

## Dynamische und räumliche Sedimentationsbedingungen der mesozoischen Karbonatgesteine im Dinarischen Karstgebiet

Von M. HERAK, A. POLŠAK, I. GUŠIĆ & Lj. BABIĆ, Zagreb \*)

Die bis 7000 m mächtige Karbonatentwicklung des Dinarischen Karst zeigt deutliche Beziehungen zu orogenetisch-epirogenetischen Phasen.

Bereits die Triassedimentation wird durch Bodenunruhen insofern beeinflusst, als durch sie die reine Karbonatsedimentation, zeitlich und in ihrem Umfang verschieden, durch terrigene Einschüttungen überlagert wird. Die pfälzische Phase schuf im Dinarischen Karst Landoberflächen, die zu einer reichlicheren Zufuhr von klastischem Material in die untertriadischen Becken führten. In diese Klastite schalten sich — gegen das Hangende zu an Mächtigkeit und Verbreitung zunehmend — Karbonatgesteine ein. Im tieferen Teil sind es vor allem oolithische, meist dolomitische Kalkarenite und feinkörnige Kalke bzw. Dolomite mit einem Karbonatgehalt zwischen 50 und 90%. Gegen oben zu werden diese Gesteine reiner (80—90%  $\text{CaCO}_3$ ) und feinkörniger, wodurch Mergelkalke (Kalzilutite) bzw. ihre dolomitischen Äquivalente entstehen (HERAK, SOKAČ & ŠČAVNIČAR, 1967). Das Auftreten von *Claraia*, *Pseudomonotis*, *Turbo*, *Tirolites*, *Dinarites* usw. zeigt, daß Verbindungen mit dem Alpenbereich geherrscht haben müssen, während *Meekoceras*, *Pseudosageceras*, *Hedenstroemia* usw. auf Beziehungen mit dem Südosten des mediterranen Geosynklinalgebietes hinweisen.

Die darüber folgenden Kalke und Dolomite der anisischen Stufe (HERAK, SOKAČ & ŠČAVNIČAR, 1967) können verschiedentlich durch Klastite bzw. Vulkanite vertreten werden. Verknüpft mit lokalen Sedimentationsunterbrechungen, wie z. B. in Gorski Kotar, Kočevsko usw. (BABIĆ, 1968) weist dies auf Bodenunruhen hin. Im allgemeinen herrscht jedoch eine kontinuierliche Sedimentation, wobei die sich aus den Untertrias-Dolomiten entwickelten Anis-Dolomiten durch ein fein- bis grobkörniges Mosaik unregelmäßiger Körner charakterisiert sind und meist keine organischen Reste lieferten. Ihr Dolomitgehalt beträgt 90%. Wechselagernd mit ihnen kommen stellenweise kalkige Dolomite mit einem Dolomitgehalt zwischen 70 und 86% vor. Sie sind durch wellige Lamina kryptokristallinischen Karbonats, die wahrscheinlich von Algen herrühren, charakterisiert. Gegen oben zu gehen diese Gesteine in Dolomite über, die Fragmente von Algen, Crinoiden, Hydrozoen, Korallen, Kleinforaminiferen, Mollusen usw.

\*) Anschrift der Verfasser: Geol. paläont. Institut der Naturwiss.-math. Fakultät, Zagreb, Socijal. Revol. 8, Jugoslawien.

führen. Sie sind meistens rekristallisiert, zeigen jedoch fast immer noch Reste des ursprünglichen mikritischen Gefüges.

Auch innerhalb des Bereiches der klastischen Ablagerungen finden sich kalkige Einschaltungen, aber auch, vermutlich postmortale Anhäufungen von Cephalopoden. Gegen Ende des Anis kommt es zur Bildung von Karbonatklastiten.

Die Sedimentation setzt meist ohne Unterbrechung in die ladinische Stufe fort, wobei eine merkliche lokale Vertiefung des Sedimentationsraumes und eine fortschreitende Meeresabdeckung festgestellt werden kann. Die Hauptsedimente sind neritische Kalke und Dolomite, die lateral und vertikal in klastische und vulkanogene Ablagerungen übergehen können. Die Gesteine entsprechen lithologisch weitgehend denen des Anis. Bei den Einschaltungen in die Klastite handelt es sich vorwiegend um gradierte Kalkarenite, Kalzilutite sowie tonige Kalke. Tuffitische Kalke sind ein Hinweis auf vulkanische Tätigkeit zu dieser Zeit.

Die mitteltriadische Bodenunruhe (junglabinische Phase) führte örtlich wie z. B. in der Lika zu einer Heraushebung mit einer starken Verkarstung und Bildung bauxitischer und klastischer Basalsedimente des Karns. Sie treten an vielen Orten als Füllungen in ladinischen Karstdolinen auf. Die Klastite führen örtlich auch vulkanogene Beimengungen. Diese Basissedimente werden, meist noch im Karn, von mehr oder minder homogenen, zum Teil rhythmischen Karbonatsedimenten überlagert. Der Übergang von den Klastiten zu den kalkigen Dolomiten („Hauptdolomit“) ging im Hochkarstgebiet allmählich vor sich. Nur selten werden die Dolomite durch reine, lokal megalodontenführende „Dachsteinkalke“ vertreten. Bisweilen findet man in letzteren auch Reste von Kalkalgen.

Im westlichen Teil des Dinarischen Karstes lassen sich in der Obertrias drei Gesteinstypen unterscheiden, und zwar stromatolithische Dolomite, fein- bis grobkristalline Dolomite und tonige Einschaltungen. Die Stromatolithen gleichen denen der Nordalpen: Eine planare Lamination ist meist mit 2—6 mm hohen Hemisphäroiden kombiniert. Stellenweise liegen sie über einer durch Austrocknung deformierten Kruste. Molluskenreste sind selten. Austrocknungsphasen zeigen sich in kleinen, einige Millimeter mächtigen, teilweise etwas gefalteten Platten, deren Kanten aufwärts gekrümmt sind und die zu Brekzien angehäuft sein können. Austrocknungshohlräume sind mit manchmal geopetalem Sparit gefüllt. Die bis zu 150 cm mächtigen stromatolithischen Ablagerungen treten in verschiedenen Horizonten der oberen Trias auf. Sie nehmen jedoch nur ca. 15—30% der gesamten Schichtfolge ein. Bei den Ablagerungen handelt es sich um littorale bis supralittorale Bildungen eines Bereiches starker Evaporation und schlechter Lebensbedingungen.

Mit diesem Dolomittypus wechsellagern fein- bis grobkristalline Dolomite. Lamellibranchiata, Gastropoda, Dasycladaceen usw., kleinere konzentrisch gewachsene Körner sowie größere Onkoide sind Hinweise auf eine größere Wasserturbulenz als sie im Bereich der stromatolithischen Dolomite vorhanden war. Vermutlich handelt es sich um Bildungen des seichten Infralittorals.

Bei den einige Zentimeter mächtigen tonigen Einschaltungen handelt es sich um

graue, grüne oder rote Residualsedimente (FISCHER, 1964), die während kürzerfristiger Auftauchperioden gebildet wurden.

Die Schichtfolge läßt sich mit einer allgemeinen Senkung des Sedimentationsraumes und ihre Kompensation durch littorale, supralittorale und infralittorale Ablagerungen erklären.

Hingewiesen muß noch auf die örtlichen Funde karnischer Cephalopodenkalke sowie auf die Budvazone im Küstengebiet von Montenegro werden, wo es — einen tieferen Sedimentationsbereich anzeigend — zur Bildung dünn-schichtige Halobienkalke die mit Hornstein-Schichten wechsellagern, kam.

Die Karbonatgesteine des Jura, welche sich kontinuierlich aus den Triassedimenten entwickeln, bestehen zum überwiegenden Teil aus Seichtwasserablagerungen. Ihr petrographischer Aufbau wurde von RAFFAELLI, ŠČAVNIČAR & ŠIMUNIĆ, 1965, beschrieben.

Bei den Seichtwassersedimenten des Lias handelt es sich einerseits um dichte fossilarme Mikrite in denen vereinzelt benthonische Foraminiferen und Ostracoden auftreten, die in einem schlecht durchlüfteten Flachwasserareal abgelagert wurden und die gelegentlich Einschaltungen bituminöser Kalke und Tone mit spärlichen Resten von Kohlesubstanzen (BABIĆ & GUŠIĆ, 1969) bzw. von Landpflanzen zeigen. Das andere Extrem sind Kalkarenite und Kalzirudite mit einer sparitischen Matrix. Benthonische Großforaminiferen (Lituolidae), Dasycladaceen, Codiaceen, Mollusken, Ooide, Pseudo-Ooide und Intraklaste sind Anzeichen eines seichten Meeresbereiches mit starker Turbulenz. Diesem Typus gehören auch die Lithiotiskalke an. Dazu kommen noch Dolomite mit einem Dolomitgehalt zwischen 30 und 80%, sowie, sehr selten, Cephalopoden-führende Schichten. Der erstgenannte mikritische Typus tritt vor allem in tieferen, der sparitische im mittleren Lias auf.

Der Oberlias ist faziell reich differenziert, jedoch noch wenig untersucht. Neben pflanzenführenden bituminösen Kalken finden sich mikritische Cephalopodenkalke, Mergelkalke, Dolomite bzw. im kroatischen Teil des Hochkarstes dünn-geschichtete, mikritische Kalke ohne Organismen und mit einer örtlichen Dolomitisierung, sogenannte „Fleckenkalke“.

Eine ähnliche Faziesdifferenzierung mit Mikriten, z. T. oolithischen bzw. Dasycladaceen-führenden Kalkareniten und stellenweise Dolomiten kann auch im Dogger festgestellt werden. Örtlich kann als Zeichen von Sedimentationsunterbrechung der Dogger auch fehlen (RADOIČIĆ, 1964).

Im Malm sind folgende Fazies zu erwähnen: Die Kalke der Riffkomplexe und die pelagischen Karbonatablagerungen. Erstere sind einerseits durch das Auftreten von Korallen, Chaetetiden, Spongiomorphiden, Parastromatoporidae und kleinen Diceratiden, andererseits durch eine Assoziation von Korallen, Actinostromariiden, Sphaeractiniiden und großen Diceratiden charakterisiert. Nach MILAN, 1965, 1969, gehört erstere Gemeinschaft dem Untermalm, letztere dem Obermalm an, während TURNŠEK, 1966, und BUSER, 1968, in ihnen altersgleiche Bildungen sehen.

Die pelagischen Lemeßschichten sind dünn-geschichtete bis laminierte Mikrite, die teilweise mergelig entwickelt sein können bzw. Hornsteinschichten enthalten.

An Fossilien finden sich Perisphinctiden, Oppediiden, Haploceratiden (FURLANI, 1910, ZIEGLER, 1963), Aptychen und pelagische Mikrofossilien, wie Radiolarien, Protoglobigerinen, Saccocoma usw. (RADOIČIĆ, 1966). Während sie von FURLANI, 1910, als lagunäre Bildungen bzw. als Seichtwassersedimente aufgefaßt wurden, deutet man sie heute als pelagische Ablagerungen. Erschwerend für letztere Deutung ist ihr isoliertes Auftreten (Trnovski Gozd, Gorski Kotar, Lička Plješevica und Lemeš), sowie das fehlen von Phylloceratiden und Lytoceratiden.

Die verbreitetsten Sedimente des Malm sind Mikrite mit über 97%  $\text{CaCO}_3$ . Sie führen Dasycladaceenreste, Codiaceen, Onkoide und benthonische Foraminiferen. Diese Stillwassersedimente können mit oolithischen und pseudoolithischen Kalken wechsellagern, die in Zonen höherer Wasserbewegung entstanden sind.

Bauxitfunde im Malm von Istrien (POLŠAK, 1965 b) und Nanos (BUSER, 1968) auf sekundärer Lagerstätte sprechen für zeitweise Sedimentationsunterbrechungen mit Schaffung von Landoberflächen während des Juras im Gebiet des heutigen Hochkarstes. Vor allem im Lias und Dogger von Montenegro im Gebiet von Vojnik-Štitovo und Nikšić-Morača (RADOIČIĆ, 1964), sowie Kupres in Bosnien (PAPEŠ & VLAHINIĆ, 1968) und im Dogger von Trebnje in Slovenien (BUSER, 1968) finden sich Hinweise auf derartige Sedimentationsunterbrechungen. Die jungkimmerische Hebung führt u. a. in Istrien, Dalmatien und Montenegro stellenweise zu einer Emersion und zur Bildung von Bauxit und Brekzien. Meistens setzte jedoch die Kreidesedimentation ununterbrochen aus dem Jura fort, wie z. B. in Lička Plješevica, Mala Kapela usw. Auch innerhalb der Unterkreide finden sich Anzeichen von Hebungen und Emersionen (Gračac-Bruvno-Udbina, Velebit, Montenegro) mit Reduktion der Ablagerungen und Bildung von Bauxitlagern. In Istrien fanden sich in Kalksteinen des Alb Fährten bipeder Dinosaurier. Dort wo die Sedimentation kontinuierlich verlief kam es vor allem zur Bildung von Mikriten und Kalkareniten mit bis zu 98%  $\text{CaCO}_3$ . Die Biogene bestehen vorwiegend aus benthonischen Seichtwasserforaminiferen und Algen (*Cuneolina*, *Orbitolina*, *Nezzazata*, *Dictyoconus*, *Salpingoporella*, *Actinoporella*, *Macroporella* usw.). Von den Mollusken sind nur *Toucasia* und *Requienia* häufiger, wobei sie jedoch nur ausnahmsweise geringmächtige Biostrome bilden. Nerineiden können örtlich zu echten Lumachellen vereinigt sein, z. B. im Alb Istriens. Das Zurücktreten der makrobenthonischen Organismen führte zu einem fehlen von Biokalziruditen in der Unterkreide, während sie in der Oberkreide sehr häufig sind. Örtlich treten Dolomite mit einem Dolomitgehalt von 50—80% auf. Gegen Ende der Unterkreide werden vor allem in Südistrien, im kroatischen Küstengebiet, im Velebit-Gebirge, in der Lika, auf der Insel Korčula usw. kalkige und kalkig-dolomitische Rutschbrekzien gebildet, die in der tieferen Unterkreide nur lokal und geringmächtig sind, in der höheren Unterkreide dagegen häufiger angetroffen werden können (ŠIMUNIĆ, 1968).

Als Folge der austrischen Phase kam es stellenweise zur Bildung autochthoner Brekzien (z. B. in Istrien und in der Lika), lokaler Diskordanzen (Biokovo, Mosor, Insel Lastovo) und Bauxitlager (Montenegro). Die mächtigen Kalke der Oberkreide sind durch eine reichliche Biogenführung charakterisiert. Dolomite und

autochthone Brekzien treten dagegen zurück. Bereits ab dem Cenoman finden wir in weiter Verbreitung Rudisten: Im Cenoman *Caprinidae*, und mehrere Genera der *Radiolitidae*, im Turon *Radiolites* und *Durania* und gegen Ende auch einige Vertreter der *Hippuritidae*, die vor allem zwischen Santon und Maastricht eine dominierende Rolle in den Biozönosen spielen. Im Cenoman und Turon sind die *Chonodrodonten* stellenweise auch *Nerineen* häufiger. Die Rudisten bilden gedrängte Gemeinschaften die große Flächen des Sedimentationsraumes einnahmen. Sie zeigen Bereiche guter Durchlüftung und stärkerer Wasserbewegung an. Dabei kam es zur Bildung bis zu 10 m mächtiger Biostrome, wie z. B. in Istrien (POLŠAK, 1965 a). Sie wechsellagern mit Biokalkareniten und -kalziruditen, wobei in letzteren häufig die Deckschalen von Rudisten als einzige Organismenreste vorkommen. Kleinere Fragmente beider Klappen, die aus den Biostromen durch die Strömungen weiter transportiert werden konnten, finden sich dagegen als häufige Bestandteile vieler Kalkarenite. In verschiedenen Horizonten der Oberkreide treten dünngeschichtete Kalke, die sporadisch Hornsteine enthalten, auf. Sie können bituminös sein. Sie finden sich oft am Rand oder innerhalb der von Rudisten besiedelten Areale. Benthonische Organismen fehlen, dagegen treten nektonische Formen, wie Fische und manchmal auch Reptilien (Ebene von Triest und Komen, auf der Insel Lošinj, Hvar, Korčula, Brač, Šolta usw.) auf. Ammoniten (S. Istrien, Biokovo) und *Inoceramen* (Hvar) sind selten. *Globotruncanen* und *Globigerinen* sind häufig, ebenso die „*Oligosteginiden*“-Gemeinschaft (*Pithonella*, *Stomiosphaera*, *Calcisphaerula*), besonders im Turon und Untersenon entlang der Küste und auf den Inseln, während sie im Inneren des Dinarischen Karstes nur ausnahmsweise vorkommen. Es spricht dies für pelagische Einflüsse von SW (AMŠEL, 1969). Ähnliche Gemeinschaften wurden auch bei Čabulja und Velež in der Herzegowina gefunden, was zeigt, daß auch am NE-Rand des Karstgebirges ähnliche Verhältnisse herrschten (POLŠAK & SLIŠKOVIĆ, 1966).

Reine pelagischen, dünngeschichtete Hornsteinkalke finden sich im montenegrinischen Küstengebiet (Budva-Zone) und im Idrija Tal in Slovenien. Sie sind reich an *Globotruncanen*.

Die relativ schwache Iaramische Faltung und Heraushebung brachte das Ende der geschilderten mesozoischen Karbonatentwicklung und bereitete die paläogene Transgression vor.

### Zusammenfassung

Mit der junglabinischen Phase zwischen Mittel- und Obertrias wurde im Dinarischen Karst eine submarine Karbonatschwelle geschaffen. Sie ermöglichte bis zum Ende der Kreide eine stellenweise ununterbrochene Karbonatsedimentation mit einer Mächtigkeit bis zu 7000 m. Sporadische Hebungen und Senkungen führten örtlich zu einer Reduktion der Folgen bzw. zu Schichtlücken mit terrestrischen Verwitterungsdecken. Diese Schwelle war zeitweise ca. 650 km lang und ca. 150 km breit (GRANDIĆ, 1969). Am starrsten scheint ihr mittlerer Teil gewesen zu sein, wo die pelagischen Einflüsse, die seit dem Jura örtlich feststellbar sind, am geringsten waren und wo wir am häufigsten eine kontinuierliche Seichtwasser-Folge vorfinden.

## Literatur

- AMŠEL, V.: Microbiofacial characteristics of the Upper Cretaceous in the Adriatic coastal area (kroat. mit engl. Zus.). — III simp. Dinarske asocij., 1, 11—18. Zagreb 1969.
- BABIĆ, LJ.: Sur le Trias dans le Gorski Kotar et les régions voisines (kroat. mit franz. Zus.). — Geol. vjesnik, 21, 11—18. Zagreb 1968.
- BABIĆ, LJ., & GUŠIĆ, I.: New data about the Jurassic and the Lower Cretaceous in Gorski Kotar (Croatia) (kroat. mit engl. Zus.). — Geol. vjesnik, 22, 17—23. Zagreb 1969.
- BEŠIĆ, Z.: Geologischer Führer durch die Volksrepublik Crna Gora (serb. mit deutsch. Zus.) — 559 pp., Titograd 1959.
- BUSER, S.: The development of Jurassic strata in the Outer Dinarids of Slovenia (slow. mit engl. Zus.). — I kolokvij geol. Dinaridov, 1, 59—67. Ljubljana 1968.
- FISCHER, A. G.: The Lofers cyclothems of the alpine-Triassic. — Bull. Kansas Geol. Surv., 169, 107—149. Topeka 1964.
- FURLANI, M.: Die Lemeš-Schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mitteldalmatien. — Jb. Geol. Reichsanst., 60/1, 67—98. Wien 1910.
- GRANDIĆ, S.: Some exploration results of the stratigraphic model of sedimentation in younger Mesozoic carbonate strata of the external Dinarides (kroat. mit engl. Zus.). — III simp. Dinarske asocij., 1, 43—50. Zagreb 1969.
- GUŠIĆ, I.: Biostratigraphic and micropaleontologic characteristics of some Jurassic cross-sections in Central Croatia (kroat. mit engl. Zus.). — Geol. vjesnik, 22, 89—97. Zagreb 1969.
- GUŠIĆ, I., & BABIĆ, LJ.: Some biostratigraphic and lithogenetic characteristics of the Jurassic in Zumberak (NW Croatia) (kroat. mit engl. Zus.). — Geol. vjesnik 23 (im Druck). Zagreb 1970.
- HERAK, M., SOKAČ, B., & ŠČAVNIČAR, B.: Correlation of the Triassic in SW Lika, Paklenica and Gorski Kotar (Croatia). — Geol. sbornik, 18/2, 189—202. Bratislava 1967.
- JURKOVIĆ, I., & SOKAČ, K.: Stratigraphical, paragenetical and genetical characteristics of bauxites in Yugoslavia. — Symp. sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium, 1, 253—263. Zagreb 1964.
- MILAN, A.: Corrélation du Malm de la Lička Plješevica du Senjsko Bilo et des versants SW de la Velika Kapela (kroat. mit franz. Zus.). — Acta geologica, 5, 367—372. Zagreb 1965.
- MILAN, A.: Faziesverhältnisse und Hydrozoofauna des Malms im Küstenland des nördlichen Velebit und Velika Kapela (kroat. mit deutsch. Zus.). — Geol. vjesnik, 22, 135—217. Zagreb 1969.
- NIKLER, L., & SOKAČ, B.: Biostratigraphy of the Jurassic of Velebit (Croatia). — Geol. vjesnik, 21, 161—176. Zagreb 1968.
- PAPEŠ, J., & VLAHINIĆ, K.: Stratigraphische Übersicht über die Jura- und Unterkreidesedimente der äußeren Dinariden Bosniens und der Herzegowina (kroat. mit deutsch. Zus.). — I kolokvij geol. Dinaridov, 1, 69—79. Ljubljana 1968.
- PLENIČAR, M.: The stratigraphic development of Cretaceous beds in southern Primorska (Slovene Littoral) and Notranjska (inner Carniola) (slow. mit engl. Zus.). — Geologija, 6, 22—145. Ljubljana 1960.
- POLŠAK, A. (1965 a): Géologie de l'Istrie méridionale spécialement par rapport à la biostratigraphie des couches crétacées. — Geol. vjesnik, 18/2, 415—510. Zagreb 1965.
- POLŠAK, A. (1965 b): Stratigraphie des couches jurassiques et crétacées de l'Istrie centrale (kroat. mit franz. Zus.). — Geol. vjesnik, 18/1, 167—187. Zagreb 1965.
- POLŠAK, A., & SLIŠKOVIĆ, T.: La limite du Crétacé inférieur et du Crétacé supérieur et la biostratigraphie du Crétacé supérieur dans les Dinarides externes. (kroat. mit franz. Zus.). — Referati VI savet. geol. Jugosl., 1, 327—341. Ohrid 1966.
- RADOIČIĆ, R.: Microfaune des calcaires du Lias supérieur du Montenegro du Nord, de Stara Raška et de Rožaj (serb. mit franz. Zus.). — Vesnik Zav. geol. geofiz. istraž. (A), 20, 211—221. Beograd 1962.
- RADOIČIĆ, R.: Mikropaleontološke odlike i stratigrafska korelacija nekih jurskih stubova spoljašnjih Dinarida (ohne Zus.). — Nafta, 15/10, 294—303. Zagreb 1964.
- RADOIČIĆ, R.: Microfaciès du Jurassique des Dinarides externes de la Yougoslavie. — Geologija, 9, 156 pl., Ljubljana 1966.

- RAFFAELLI, P., ŠČAVNIČAR, B., & ŠIMUNIĆ, A.: Petrographic characteristics of some carbonate rocks of Velebit Mountain, Gorski Kotar and the Korana river (Croatia) (kroat. mit engl. Zus.). *Geol. vjesnik* 18/2, 245—254. Zagreb 1965.
- ŠIMUNIĆ, A.: The sedimentary-petrographic characteristics of the Cretaceous carbonate sediments of the littoral Croatia and the south-eastern part of Lika (kroat. mit engl. Zus.). — I kolokvij geol. Dinaridov, 1, 101—105, Ljubljana 1968.
- TURNŠEK, D.: Upper Jurassic hydrozoan fauna from southern Slovenia (slow. mit engl. Zus.). — *Razprave Slov. akad. nauka, IV razr.*, 9, 337—428. Ljubljana 1966.
- ZIEGLER, B.: Die Fauna der Lemeš-Schichten (Dalmatien) und ihre Bedeutung für den mediterranen Oberjura. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1963, 8, 405—421. Stuttgart 1963.