

# Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland Modelle zur Krustenstruktur der Oberpfalz (Seite 1)

Klaus Weber & Axel Vollbrecht (IGDL, Göttingen)

Mit dem folgenden Beitrag soll der Versuch unternommen werden, auf der Grundlage der bisherigen geologischen und geophysikalischen Untersuchungsergebnisse verschiedene Interpretationen der Krustenstruktur der Oberpfalz zu diskutieren und in ein regionales Entwicklungsmodell einzubinden. Im Bereich der Tiefbohrloktion lassen sich drei tektonometamorphe Einheiten unterscheiden:

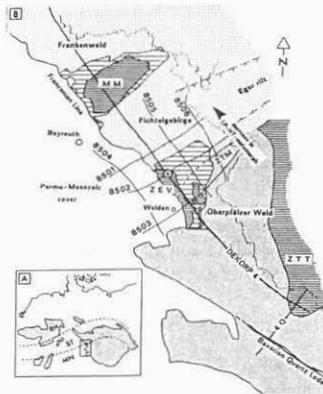


Abb. 1  
 □ Moldanubikum □ Saxothuringikum ■ MP-metamorphic nappes  
 ○ KTB deep drilling site

**SAXOTHURINGIKUM (des Fichtelgebirges)**  
*Stratigraphie und Lithologie:* Kambrische bis oberdevonische, überwiegend klastische Metasedimente mit hohen Anteilen vorwiegend felsischer Metavulkanite.  
*Metamorphose:* HT/LP-Typ, Anchizone bis Sillimanit, 320 Ma.

*Deformation:* D1 NW-vergent, slaty cleavage  
 D2 SE-vergent, synmetamorph, Runzelschieferung und metamorphe Differentiation  
 D3 aufrechte, NE-streichende, Kartenbild prägende Großstrukturen (Fichtelgebirgsantiklinale, Waldsassener Mulde)  
 D4 Knickzonen und Knickfalten, NW streichend, überwiegend SW-vergent.  
 D5 gravitative (Kollaps-) Strukturen

**MOLDANUBIKUM (Palatinum)**  
*Stratigraphie und Lithologie:* Präkambrium mit vermuteten altpaläozoischen Anteilen, überwiegend Paragneise, daneben Orthogneise, Amphibolite und Kalksilikate  
*Metamorphose:* LP/HT-Typ, Sillimanit bis Cordierit-Kaifeldspat (Migmatite), 320 Ma, Hinweise auch auf ältere Metamorphoseereignisse.

*Deformation:* D1-D2 NE streichende, kleinmaßstäbliche, interne, teilweise nichtzylindrische Falten, wegen fehlender geopetaler Gefüge Vergenz unbekannt.  
 D3 NE streichend, aufrechte Großstrukturen mit zugeordneten Adventivfalten, synmetamorph  
 D4 N-S bis NW streichende, aufrechte, kartenbildprägende Großfalten, Runzelschieferung  
 D5 gravitative (Kollaps-) Strukturen.

**DECKENKOMPLEXE:** Münchberger Masse (MM) und Zone von Erbendorf-Vohenstrauß (ZEV); aufgrund lithologischer und metamorpher Kriterien korrelierbar mit dem Bohemikum, insbesondere dessen höher metamorphem Westteil, der Zone von Tepla-Taus (ZTT) (Abb. 1).

*Stratigraphie und Lithologie:* MM: Präkambrium bis Unterkarbon, Para- und Orthogneise, Amphibolite, Eklogite, Serpentinite, Kalksilikate, Grünschiefer, Phyllite, Grauwacken, Tonschiefer

ZEV: Präkambrium (?), Para- und Orthogneise, Amphibolite, Serpentinite, Kalksilikate, Grünschiefer, Phyllite.  
*Metamorphose:* HP bis MP/HT-Typ, anchimetamorph bis Sillimanit-Disthen, 390 Ma, invers metamorphe Stapelung  
*Deformation:* MM: NE-SW streichende Falten und Lineation insgesamt eine Muldenstruktur mit D3 des Fichtelgebirges korrelierbar.

ZEV: NW-SE streichende, schüsselförmige, SW-vergente Muldenstruktur mit D4 des Moldanubikums korrelierbar, in granulitischen Paragneisen verbreitet hochtemperaturmylonitischer Lagenbau mit stark deformierten, kleinmaßstäblichen internen Falten.

**INTERPRETATION:** Die Grenze Saxothuringikum / Moldanubikum repräsentiert eine Suturzone, in der moldanubische Gesteine auf saxothuringische überschoben wurden. Sie ist zwischen Tirschenreuth und Mähring aufgeschlossen, weiter im Westen aber von der ZEV-Decke überlagert. Diese bildet wie die MM eine in Muldenposition erhaltene Klippe eines ehemals mit der ZTT zusammenhängenden Deckenkomplexes, welcher Saxothuringikum und Moldanubikum der Oberpfalz und des Fichtelgebirges überlagert. Der Deckentransport ist jünger als Unterkarbon (im MM-Deckenkomplex enthalten; Franke, 1984) und älter als 320 Ma (posttektonische Granite 320 Ma bis 280 Ma). Die Erbendorfer Linie bei Erbendorf ist die Deckenbasis der ZEV auf parautochthonen saxothuringischen Gesteinen (Erbendorfer Paläozoikum).

Die geophysikalische Krustenstruktur wurde durch ein Netzwerk von sieben reflexionsseismischen Profilen untersucht (DEKORP research group 1987) (Abb. 1) Das Schlüsselprofil DEKORP 4 reicht vom nördlichen Frankenwald bis zum Hohen Bogen und quert die Deckenkomplexe der MM und der ZEV. Diese bilden sich im line drawing (Abb. 2) als schüsselförmige Strukturen ab. Darüber hinaus lassen sich in der seismischen Sektion drei strukturell unterschiedliche Bereiche unterscheiden: Ein Bereich dominant SE fallender Reflektoren, der von

oberhalb 5 s TWT im NW auf unterhalb 5 s TWT im SE zur Kruste/Mantel-Grenze abtaucht. Er repräsentiert die großräumige variszische Deformationszone, die im Verlaufe der variszischen Subduktion und anschließender Kollision von saxothuringischer und moldanubischer Kruste angelegt wurde. Eine Grenze zwischen saxothuringischen und moldanubischen Gesteinen ist nicht erkennbar.

Im NW befindet sich darunter ein keilförmig nach SE ausdünnender, relativ transparenter Bereich mit überwiegend flachen Reflektoren, der als ein variszisch wenig; stark überprägtes prävariszisches Basement interpretiert werden könnte.

Der dritte Bereich beginnt etwa im Gebiet von Erbendorf oberhalb 4 s TWT und reicht bis zum SE-Ende der Sektion. Er ist durch eine deutliche strukturelle Diskontinuität aus flachen bis NW-fallenden Reflektoren von dem darunter liegenden, durch kräftige SE-fallende Reflektoren gekennzeichneten Bereich getrennt. Herausragendes Element ist der Erbendorfkörper, ein seismisch hoch reflektiver Bereich in einer Tiefe von ca. 6 - 12 km. Wie die seismischen Profile KTB 8502 bis 8506 zeigen handelt es sich um einen flächenhaften Körper, der von der tschechischen Grenze bis unter das mesozoische Vorland nachgewiesen wurde. Weitwinkelbeobachtungen im Bereich des DEKORP 4 Profils lassen im unteren Teil des Erbendorfkörpers in 11 - 12 km Tiefe auf vp-Geschwindigkeiten von 7,0 bis 7,5 km/s schließen (DEKORP research group 1987).

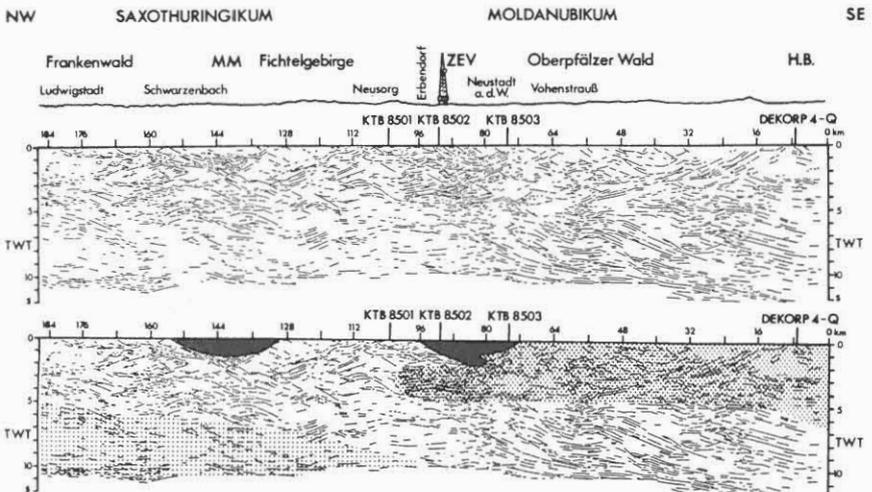


Abb. 2: oben: DEKORP 4 Profil. Line drawing  
 Abb. 2: unten: Abgrenzung strukturell unterschiedlicher Bereiche. Weitere Erläuterung im Text.

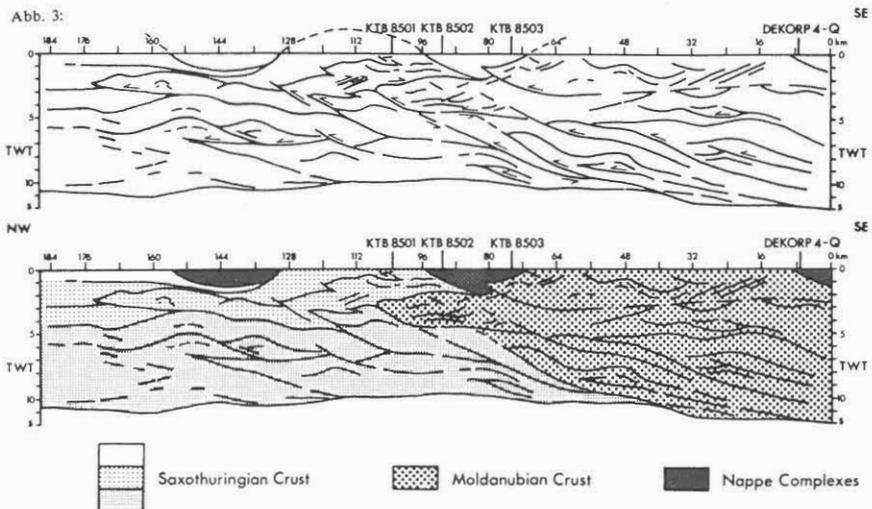


Abb. 3 zeigt eine Interpretation der Sektion DEKORP 4, in der eine Korrelation verschiedener Krustenbereiche mit tektonometamorphen Einheiten der Oberflächengeologie versucht wurde. Der Erbendorfkörper wurde dabei

als ein Bestandteil moldanubischer Kruste interpretiert, so daß sich daraus ein keilförmiges Eindringen moldanubischer Kruste in saxothuringische Kruste ergibt (Wedgetektonik).

# Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland Modelle zur Krustenstruktur der Oberpfalz (Seite 2)

Als Folge dieser Wedge-Tektonik ergibt sich eine SE gerichtete Relativbewegung im Hangenden des Keils, welche sich in der SE-vergente D2 Verformung des Fichtelgebirges dokumentiert, während im Liegenden des moldanubischen Krustenkeils die NW-vergente Relativbewegung weitergeführt wird. Die SE-Vergenz des Fichtelgebirges wäre damit ein Sekundäreffekt der Wedge-Tektonik, welcher auf relativ oberflächennahe Krustenstockwerke begrenzt ist. Die Dominanz der NW-vergenten tektonischen Transporte wird in den KTB-Profilen 8505 und 8506 besonders deutlich. Im Profil KTB 8505 läßt sich der hochreflektive Bereich des Erbdorfkörpers in einen NW-vergenten Schuppenstapel auflösen (Abb.4).

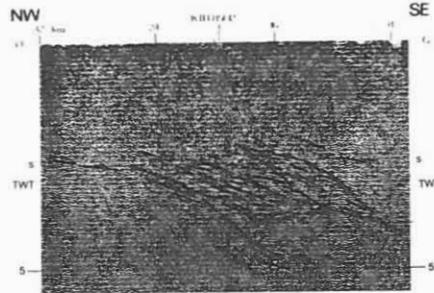


Abb. 4: Ausschnitt aus dem KTB 8505 Profil im Bereich des Erbdorfkörpers mit NW-vergentem Schuppenbau; migrierte Section.

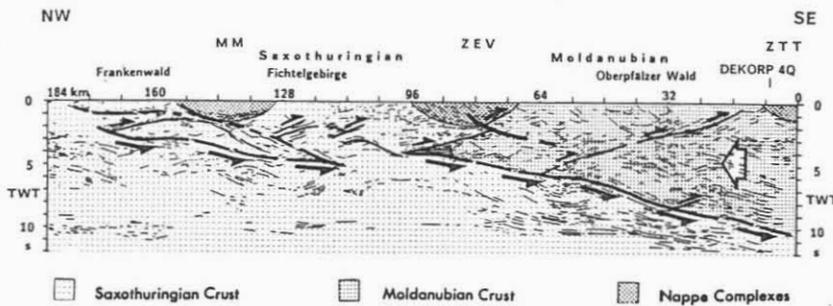


Abb. 5: DEKORP 4 Profil; Erläuterung im Text.

Während in den KTB-Profilen 8503 bis 8506 (Abb. 1) keine Anzeichen eines SE-vergenten Strukturbaus in Form NW-fallender Reflektoren zu erkennen sind, treten insbesondere in der moldanubischen Oberkruste des DEKORP 4 Profils zahlreiche NW-fallende Reflektoren auf. In Abb. 5 sind diese als Ausdruck einer SE-vergenten D2 Deformation interpretiert. Allerdings könnte eine dem Saxothuringikum vergleichbare SE-vergente Deformation im Moldanubikum der Oberpfalz und in der ZEV bisher nicht nachgewiesen werden (STEIN 1987). Aus diesem Grunde müssen auch andere Interpretationsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden.

Zuvor soll jedoch auf NE-fallende Reflektoren eingegangen werden, die in den KTB-Profilen 8501 bis 8503 und im DEKORP 4Q Profil zu beobachten sind (Abb. 6 u. 7). Diese sind Ausdruck einer SW-vergenten Deformation, die von NW nach SE deutlich an Intensität zunimmt und mit der D4 Verformung korreliert werden kann. Im Gebiet des Oberpfälzer Moldanubikums ist diese Deformation durch weitspannige NW-streichende Antiklinal- und Synklinalstrukturen dokumentiert. Die ZEV-Klippe ist in einer solchen westvergenten D4-Muldenstruktur erhalten. SW-vergente Aufschiebungen werden z.B. im Profil KTB 8502 an einem entsprechenden Versatz flacher Reflektoren erkennbar (Abb. 6). Weiter südöstlich im Bavarikum dominieren die NW-streichenden Strukturen und überprägen durch intensive Mylonitisation (Pfahl-Mylonite) alle älteren NE-streichenden Strukturen. Entsprechend deutlich sind auch die NE fallenden Reflektoren, die vom Bayerischen Pfahl im Oberflächenanschnitt ausgehend mit etwa 45° nach NE einfallen und bei etwa 3 s TWT (ca. 10 km) in ein Bündel kräftiger, flacher Reflektoren übergehen (Abb. 7). Die Tiefenlage dieses Reflektorenbündels ist identisch mit der Tiefenlage der strukturellen Diskontinuität, die im Südtail der DEKORP 4 Profils den tieferen Bereich SE-fallender Reflektoren von der Oberkruste mit dominant flachen bis NW-fallenden Reflektoren trennt. Im Gebiet der Oberpfalz läßt sich diese strukturelle Diskontinuität über die KTB-Profile flächenhaft mit der Basis des Erbdorfkörpers korrelieren.

Die NW-fallenden Reflektoren der heutigen moldanubischen Oberkruste lassen sich jetzt als Folge eines schrägen Schnittes mit NE- oder W fallenden Reflektoren erklären. Letzteres wird am Beispiel der baltisch-bohemischen ZEV deutlich, deren Südtail im DEKORP 4 Profil durch NW-fallende Reflektoren gekennzeichnet ist (Abb. 8). Südlich der Laube Linie (L.L. in Abb. 8) verläuft das DEKORP 4 Profil spitzwinklig zum generellen NW

Streichen der Neustädter Grundgebirgsscholle (NGW in Abb. 8). Bei generellem NE-fallen der s-Flächen läßt sich die Raumlage der Reflektoren der moldanubischen Oberkruste mit dem Schnittspur zwischen DEKORP 4 Profil und den Streichlinien korrelieren (Abb. 8).

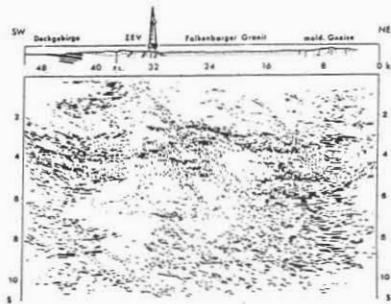


Abb. 6: KTB 8505 Profil; line drawing der migrierten Section; weitere Erläuterungen im Text.

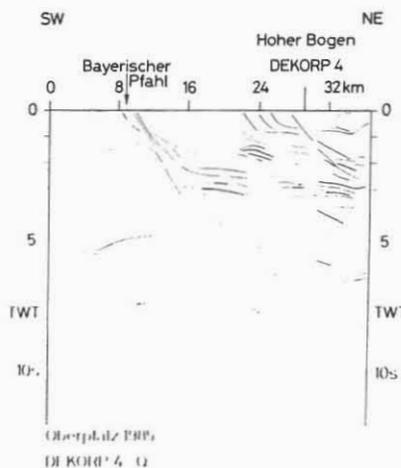


Abb. 7: DEKORP 4Q Profil; line drawing der migrierten Section; weitere Erläuterungen im Text.

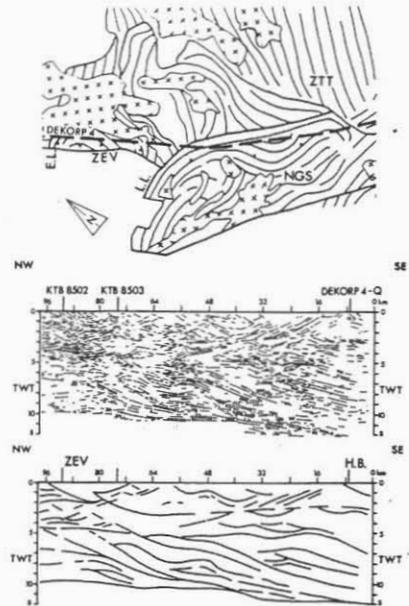


Abb. 8: Erläuterung im Text.

**EINBINDUNG IN DIE BÖHMISCHE MASSE:** Südlich des Saxothuringikums lassen sich in der Böhmischen Masse drei strukturelle Einheiten unterscheiden, die auch als Terranes interpretiert werden können (Abb. 9):

1. Der oberproterozoische Inselbogenkomplex des Bohemikums (Kastl & Tonika 1984) mit dem paläozoischen Riftbecken des Barrandeums (Zentralböhmische Zone nach Chaloupsky 1986).
2. Das oberproterozoische (pan-afrikanisch) konsolidierte Brno-Vistulikum (bzw. Moravo-Silesikum) (Brünnner Masse, Thaya Kuppel und auflagernde moravische Metasedimente und Metavulkanite).
3. Das Moldanubikum sensu stricto (Südböhmische Zone nach Chaloupsky 1986) zu dem auch der Zentral- und der Südböhmische Pluton sowie das Oberpfälzer Moldanubikum und das Bavarikum gehören. Infolge seines hohen Anteils an basischen Magmatiten ist das Bohemikum durch relativ hohe Schwerewerte gekennzeichnet. Es hebt sich ähnlich wie das Brno-Vistulikum in der Schwerekarte (Abb. 9) deutlich vom Saxothuringikum und Moldanubikum ab.



Abb. 9 oben Schwerekarte der Böhmischen Masse auf dem Gebiet der Tschechoslowakei.

Abb. 9 unten Terranes der Böhmischen Masse (CHALOUPSKY, 1986): 1. Saxothuringikum (Nordböhmische Zone); 2. Bohemikum (Zentralböhmische Zone); 3. Moldanubikum s.str. (Südböhmische Zone); 4. Brno-Vistulikum (Moravo-Silesische Zone).

# Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland Modelle zur Krustenstruktur der Oberpfalz (Seite 3)

Abb. 10-13: Refraktionsseismische Profile durch die Tschechoslowakei (oben: Refraktions- und Reflektionshorizonte; unten: Geschwindigkeitsverteilung in der Kruste). Die Profile wurden an den entsprechenden Stellen in die Schwerekarte der Tschechoslowakei eingefügt.

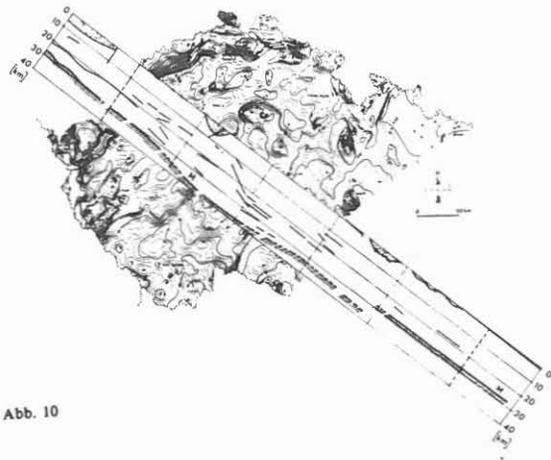


Abb. 10

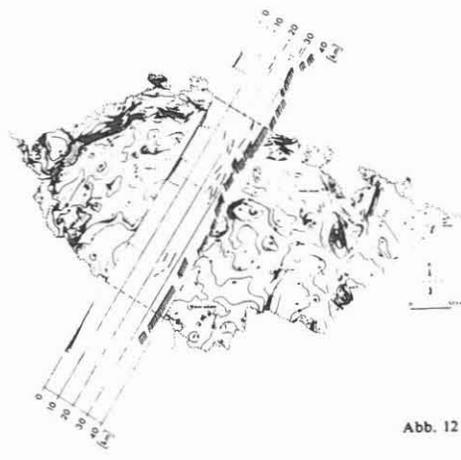


Abb. 12

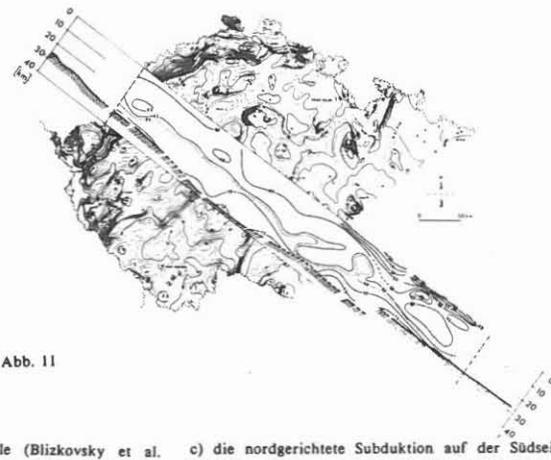


Abb. 11

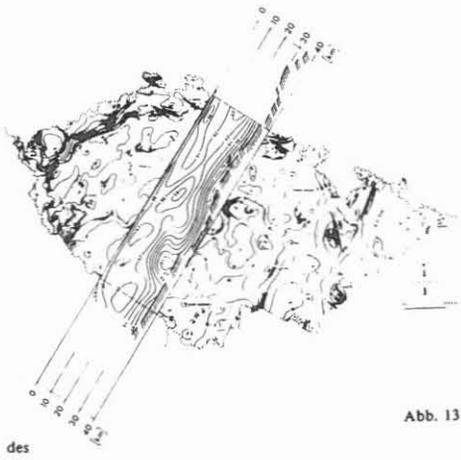


Abb. 13

Zwei refraktionsseismische Profile (Blizkovsky et al. 1985) queren die Böhmisches Masse auf dem Gebiet der CSSR. Sie wurden in den Abb. 10 bis 13 an der entsprechenden Stelle in die Schwerekarte der Tschechoslowakei eingefügt. Ähnlich wie im DEKORP 4 Profil sind in südlicher Richtung einfallende Reflektoren zu beobachten, die vom Saxothuringikum bis unter das Moldanubikum (Südböhmische Zone) reichen und erst südlich des Bohemikums etwa im Bereich des Zentralböhmischen Plutons die Kruste/Mantelgrenze (Versatz der MOHO im NE-SW Profil) erreichen. Überträgt man diese Beobachtung auf das DEKORP 4 Profil, so darf man vermuten, daß die durch SE-fallende Reflektoren gekennzeichnete Unterkruste sich sehr viel weiter nach SE fortsetzt und möglicherweise wesentliche Teile des Bavarikums unterlagert.

Für das Bohemikum ergibt sich aufgrund einer solchen Krustenstruktur eine weitgehende, vielleicht auch vollständige Allochtonie, die unsere Interpretation der MM und ZEV (auch der Klippen von Frankenberg und Wildenfels) als böhmische Klippen stützt.

Südlich des Bohemikums herrscht ein SE-vergenter Strukturbaue der auch den Südrand des Bohemikums erfaßt. Reflektionsseismische Untersuchungen am NW-Rande der Brünner Masse zeigen, daß diese unter das Moldanubikum s.str. nach NW abtaucht und etwa bis zur Pribyslav-Scherzone zu verfolgen ist (SUK, persönliche Mitteilung). Auch in der Geschwindigkeitsverteilung der seismischen Sektion von Abb. 13 deutet sich dieses NW-Fallen an. Ist dieses als Folge einer NW gerichteten Subduktion zu deuten? Diese könnte aus geometrischen Gründen nicht gleich alt mit einer südgerichteten Subduktion im Norden gewesen sein. Die heutige seismische Krustenstruktur zeigt eine Dominanz der in südlicher Richtung bis zur Kruste/Mantel Grenze einfallenden Reflektoren. Deutet man diese als Folge einer Subduktion, so ist diese

- a) entweder jünger als die mit dem südvergenten Strukturbaue verbundene Nord gerichtete Subduktion oder
- b) der südvergente Strukturbaue ist ein Sekundäreffekt der nach Süden gerichteten Subduktion auf der Nordseite des variszischen Orogens oder

c) die nordgerichtete Subduktion auf der Südseite des Orogens erlosch, als sich die variszischen Terranes so weit angenähert hatten, daß beide Subduktionen gleichzeitig geometrisch nicht mehr möglich waren. Die tektonometamorphe Prägung dauerte aber auf der Südseite im Verlauf der fortschreitenden Kollision weiter an.

Für die dritte Version (c) sprechen die Vorkommen von Eklogiten und Serpentiniten in den moldanubischen Serien und ein spätvariszischer Indentationsprozeß mit dem das Kollisionsstadium seinen Abschluß fand (WEBER 1986), und der die heutige Struktur der Böhmisches Masse bzw. der Moldanubischen Region (im Sinne von KOSSMAT 1927) in starkem Maße geformt hat.

Im Bereich der Oberpfalz sind die NW-SE streichenden D4-Strukturen auf diesen Indentationsprozeß zurückzuführen. Den Indenter bildet ein Krustenabschnitt (Terrane?) im Bereich der Süddeutschen Scholle zwischen Schwarzwald und dem Westrand der Böhmisches Masse (Vindelisches Massiv) in dem ein nach Norden konvexer Verlauf von magnetischen und gravimetrischen Anomalien und Permokarbon-Trögen (Abb. 14) eine bogenförmige Struktur des variszischen Basements nachzeichnet. Während auf der westlichen Seite dieser Struktur die SE-vergenten Überschiebungen im Schwarzwald angelegt werden, entstehen auf östlichen Seite die SW-vergenten Strukturen des Bavarikums. Diese hier mit dextralen Seitenverschiebungen verbundenen Deformationen sind im Süden mit intensiver Mylonitisierung (Pfahl-Mylonite) verbunden und nehmen nach NW an Intensität ab. Im mittleren Teil der Bogenstruktur muß sich die Indentation in S- bis SE-vergenten Strukturen unter dem mesozoischen Deckgebirge dokumentieren. Solche Strukturen wurden im Profil DEKORP 2 Süd im Bereich des Tauber-Tales ca. 20 km nordwestlich Rothenburg o.d.T. angetroffen (DEKORP research group, 1985). Die kräftigen mit 47° (BEHR & HEINRICH 1987) in nördlicher Richtung einfallenden Reflektoren dieser Taubertal-Struktur wurzeln bei etwa 5 s TWT in einem mittleren Krustenniveau, vergleichbar den äquivalenten Strukturen im Schwarzwald und am SW-Rande der Böhmisches Masse.

**SCHLUSFOLGERUNGEN:** Die Krustenstruktur der Oberpfalz ist das Ergebnis eines polyphasen Formungsprozesses, der nur auf der Grundlage sehr umfassender geowissenschaftlicher Untersuchungen rekonstruiert werden kann. Die bisherigen Untersuchungen im Bereich der Bohrlotation Oberpfalz haben gezeigt, daß die Ergebnisse lokaler Detailuntersuchungen nur dann sinnvoll interpretiert werden können, wenn sie in einen regionalen geologischen Rahmen eingebunden werden.

#### Literatur

- BEHR, H.-J. & HEINRICH, T. (1987): Tectonophysics, 142: 173-202.
- BLIZKOVSKY, M.; BURDA, M.; IBRMAJER, J.; JAKBOVA, I.; PICK, M.; SUK, M. & VYSKOCIL, V. (1985): Intern. workshop. ETH Zürich, 22 pp.
- CHALOUPECKY, J. (1986): Casopis pro mineralogii a geologii, 31, c4: 387-393.
- DEKORP Research Group (1985): J.Geophys., 57: 137-163.
- FRANKE, W. (1984): Geotektonische Forsch., 68: 253 pp.
- KASTLE, E. & TONIKA, J. (1984): Krystallinikum, 17: 59-67.
- KOSSMAT, F. (1927): Abh. Sächs. Geol. Landesamt, 1: 39 pp.
- STEIN, E. (1987): Diss. Univ. Göttingen: 125 pp.
- WEBER, K. (1986): Proc. of the 3rd EGT Workshop, Bad Honnef: European Science Foundation: 73-81.