

## Resultate photogeologisch-strukturgeologischer Interpretation der SW-Bereiche Kroatiens

Von Maksimilian Posavec \*)

Mit 2 Beilagen

### Zusammenfassung:

Photogeologische Interpretation erbrachte 5 tektonische Elemente von regionaler Bedeutung, die größtenteils mit dem bekannten zonalen Bau der äußeren Dinariden übereinstimmen. Zonaler Bau und Bogenform der Dinariden werden durch differenzielle Bewegungen der einzelnen Zonen sowie durch die SW-vergente Überschiebung der Hochkarst-Decke auf die Adriatische Flyschzone erklärt.

Der Bereich der Äußeren Dinariden ist großteils für eine Photointerpretation sehr günstig; es war z. B. auf den Photogrammen möglich, einzelne Schichtgrenzen und gewisse Rupturen oder Strukturen über 10 km Distanz zu verfolgen und in größere Strukturformen oder tektonische Einheiten zu verbinden.

Das untersuchte Gebiet (siehe Beil. 1) ist vor allem aus mesozoischen Kalken oder Dolomiten aufgebaut, wozu noch in kleinerem Umfange klastisches Tertiär hinzukommt; beide waren auf den Photogrammen klar zu trennen. Der engere Untersuchungsbereich (Beil. 1) umfaßt 15.000 km<sup>2</sup>; es wird aber auch der viel größere Raum des gesamten jugoslawischen Küstenstreifens (siehe Beil. 2) berücksichtigt, z. T. nach den Bearbeitungen von I. RAKOVEC 1956 (Slowenien), M. HERAK & Mitarb. 1960 (Gorski Kotar), S. BAHUN 1967 (Lika, Plitvice), M. OLUIĆ 1966 (Dinara-Geb.) und P. STOJADINOVIĆ 1966 (weiterer Raum von Split).

In Istrien, auf vielen der dalmatinischen Inseln, im Küstenland des Velebit-Gebirges und z. T. auch in der Lika konnten zahlreiche neue tektonische Daten von lokaler und regionaler Bedeutung photogeologisch erarbeitet werden. Es war aber nicht möglich, diese Oberflächenstrukturen mit den Ergebnissen geophysikalischer Untersuchungen und von Tiefbohrungen zu korrelieren; daher kann auch zur Kinematik der Dinariden keine Aussage getroffen werden.

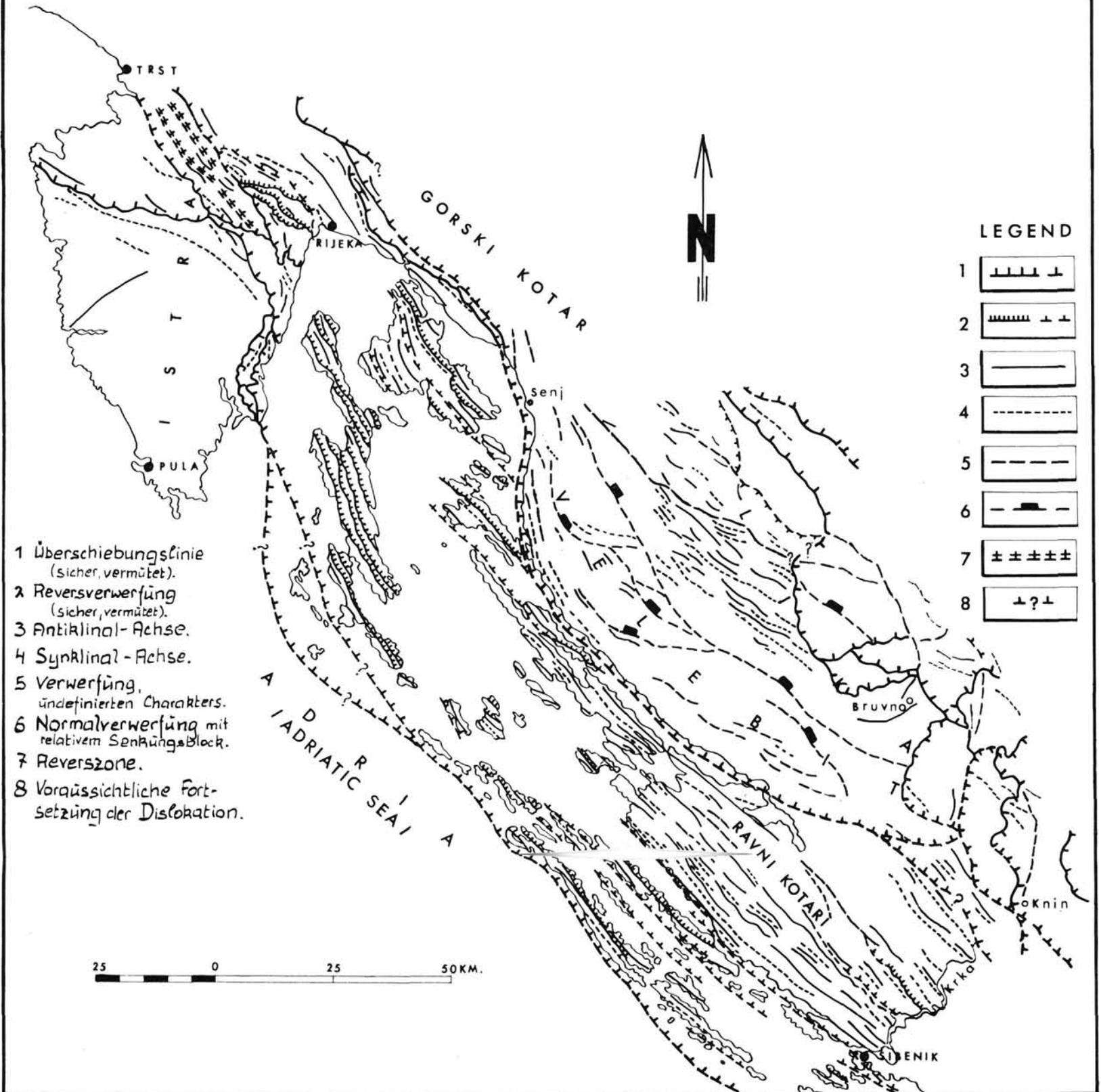
---

\*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Geol. Maksimilian Posavec, 152 Madison Aven., Toronto 180, Canada.

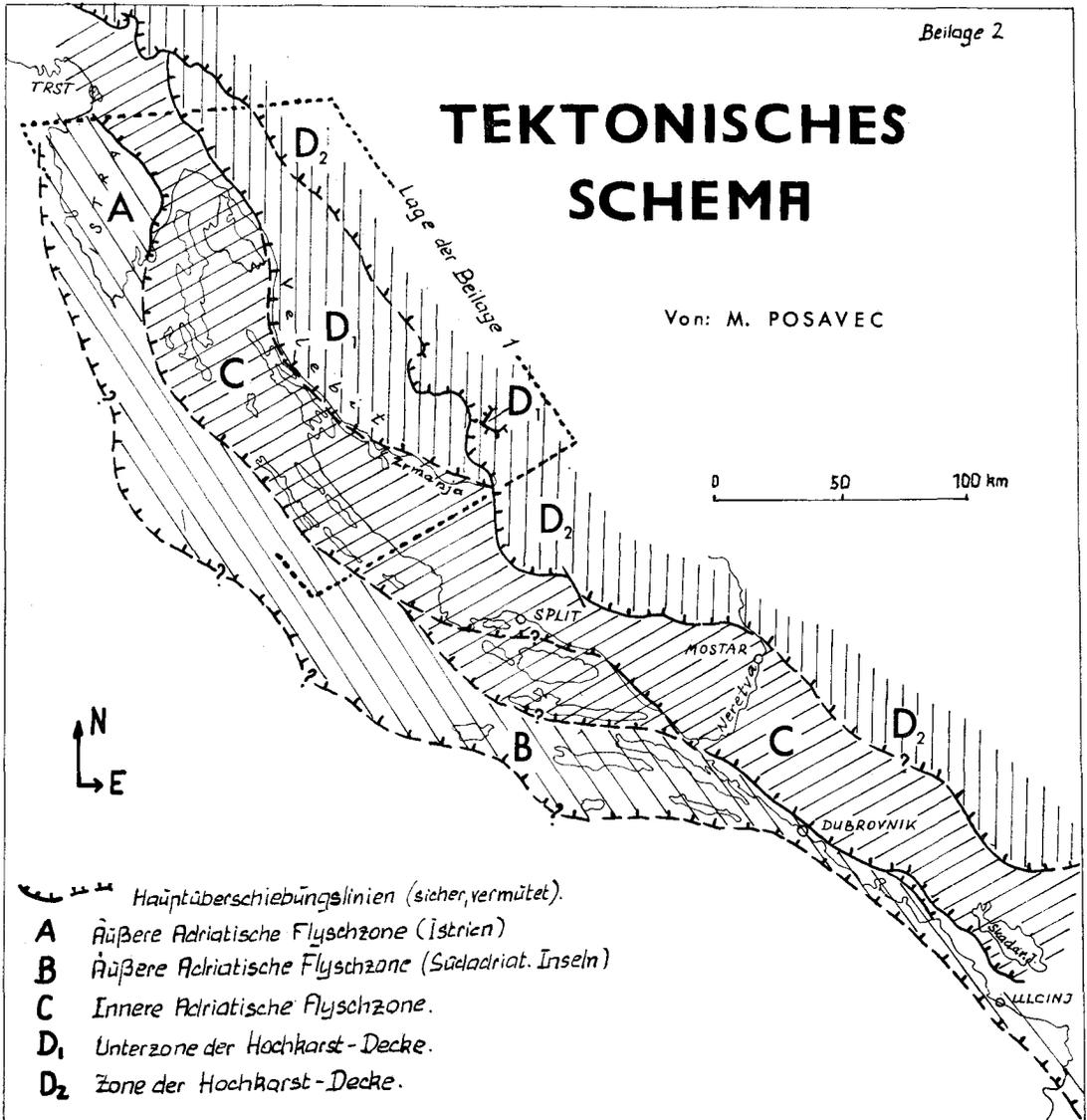
# FOTO-STRUKTUR KARTE SW DINARIDEN

/ PHOTOLOGICAL - STRUCTUROLOGICAL  
MAP OF SW DINARIC ALPS /

Von } M. POSAVEC  
By }



Die Schichtserien SW-Kroatiens sind im großen und ganzen stratigraphisch gut bearbeitet; sie sind in flachen (miogeosynklinalen) Meeresräumen sedimentiert worden (ŠUŠNJAR 1965). Tektonisch gesehen, zeigt das bearbeitete Gebiet sehr verschiedenen Bau: Von flachen Falten (SW-Istrien), über reverse Verwerfungen und Schuppenbau bis zu Überschiebungen großen Ausmaßes (über 10 km in Velebit und Lika), regional auch noch größere Bewegungen. Da einzelne Räume der Äußeren Dinariden ähnliche oder gleiche Struktureigenschaften besitzen, wurden sie zu größeren tektonischen Einheiten zusammengefaßt (siehe Beil. 1 und 2).



Die bisher vorliegenden tektonischen Karten sind oft recht widersprechend und unklar; auch sind die Schlüsselgebiete nicht immer ausreichend bearbeitet. In Ermangelung einer Charakteristik der Hauptstrukturen kam es zur schematischen Verbindung verschiedenwertiger Dislokationen: so wurden lithofaziell und strukturgeologisch verschiedene Komplexe fälschlich in Einklang gebracht. Deshalb hat auch z. B. die zu schematische Erklärung der Strukturen der Äußeren Dinariden im Sinne von großen Synklinorien und Antiklinorien zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt. Daraus ist zu ersehen, daß nur eine vollständige tektonische Bearbeitung unter Berücksichtigung der allgemeinen geologischen und stratigraphischen Daten eine gute Basis zur Verbindung der Fülle von wertvollen Gedanken und Resultaten verschiedener Untersuchungen geben kann.

Der Untersuchungsbereich wurde nun in 5 tektonische Einheiten gegliedert und zum regionalen Zonenbau der Äußeren Dinariden in Beziehung gebracht, wie ihn B. ŠIKOŠEK & W. MEDWENITSCH 1965 vertreten; diese Deutung kann z. T. bestätigt werden:

1. Adriatische Masse + Molasse, ganz von Meer bedeckt.
2. Äußere Adriatische Flyschzone; ihr gehören die Einheiten A und B an.
3. Innere Adriatische Flyschzone (Učka-Decke); entspricht der Einheit C.
4. Vom Dinarikum wird in dieser Arbeit nur die Zone der Hochkarst-Decke erfaßt (Einheit D 1 und D 2).

Die Einheit „A“ bezieht sich auf den Großteil Istriens, wo breite Falten mit flachen, teilweise sekundär modellierten Schenkeln (M. POSAVEC 1968) vorkommen. Diese Einheit ist mit dem „Autochthon“ des Adriatikums (B. ŠIKOŠEK & W. MEDWENITSCH 1965) in Einklang zu bringen. Istrien stellt einen beinahe einheitlichen tektonischen Block dar, der vor allem aus Mesozoikum aufgebaut ist und nur durch den Reversbruch der Buje-Antiklinale“ gegliedert wird.

Einheit „B“ umfaßt das Gebiet der südadriatischen Inseln und ein enges Küstengebiet, das durch große liegende oder überkippte Falten, sowie durch stärkere Revers- oder Längsstörungen oder zerscherte und verschuppte Falten in SW- oder S-Vergenz gekennzeichnet ist. Diese Zone entspricht dem SE-Teil der Adriatischen Flyschzone = Učka-Decke (B. ŠIKOŠEK & W. MEDWENITSCH 1965); man sollte sie aber als eigene Unterzone unterscheiden oder vielleicht mit der „A“-Einheit (Istrien) zu einer äußeren Adriatischen Flyschzone vereinigen, obwohl auf den ersten Blick wenige strukturelle Ähnlichkeiten bestehen.

Da bekannt ist, daß die tektonische Intensität im SE der Äußeren Dinariden größer war als im NW, könnte man vor der Učka-Decke noch eine 25—50 km breite Zone voraussetzen, die im Mittelabschnitt ganz von

Meer bedeckt ist; das wäre unsere Äußere Adriatische Flyschzone, etwa der Ionischen Flyschzone Griechenlands entsprechend. Die Außengrenze würde sich parallel der Achse des gravimetrischen Maximums erstrecken, das nach M. ROKSANDIĆ 1968 von Vis in NW-Richtung gegen Istrien verläuft. Dadurch würde das „Autochthon“ von Istrien fraglich, was bis jetzt nicht der Fall war.

Einheit „C“: Die Innere Adriatische Flyschzone hat charakteristische isoklinale, dicht aneinander gestellte Falten und mit diesen parallel longitudinale Revers-Verwerfungen sowie auch Schuppenstrukturen, die allerdings in den Randbereichen stärker ausgeprägt sind. Das Gebiet von Ravni Kotari (Zadar) kontrastiert auf den ersten Blick zu anderen Gebieten durch seine anscheinende Einfachheit der Strukturen, obwohl auf Grund von Tiefbohrungen bekannt ist, daß einige überkippte Falten in Revers-Verwerfungen mit ihren älteren Karbonatteilen über jüngeren Flyschschichten in SW-Richtung aufliegen.

Im SE-Teil der Inneren Adriatischen Flyschzone zieht ihre Innengrenze nach M. OLUIĆ 1966 von Senj in östlicher Richtung in den Raum nördlich von Mostar und dann weiter nach SE. Die lithofaziellen und strukturellen Charakteristika dieses Gebietes sind mit anderen Teilen der Einheit „C“ ident, obwohl dieser Raum bisher von der Mehrzahl der Bearbeiter zur Hochkarst-Decke (äußere Elemente) und zur Budva-Zone gezählt wurde. In diesem SE-Teil der inneren Adriatischen Flyschzone würden neben dem Flysch auch die Asphaltvorkommen charakteristisch sein. Die ganze Zone hat eine schwache Bogenform mit verschiedener Breite, abhängig von der Intensität der differentiellen Bewegungen.

Die Einheit „D 1“ umfaßt das Gebiet von Gorski Kotar und das Velebit-Gebirge, das mit seiner monoklinalen Erhebung in SW-Richtung auf die Innere Adriatische Flyschzone überschoben ist; dieser Umstand bedingt auch die verschiedene Breite dieser Einheit. Sie gehört zum NW-Abschnitt der Hochkarst-Decke, der am stärksten gegen SW bewegt wurde. Klare Beweise dieser Überschiebung sind südlich Senj zu beobachten, wo die Strukturen und Hauptstörungen der Inseln Krk und Rab (Innere Adriatische Flyschzone) mit ihrem NW—SE-Streichen in einem Winkel von 20—40° in die NNW—SSE verlaufende Velebit-Struktur (siehe Beil. 1) stoßen. Im Velebit verläuft die Stirnfront der Hochkarst-Decke parallel zur Küstenlinie, entlang dem Velebit-Kanal; nach NW setzt sie sich im Snežik (Schneeberg), Hruščica (Birnbauer Wald) und Trnovski Gozd (Ternowaner Wald) fort; die südöstliche Fortsetzung zeigt ab Obrovac eine Bogenform, die gegen den inneren Teil der Hochkarst-Decke stößt. Eine analoge Situation sieht man auf der tektonischen Karte von M. OLUIĆ 1966 im Gebiet östlich von Split: Dort stoßen die Strukturen der Inneren Adriatischen Flyschzone auch gegen die Stirne der Hochkarst-Decke, aber unter einem kleineren Winkel als im vorhergehenden Falle.

Die Einheit „D 1“ sollte man wegen ihrer strukturellen und lithofaziellen Verschiedenheiten gegenüber dem restlichen Teil der Hochkarst-Decke („D 2“) als gesonderte „Äußere Unterzone der Hochkarst-Decke“ auscheiden.

Die Einheit „D 2“ umfaßt das Gebiet der östlichen Lika sowie die im NW und SE anschließenden Räume, die durch starke tangentiale Bewegungen und stärkere Verwerfungen großer tektonischer Einheiten intensiv in SW-Richtung bewegt sind. Diese fächerartig übereinander liegenden Schuppen zeigen Bewegungen von mehr als 10 km. Besonders hervorzuheben ist, daß diese Zone „D 2“ auch als Ganzes bewegt wurde, im Ausmaß von mehreren Zehnern von Kilometern. Das beweisen sehr schön zwei tektonische Fenster (Jura unter Trias, in beiden Fällen). Diese Einheit „D 2“ stimmt mit dem größeren inneren Teil der Hochkarst-Decke überein. Da die Intensität der tektonischen Aktivität, insbesondere der tangentialen Bewegungen von außen gegen innen immer größer wird, können in den inneren, vor allem in den SE-Teilen der Inneren Dinariden, noch mächtigere Bewegungen als bisher festgestellt, angenommen werden. Die einzelnen Einheiten sind von den anderen Einheiten durch Verwerfungen getrennt, die nach den lokalen Oberflächenformen den Charakter starker reverser Verwerfungen haben, stellenweise aber mehr oder weniger ausgeprägte Überschiebungstendenz in der Stirnfront zeigen. Wenn wir aber die Grenzdislokationen der verschiedenen Struktureinheiten regional betrachten, haben sie einen Überschiebungscharakter.

Die Hochkarst-Zone als Ganzes hat genügend strukturelle und fazielle Charakteristika, die von jenen der Adriatischen Flyschzone derart verschieden sind, daß man sie als eine Decke im genetischen Sinne ansehen kann. Besonders ist die Tatsache hervorzuheben, daß die Schichtserien nach der Überschiebung durch radikale Verwerfungen disloziert wurden; so wird besonders in der Zone der Hochkarst-Decke die Rekonstruktion der Hauptüberschiebungsbahnen erschwert, was auch zu unrichtigen Interpretationen führte. Es kam auch längs einiger Überschiebungslinien und Revers-Verwerfungen (Lika, Gorski Kotar) zu Senkungen, was zu einer Versteilung der Flächen und zu einem negativen Relief der früher gehobenen Überschiebungs-Flügel führte. Die spätere starke Erosion hat in solchen Fällen diesen Eindruck noch verstärkt.

Abschließend möchten wir wiederholen, daß der Untersuchungsbereich in struktureller Hinsicht sehr verschieden gestaltet ist: flacher Faltenbau, normale — und Reversverwerfungen, Schuppenstrukturen und Überschiebungen mit Beträgen von mehr als 15 km. Regional betrachtet sind für die Großzonen Überschiebungsbeträge von mehreren Zehnern von Kilometern möglich und zu postulieren. Die Bogenform der Hauptzonen der Äußeren Dinariden spricht besonders dafür. Daraus ergibt sich aber, daß die Oberflächenkomplexe tangential stärker über das Autochthon nach SW bewegt wurden als die tieferen Serien. Es stellt sich dabei nur die Frage, in welcher

Teufe die Überschiebungslinien liegen und ob alle Dislokationen zwischen den verschiedenen Zonen auch Stirnteile von Überschiebungen darstellen. Antwort auf diese Frage wird man von geophysikalischen Untersuchungen und von Tiefbohrungen erwarten können.

Die Ergebnisse dieser photogeologisch-strukturgeologischen Interpretation bestätigen im großen und ganzen die bisherigen Ansichten „gemäßigter Nappisten“ über den tektonischen Bau der Äußeren Dinariden und zeigen die Möglichkeit auf, viele wertvolle Daten aus den Dinariden, die luftbildmäßig verhältnismäßig gut zu erfassen sind, in relativ kurzer Zeit zu erhalten.

#### Literaturhinweise:

- Aubouin, J.: 1960: Essai sur l'ensemble italo-dinarique et ses rapports avec l'arc alpin. — Bull. Soc. Géol. de France, **2**, Paris, S. 487—526.
- Bahun, S.: 1968: Geološka osnova hidrogeoloških odnosa krškog područja između Slunja i Vrbovskog. — Geol. Vjesnik, **21**, Zagreb.
- Herak, M. u. Mitarb.: 1961: Novi elementi tektonike u području gornjeg toka rijeke Kupe. — Geol. Vjesnik, **14**, Zagreb.
- Ivanović, A. & Posavec, M.: 1966: Fotogeološka karta otoka Jadrana i obale od ušća Krke do Bakra. — Arh. Inst. geol. istraž., Zagreb.
- Kober, L.: 1952: Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. — Pos. izd. SAN, **189**, Geol. Inst., knj. **3**, Beograd.
- Mikinčić, Vj.: 1953: Geološka karta Jugoslavije, 1 : 500 000. — Beograd.
- Oluić, M.: 1966: Tektonska gradnja srednje Dalmacije i južnih dijelova Bosne i Hercegovine na osnovu fotogeološke obrade. — Nafta, **11/12**, Zagreb.
- Petković, K. V.: 1958: Tektonischer Bau der Dinariden Jugoslawiens. — Jb. Geol. B.-A., **101/1**, Wien.
- Posavec, M.: 1968 a: Fotogeološke interpretacija Južne Istre. — Geol. Vjesnik, **21**, Zagreb.  
— 1968 b: Fotogeološko-strukturološka interpretacija područja jugozapadne Hrvatske. — Arhiv Inst. geol. istraživ., Zagreb.
- Rakovec, I.: 1956: Pregled tektonske zgradbe Slovenije. — 1. Kongres geol. Jugosl. na Bledu 1954, Ljubljana.
- Roksandić, M.: 1966: Subsurface and surface structures in the Outer Dinarides and the Adriatic Sea. — Vesn. Zav. geol. i geof. istr. C, **7**, Beograd.
- Sikošek, B.: 1958: Tektonik der jugoslawischen Südalpen. — Zbornik Geol. Inst. „J. Zujović“, **10**, Beograd.
- Sikošek, B. & Medwentsch, W.: 1965: Neue Daten zu Fazies und Tektonik der Dinariden. — Verh. Geol. B.-A., Sond. H. **G**, Wien, 86—102.
- Stojadinović, P.: 1966: Fotogeološka tektonska karta područja Šibenik, Pelješac i srednje Dalmatinskih otoka. — Arhiv INA, Zagreb.
- Sušnjar, M. & Mitarb.: 1965: Stratigrafija gipsnih naslaga Unske doline i korelacija s poznatim evaporitnim naslagama i popratnim facijesima u Primorju, Dalmaciji, Lici i Zapadnoj Bosni. — Acta geol., **5**, Jugosl. Akademija, Zagreb.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 4. Mai 1970.