (Terranes) des CPR im Rahmen des IGCP 276 (PAPANIKOLAOU, 1997; EBNER et al., 1976, 1997).
- Analyse des Varizikums (Ed. v. RAUMER & NEUBAUER, 1993 a) und der alpidischen paläogeografischen Einheiten der Alpen (SCHMID et al., 2004),
- Rekonstruktionen der paläogeografischen Entwicklung der Krustenblöcke am NW-Rand der Paläotethys (STAMPFLI, 1996; VAI, 1998, 2003; v. RAUMER, 1998; v. RAUMER et al., 2003).

Ein zusätzlicher Ansatz sind Karten mit „Tektonostratigrafischen Terranes und paläogeografischen Entwicklungen des Circum-Pannonischen Raumes“, die in einem Joint Venture von einer Gruppe „Circum-Pannonischer Geologen“ für den Zeitabschnitt Devon–Jura erstellt wurden. Diese Karten wurden 2004 vom Geologischen Survey Ungarns gedruckt und am 32. IGC in Florenz präsentiert (KOVÁCS et al., 2004; EBNER et al., 2004 a). Ein monografischer Erläuterungstext dazu (Ed.: J. VOZÁR, Bratislava) ist für 2007 geplant. Die finalen Diskussionen dazu erfolgten in einem Workshop am XVIII. Karpato-Balkanischen Geologischen Kongress in Belgrad, September 2006. Anhand einer Analyse der Sedimentabfolgen des Devon/Karbon wird dabei u.a. der Versuch einer paläogeografischen Analyse der

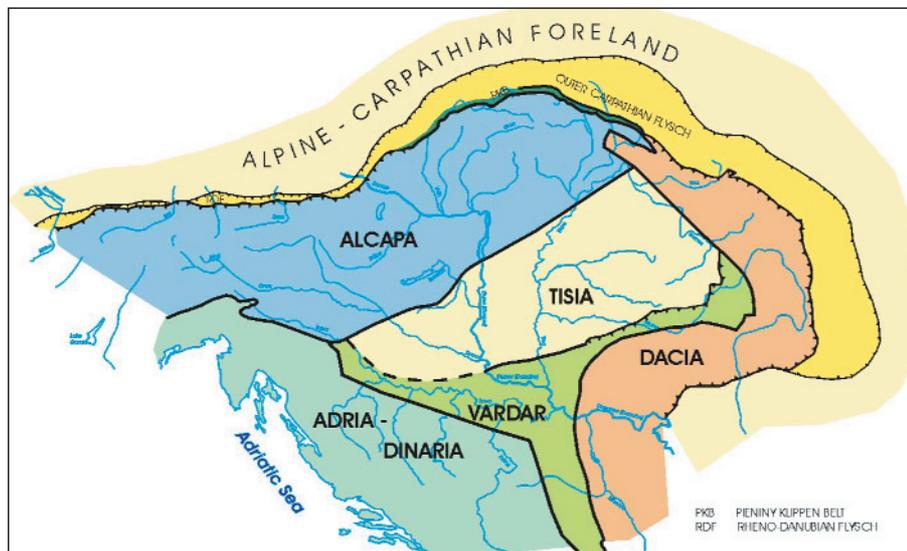


Abb. 1. Die alpidischen Megaeinheiten des Circum-Pannonischen Raumes (Arbeitsgrundlage für Kovács et al. [2004] und Ebner et al. [2007]).

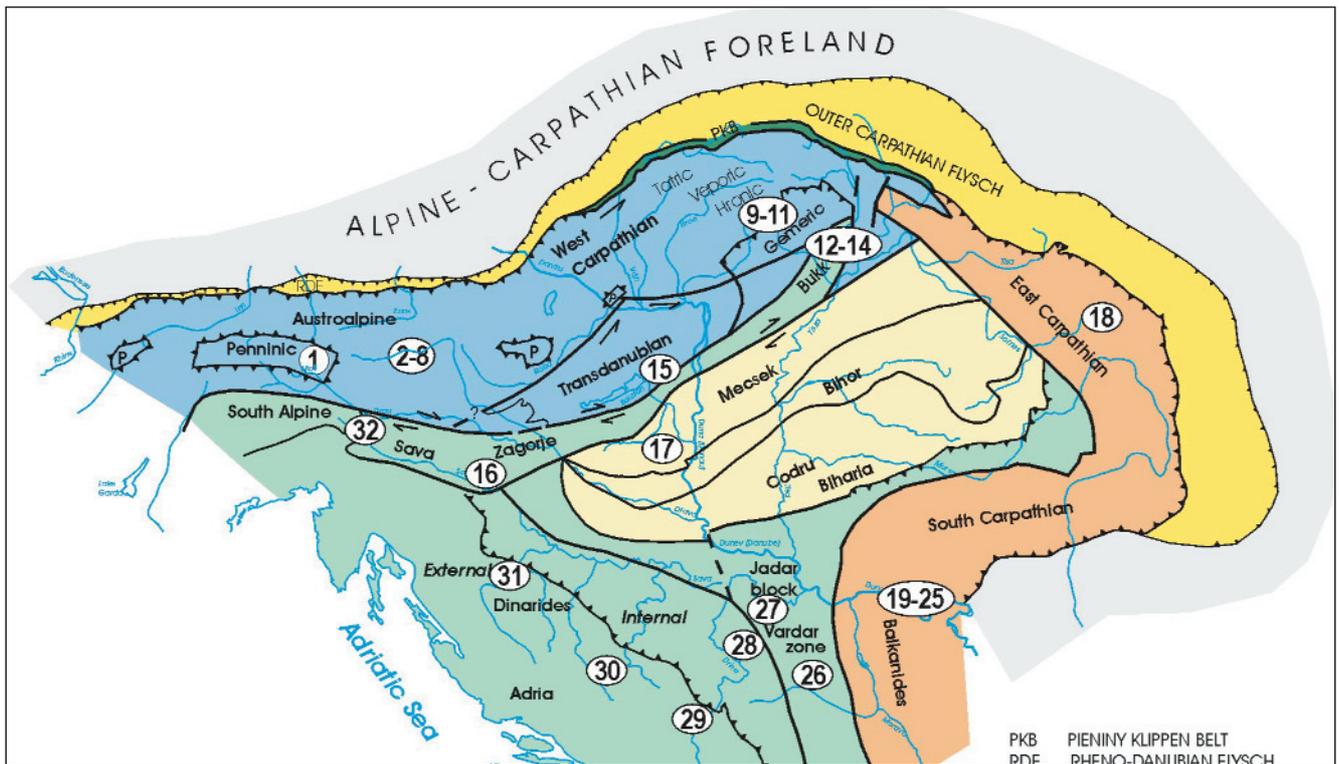


Abb. 2.

Wichtige Teileinheiten in den alpidischen Megaeinheiten des Circum-Pannonischen Raumes mit schematischer Position der in Abb. 4–7 dargestellten Schichtentwicklungen (Arbeitsgrundlage für KOVÁCS et al. [2004] und EBNER et al. [2007]).

Ostalpen: 1 = Hohe Tauern, Habach-Terrane; 2–8 = Nötsch, Grauwackenzone, Quarzphyllit-Einheiten, Gurktaler Decke, Grazer Paläozoikum.

Westkarpaten: 9–11 = N- und S-Gemerisches, Silica-Terrane.

Pelső Composite Terrane: 12–14 = Bükk, Szendrő und Uppony Mts.; 15 = Transdanubisches Gebirgs-Terrane, 16 = Zagreb (Zagorje) – Mittel-Transdanubisches Terrane (16).

Tisia: 17 = Mecsek.

E-Karpaten: 18 = Rodna-Terrane.

Karpat-Balkaniden: 19–25 = Poiana-Rusca-Terrane, Locva-Ranovac-Terrane, Tumba-Penkjovici-, Kucuj-Radovica-, Drencova-Idég-Terrane Inovo, Sredogriv.

Vardar Megaeinheit: 26 = Vardar-Zone; 27 = Jadar-Block.

Dinariden: 28 = Drina Ivanjica; 29 = Ostbosnisches Durmitor-Terrane; 30 = Zentralbosnisches Terrane; 31 = Sana/Una-Paläozoikum; 32 = Südalpen.

Sedimentationsräume im ausklingenden variszischen Zyklus und der räumlich, zeitlich und in Intensität unterschiedlich ablaufenden variszischen Orogenese im CPR verfolgt (EBNER et al., 2006 a; VOZÁROVÁ et al., 2006). Die Nomenklatur/Definition der tektono-stratigrafischen Terranes folgt PAPANIKOLAOU (1997) und EBNER et al. (1997).

2. Sedimentäre Devon–Karbon-Abfolgen im Circum-Pannonischen Raum

Devon–Karbon-(DK-)Schichtfolgen des CPR sind in den alpidischen Megaeinheiten von Alcapa, Tisia, Dacia, Vardar und Adria-Dinaria inkludiert (Abb. 1). Diese Großblöcke bestehen aus mehreren alpidischen Terranes, die in ihrem vor-mesozoischen Grundgebirge individuell ausgebildete variszische und zum Teil auch prä-variszische Einheiten (Terranes) enthalten (Abb. 2–7). Die nachfolgend angeführten DK-Vorkommen besitzen eine maximale metamorphe Überprägung bis zur Grünschiefer-Fazies. Daneben existieren zusätzlich aber auch mittel- bis höhergradig metamorphe Einheiten mit DK-Protolithen, deren Eingliederung in eine variszische Fazieszonierung problematisch ist und in der vorliegenden Arbeit nur randlich berücksichtigt wird.

ALCAPA

Neben penninischen, ostalpinen und westkarpatischen Baueinheiten gehört dieser Megaeinheit auch das Pelső Composite Terrane an, das sich aus drei alpidischen Ein-

heiten (Bükk-Torna, Transdanubisches Gebirgs- und Zagreb-(Zagorje)-Mitteltransdanubisches Terrane) zusammensetzt (KOVÁCS et al., 1997; PAMIC et al., 1997).

Ostalpen (Abb. 4)

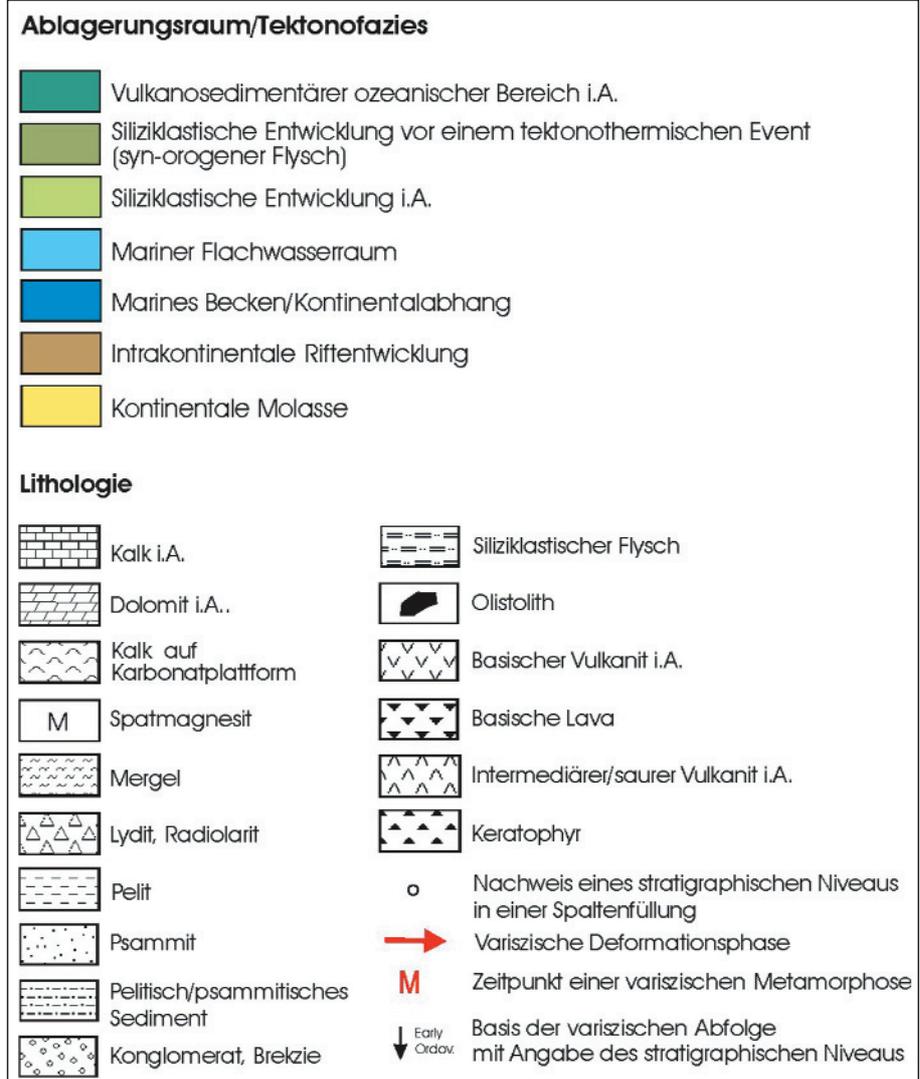
DK-Abfolgen höhergradiger metamorpher Überprägung sind in der penninischen Habach-Gruppe des Tauernfensters und im ostalpinen Kristallin inkludiert. In Letzterem treten im Koriden-Terrane, dem Plankogel-Terrane und der Pannonischen Einheit tektonostratigrafische Einheiten auf, die Akkretionsvorgängen am aktiven Kontinentalrand Laurussias während des variszischen Zyklus hervorgingen. Im Norischen Terrane sind D/K-Abfolgen der nicht-niedriggradig metamorphen paläozoischen Zonen der Ostalpen (Grauwackenzone, Grazer Paläozoikum, Gurktaler Decke) zusammengefasst (FRISCH & NEUBAUER, 1989). Marine karbonatisch/(vulkano)klastische Abfolgen unterschiedlicher fazieller Ausbildung setzen sich aus dem Devon örtlich bis in den Zeitraum Visé–Bashkir mit pelagischen Entwicklungen fort (EBNER et al., 1991, 1998; SCHÖNLAUB & HEINISCH, 1993).

Das paläozoische Basement der Gurktaler Decke, der Grauwackenzone und des Drauzuges wird winkeldiskordant von post-variszischen kontinentalen klastischen Entwicklungen überlagert. Karbone Flysch-Entwicklungen sind nur andeutungsweise in der westlichen Grauwackenzone (SCHÖNLAUB & HEINISCH, 1993) und der Gurktaler Decke (NEUBAUER & HERZOG, 1985) vorhanden.

Abb. 3.

Legende zu den in Abb. 4–7 dargestellten Devon/Karbon-Schichtentwicklungen im Circum-Pannonischen Raum.

Die variszische Orogenese ist mit zwei Schwerpunkten gut dokumentiert. Ein frühes (Devon-)Unterkarbon-Ereignis zeigt sich in der höhergradigen Metamorphose, die die penninische Habach-Gruppe und das ostalpine („unter- und mittelostalpine“ sensu TOLLMANN, 1977) Basement betrifft. Ein zweites intra-oberkarbones (mittelkarbones) Ereignis ist in der Grauwackenzone und der Gurktaler Decke durch Winkeldiskordanzen und kontinentale Molassebildungen ab dem Stephan nachweisbar (KRAINER, 1992, 1993). Nach dem ersten Ereignis bildet sich ab dem höheren Unterkarbon im Bildungsraum der Veitscher Decke der Grauwackenzone ein marines Vorlandbecken mit molasseähnlicher Sedimentation bzw. im Karbon von Nötsch eine klastisch dominierte Sedimentationszone an einem Schelfabhang (FLÜGEL, 1977; SCHÖNLAUB, 1985; KRAINER, 1992, 1993). Im Paläozoikum von Graz fehlt eine variszische Molasse. Die marinen, größtenteils karbonatisch-pelagischen Schichtfolgen setzen sich, nur durch sedimentäre Schichtlücken getrennt, im Karbon bis in das Bashkir fort (EBNER et al., 2000).



Westkarpaten (Abb. 5)

Variszische Prä-Flyschentwicklungen, die auch ozeanische Elemente enthalten, sind im höher metamorphen Tatro-Veporischen Terrane inkludiert.

Nach einem unterkarbonischen tektonometamorphen Ereignis bilden sich über einer Suturzone in der Nordgomerischen Einheit in einem marinen Nachfolge-Becken an der Basis der Ochtina-Gruppe flyschähnliche Sedimente (Hradok- und Crmel-Formation). Darüber folgen fossilführende neritische bis litorale Flachwassersedimente (Obervisé–Serpukhov [VOZÁROVÁ & VOZÁR, 1996, 1997]). Noch vor dem Bashkir erfolgte ihre Deformation und grünschieferfaziell metamorphe Überprägung (SASSI & VOZÁROVÁ, 1987).

Im Südgemerischen Terrane ist die Gelnica-Gruppe des älteren Paläozoikums aus vulkanoklastischen Einheiten eines mit einem aktiven Kontinentalrand verbundenen Fore-arc-Beckens aufgebaut, die vom Devon bis (?) ins Unterkarbon von einer distalen Flyschentwicklung (Stós-Formation) überlagert werden. Deformation und grünschieferfazielle Metamorphose erfolgten vor Einsatz kontinentaler Molassesedimente des oberen Stephan bis Autun (VOZÁROVÁ & VOZÁR, 1996, 1997; SASSI & VOZÁROVÁ, 1987; MAZZOLI & VOZÁROVÁ, 1989, 1992).

In der Turna-Einheit des Silica-Terranes sind syn-orogene Flysch-Ablagerungen des Bashkir aus der Brusnik-Antiklinale bekannt (EBNER et al., 1990; VOZÁROVÁ & VOZÁR, 1992).

Pelső Composite Terrane (Abb. 5)

In Ungarn und NE-Kroatien setzt sich das jungalpidische Pelső Composite Terrane aus mehreren kretazisch akkretierten Terranes zusammen, in denen pre-mesozoische Einheiten im Bükk-Torna, dem Transdanubischen Gebirgs- und dem Zagreb-(Zagorje-)Mitteltransdanubischen Terrane auftreten (KOVÁCS et al., 1997; PAMIC et al., 1997).

Die DK-Abfolgen im Bükk-Torna-Terrane (Bükk, Szendrő, Uppony Gebirge) zeigen Affinitäten zu den Ost- und Südalpen (EBNER et al., 1991, 1998, 2006 b; EBNER, 1992). Das Devon ist durch pelagische karbonatische Sedimente dominiert, karbone Flyschentwicklungen setzen in Szendrő-, Uppony- und Bükk-Gebirge im höheren Visé ein.

Im Bükk-Gebirge folgen im späten Moskov–Gzhel fossilführende karbonatisch/siliziklastische Sedimente, die an die südalpine Auernig-Gruppe erinnern. Variszische Winkeldiskordanzen und Metamorphoseprägungen sind unbekannt (ÁRKAI, 1963; ÁRKAI et al., 1985). Im Transdanubischen Gebirge liegen über älteren pre-Flyschablagerungen (?) nach einem tektonischen Ereignis bei Szabadbattyan fossilführende Sedimente (Schwarzschiefer, bituminöse Kalke, Sandsteine) des höheren Visé und nach einem intra-oberkarbonen tektonischen Ereignis kontinentale Klastika (Füle-Konglomerat; Westphal–Stephan; LELKES-FELVARI, 1978). Im Medvednica-Gebirge N Zagreb ist feinklastisch/karbonatisches DK in einer metamorphen Abfolge inkludiert, deren niedriggradige Metamorphoseprägung (? ausschließlich) alpidischen Alters ist (BELAK et al., 1995 a,b).

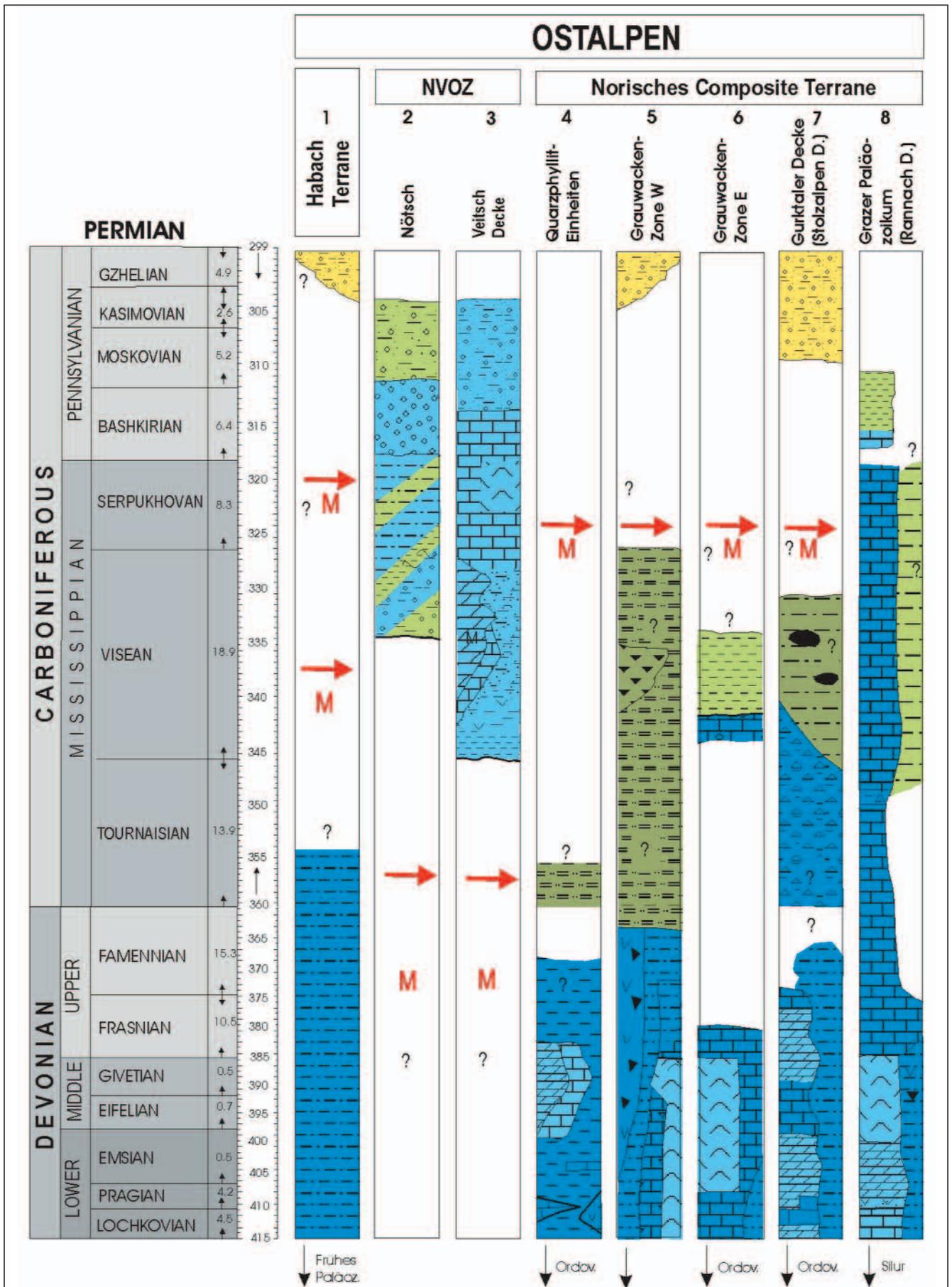


Abb. 4. Devon-Karbon-Schichtfolgen in den Ostalpen.
Legende dazu in Abb. 3.

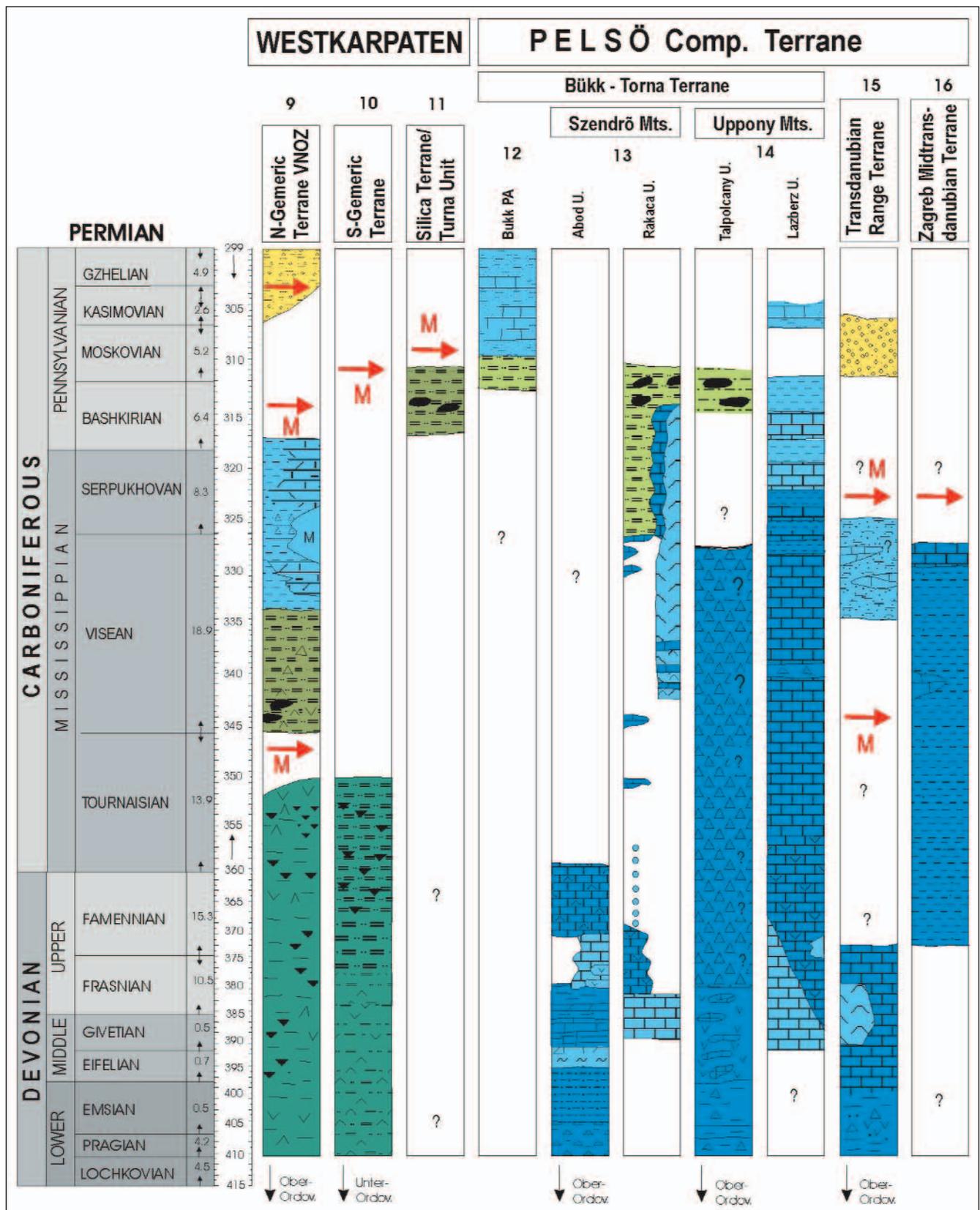


Abb. 5. Devon-Karbon-Schichtfolgen in Westkarpaten und im Pelsö Composite Terrane. Legende dazu in Abb. 3.

TISIA (Abb. 6)

Die Tisia-Megaeinheit (in Ungarn, im Apuseni-Gebirge Rumäniens und in NE-Kroatien) operierte während der alpidischen Orogenese als zusammenhängende Einheit. Sie ist aus mehreren prä-mesozoischen Blöcken (Ter-

ranes) zusammengesetzt, die bei der variszischen Orogenese akkretierten und dabei mittel- bis höhergradig metamorphosiert wurden. Syn- bis post-kollisionale Intrusionen begleiteten die Orogenese (KOVÁCS et al., 1997; BUDA et al., 2004). An Suturen mittel- bis hochgradig metamorpher

Einheiten, die auch Einschuppungen ozeanischer Krustenelemente enthalten, sind einige Vorkommen pelitisch/psammitischer Gesteine mit wenigen biostratigrafisch datierten Silur/Devon-Kalkeinschaltungen erhalten. Sie repräsentieren Reste niedriggradig metamorpher variszischer Decken mit altpaläozoischen-unterkarbonen Prä-Flyschabfolgen.

Die winkeldiskordante Auflagerung der kontinentalen Molasse setzt im Westphal D – Perm ein (KOVÁCS et al., 1997; JAMICIC & BRKIC, 1987; KRÄUTNER, 1997).

DACIA (Abb. 6)

In den Ost- und Südkarpaten treten DK-Abfolgen in Basamenteinheiten auf, die in die großen alpidischen kontinentalen Baueinheiten (Bucovina-Getische und Danubische Terranes) eingebaut sind. Signifikant sind devonische vulkanoklastische riftogene Gesteine, denen im Unterkarbon mächtige Karbonate und ab dem höchsten Tournai-Visé Siliziklastika folgen (Rodna-, Poina-Rusca-, Drencova-Ideg-, Locva-Ranovac-Vlasina-Terranes; KRÄUTNER, 1997; KRÄUTNER in EBNER et al., 2007). Letztere sind gering metamorph überprägt und besitzen teilweise eine rhythmische an Flysch erinnernde Charakteristik. Kontinentale Molasse setzt z.T. im Westphal D ein. Verbunden mit der variszischen Orogenese ist auch eine metamorphe Überprägung im Bereich der Grünschieferfazies (KRÄUTNER, 1997).

Die S-Karpaten erstrecken sich nach S in den Karpato-Balkaniden nach Bulgarien und auf ostserbisches Territorium. Im Laufe des alpidischen Zyklus bilden sie eine gemeinsame geotektonische Einheit (Tab. 1; Karpato-Balkaniden; Carpatho-Balkanid Composite Terrane [KARAMATA et al., 1976, 1977; KRÄUTNER, 1997; HAYDOUTOV et al., 1997]). Im variszischen Zyklus existieren jedoch mehrere individuelle Basamenteinheiten (Terranes), die bei der variszischen Orogenese im Karbon an die Proto-Moesische Platte akkretierten. Dabei erfolgte auch eine metamorphe Überprägung im Bereich der Grünschiefer-Fazies. Die Grenzen der variszischen Einheiten sind von post-variszischen Overstep-Sequenzen bedeckt und oft durch alpidische Überschiebungen nachgezeichnet.

Im Stara-Planina-Porec-Terrane setzen sich mächtige devonische vulkanoklastische Abfolgen (Inovo-Formation) eines passiven Kontinentalrandes mit Olistolith führenden Partien örtlich bis ins (?) höhere Visé fort. Die vulkanoklastischen DK-Abfolgen des Ranovac-Vlasina-Terranes re-

präsentieren Entwicklungen eines marinen intrakontinentalen Rifts, während die siliziklastischen Abfolgen des Kucaj-Terranes typische Flyschentwicklungen des Oberdevon-Visé darstellen. In der Luznica/West-Kraishte-Einheit folgen vergleichbare Flysch-Einheiten über pelagisch ausgebildetem Devon. Die post-variszische kontinentale Molassebildung setzt im Westphal/Stephan ein (KRÄUTNER, 2007; KRSTIC, 2007 in EBNER et al., 2007).

Das polymetamorphe Serbo-Mazedonische Massiv erfuhr bei der variszischen Orogenese eine Äquilibration unter mittelgradigen Metamorphosebedingungen. Es entbehrt sedimentärer DK-Abfolgen. Lithologisch zeigen sich Affinitäten zu den cadomischen Entwicklungen der supragetischen Einheiten in den rumänischen Karpaten. Die ältesten kontinentalen Molassebildungen sind permisch (KRSTIC, 2007 in EBNER et al., 2007).

VARDAR-Megaeinheit (Abb. 7)

Die Vardar-Zone wurde in der Vergangenheit vielfach im Dinarischen Gebirge inkludiert. KARAMATA (2006) sieht in ihr jedoch einen alpidisch komplex strukturierten selbstständigen ozeanischen Bereich, in den neben kleineren kontinentalen Blöcken (z.B. Kapaonik-Block) auch das Jadar-Block-Terrane inkludiert ist.

In der Vardar-Zone sind DK-Sedimente in den gering metamorphen Abfolgen der Veles-Serie vorhanden. Diese wird als Back-arc-Entwicklung im Bereich des Paläo-Vardar-Ozeans betrachtet, der als Teil der Paläotethys vom variszischen Orogenesegeschehen weitgehend unbeeinflusst blieb (KARAMATA et al., 1997; KRSTIC et al., 2005).

Im Jadar-Block existierten Schwellen mit pelagischen Kalken vom Mitteldevon bis ins Visé neben bis ins Bashkir reichenden siliziklastischen Sedimentationsbereichen mit Kulm-Flysch-Merkmalen. Darüber setzt ohne Anzeichen einer tektonothermischen Diskordanz in den autochthonen wie auch allochthonen Einheiten im Moskov-Gzhel ein neuer flach mariner Sedimentationszyklus mit fossilführenden Karbonaten und siliziklastischen Sedimenten ein (FILIPOVIC, 1974; FILIPOVIC et al., 1975, 2003; PROTIC et al., 2000; KRSTIC et al., 2005).

ADRIA-DINARIA (Abb. 7)

Die großen alpidischen Baueinheiten von Adria-Dinaria sind das Drina-Ivanjica-Terrane, die Dinarische Ophiolith-Zone, das Ostbosnische Durmitor-Terrane, das Zentralbosnische Terrane, die Adriatisch-Dinarische Plattform (=

Tabelle 1.

Korrelation der alpidischen Einheiten der Karpato-Balkaniden in Rumänien, Serbien und Bulgarien (KRÄUTNER & KRSTIC, 2002, 2003; KRÄUTNER & KRSTIC, 2007 in EBNER et al., 2007).

K A R P A T O - B A L K A N I D E N		
Südkarpaten		Balkaniden
Bucovina-Getische Einheiten / Composite Terrane		
Rumänien	Serbien	Bulgarien
SERBO-MACEDONIAN	SERBO-MACEDONIAN	JABLANICA
SUPRAGETIC	RANOVAC – VLASINA	ELESNICA
nicht vorhanden	TUMBA-PENKJOVCI	PENKJOVCI, POLETINCI
nicht vorhanden	LUZNICA / KRAISHTE	KRAISHTE, OSOGOVO
SASKA-GORNJAK	SASKA-GORNJAK	nicht vorhanden
GETIC	KUCAJ	SREDNA GORA
Danubische Einheiten / Composite Terrane		
Rumänien	Serbien	Bulgarien
UPPER DANUBIAN	STARA PLANINA – POREC	STARA PLANINA
LOWER DANUBIAN	VRSCA CUKA – MIROC	KUTLOV-MIHAILOVGRAD, BELOGRADCIK

E-KARP.

KARPATO - BALKANIDEN

Bucovina-Getisches T.

Danubisches T.

TISIA

Infra Bucovina

Supragetic

Tumba-Penkjovici

Getic

Stara Planina

Oberes

Unteres

17

Niedriggradig metamorphe Terr.

18

19

20

21

22

23

24

25

Rodna

Poiana Rusca

Locva-Ranovac

Tumba-Penkjovici

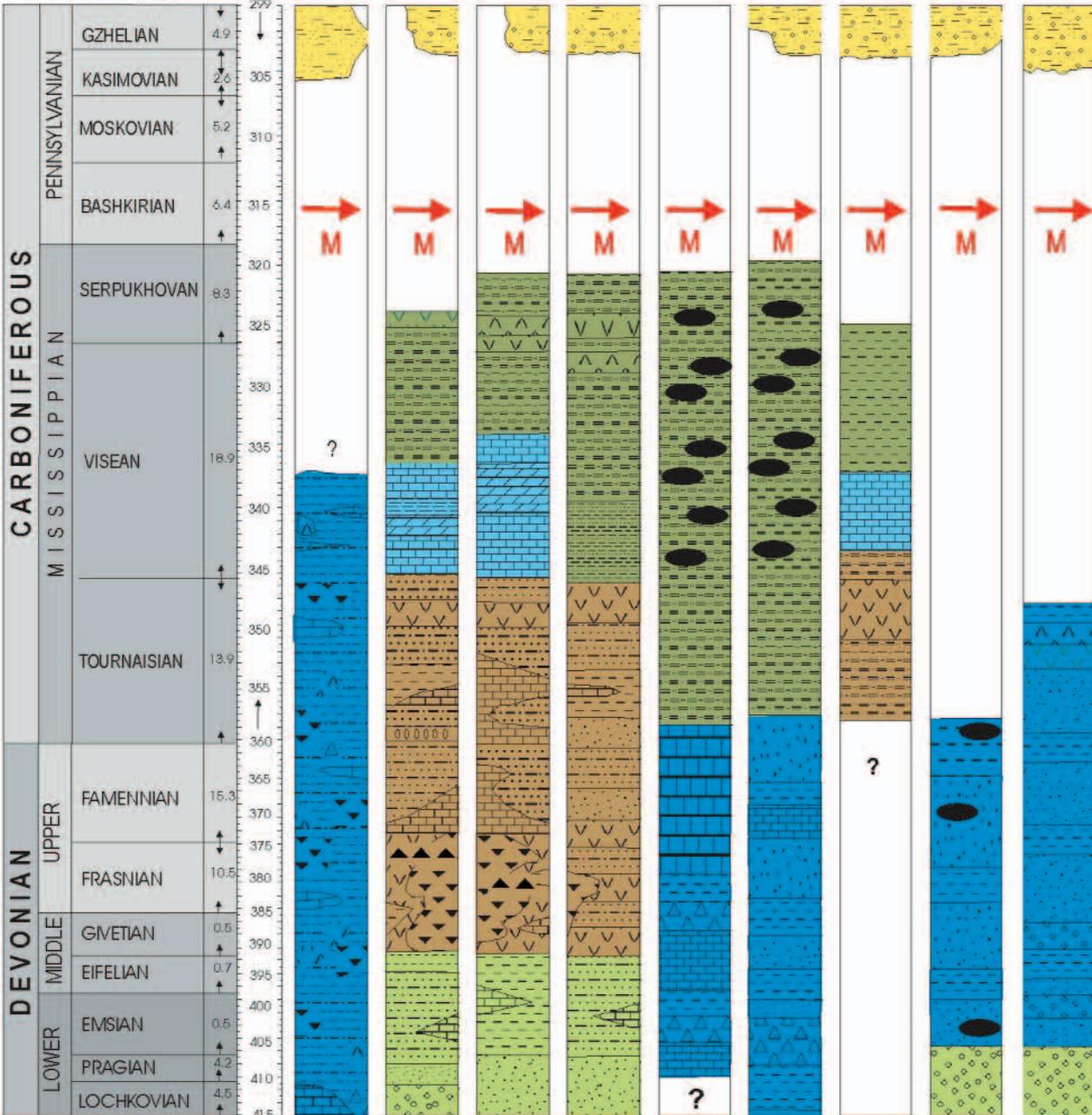
Kucaj Radovica

Drencova Ideg T. (R.Rece)

Inovo T. Dalgi Djal

Sredogniv

PERMIAN



↓ Frühes Paläoz.

↓ Silur

↓ Silur

↓ Silur-Ordov.

↓ Silur-Ordov.

↓ Prä-Ordov.

↓ Prä-Ordov.

Dalmatinisch-Herzegovinisches Composite Terrane) und die Südalpen, die von den Dinariden lediglich durch eine miozäne Strike-Slip-Zone abgetrennt sind (KARAMATA, 2006; KARAMATA & KRSTIC, 1996; KARAMATA et al., 1997;

PAMIC et al., 2007; NEUBAUER et al., 1997; HAAS et al., 2000). Paläozoische Basamenteinheiten sind in den Dinariden innerhalb des alpidischen Systems in große allochthone Deckensysteme (Sava-Decke, Pannonische Decke,

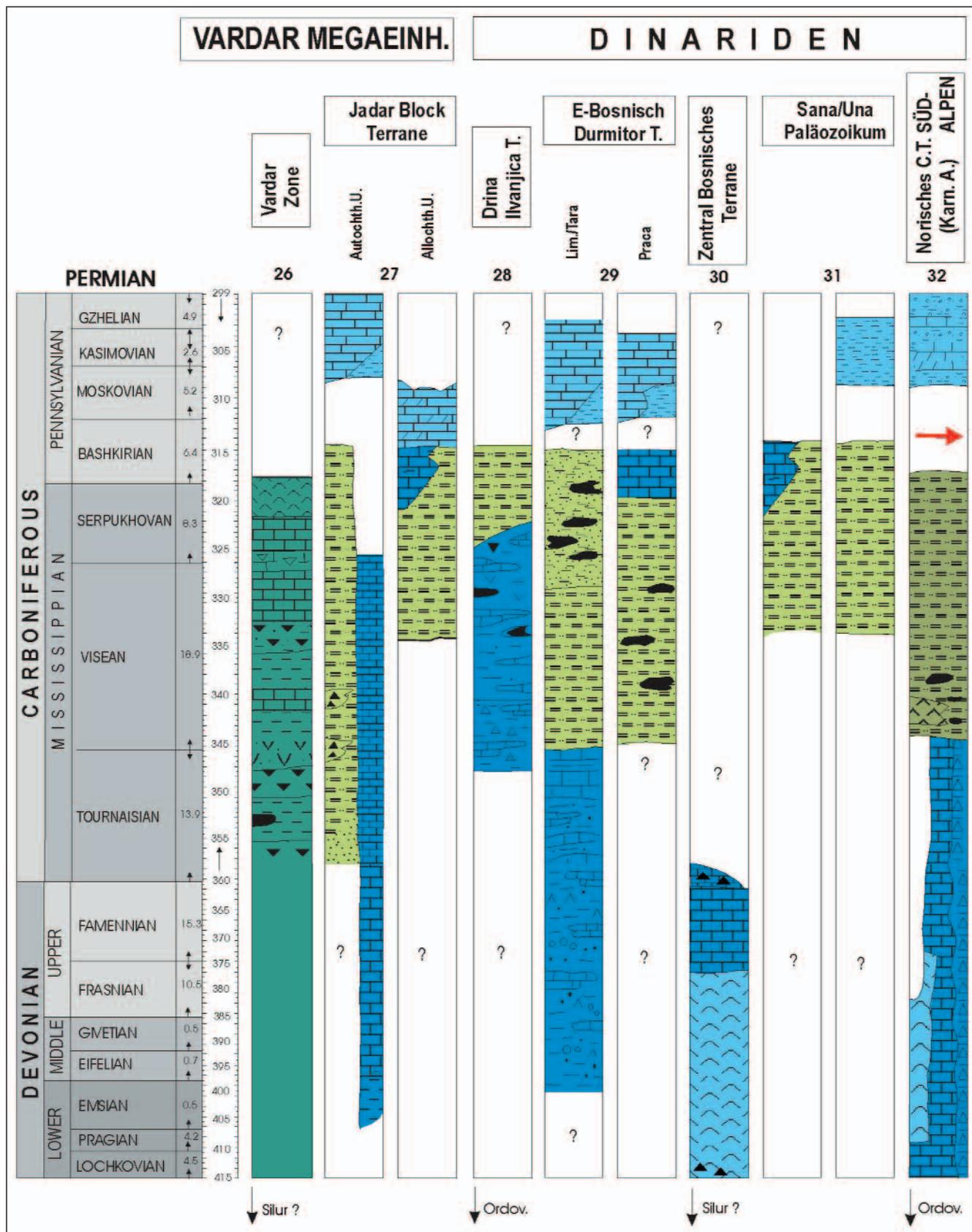


Abb. 6 (gegenüberliegende S. 322). Devon-Karbon-Schichtfolgen in Teilen Tisias, den Ostkarpaten und Karpato-Balkaniden. Legende dazu in Abb. 3.

Abb. 7. Devon-Karbon-Schichtfolgen in der Vardar-Megaeinheit und den Dinariden. Legende dazu in Abb. 3.

Durmitor-Decke) inkludiert (PAMIC & JURKOVIC, 2000). Die DK-Schichtentwicklungen, die örtlich bis in die Grünschieferfazies ansteigende Metamorphoseentwicklung und die variszische tektonische Prägung in den Dinariden ist unzureichend dokumentiert und scheint in weiten Bereichen überhaupt zu fehlen. Auf der Adriatischen Plattform beschränken sich jungpaläozoische Sedimente auf einige wenige Bereiche (Gorski Kotar, Velebit). Es treten an Auer-nig-Schichten erinnernde „post-variszische“ fossilführende Sedimente auf, aus denen einige wenige Kalkgerölle mit Fossilien einer devonisch/karbonischen Entwicklung bekannt sind (SREMAC & ALJINOVIC, 1997; PAMIC & JURKOVIC, 2000).

Im Drinja-Ivanjica-Terrane wurde bisher weder Silur noch Devon in autochthonen Sedimenten nachgewiesen. Pelite, Lydite und Kalkeinschaltungen des obersten Tournai repräsentieren ein spätes variszisches Prä-Flyschstadium, das von siliziklastischen Abfolgen mit Olistostromen des höheren Visé bis tieferen Serpukhov überlagert wird. Das Hangende der variszischen Abfolge wird von siliziklastischem Kulm-Typ-Flysch gebildet. Die Abfolgen sind nicht bis höchstens anchimetamorph, zur transgressiven Überlagerung durch triassische Red-Beds sind keine tektonischen Diskordanzen feststellbar (CIRIC & GAERTNER, 1962; FILIPOVIC & SIKOSEK, 1999; KARAMATA et al., 1997; KRSTIC et al., 2004, 2005).

Im Ostbosnischen Durmitor-Terrane treten DK-Abfolgen im Lim-Tara-Gebiet und der Praca-Region auf. In Ersteren deuten pelagische Kalke in siltigen Sedimenten des Oberdevon-Unterkarbon auf pelagische Prä-Flyschsedimente vor dem Einsatz mächtiger karboner Kulm-Flysch-Entwicklungen mit Olistolithblöcken eines Obervisé- bis Bashkir-Alters. Karboner Flysch mit autochthonen Fossilfunden des Visé und fossilführenden Silur- und Devon-Olistolithblöcken ist auch aus der Praca-Region bekannt. Der über dem Flysch einsetzende neue Sedimentationszyklus ähnelt der Entwicklung im Jadar-Block-Terrane. Überlagert wird das Karbon von mittelpermischen Klastiten. Auffallend ist das Fehlen variszischer Deformation und Metamorphoseprägungen (KARAMATA & KRSTIC, 1996; KARAMATA et al., 1997; KRSTIC et al., 2005; KRSTIC, 2007 in EBNER et al., 2007).

Im Zentralbosnischen Terrane tritt ab dem Obersilur eine fossilführende Karbonatplattform auf, die im höheren Oberdevon von pelagischen Kalken überlagert wird. Alle Niveaus sind intensiv von rhyolithischen Körpern betroffen. Eine variszische Deformation/Metamorphose ist schlecht dokumentiert und wird unterschiedlich bewertet. Die post-karbonen Sedimente setzen im späten Perm nach dem Andocken dieses Terranes an das Dalmatinisch-herzegovinische Terrane ein (HRVATOVIC et al., 2006; KARAMATA & KRSTIC, 1996; KARAMATA et al., 1997; PAMIC & JURKOVIC, 2000; KRSTIC et al., 2004, 2005).

In der Sana-Una-Region zeigen Olistostrome führende Siliziklastika (Javovic-Formation) ebenfalls eine kulmartige Flyschentwicklung. Die darüber einsetzende „post-variszische“ siliziklastisch/karbonatische Flachwasserentwicklung ist ähnlich der des Jadar-Block-Terranes. Variszische Deformation/Metamorphose ist nicht nachgewiesen. Überlagert wird das marine Karbon von mittelpermischen klastischen Sedimenten und Evaporiten (GRUBIC et al., 2000; PROTIC et al., 2000; KRSTIC et al., 2005).

In den Südalpen (Karnische Alpen, Karawanken) fehlen den mit Fossilien gut datierbaren und in Becken-Schwellen-Zonen faziell stark differenzierten karbonatisch-kieselig/feinklastischen DK-Prä-Flyschsedimenten sämtliche Anzeichen eines Vulkanismus. Im höheren Unterkarbon folgt mit der Hochwipfel-Formation eine in allen Kriterien gut ausgebildete, intensiv Olistolithie und Olistostrome führende Flyschentwicklung, an deren Basis auch Dazite (Dimon-Formation) auftreten. Im späten Moskov liegen über

dem Flysch mit deutlicher Winkeldiskordanz post-orogene, fossilführende, flachmarine karbonatisch/klastische Sedimente (Waidegg-Formation, Auernig Gruppe; SPALLETTA et al., 1980; SCHÖNLAUB & HEINISCH, 1993; VAI, 1998; SCHÖNLAUB & HISTON, 2000).

3. Rekonstruktion der Devon/Karbon-Faziesräume im Circum-Pannonischen Raum

Die primäre paläogeografische Position der sedimentären DK-Abfolgen und ihre Beziehungen zueinander sind Gegenstand intensiver Diskussionen. Trotzdem sind einige Großfaziesbereiche rekonstruierbar, die teilweise auch über die Grenzen einzelner alpidischer Megaeinheiten hinausgehen (FLÜGEL, 1990; EBNER et al., 1991, 1998, 2006a; NEUBAUER & HANDLER, 2000; PROTIC et al., 2000; FILIPOVIC et al., 2003).

FLÜGEL (1990) definiert für die Alpin Mediterranen Gebirgsketten die **Circum-Mediterranen Kristallinzonen (CMZ)**, die **Norisch-Bosnische Zone (NBZ)** und die **Betisch-Serbische Zone (BSZ)**. Die NBZ entspricht dabei den Schichtfolgen der Karnisch-Dinarischen Platte (sensu VAI, 1998). Zusätzlich sind in den Karpato-Balkaniden im Devon intrakontinentale marine Riftzonen (**Karpatische devonische Riftzonen [KDRZ]**) entwickelt (KRÄUTNER, 1997; KRÄUTNER & KRSTIC in EBNER et al., 2007). In den Ostalpen, Westkarpaten und im Transdanubischen Gebirgs-Terrane entwickeln sich ab dem höheren Unterkarbon nach dem unterkarbonen Orogenereignis Sedimentationsräume in Vorlandbecken, oberen Schelfbereichen eines orogenen Vorlandes bzw. über Suturezonen (**Veitsch/Nötsch-Ochtina-Zone; VNOZ** [FLÜGEL, 1977; EBNER, 1992; EBNER et al., 1991, 1998, 2006 a; NEUBAUER & VOZÁROVÁ, 1990; VOZÁROVÁ & VOZÁR, 1996, 1997]). Problematisch sind **ozeanische paläozoische Zonen (OPZ)** inklusive ihrer Arc-bezogenen Sedimentbecken. Diese sind in den Ostalpen, Westkarpaten und Tisia in den höher metamorphen Arealen der CMZ inkludiert. In nicht bis gering metamorphen Arealen werden sie in den Westkarpaten der Gelnica-Gruppe (VOZÁROVÁ & VOZÁR, 1997) und in der Vardar-Zone der Veles-Serie (KARAMATA et al., 1997) zugeordnet. Weiters deuten serpentinitische Einschüppungen im Tisia-Terrane auf die Existenz ozeanischer Krustenbereiche, die bei der variszischen Orogenese weitestgehend geschlossen wurden (KOVÁCS et al., 1997). Die klastisch dominierten Bereiche der SBZ sind möglicherweise Entwicklungen langlebiger paläozoischer Kontinentalränder. NEUBAUER & v. RAUMER (1993) komplettierten diese Zonierung im SE mit der heute außerhalb des CPR gelegenen **Pelagonisch-Anatolischen Zone (PAZ)**, die im end-variszischen Stadium bereits zu Gondwana assoziiert war.

Geotektonisch sind die nicht bis gering metamorphen Abfolgen der NBZ und KDRZ bis ins höhere Unterkarbon dem variszischen Prä-Flyschstadium zuzuordnen. Darüber finden sich ab dem Unterkarbon bzw. in der Kucaj-Einheit bereits ab dem Oberdevon Flyschentwicklungen. Das post-orogene Molassestadium tritt ab dem Westphal/Stephan auf. In einigen Bereichen (Pelső Composite Terrane, Dinariden) ist die Trennung variszischer von post-variszischen Entwicklungsstadien unklar (EBNER et al., 2006 a, 2007; VOZÁROVÁ et al., 2006).

Die mittel- bis hochgradig metamorphen Gesteine der **CMZ** nehmen im CPR weite Teile von Alcapa, Tisia und Dacia ein. Sie erfuhren ihre Interdeformation und Metamorphose im variszischen Zyklus hauptsächlich vom späten Devon–Unterkarbon. Unabhängig davon ist ihre alpidische tektonische Deformation und z.T. bis in hochgradige

Bereiche ansteigende metamorphe Überprägung. Weit verbreitet sind in der CMZ auch Intrusionen von syn- bis post-orogenen I- oder S-Typ-Graniten (FINGER et al., 1992; BUDA et al., 2004). Die Protolithe der CMZ entstammen unterschiedlichen Faziesbereichen, die aufgrund der Metamorphose oft nur andeutungsweise oder spekulativ interpretiert werden können.

Ost- und Südalpen, das Pelsö Composite Terrane, Jadar-Block-Terrane und Teile der Dinariden werden im DK von einer einheitlichen Fazieszone eingenommen, die von FLÜGEL (1990) als **NBZ** bezeichnet wurde. Nach VAI (1998) wird der südalpin-dinarische Bereich der Karnisch-Dinarischen Platte zugeordnet, die mit dem Uralischen Faziesraum biogeografische Beziehungen besitzt. Trotz ähnlicher Lithofazies und heutiger räumlicher Nähe bestehen zwischen dem Paläozoikum der Ost- und Südalpen gravierende faunistische Unterschiede. Mit reicher fazieller Differenzierung repräsentiert die NBZ einen karbonatisch dominierten Schelf und passiven Kontinentalrand. Nach silurischen (vulkano)klastisch dominierten Schichten folgte bis ins Devon–Unterkarbon eine karbonatisch dominierte Periode. In dieser sind Karbonatplattformen neben pelagischen Entwicklungen vom späten Unterdevon bis ins frühe Oberdevon weit verbreitet. Der Schwerpunkt der pelagischen, z.T. verbunden mit feinklastisch-kieseligen Entwicklungen lag im Oberdevon–Unterkarbon. Bereichsweise (Grazer Paläozoikum; Pelsö Composite Terrane) setzt sich die pelagische Karbonatsedimentation, z.T. unterbrochen von auf Trockenfallen rückführbaren Schichtlücken, bis ins Bashkir fort. Signifikant folgen in der NBZ im Hangenden der Prä-Flyschentwicklungen siliziklastische, teilweise als Flysch ausgebildete Schichtfolgen (EBNER, 1991a,b). Im ost- und südalpinen Bereich sind für das Devon auch die Entwicklungen der Phyllitäreale mit weitverbreiteten devonischen Karbonaten dieser Fazieszone anzugliedern (NEUBAUER & SASSI, 1993).

Eine eigenständige Devonentwicklung zeigt die **KDRZ** der Karpato-Balkaniden. Hier entwickelten sich über cadomischen Krustenelementen im Silur einsetzende Riftzonen, deren klastische marine Sedimentfüllungen und bimodale Vulkanite bis ins Devon hineinreichen und im Unterkarbon bis ins (?)Tournai signifikant von mächtigen Karbonaten überlagert werden. Darüber folgen siliziklastische Sedimente. Der KDRZ gehört in den Ostkarpaten das Rodna-Terrane und in den Karpato-Balkaniden das Drencova-Ideg-, Poiana-Rusca- und Ranovac-Vlasina-Terrane an (KRÄUTNER, 1997; KRÄUTNER & KRSTIC in EBNER et al., 2007).

Mächtige **siliziklastische Entwicklungen** (z.T. mit Flyschmerkmalen) setzten überwiegend im höheren Unterkarbon in der NBZ und über der KDRZ ein. Sie dauern bis ins Serpukhov bzw. tiefe Bashkir an. Hinsichtlich ihrer geodynamischen Position sind zwei Typen siliziklastischer Entwicklungen mit Flyschcharakter erkennbar (EBNER, 1990 b):

- Siliziklastika mit Flyschcharakter, die als syn-orogene Sedimente innerhalb des Oberkarbons winkeldiskordant von kontinentalen oder flachmarinen Molasseentwicklungen überlagert werden (tektonisch typischer, syn-orogener Flysch = variszischer Flysch s.str.),
- Siliziklastika, z.T. mit Flyschcharakter, die im obersten Serpukhov bis tiefen Moskov von marinen fossilführenden Flachwassersedimenten überlagert werden. Da dieser Flysch variszisch nicht deformiert wurde und die Flachwassersedimente nach \pm langen Schichtlücken ohne erkennbare tektonische Diskordanzen folgen, werden sie als tektonisch atypischer Flysch zusammengefasst (EBNER, 1990 b; EBNER et al. 2006, 2007). Dieser tektonisch atypische Flysch ist an das Pelsö Composite Terrane, den Jadar-Block und das Sana/Una-Paläozoikum gebunden.

Syn-orogener Flysch ist an NBZ der Ost- und Südalpen, das südgemeriche Terrane, die Turna-Zone der Westkarpaten und das Hangende der KDRZ in den Karpato-Balkaniden gebunden. Zusätzlich setzt syn-orogener Flysch im Kucaj-Terrane und der Tumba-Penkjovci-Zone bereits im Oberdevon ein. Im Stara-Planina-Terrane scheint sich eine klastisch dominierte Entwicklung eines langlebigen paläozoischen passiven Kontinentalrandes bis ins Karbon fortzusetzen.

Ein spezieller Ablagerungsbereich, der sich nach dem unterkarbonen tektonothermischen Climax ausgebildet hatte, ist die **VNOZ** im ostalpin/westkarpatischen Bereich. Ihr gehört auch das Karbon von Szabadbattyan und Füle im NE-Transdanubischen Terrane an (EBNER et al. 1991, 1998; EBNER, 1992). Die VNOZ enthält im höheren Unterkarbon einsetzende fossilführende Sedimente eines Vorlandbeckens (Veitscher Decke [Grauwackenzone], [?]Szabadbattyan), eines oberen Schelfabhangs (Nötsch) oder eines Nachfolgebeckens über einer unterkarbonen Suturzone mit flyschähnlicher Sedimentation in den Westkarpaten. Die Schichtfolgen reichen mit Shallowing-upward-Tendenzen in der Veitscher Decke über klastisch dominierte Schelf und Karbonatplattformen (Steilbachgraben- und Triebenstein-Formation) bis zu stephanischen regressiven Küstenentwicklungen (Sunk-Formation) und in den Westkarpaten mit der karbonatisch/klastischen Lubenik-Formation bis ins oberste Bashkir. Spatmagnetite sind in den flachmarinen karbonatischen Sedimenten der Ostalpen und Westkarpaten typisch (EBNER et al., 2004b). Im Karbon von Nötsch sind im höheren Oberkarbon eher Trends einer Beckeneintiefung erkennbar (EBNER et al., 2006b).

Die tektonische Überprägung in der VNOZ ist unterschiedlich. Für die Veitscher Decke wird eine variszische Prägung ausgeschlossen (RATSCHBACHER, 1984, 1987). In den Westkarpaten ist eine Deformation/Metamorphose vor dem Unterbashkir belegt, das kontinental ausgebildete Füle-Konglomerat folgt ohne direkt sichtbaren Kontakt der flachmarinen Visé-Entwicklung von Szabadbattyan (EBNER, 1992; NEUBAUER & VOZÁROVÁ, 1990; EBNER et al., 1991, 1998, 2006 b).

4. Das Variszische Ereignis im Circum-Pannonischen Raum

Das variszische Ereignis ist in den höher metamorphen Bereichen des CPR durch absolute Altersdaten und die winkeldiskordante Auflagerung post-variszischer klastischer Molasse gut belegt. In den nicht- bis gering metamorphen Zonen ist es durch den Wechsel syn-orogener Flyschsedimente zu post-orogenen kontinentalen bzw. flachmarinen Sedimenten und winkeldiskordante Schichtverbände dokumentiert. Oft ist diese Tektonik mit einer niedriggradigen metamorphen Überprägung verbunden (v. RAUMER & NEUBAUER, 1993a; EBNER et al., 2006a, 2007; VOZÁROVÁ et al., 2006).

In der Vergangenheit wurden die orogenen Ereignisse im CPR variszischen tektonischen Phasen zugeordnet, die für das außeralpine Variszikum definiert wurden (z.B. bretonische, sudetische, asturische Phase). Wissend um damit verbundene Probleme etablierte VAI eine Carnische Phase im Zeitraum Serpukhov bis Moskov als die wesentliche Orogenphase, die in den Südalpen auch zu einer klaren Winkeldiskordanz zwischen variszischem Flysch (Hochwipfel-Formation) und den post-orogenen Entwicklungen (Waidegg-Formation, Auernig-Gruppe) führte. Für andere Bereiche des CPR wurden die wesentlichen Orogenereignisse mit der sudetischen Phase assoziiert. Für die Ostalpen und die Westkarpaten wurde zusätzlich die bretonische Phase als ein wesentliches tektonisches Ereignis erkannt. Aufgrund der z.T. eingeschränkten Datie-

rungsmöglichkeiten und der problematischen Korrelation mit tektonischen Phasen, die für Teile des alpeinischen Varizikums definiert wurden, ordnen wir die tektonischen Vorgänge im CPR lediglich einem frühen (devonischen) unterkarbonen und späteren intra-oberkarbonen (mittelkarbonen) Ereignis zu.

Aus der zuvor dargestellten Faziesentwicklung kann in der heutigen Anordnung der CPR-Einheiten eine nach SE gerichtete Abnahme der variszischen orogenen Intensität abgeleitet werden (Abb. 4–7). Dies zeigt sich in der Verteilung der metamorphen Zonen im Norden, die Positionierung der syn-orogenen und mit Winkeldiskordanzen verbundenen Flysche an die Süd- und Ostalpen sowie den karpatischen Raum und nicht bis schwach beeinflusste Bereiche im Pelsö-Terrane, dem Jadar-Block sowie den Dinariden. Nahtlos fügt sich in dieses Verbreitungsbild auch die Paläo-Vardar-Zone, die während der variszischen Orogenese als ein offener ozeanischer Bereich der Paläotethys verblieb (KARAMATA et al., 1997; KARAMATA, 2006).

Existenz und Ausmaß einer variszischen Deformation und Metamorphose im Bereich der Dinariden ist aufgrund der inkonsistenten Datenlage schlecht, unbefriedigend und widersprüchlich dokumentiert. Es deutet sich jedoch für einige Bereiche eine fehlende bis nur äußerst schwache variszische Überprägung an (CIRIC & GAERTNER, 1962; PAMIC & JURKOVIC, 2000; EBNER, 1990b; EBNER et al. 2006, 2007).

5. Bemerkungen zur Paläogeografie und Schlussfolgerungen

Die Paläozoika der alpin-mediterranen Ketten zeigen in der end-variszischen Konfiguration die sich nach E öffnende Bucht der Paläotethys, an deren Rand im N und NW die Krustenelemente des CPR situiert sind (FLÜGEL, 1990). Der Intra- und Extraalpine europäische Variszische Belt am NNW-Rand dieser Bucht resultiert aus der Akkretion verschiedener Terranes am aktiven Kontinentalrand Laurussias im Devon und Karbon und weiteren einengenden Krustenprozessen zwischen Laurussia und Gondwana, die zur Bildung Pangäas führten.

Die im variszischen Zyklus akkretierten Terranes waren ursprünglich zwischen Gondwana und Laurussia situiert (MATTE, 1986, 1991; FRANKE et al., 1995; FRANKE, 1998; STAMPFLI, 1996; v. RAUMER et al., 2003b; FRISCH & NEUBAUER, 1989). Neben den variszischen Terranes sind im europäischen variszischen Belt aber auch cadomische Elemente bzw. Terranes inkludiert, die dem N-Rand Gondwanas entstammen (NEUBAUER, 2002; v. RAUMER et al., 2003; DÖRR et al., 2004). Nach Riftingprozessen im Silur wird nach der Bildung der Paläotethys eine Gruppe von Terranes (Europäische Hun-Terranes sensu STAMPFLI) von Gondwana separiert, die nach ihrer Driftphase am Laurussischen Kontinentalrand akkretierten (v. RAUMER et al., 2003).

Die MCZ enthält höher metamorphe Zonen, deren Metamorphose zumeist im frühen Unterkarbon stattfand und manchmal älteren silurisch–devonischen Metamorphoseereignissen nachfolgte. Dies führte zu Vorstellungen eines aktiven mittelpaläozoischen (laurussischen) Kontinentalrandes, dem zum Höhepunkt der mittelkarbonen variszischen Orogenese im CPR die Laurussia/Gondwana-Kollision nachfolgt (NEUBAUER & HANDLER, 2000). Inkludiert in der MCZ sind auch Reste ozeanischer Kruste und Arc-bezogener Sedimentationsbecken.

Nach der tektonothermischen Ausgestaltung der MCZ wurde im höheren Unterkarbon die VNOZ im orogenen Vorland (Nötsch, Veitsch, Szabadbattyan) bzw. über Nachfolgebecken einer Suturzone (Nordgemerische Zone) angelegt. Aufgrund einiger Hinweise auf ein devones bis früh unterkarbonen metamorphes Basement für die Veitscher Decke der ostalpinen Grauwackenzone und dem

Einsetzen der Ochtina-Gruppe nach dem Zusammenschluss der Racovec- und Klatov-Gruppe in den Westkarpaten wird die VNOZ als eine Sedimentationszone angesehen, die nach dem unterkarbonen Peak der Metamorphose/Deformation der MCZ in ihrem südlichen Vorland am Übergang zu den verbliebenen Sedimentationszonen der NBZ gebildet wurde (FLÜGEL, 1977, 1990; EBNER, 1992; NEUBAUER & VOZÁROVÁ, 1990; NEUBAUER & v. RAUMER, 1993; NEUBAUER & HANDLER, 2000; EBNER et al., 1991, 1998, 2006 a).

Die NBZ (sensu FLÜGEL, 1990) repräsentiert die Sedi-mententwicklung auf Teilen der Europäischen Hun-Terranes. Für die Ost- und Südalpen werden Bereiche davon als Norisches Composite Terrane zusammengefasst (FRISCH & NEUBAUER, 1989). NEUBAUER & HANDLER (2000) weiten dieses Terrane als Norisch-Bosnisches Terrane auf die gesamte NBZ (Ost- und Südalpen, Pelsö- und Jadar-Block-Terrane und Teile des dinarischen Paläozoikum) aus. Im finalen Stadium der variszischen Orogenese akkretierte das Norisch-Bosnische Terrane mit der MCZ. Dadurch wird die bis in höhere Unterkarbon karbonatisch dominierte Sedimentation von syn-orogenen siliziklastischen Sedimenten (variszischer Flysch) überlagert.

Die Bildung der syn-orogenen (Visé–Bashkir) Flysche wird dadurch eingeleitet, dass die kollidierenden NW-Teile des Norisch-Bosnischen Terranes in einer N-gerichteten A-Subduktion flexurartig unter die MCZ gedrückt wurden (NEUBAUER & HANDLER, 2000; SCHÖNLAUB & HISTON, 2000). Ähnliches ist auch für die paläozoischen Terranes der Karpato-Balkaniden anzunehmen, wo karbonale Siliziklastika mit Winkeldiskordanz von kontinentaler Molasse überlagert werden.

An der externen Seite erfahren die kollidierenden Terranes dagegen lediglich eine Subsidenz der passiven Kontinentalränder mit vermehrter siliziklastischer Sedimentation. Diese Bereiche besitzen z.T. ebenfalls Flyschmerkmale, haben im Hangenden jedoch keine bemerkenswerten tektonische Deformation (daher ihre Klassifikation als tektonisch atypischer Flysch). Einlagerungen klastischer Komponenten aus extrabasinalen Liefergebieten deuten aber auch hier orogene Umgestaltungen im Hinterland an. Generell ist eine Abnahme der orogenen Intensität von der MCZ nach SE in Richtung der Zonen festzustellen, die im Karbon die Umrandung des Paläo-Vardar-Ozeans bildeten, der im späten Paläozoikum als offener ozeanischer Teil der Paläotethys weiter existierte. Im Pelsö- und Jadar-Block-Terrane und Teilen der Dinariden sind Orogenereignisse daher, wenn überhaupt, nur ganz schwach feststellbar.

In den heute weiter S bis SE situierten Bereichen (Pelsö Composite Terrane, Sana/Una-Paläozoikum, Jadar-Block), die nicht direkt oder nur schwach von variszischen orogenen Ereignissen betroffen werden, zeigen die siliziklastischen karbonen Abfolgen „shallowing-upwards“-Trends. Häufig setzt über ihnen nach ±langen Schichtlücken im Bashkir ein neuer Sedimentationszyklus mit fossilführenden Flachwassergesteinen ein. Dieses Niveau wird mit dem Einsatz der post-orogenen Sedimentzyklen in den Orogenbereichen korreliert. In den Ost-, Südalpen und im Bükk-Torna-Terrane treten im Bereich Oberdevon–Visé häufig stratigrafische Lücken mit Verkarstung auf, die vermutlich mit synsedimentären Blockbewegungen im Zusammenhang stehen.

Siliziklastika in Position syn-orogenen Flyschs mit winkeldiskordant auflagernder kontinentaler Molasse finden sich auch über der KDRZ in den Karpato-Balkaniden. An dieses tektonische Ereignis ist auch eine niedriggradige Metamorphose gebunden. Im Basement der Karpato-Balkaniden sind Terranes inkludiert, die variszisch an die Proto-Moesische Platte angegliedert wurden. Diese mittelkarbonen Orogenereignisse sind durch die winkeldiskor-

dante Überlagerung kontinentaler Molasse und die niedriggradige Metamorphose der Basementgesteine evident.

Nach der Kollision der Karnisch-Dinarischen Mikroplatte (sensu VAI, 1998) während der Carnischen Phase (entspricht unserer mittelkarbonen Phase) mit Zentraleuropa war der karnisch-dinarische Raum im Oberkarbon nahe des Nordwestrandes der Paläotethys situiert und durch einen Festlandsporn (Apulischer Sporn) vom apenninischen Epikontinentalmeer getrennt (VAI, 1998).

Problematisch ist die Existenz der SBZ im CPR. FLÜGEL (1990) sieht in ihr Bildungen einer bis ins Karbon reichenden Tiefwasserfazies eines langlebigen paläozoischen stabilen Kontinentalabhangs mit Resten von Fan- und Slope-Sedimenten. Diese Zone mit unbekanntem Liefergebiet ist für das Westmediterrän gut belegt. Für das CPR wurden ihr ursprünglich (FLÜGEL, 1990) Bereiche zugeordnet, die nun in der ozeanischen Gelnica-Gruppe in den Westkarpaten und dem Drina-Ivanjica-Paläozoikum inkludiert sind. Da die paläozoische Schichtfolge letzterer Einheit kein Silur und Devon enthält und das prä-variszische Basement von Sedimenten überlagert wird, die von unterkarbonem pelagischem Prä-Flysch und abschließendem siliziklastischem Flysch überlagert werden, ist die Angliederung an die SBZ zu überdenken (FILIPOVIC & SIKOSEK, 1999).

Die primäre Anordnung der DK-Sedimentationsbereiche des CPR ist zum Teil spekulativ. Unter Berücksichtigung der metamorphen und tektonischen Zonierung sollte den Ost- und Südalpen eine relativ nördliche bzw. nordwestliche Position (nahe zur CMZ) zukommen. Paläomagnetische Daten zeigen für das Ems des Grazer Paläozoikums eine Position 8° (FENNINGER et al., 1997) und das Devon-Karbon der Karnischen Alpen eine Position von 30° südlicher Breite. Paläontologische Befunde geben für das Devon des Grazer Paläozoikums eine Position nahe des Äquators an (HUBMANN, 1993). Bei Berücksichtigung einer Lage des Gondwana-Nordrandes im Unterdevon um 10° südlicher Breite resultiert daraus eine „Gondwana-Position“ für Teile (Karnische Alpen) des Norisch-Bosnischen Terranes. Die unterschiedliche primäre Position von Bereichen, die im Norischen Composite Terrane (sensu FRISCH & NEUBAUER, 1989) vereint werden, wird nicht nur durch paläomagnetische Daten, sondern auch biogeografische Unterschiede der Karnisch-Dinarischen Mikroplatte (VAI, 1978) mit dem ostalpinen Paläozoikum unterstrichen.

Die Rannach-Decke des Grazer Paläozoikums zeigt für den ostalpinen Bereich eine Sonderstellung. Die bis ins Bashkir reichende Karbonatentwicklung, das Fehlen von Deformationen bis in diesen Zeitraum und fazielle Analogien zum Szendrő- und Uppony-Gebirge lassen eine primäre Nahbeziehung zu diesen Bereichen als möglich erscheinen (vergl. dazu auch EBNER et al., 2006 b: Fig. 2).

Die Terranes der Karpato-Balkaniden haben ebenfalls Peri-Gondwana-Affinität. Die Luznica-Einheit und das Ranovac-Vlasina-Terrane hatten im frühen Ordovizium mindestens eine Position 40° südlicher Breite. Das Kucaj-Terrane war zu dieser Zeit nördlicher situiert (20–30°). Der nachfolgende Drift-Pfad der Terranephase ist folgend: Silur 15–20°, Mitteldevon ~10°, Oberdevon–Unterkarbon 5°S bis 5°N, Stephan 5°N und Perm 8°N (MILICEVIC, 1996a,b; KARAMATA, 2006).

Über die Vardar-Zone und Teile der Dinariden (Drina-Ivanjica-, Ostbosnisches Durmitor- und Zentralbosnisches Terrane) sind Informationen über variszische Deformation und Metamorphose inkonsistent und unzureichend dokumentiert. Auch die paläogeografische Position dieser Terranes ist ungeklärt und spekulativ. Sie sollte jedoch dem Gondwana-Rand der Paläotethys angegliedert werden.

Die heutige Anordnung des pre-mesozoischen Basements im CPR ist das Ergebnis komplexer alpidischer plattentektonischer Prozesse (Öffnung und Schließung ozeanischer Räume, weitreichende spät-orogene oberkreta-

zisch einsetzende Strike-Slip-Tektonik). Unter Berücksichtigung dieser Vorgänge kann das DK des Bükk-Torna-Terranes, des Sana/Una-Paläozoikum und Jadar-Blocks zu einem Bereich vereint werden, der im S–SE am karbonen passiven Rand des Norisch-Bosnischen Terranes situiert war und sich durch eine weitgehend vergleichbare Faziesentwicklung und schwache bis fehlende variszische Orogenese auszeichnet (EBNER, 1991b; PROTIC et al., 2000, FILIPOVIC et al., 2003). Trotz div. Diskrepanzen sollten das Drina-Ivanjica- und das Ostbosnische Durmitor-Terrane ab dem späten Paläozoikum bis zur Öffnung des dinarischen Ozeans eine kontinentale Einheit gebildet haben (KARAMATA & KRSTIC, 1996; KARAMATA et al., 1997). Auch die KDRZ der Karpato-Balkaniden (Rodna-, Drencova-Ideg-, Poiana-Rusca-Terrane) bildeten vor der Öffnung alpidischer Riftsysteme einen gemeinsamen Bereich (KRÄUTNER, 1997).

Dank

Wir danken allen Arbeitsgruppen der vormaligen IGCP-Projekte Nr. 5 und 276 für jahrelange Zusammenarbeit, Diskussionen und Bereitstellung von Daten. Speziell gilt das für die KollegInnen des Joint-Venture-Projekts der CPR-Terranekarten. Allen voran J. VOZÁR (Bratislava), T. SZEDERKENYI (Szeged/Pecs), B. TOMLIJANOVIĆ (Zagreb), S. KARAMATA, B. KRSTIC und M. SUDAR (Belgrad) sowie H.G. KRÄUTNER (Rosenheim). Dank gilt auch I. SÍPKOVÁ (Bratislava), H. MALI und K. POPELKA (Leoben) für die EDV-Aufbereitung der Abbildungen.

Literatur

- ÁRKAI, P.: Very low- and low-grade Alpine regional metamorphism of the Paleozoic and Mesozoic formations of the Bükkium, NE-Hungary. – *Acta Geol. Hung.*, **26**, 83–101, Budapest 1983.
- ÁRKAI, P., BALOGH, K. & DUNKL, I.: Timing of low-temperature metamorphism and cooling of the Paleozoic and Mesozoic formations of the Bükkium, innermost Western Carpathians, Hungary. – *Geol. Rundsch.*, **84**, 334–344, Stuttgart 1985.
- BELAK, M., PAMIC, J., KOLAR-JURKOVSEK, T., PECKAY, Z. & KARAN, D.: Alpinski regionalnometamorfní kompleks medvednice (sjeverozapadna Hrvatska). – In: VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. & ŠPARICA, M. (Eds.): *Zbornik radova 1*, 1, 67–70, Hrv. geol. kongr., Inst. geol. istr., Zagreb 1995a).
- BELAK, M., SREMAC, J., CRNKO, J. & KOLAR-JURKOVSEK, T.: Paleozojske stijene niskog stupnja metamorfizma na jugoistočnoj strani Medvednice (sjeverozapadna Hrvatska). – In: VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. & ŠPARICA, M. (Eds.): *Zbornik radova 1*, 1, 71–74, Hrv. geol. kongr., Inst. geol. istr., Zagreb 1995b).
- BUDA, G., KOLLER, F. & ULRYCH, J.: Petrochemistry of Variscan granitoids of Central Europe: Correlation of Variscan granitoids of the Tisia and Pelsonia Terranes with granitoids of the Moldanubicum, Western Carpathian and Southern Alps. A review: Part I. – *Acta Geol. Hungarica*, **47**, 17–138, Budapest 2004.
- CIRIC, B. & GAERTNER, H.R.: Sur le probleme des variscides en Yougoslavie. – *Inst. des Recherches Geol. et Geof.*, **XX**, 279–288, Beograd 1962.
- DÖRR, W., FINGER, F., LINNEMANN, U. & ZULAUF, G.: The Avalonian-Cadomian Belt and related peri-Gondwanan terranes. – *Int. J. Earth. Sci.*, **93**, 657–658, Berlin – Heidelberg 2004.
- EBNER, F.: Circummediterranean Carboniferous preflysch sedimentation. – *Giron. Geol.*, **53**, 197–208, Bologna 1991a.
- EBNER, F.: Circummediterranean Carboniferous flysch sedimentation. – *Mem. Géol.*, **10**, 55–69, Lausanne 1991b.
- EBNER, F.: Correlation of marine Carboniferous sedimentary units of Slovakia, Hungary and Austria. – *Special Vol. IGCP Project No. 276*, Bratislava (Dionyz Stur Inst.), 37–47, Bratislava 1992.
- EBNER, F., VOZÁROVÁ, A., STRAKA, P. & VOZÁR, J.: Carboniferous Conodonts from Brusnik Anticline (South Slovakia). – *30 years Geol. Coop. Austria-Czechoslovakia*, 249–252, Vienna – Praha 1990.
- EBNER, F., KOVÁCS, S. & SCHÖNLAUB, H.P.: Das klassische Karbon in Österreich und Ungarn – ein Vergleich der sedimentären fossilführenden Vorkommen. – *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geol. Zusammenarbeit Österreich-Ungarn*, 1, 263–294, Wien 1991.

- EBNER, F., NEUBAUER, F. & RANTITSCH, G.: Terrane characteristics of Southeastern Europe. – In: KNECEVIC, V. & KRSTIC, B. (Eds.): Terranes of Serbia, 41–47, Belgrade 1996.
- EBNER, F., NEUBAUER, F. & RANTITSCH, G. (Eds.): Terrane Maps of the Alpine Himalayan Belt, IGCP no. 276, sheet 1 Southern and Southeastern Europe, sheet 2 Minor Asia – Caucasus, sheet 3 Himalaya. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37** (1996/97), 219–243, Athens 1997.
- EBNER, F., KOVÁCS, S. & SCHÖNLAUB, H.P.: Stratigraphic and facial correlation of the Szendrő-Uppony Paleozoic (NE Hungary) with the Carnic Alps-South Karawanken Mts. and the Graz Paleozoic (Southern Alps and Central Eastern Alps); some paleogeographic implications. – *Acta Geol. Hungarica*, **41**, 355–388, Budapest 1998.
- EBNER, F., HUBMANN, B., & WEBER, L.: Die Rannach- und Schöckel-Decke des Grazer Paläozoikums. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **44**, 1–44, Wien 2000.
- EBNER, F., PAMIC, J., KOVÁCS, S., SZEDERKENYI, T., VAI, G.B., VENTURINI, C., KRÄUTNER, H.G., KARAMATA, S., KRSTIC, B., SUDAR, M., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A. & MIOC, P.: Variscan Preflysch (Devonian-Early Carboniferous) Environments. – In: KOVÁCS, S. et al. (Eds.): Tectonostratigraphic Terrane and Paleoenvironment Maps of the Circum-Pannonian Region, 1:2,500,000, Budapest (Geol. Inst. Hungary) 2004 a.
- EBNER, F., PROCHASKA, W., TROBY, J. & AZIMZADEH, A.M.: Carbonate hosted sparry magnesite of the Greywacke zone, Austria/Eastern Alps. – *Acta Petrol. Sinica.*, **20**, 791–802, Peking 2004 b.
- EBNER, F., VOZÁROVÁ, A., KOVÁCS, S., KRSTIC, B., SZEDERKENYI, T., SREMAC, J., TOMLJENOVIC, B. & TRAJANOVA, M.: Devonian–Carboniferous pre-flysch and flysch environments in the Circum Pannonian Region. – *Proc. XVIIIth CBGA Congr. Belgrade*, 114–117, Belgrade 2006a.
- EBNER, F., RANTITSCH, G., RUSSEGGER, B., VOZÁROVÁ, A. & KOVÁCS, S.: A three component (organic carbon, pyritic sulfur, carbonat content) model as a tool for lithostratigraphic correlation of Carboniferous sediments in the Alpine-Carpathian-North Pannonian realm. – *Geologica Carpathica*, **57**, 243–256, Bratislava 2006b.
- EBNER, F., VOZÁROVÁ, A., KOVÁCS, S., KRÄUTNER, H.G., KRSTIC, B., SZEDERKENYI, T., JAMČIČ, D., BALEN, D., BELAK, M. & TRAJANOVA, M.: Explanation to the Circumpannonian Terrane Maps – Devonian – Carboniferous pre-flysch and flysch environments in the Circum Pannonian Region. – Monography: Tectonostratigraphic Terrane and Paleoenvironment Maps of the Circum-Pannonian Region (Eds.: J. VOZÁR, S. KOVÁCS & S. KARAMATA), in Vorbereitung, Bratislava 2007.
- FENNINGER, A., HUBMANN, B., MOSER, B. & SCHOLGER, R.: Diskussion zur paläogeografischen Position des Grazer Terrane aufgrund neuer paläomagnetischer Daten aus dem Unterdevon. – *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark*, **127**, 33–43, Graz 1997.
- FILIPOVIC, I.: Paleozoik severozpadne Srbije (The Paleozoic Beds of Northwestern Serbia). – *Geologija*, **17**, 229–252 (with English summary) Ljubljana 1974.
- FILIPOVIC, I. & SIKOSEK, B.: Prevariscan and variscan succession in the Drina-Ivanjica Antiklinorium of the Drina-Ivanjica Paleozoic. – *Bull. T. CXIX de l'Académie Serbe, Sci. Nat.*, **39**, 61–71, Beograd 1999.
- FILIPOVIC, I., PAJIC, V. & STOJANIVIC-KUZENKO, S.: Biostratigrafija devona severozapadne Srbije. – *Rasprave Zavoda za geol i geof. istrazivanja*, **12**, 5–91, Beograd 1975.
- FILIPOVIC, I., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M., PELIKÁN, P., KOVÁCS, S., LESS, G. & HIPS, K.: Comparison of the Variscan – Early Alpine evolution of the Jadar Block (NW Serbia) and “Bükkium” (NE Hungary) terranes: some paleogeographic implications. – *Slovak. Geol. Mag.*, **9**, 3–21, Bratislava 2003.
- FINGER, F., FRASL, G., HAUNSCHMID, B., v. QUADT, A., SCHERMAIER, A., SCHINDLMAYER, A. & STEYRER, H.P.: Late Paleozoic Plutonism in the Eastern Alps. – *ALCAPA-Field Guide*, 37–45, Graz 1992.
- FLÜGEL, H.W.: Einige Probleme des Variszikums von Neo-Europa. – *Geol. Rdsch.*, **64**, 1–62, Stuttgart 1975.
- FLÜGEL, H.W.: Paläogeografie und Tektonik des alpinen Variszikums. – *N. J. Geol. Paläont. Mh.*, **1977**, 659–674, Stuttgart 1977.
- FLÜGEL, H.W.: Das voralpine Basement im Alpin-Mediterranen Belt – Überblick und Problematik. – *Jb. Geol. B.-A.*, **133**, 181–221, Wien 1990.
- FRANKE, W.: Tectonostratigraphic units in the Variscan belt of Central Europe. – *Geol. Soc. Amer. Spec. Papers*, **230**, 67–90, Athens/Georgia 1998.
- FRANKE, W., DALLMEYER, R.D. & WEBER, K.: Geodynamic evolution. – In: DALLMEYER, R.D., FRANKE, W. & WEBER, K. (Eds.): Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe, 579–593, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1995.
- FRISCH, W. & NEUBAUER, F.: Pre-Alpine terranes and tectonic zoning in the eastern Alps. – *Geol. Soc. Amer. Spec. Papers*, **230**, 91–100, Athens/Georgia 1989.
- GRUBIC, A., PROTIC, L., FILIPOVIC, I. & JOVANOVIĆ, D.: New data on the Paleozoic of the Sana-Uná Area. Proceedings of the International Symposium of the Dinarides and the Vardar Zone. The Acad. of Sci. and Arts of the Republic of Srpska. The Dept. of Nat. Math. and Technical Sci., **1**, 49–54, Banja Luka – Sarajevo 2000.
- HAAS, J., MIOC, P., PAMIC, J., TOMLJENOVIC, B., ÁRKAI, P., BERCI-MAKK, A., KOROKNAI, B., KOVÁCS, S. & R.-FELGENHAUER, E.: Complex structural pattern of the Alpine-Dinaric-Pannonian triple junction. – *Int. J. Earth Sci.*, **89**, 377–389, Stuttgart 2000.
- HAYDOUTOV, I., GOCHEV, P., KOZHOUKHAROV, D. & YANEV, S.: Terranes in the Balkan area. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37** (1996/97), 479–484, Athens 1997.
- HRVATOVIC, H., CORIC, S., SCHÖNLAUB, H.-P., SUTTNER, T. & CORRADINI, C.: The conodonts from Paleozoic of the Mid-Bosnian Schist Mountains, Central Dinarides (Bosnia and Herzegovina). – *Proc. XVIIIth CBGA Congr. Belgrade*, 226–228, Belgrade 2006.
- HUBMANN, B.: Ablagerungsraum, Mikrofazies und Paläoökologie der Barrandeikalk-Formation (Eifelung) des Grazer Paläozoikums. – *Jb. Geol. B.-A.*, **136**, 393–461, Wien 1993.
- JAMIČIČ, D. & BRKIČ, M.: Basic Geological Map of Yugoslavia in scale 1:100,000: sheet Orahovica. – *Geol. Inst. Zagreb, Fed. Geol. Inst. Beograd* 1987.
- KARAMATA, S. & KRSTIC, B.: Terranes of Serbia and neighbouring areas. – In: KNECEVIC, V. & KRSTIC, B. (Eds.): Terranes of Serbia, 25–44, Belgrade 1996.
- KARAMATA, S.: The geological development of the Balkan Peninsula related to the approach, collisional and compression of Gondwanan and Eurasian units. – In: ROBERTSON, A.H.F. & MOUTRAKIS, D. (Eds.): Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region, *Geol. Soc., Spec. Publ.*, **260**, 155–178, London 2006.
- KARAMATA, S., KRSTIC, B., DIMITRIJEVIC, D., DIMITRIJEVIC, M.N., KNECEVIC, V., STOJANOV, R. & FILIPOVIC, I.: Terranes between the Moesian plate and the Adriatic Sea. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37**, (1996/97), 429–477, Athens 1997.
- KNECEVIC-DORDEVIC, V. & KRSTIC, B. (Eds.): Terranes of Serbia. – 439 S., Belgrade (Barex) 1996.
- KOVÁCS, S., BREZSNYANSKY, K., EBNER, F., PAMIC, J., GAETANI, M., VAI, G.B., KRÄUTNER, H.G., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A. & KARAMATA, S.: Tectonostratigraphic Terrane and Paleoenvironment Maps of the Circum-Pannonian Region. – 32nd IGC Florence, *Sci. Sessions, Abstr.*, **2**, p. 1245, Florenz 2004.
- KOVÁCS, S., SZEDERKENYI, T., ÁRKAI, B., BUDA, G., LELKES-FELVARI, G. & NAGYMAROSI, A.: Explanation to the terrane map of Hungary. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37**, (1996/97), 271–330, Athens 1997.
- KRAINER, K.: Fazies, Sedimentationsprozesse und Paläogeografie im Karbon der Ost- und Südalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135**, 99–193, Wien 1992.
- KRAINER, K.: Late- and Post-Variscan Sediments of the Eastern and Southern Alps. – In v. RAUMER, J.F. & NEUBAUER, F. (Eds.): Pre-Mesozoic Geology in the Alps, 537–564, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993.
- KRÄUTNER, H.: Alpine and pre-Alpine terranes in the Romanian Carpathians and Apuseni mountains. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37**, (1996/97), 331–400, Athens 1997.
- KRÄUTNER, H.G. & KRSTIC, B.: Alpine and Pre-Alpine structural Units within the Southern Carpathians and the Western Balcanides. – *Proc. XVIIth CBGA Congr.*, CD, Bratislava 2002.
- KRÄUTNER, H.G. & KRSTIC, B.: Geological Map of the Carpatho-Balkanides between Mehadia, Oravita, Nis and Sofia 1:300,000. – *Geoinstitut Beograd* 2003.
- KRSTIC, B., MASLAREVIC, L., ERCEGOVAC, M., SUDAR, M. & DJAJIC, S.: Devonian in the Carpatho-Balkanides of Eastern Serbia. – *Bull. T. CXXVIII, de l'Acad. serbe des Sciences et des Arts, Classe des sci. mathem. et Natur., Sci. Naturelles.*, **42**, 7–16, Beograd 2004.
- KRSTIC, B., FILIPOVIC, I., MASLAREVIC, L., SUDAR, M. & ERCEGOVAC, M.: Carboniferous of the Central Part of the Balkan Peninsula. *Bull. T. CXXX, de l'Acad. serbe des Sciences et des Arts, Classe des sci. mathem. Natur., Sci. Naturelles.*, **43**, 41–56, Beograd 2005.
- LELKES-FELVÁRI, Gy.: Petrografische Untersuchung einiger prepermischer Bildungen der Balaton-Linie. – *Geol. Hungarica, Ser. Geol.*, **18**, 193–295, Budapest 1978.

- MATTE, P.: Tectonics and Plate Tectonic Model for the Variscan Belt in Europe. – *Tectonophysics*, **126**, 329–374, Amsterdam 1986.
- MATTE, P.: Accretionary history and crustal evolution of the Variscan belt in Europe. – *Tectonophysics*, **196**, 309–337, Amsterdam 1991.
- MAZZOLI, C. & VOZÁROVÁ, A.: Further data concerning the pressure character of the Hercynian metamorphism in the West Carpathians (Czechoslovakia). – *Rend. Soc. It. Min. Petr.*, **43**, 635–642, Roma 1989.
- MILICEVIC, V.: Kucaj Terrane in Paleozoic time. – In: KNEZEVIC, V. & KRSTIC, B. (eds.): *Terranes of Serbia*, 87–89, Beograd 1996 a.
- MILICEVIC, V.: Palinoostika hercinida u kucajskoj zoni istočne Srbije. – Posebna izdanja Geoinstituta, **26**, 7–129, (in Serbian) Beograd 1996b.
- NEUBAUER, F.: Evolution of late Neoproterozoic and early Paleozoic tectonic elements in Central and Southeast European Alpine mountain belts: review and synthesis. – *Tectonophysics*, **352**, 87–103, Amsterdam 2002.
- NEUBAUER, F. & HANDLER, R.: Variscan orogeny in the Eastern Alps and Bohemian Massif: How do these units correlate. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **92**, 33–59, Wien 2000.
- NEUBAUER, F. & HERZOG, U.: Das Karbon der Stolzalpendecke Mitteleuropas – Implikationen für die variszischen Paläogeografie und Orogenese im Ostalpin. – *Anz. Österr. Akad. Wiss. Math.-Naturwiss. Kl.*, **1985**, 105–109, Wien 1985
- NEUBAUER, F. & RAUMER, J.: The Alpine Basement – Linkage Between Variscides and the East-Mediterranean Mountain Belts. – In: v. RAUMER, J.F. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, 641–663, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993.
- NEUBAUER, F. & SASSI, F.P.: The Austro-Alpine Quartzphyllites and Related Palaeozoic Formations. – In: v. RAUMER, J.F. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, 423–439, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993.
- NEUBAUER, F. & VOZÁROVÁ, A.: The Noetsch-Veitsch-Northgeremic Zone of Alps and Carpathians: correlation, paleogeography and significance for Variscan orogeny. – In: MINAŘIKOVA D. & LOBITZER, H. (Eds.): *Thirty Years of Geological Cooperation between Austria Czechoslovakia*, Festive Volume, 161–171, Praha (Geol. Survey) – Wien (Geol. B.-A.) 1990.
- NEUBAUER, F., EBNER, F., FRISCH, W. & SASSI, F.P.: Terranes and tectonostratigraphic units in the Alps. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37** (1996/97), 219–244, Athens 1997.
- PAMIC, J., JALASKA, V., GUSIC, I., SIKIC, K., BELAK, M. & TOMIC, V.: Tectonostratigraphic units and terranes between the Adriatic Sea and the Southern Pannonian Basin. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37** (1996/97), 401–427, Athens 1997.
- PAMIC, J. & JURKOVIC, I.: Paleozoic tectonostratigraphic units of the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia. – *Int. J. Earth. Sci.*, **91**, 538–554, Stuttgart 2002.
- PAPANIKOLAOU, D. (ed.): IGCP Project No 276. Terrane Maps and Terrane Descriptions. – *Ann. Géol. des Pays Helléniques*, **37** (1996/97), 193–599, Athens 1997.
- PROTIC, L., FILIPOVIC, I., PELIKÁN, P., JOVANOVIĆ, D., KOVÁCS, S., SUDAR, M., HIPS, K., LESS, G. & CVIJIC, R.: Correlation of the Carboniferous, Permian and Triassic sequences of the Jadar Block, Sana – Una and “Bükkium” terranes. – *Acad. Sci. Arts Rep. Srpska, Coll. Monogr.*, **1**, 61–69, Banja Luka – Sarajevo 2000.
- RATSCHBACHER, L.: Beitrag zur Neugliederung der Veitscher Decke (Grauwackenzone) in ihrem Westabschnitt (Obersteiermark, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **127**, 423–453, Wien 1984.
- RATSCHBACHER, L.: Stratigraphy, tectonics, and paleogeography of the Veitsch nappe (Greywacke Zone, Eastern Alps, Austria): A rearrangement. – *Mineralogical Slovaca Monogr.*, **1987**, 407–417, Bratislava 1987.
- RAUMER, J.F. v.: The Paleozoic evolution in the Alps: from Gondwana to Pangea. – *Geol. Rundsch.*, **87**, 407–435, Stuttgart 1998.
- RAUMER, J.F. v. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, 677 S., Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993 a.
- RAUMER, J.F. v. & NEUBAUER, F.: Late Precambrian and Palaeozoic Evolution of the Alpine Basement – An Overview. – In: RAUMER, J.F. v. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, 225–639, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993b.
- RAUMER, J.F. v., STAMPFLI, G.M. & BUSSY, F.: Gondwana-derived microcontinents – the constituents of the Variscan and Alpine collisional orogens. – *Tectonophysics*, **365**, 7–22, Amsterdam 2003.
- SASSI, F. & VOZÁROVÁ, A.: The pressure character of the Hercynian metamorphism in the Gemicum (West Carpathians, Czechoslovakia). – *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **111**, 33–39, Roma 1987.
- SASSI, F.P. & ZANFERRARI, A. (Eds.): *Pre-Variscan and Variscan events in the Alpine-Mediterranean Belts*. – *Rendiconti Soc. Geol. It.*, **12** (1989), 95–436, Roma 1990.
- SCHMID, S.M., FÜGENSCHUH, B., KISSLING, E. & SCHUSTER, R.: Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. – *Eclogae geol. Helv.*, **97**, 93–117, Basel 2004.
- SCHÖNLAUB, H.P.: Das Karbon von Nötsch und sein Rahmen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **127**, 673–692, Wien 1985.
- SCHÖNLAUB, H.P. & HEINISCH, H.: The Classic Fossiliferous Palaeozoic Units of the Eastern and Southern Alps. – In: RAUMER, J.F. v. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, 395–422, Berlin – Heidelberg – New York (Springer) 1993.
- SCHÖNLAUB, H.P. & HISTON, K.: The Paleozoic Evolution of the Southern Alps. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **92**, 15–34, Wien 2000.
- SPALLETTA, C., VAI, G.B. & VENTURINI, C.: Il flysch ercinico nella geologia dei Monti Paularo e Dimon (Alpi Carniche). – *Mem. Soc. Geol. It.*, **20**, 243–265, Roma 1980.
- STAMPFLI, G.M.: The Intra-Alpine terrain: A Paleotethyan remnant in the Alpine Variscides. – *Eclogae geol. Helv.*, **89**, 13–42, Basel 1996.
- SREMAC, J. & ALJINOVIC, D.: Upper Paleozoic fossils from clastic sedimentary rocks in the Gorski Kotar region. – *Geol. Croatica*, **50**, 187–193, Zagreb 1997.
- TOLLMANN, A.: Die Geologie von Österreich. – Bd. 1, Die Zentralalpen, 765 pp., Wien (Deuticke) 1977.
- VAI, G.B.: Field trip trough the Southern Alps: an introduction with geologic settings, paleogeography and Paleozoic stratigraphy. – *Giorn. Geol., ser 3a*, **60**, Spec. Issue, ECOS VII Southern Alps Field trip Guidebook, 1–38, Bologna 1998.
- VAI, G.B.: Development of the palaeogeography of Pangaea from Late Carboniferous to Early Permian. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **196**, 125–166, Amsterdam 2003.
- VOZÁROVÁ, A. & VOZÁR, J.: Tornaicum and Meliaticum in borehole BRU-1, Southern Slovakia. – *Acta Geol. Hungaricae*, **35**, 97–116, Budapest 1992.
- VOZÁROVÁ, A. & VOZÁR, J.: Terranes of Western Carpathian-North Pannonian Domain. – *Slovak Geol. Mag.*, **1**, 61–83, Bratislava 1996.
- VOZÁROVÁ, A. & VOZÁR, J.: Terranes of the Western Carpathian-North Pannonian Domain. – *Ann. Geol. des Pays Helleniques*, **37**, (1996/97), 245–269, Athens 1997.
- VOZÁROVÁ, A., EBNER, F., KOVÁCS, S., KRÄUTNER, H.G., SZEDERKENYI, T., KRSTIC, B., SREMAC, J., TOMLJENOVICS, B., NOVAK, M. & SKABERNE, D.: Late Variscan (Latest Carboniferous–Early Permian) late- and post-orogenic environments in the Circum Pannonian Region. – *Proc. XVIIIth CBGA Congr. Belgrade*, 651–654., Belgrade 2006.