

**K. k. Geologische Reichsanstalt.**

---

Erläuterungen  
zur  
**Geologischen Karte**

der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder  
der  
**Österr. - Ungar. Monarchie.**

SW-Gruppe Nr. 124.

**Sinj und Spalato.**

---

(Zone 31, Kol. XV der Spezialkarte der Österr.-Ungar.  
Monarchie im Maßstabe 1:75.000.)

---

Von

**Dr. Fritz v. Kerner.**



**Wien 1916.**

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei R. Lechner (W. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung  
I., Graben 31.

**Erläuterungen**  
zur  
**Geologischen Karte**  
SW-Gruppe Nr. 124  
**Sinj und Spalato.**

Von Dr. Fritz v. Kerner.

---

**Einleitung und Literaturverzeichnis.**

Das Kartenblatt Sinj—Spalato umfaßt Teilstücke mehrerer orographischer Einheiten. Sein Nordwestviertel wird vom Polje von Muć in W—O-Richtung, sein Nordostviertel vom Sinjsko polje in N—S-Richtung durchquert; die südwestliche Blattecke nimmt der Golf von Castelli ein. Das nordwärts von der Mućer Furche aufsteigende Terrain gehört zur Svilaja, das ostwärts von der Ebene von Sinj befindliche zum Prolog; von dem meerwärts von jenen Poljen gelegenen Gebiete fällt der Westabschnitt dem Hügellande der Zagorje, der Südabschnitt dem Mosor zu. Dazwischen breitet sich, die Blattmitte einnehmend, das Polje von Dicmo mit seinen Randgebirgen aus.

Ein Abriß über die Geschichte der geologischen Erforschung des Gebietes dürfte durch das nachfolgende Literaturverzeichnis entbehrlich gemacht sein. Es läßt, nach Materien eingeteilt, die Art und Zeit der Anteil-

nahme verschiedener Forscher an der Aufzeigung der geologischen Verhältnisse des Gebietes ausreichend erkennen. Die inhaltlich überholte und nur mehr geschichtliches Interesse bietende älteste Literatur (vor 1850) ist nicht miteinbezogen.

### Paläontologische Arbeiten.

- Neumayr, M. Beiträge zur Kenntnis fossiler Binnenfaunen. I. Die dalmatinischen Süßwassermergel. Jahrb. d. g. R.-A. 1869. (Voranzeige in Verh. d. g. R.-A. 1869.)
- Brusina, Sp. Monographie der Gattungen *Emmericia* und *Fossarulus*. Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1870.
- Fossile Binnenmollusken aus Dalmatien, Kroatien und Slavonien. Agram 1874.
- Description d'espèces nouvelles provenant des terrains tertiaires de Dalmatie. Jour. d. Conchyliologie Paris 1876.
- *Orygoceras*, eine neue Gastropodengattung der Melanopsidenmergel Dalmatiens. Beitr. z. Paläont. Öst.-Ung. und des Orients. Wien 1882.
- Die *Neritodonta* Dalmatiens und Slavoniens. Jahrb. d. deutsch. malakozoolog. Ges. Frankfurt 1884.
- Fauna fossile terziaria di Markuševac in Croatia. Con un elenco delle Dreissenidae della Dalmazia. Glas. hrvat. nar. dr. Agram 1892.
- Matériaux pour la faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie. Agram 1897.
- Iconographia molluscorum fossilium in tellure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegovinae, Serbiae et Bulgariae inventorum. Agram 1902.
- Schubert, R. Über einige Bivalven des istro-dalmatinischen Rudisten-Kalkes. Jahrb. d. g. R.-A. 1902.
- Martelli, A. I fossili dei terreni eocenici di Spalato in Dalmacia. Pal. Ital. vol. VIII. 1902.
- Kerner, F. v. Tertiärpflanzen vom Ostrande des Sinjsko polje in Dalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1902.
- Kittl, E. Die Cephalopoden der oberen Werfener Schichten von Muć in Dalmatien. Abh. d. g. R.-A. 1903.

- Kerner, F. v. Neogenpflanzen vom Nordrande des Sinjsko polje in Mitteldalmatien. Jahrb. d. g. R.-A. 1905.
- Felix, G. Eine neue Korallengattung aus dem dalmatinischen Mesozoicum. Sitzber. d. naturwiss. Ges. Leipzig 1906.
- Kerner, F. v. Beitrag zur Kenntnis der fossilen Flora von Ruda in Dalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1906.
- Vorläufige Mitteilung über Funde von Triaspflanzen in der Svilaja planina. Verh. d. g. R.-A. 1907.
- Furlani Marthe. Die Lemeš-Schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mitteldalmatien. Jahrb. d. g. R.-A. 1910.

### Stratigraphische Arbeiten.

- Martelli, A. I terreni nummulitici di Spalato. Atti d. real. Accad. dei Lincei. Ser. V. Rend. Rom 1902.
- Kerner, F. v. Gliederung der Spalatiner Flyschformation. Verh. d. g. R.-A. 1903.
- u. Schubert, R. Kritische Bemerkungen zu A. Martellis Arbeiten über die Geologie von Spalato. Verh. d. g. R.-A. 1903.
- Martelli, A. A proposito della Geologia dei dintorni di Spalato. Boll. Soc. geol. Ital. XXIII. 1904.
- Kerner, F. v. Gliederung der Sinjaner Neogenformation. Verh. d. g. R.-A. 1905.
- Zur Geologie von Spalato. Entgegnung an C. J. Stefani und A. Martelli. Verh. d. g. R.-A. 1905.
- Diabas bei Sinj. Verh. d. g. R.-A. 1905.
- Schubert, R. Zur Stratigraphie des istrisch-dalmatinischen Mitteleozäns. Jahrb. d. g. R.-A. 1905.
- Kerner, F. v. Beiträge zur Kenntnis des Mesozoicums im mittleren Cetinagebiete. Verh. d. g. R.-A. 1906.
- Das kohlenführende Paläogen von Ruda in Mitteldalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1907.
- Lias und Jura auf der Südseite der Svilaja planina. Verh. d. g. R.-A. 1907.
- Die Trias am Südrande der Svilaja planina. Verh. d. g. R.-A. 1908.

## Tektonische und seismologische Arbeiten.

- Kerner, F. v. Vorläufiger Bericht über das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898. Verh. d. g. R.-A. 1898.
- Mojsisovics, E. v. Bericht über das Erdbeben von Sinj. Mitteil. der Erdbebenkommission d. Akad. d. Wiss. 1898.
- Kerner, F. v. Die Beziehung des Erdbebens von Sinj zur Tektonik seines pleistoseisten Gebietes. Jahrb. d. g. R.-A. 1900.
- Die geologischen Verhältnisse der Poljen von Blaca und Konjsko bei Spalato. Verh. d. g. R.-A. 1902.
- Faidiga H. Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898. Mitteil. der Erdbebenkommission d. Akad. d. Wiss. 1903.
- Kerner, F. v. Die Fenster in der Überschiebung von Dolac am Nordfuße des Mosor. Verh. d. g. R.-A. 1903.
- Geologische Beschreibung der Mosor planina. Jahrb. d. g. R.-A. 1904.
- Die Überschiebungspoljen. Verh. d. g. R.-A. 1907.
- Stefani, C. de Géotectonique des deux versants de l'Adriatique. Ann. de la soc. géol. de Belgique. Lüttich 1908.
- Außerdem die fortlaufenden Mitteilungen der Erdbebenkommission der Akademie der Wissenschaften und der Erdbebenwarte in Laibach.

## Geomorphologische Arbeiten.

- Grund, A. Die Karsthydrographie. Geogr. Abhandl. Wien 1903.
- Kerner, F. v. Die Grotte von Kotlenice am Nordfuße des Mosor. Mitteil. d. geogr. Ges. Wien 1905.
- Pavich v. Pfauental, A. Der Mosor. Zara 1907.
- Grund, A. Die Oberflächenformen des dinarischen Gebirges. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1908.
- Rovereto, G. Studi di geomorfologia. Genua 1908.
- Cvijic, J. Bildung und Umbildung der dinarischen Rumpffläche. Peterm. geogr. Mitteil. Gotha 1909.
- Andrijasević. O vertikalnom pomicanju obalne crte u historičko doba na sjevero istoku jadranskoga mora. (Strandlinienverschiebungen in der nordöstl. Adria während der geschichtl. Zeit.) Agram 1909.

- Grund, A. Die Entstehung und Geschichte des adriatischen Meeres. Geogr. Jahresber. aus Österr. Wien 1910.
- Schubert, R. Entstehungsgeschichte der vier dalmatinischen Flußtäler. Peterm. geogr. Mitteil. Gotha 1910.

### Hydrologische Arbeiten.

- Vierthaler, A. Chemische Analyse der Schwefelquellen in Spalato. Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. math.-nat. Kl. 1867.
- Studien über einige Variationen der Zusammensetzung des Meerwassers bei Spalato. Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. math.-nat. Kl. 1867.
- Kerner, F. v. Messung der täglichen Temperaturbewegung im Jadroflusse in Dalmatien. Meteorolog. Zeitschr. 1905.
- Abnahme der Quelltemperatur mit der Seehöhe im Prologgebirge in Dalmatien. Met. Zeitschr. 1906.
- Tägliche Periode der Temperaturschichtung an der Mündung des Jadroflusses in Dalmatien. Met. Zeitschr. 1906.
- Mitteilung über die Quelltemperaturen im oberen Cetinatale. Verh. d. g. R.-A. 1911.
- Meteorologische Zentralanstalt. Niederschlagsmessungen: Spalato, Sinj, Clissa, Jahrbuch der Meteorolog. Zentralanstalt.
- Hydrographisches Zentralbüro. Niederschlagsmessungen: Spalato seit 1893, Clissa 1897—1905, Dubrava seit 1905. Dolac Juni—Dezember 1905. Muć 1897—1910, davon nur acht vollständige Jahrgänge. Sinj seit 1896. Jahrb. d. hydrogr. Zentralbüro.
- Messungen des Wasserstandes der Cetina: bei Han seit 1894, bei Trilj seit 1894. Jahrb. d. hydrogr. Zentralbüro.
- Messungen der Temperatur der Cetina: bei Han seit 1899, bei Trilj seit 1903. Jahrb. d. hydrogr. Zentralbüro.
- Messungen der Abflußmenge der Cetina, der Karakašica des Kozinac, der Otok-Quellen und des Ruda-Grab potok und des Jadro. Jahrbuch des hydrogr. Zentralbüro. 1907 u. 1908. Österreichischer Wasserkraftkataster. Blatt 20. (Die Cetina von 25—50 km) und Blatt 21 u. 22. (Die Cetina von 50—103 km.) 1909.

## Montangeologische Arbeiten.

- Hauer, Fr. v. Asphalt von Dolac medio am Mosor. Jahrb. d. g. R.-A. 1850. Sitzungsber.
- Schlehan. Mitteilungen über Kohlen und Asphalte in Dalmatien. Jahrb. d. g. R.-A. 1851. IV.
- Cžjzek, P. Marmorarten in Österreich. Jahrb. d. g. R.-A. 1851. (Erwähnung des Pecorello da Much.)
- Stegl, C. Die Mineralkohlen Dalmatiens in: Die Mineralkohlen Österreichs. Herausgeb. v. Komité des allgem. Bergmannstages. Wien 1903.
- Kerner, F. v. Über die Entstehungsweise des Eisenerzvorkommens bei Kotlenice in Dalmatien. Montan-Zeitung. Graz 1903.
- Nieszner, J. Über den Ursprung der Asphaltsteinlagerstätten Dalmatiens mit besonderer Berücksichtigung des Vergoracer Asphaltsteinzuges. Montan-Zeitung. Graz 1904.
- Kerner, F. v. Das Kohlenflöz von Ruda in: Das kohlenführende Paläogen von Ruda. Verh. d. g. R.-A. 1907.
- Schubert, R. Die nutzbaren Minerallagerstätten Dalmatiens. Zeitschr. f. prakt. Geologie. Berlin 1908.
- Kerner, F. v. Zur Kenntnis der dalmatinischen Eisenerze. Verh. d. g. R.-A. 1910.
- Die Kohlenvorräte Dalmatiens in W. Petrascheck: Die Kohlenvorräte Österreichs in: The Coal resources of the world. Herausgeb. v. Komité des XII. internat. Geologen-Kongresses. Toronto 1913.
- Über einige dalmatinische Asphaltlagerstätten. Verh. d. g. R.-A. 1916.
- Die Beauxitlagerstätten des südlichen Teiles der österr.-ungar. Monarchie. Berg- und Hüttenmänn. Jahrbuch. 1916.
- Die Lignitvorkommen im oberen Cetinatal. Verh. d. g. R.A. 1916.

## Reiseberichte.

- Lanza, F. Über die geologischen Verhältnisse von Dalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1855.
- Hauer, Fr. v. Bericht über die Übersichtsaufnahmen in Mitteldalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1862.

- Woldřich, J. Mitteilungen aus Dalmatien. Verh. d. g. R.-A. 1874.
- Kittl, E. Bericht über eine Reise in Norddalmatien und einem angrenzenden Teile Bosniens. Ann. d. naturhist. Hofmuseums X. 1895.
- Kerner, F. v. Reisebericht aus der Gegend von Spalato. Verh. d. g. R.-A. 1902.
- Reisebericht aus dem östlichen Mosorgebiete. Verh. d. g. R.-A. 1903.
- Exkursionen in Norddalmatien. Führer d. IX. internat. Geol.-Kongr. Wien 1903.
- Brusina, Sp. Naravoslovne crtice sa sjevero istočne obale jadranskoga mora. (Naturwissenschaftliche Skizzen von der nord-östl. Küste der Adria) Rad. jugoslav. akad. Agram 1905.
- Kerner, F. v. Reisebericht aus dem mittleren Cetinagebiete. Verh. d. g. R.-A. 1905.
- Reisebericht aus dem Cetinagebiete. Verh. d. g. R.A. 1906.
- Reisebericht aus der östlichen Zagorje. Verh. d. g. R.-A. 1908.
- Bericht über den Abschluß der Aufnahme des Blattes Sinj—Spalato. Verh. d. g. R.-A. 1909.
- Reisebericht aus dem oberen Cetinatale. Verh. d. g. R.-A. 1912.

### **Gesamtdarstellungen der Geologie Dalmatiens,**

in welchen naturgemäß auch auf das Gebiet des Kartenblattes Sinj—Spalato Bezug genommen wird.

- Hauer, F. v. Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der Österr.-Ung. Monarchie. Blatt X Dalmatien. Jahrb. d. g. R.-A. 1868.
- Stache, G. Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. I. Abt. Abh. d. g. R.-A. XIII. 1889.
- Gasperini, R. Geološki prijegled Dalmacije. (Geologische Übersicht von Dalmatien.) Spalato 1902.
- Diener, C. Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes in: Bau und Bild Österreichs. Wien 1903.
- Kerner, F. v. Geologija Dalmacije (Geologie von Dalmatien) in: Erdbeschreibung der kroatischen Länder. Agram 1909.
- Schubert, R. Geologija Dalmacije (Geologie von Dalmatien): Zara 1909.



- Schubert, R. Geologischer Führer durch Dalmatien. Sammlung Bornträger. Berlin 1909.
- Die Küstenländer Österreich-Ungarns. Handbuch der regionalen Geologie. V. Bd. 1. Abt. A. Heidelberg 1914.

### Geologische Karten.

- Hauer, Fr. v. Geologische Übersichtskarte der österr.-ungar. Monarchie 1:576.000 Blatt X. Dalmatien. 1868.
- Stache, G. Geologische Übersichtskarte der Küstenländer von Österreich-Ungarn. 1:1,008 000. 1889.
- Kerner, F. v. Geognostisches Übersichtskärtchen der südlichen Umrandung des Sinjsko polje. 1:75.000. Jahrb. d. g. R.-A. 1900.
- Geologische Übersichtskarte der Mosor planina. 1:75.000. Jahrb. d. g. R.-A. 1904.
- Geologische Kartenskizzen in Verh. d. g. R.-A.: Blaca- u. Konjskopolje 1:37.000, 1902; Gegend von Spalato 1:110.000, 1903; Gegend von Lučane 1:25.000 und Goručicatal 1:12.500, 1905; Gegend von Ruda 1:25.000, 1907.

### Stratigraphische Übersicht.

Die Formationsreihe beginnt im Kartenblatte Sinj-Spalato mit der obersten Dyas und reicht bis in die Gegenwart. Die meisten Glieder dieser Reihe sind in mariner, einige in brakischer Fazies entwickelt. Das tiefste Eocän und das Neogen sind Süßwasserschichten. Ein großer Teil des oberen Alttertiärs und das Quartär erweisen sich als Landbildungen. Spuren solcher Bildungen zeigen sich in Lücken der marinen Schichtreihe in der oberen Trias, im obersten Jura und in der unteren und obersten Kreide.

Die überwiegende Mehrheit der geologischen Formationen ist durch Kalke und Dolomite vertreten. In der Trias spielen auch Tonschiefer und Sandsteine, im

Tertiär auch Mergel eine große Rolle. Manche Formationsglieder zeigen einen Aufbau aus lithologisch gleichartigen Bänken. Große Teile des mittleren und oberen Mesozoikums bilden einförmige Kalkmassen. Andere Glieder bauen sich aus wechsellagernden Schichten von verschiedener Beschaffenheit auf, so die unterste Trias, der obere Lias, zum Teil auch das untere Turon, das untere und obere Eocän.

Manche Glieder der geologischen Schichtreihe sind im ganzen Kartengebiet in derselben Weise entwickelt, so die untere Trias, der Lias, ein großer Teil des Jura und die obere Kreide. Manche Schichtstufen zeigen dagegen zwei oder mehrere verschiedene, sich vertretende Ausbildungen, so die mittlere Trias, das Tithon, das Cenoman und insbesondere das höhere Eocän.

---

## Beschreibung der auf der Karte ausgeschiedenen Formationsglieder.

### **Triasformation.**

#### **Rauhwacke und Zellendolomit (pt).**

Die diesen Gesteinen eigentümlichen Hohlräume sind teils nur winzige Lücken, teils regellos geformte und verzweigte, von höckerigen Wandungen umschlossene Kanälchen, teils von fast ebenen und an scharfen Kanten zusammenstoßenden Flächen umgrenzte, nicht selten durch Septen geteilte Kammern. Die Gesteinsmasse zwischen diesen Räumen ist teils gleichmäßig fein gekörnt, teils aus einer fast dichten Grundsubstanz und in sie eingebetteten eckigen Steinchen bestehend. Wo die

Zellkammern zahlreich werden, reduziert sich die sie trennende Masse auf ein feines Fächerwerk.

Im Bruche sind die Rauhdecken und Zellendolomite weiß, blaßgelblich, lichtbraun oder dunkelgrau gefärbt. Ihre Verwitterungsfarbe ist ein tiefes Grau oder schmutziges Gelb. Sie bilden meist auffallend stark zernagte und zerfressene Klippen. Diese Gesteine wurden früher als dolomitische Fazies des unteren Muschelkalkes aufgefaßt, sie bilden aber der Hauptmasse nach mit den sie begleitenden Gipsmergeln und schwarzen Kalken die Basis der Werfener Schichten. Ob man sie noch als permische Gesteine oder als ein Übergangsglied zwischen Dyas und Trias ansprechen soll, läßt sich beim gänzlichen Mangel von Fossileinschlüssen nicht mit Schärfe beantworten.

Rauhdecke und Zellendolomit nehmen den Hauptanteil am Aufbaue des Geländes im Norden und Osten von Sinj. In geringer Ausdehnung erscheinen sie bei Neorić als Kern der dort in eine Überschiebung übergehenden schiefen, stark asymmetrischen Falte der Triasschichten. An der großen Störungslinie östlich vom Sinjsko polje sind sie nur in kleinen Trümmern nachweisbar.

### **Dunkler Kalk (tb).**

Ein dichter dunkelgrauer bis schwarzer, nicht selten von weißen Kalzitadern durchzogener Kalk, welcher in dünnen Bänken abgesondert ist. In der Gegend von Muć erscheint er stellenweise als Liegendes der unteren Werfener Schiefer, im Milinatale tritt er beiderseits von solchen Schiefen begleitet auf. Bei Sinj zeigt er sich in ein paar kleinen Vorkommnissen neben Rauhdecken und Gipsen. Dieser Kalk wurde früher als

Vertreter des Gutensteiner Kalkes aufgefaßt, er ist aber wohl jenen permotriadischen Kalken Bosniens gleichzustellen, die man auch in Gesteinen vom Aussehen der typischen unteren Werfener Schiefer eingelagert fand.

### **Gipsmergel (ty).**

Ein weißes bis hellgraues, nicht selten weiß und grau gebändertes Gestein von körniger Textur. Im frischen Zustande ist es fest und Kleinformen des Karrenreliefs zeigend, bei der Verwitterung wandelt es sich in eine zermorschte bröslige Masse um. Es enthält Einschlüsse von blättrigem kristallinischem Gips und auch einzelne mehr oder minder gut erhaltene Gipskristalle. Der Gipsmergel bildet stockförmige Massen von sehr wechselnder Größe innerhalb der Rauhwacken an der Basis der Triasformation. Er findet sich auf dem isolierten Hügel von Krin, in dem sehr reich zertalten Gelände nördlich von Sinj und in der Landschaft Glavice an vielen Orten. Seine ausgedehntesten Vorkommen liegen beiderseits der Verliccaner Straße südlich von Karakášica. Die Gipsstöcke in den Basalschichten der mitteldalmatischen Trias sind vielleicht durch Einwirkung von bei den Diabasergüssen der Wengener Zeit entwickelten Dämpfen von schwefliger Säure auf die dunklen Kalke jener Schichten entstanden.

### **Myacitenschiefer (†).**

(Untere Werfener Schiefer, Seiser Schichten.)

Dünnblättrige Tonschiefer von tiefgrüner, grauer, violetter oder dunkelroter Farbe, mehr oder minder glimmerreiche dünnplattige Schiefer und Sandsteinschiefer mit zwischen silbergrau und weinrot wechselnder Färbung

und rotbraune, grellrote und gelb gefärbte Sandsteine. Seltene Ausbildungen sind lichtgrünliche glimmerarme Sandsteine und Schiefer und lichtrötliche Sandsteine mit Putzen von dunkelrotem Ton. In den hangendsten Partien erscheinen auch plattige Kalkschiefer und bankige graue Kalke.

Die unteren Werfener Schiefer schließen eine zwar individuenreiche, aber sehr artenarme marine Fauna ein. Weitaus am häufigsten erscheinen Steinkerne von Myaciten, wohl durchweg *Anodontophora fassaensis* Wissm. Außer ihr sind noch die Gattungen *Pseudomonotis* und *Myophoria* durch spezifisch kaum bestimmbare Exemplare vertreten. Diese Petrefakten sind durch die ganze Schichtmasse verbreitet, in ihrem Auftreten aber vom Gestein abhängig. Reich an Steinkernen von Myaciten sind namentlich die gelben Sandsteine und manche sehr glimmerreiche graue und graurötliche Schiefer. Selten sieht man Versteinerungen in den dünnblättrigen tonigen Schichten.

Bei Bulj (nördlich von Sinj) fanden sich auch Pflanzenreste, Stengelbruchstücke und von Nerven durchzogene Blattschuppen in einem gelblichgrünen sandigen Schiefer.

Die Myacitenschiefer treten in mächtiger Entwicklung am Südfuße der Svilaja Planina auf. In der Mučer Gegend formen sie den unteren Teil der von vielen Gräben und kleinen Schluchten quer durchfurchten nördlichen Poljenwand, weiter ostwärts bilden sie die Umrahmung der vielverzweigten Quellgräben des Milina- und Sutinabaches. Westlich von Muć und im Anfangsteile der Sutin Schlucht kann man in den Myacitenschiefern nachstehende Gesteinszonen unterscheiden:

1. Eine unterste Zone von graugrünen und gelben Schiefeln.
2. Eine untere Zone vorwiegend roter Schiefer.
3. Eine mittlere Zone sehr verschieden gefärbter Schiefer und Sandsteine.
4. Eine obere Zone vorwiegend roter Schiefer.
5. Eine Zone intensiv rot gefärbter Schiefergesteine.
6. Eine oberste Zone von roten Schiefeln und Sandsteinen und grauen Kalken.

Sehr bemerkenswert ist das Auftreten unterer Werfener Schiefer an der großen Störungslinie östlich von der Cetina. Neben glimmerreichen Myacitenschiefern und Kalkschiefern mit *Naticella* und *Tirolites* (oberhalb Jabuka) sind dort auch braunrote Sandsteine, gelbgraue lochrige Rauhdecken, schwarze, weißgeäderte Kalke und dunkelrote, zum Teil quarzföhrende Konglomerate mit hämatitischem Bindemittel hervorgepreßt (am Ostfuße des von der Ruine Cacvina gekrönten Grates). Zur Rechten der Cetina fanden sich solche Konglomerate neben Werfener Schiefeln am Ostrande der Landschaft Glavice.

### Ceratitenschiefer ( $\bar{t}$ ).

(Obere Werfener Schiefer, Campiler Schichten, Mučer Schichten.)

Die oberen Werfener Schichten entwickeln sich aus den unteren ziemlich rasch, ohne Einschaltung einer breiteren Übergangszone. Man kann in ihnen folgende Gesteinsabarten unterscheiden:

1. Grauer, uneben spaltender Kalk mit weißen Kalzitadern, dem Gutensteiner Kalke ähnlich, aber nicht so dunkel.

2. Kalkschiefer und Plattenkalk, im frischen Bruche grau, infolge fein verteilten Glimmers etwas glänzend, an ziemlich ebenflächigen angewitterten Spaltflächen matt gelblich, zuweilen braun.

3. Plattiger Mergelkalk, im etwas erdigen Bruche tiefgrau, an verwitterten Flächen gelb oder bläulich, von den vorigen Abarten durch größeren Tongehalt verschieden.

4. Mergel und Schieferton, sehr dünnplattig bis dünnblättrig, von grünlichgrauer Farbe; häufig in Wechsellagerung mit plattigen bis dünnbankigen Partien der vorgenannten Varietäten.

5. Als seltene Einschaltungen sind rötlichgelbe bis braunrote sandige Kalke zu erwähnen.

Die oberen Werfener Schichten schließen eine in bezug auf Artenzahl und Individuenmenge reiche Fauna ein. Der interessanteste Bestandteil dieser Fauna sind die Ceratiten, von welchen E. Kittl 60 Arten unterschied. Hiervon entfallen zwei Dritteile auf das Genus *Tirolites*, ein Viertel auf das Genus *Dinarites*; von den übrigen gehören zwei den von Kittl neu aufgestellten Gattungen *Stacheites* und *Dalmatites* an, die restlichen drei Arten verteilen sich auf die Genera (beziehungsweise Subgenera) *Paraceratites*, *Kymatites* und *Meekoceras*. Von aus der älteren Literatur bekannten Arten seien genannt:

*Dinarites* (*Ceratites*) *muchianus* Hau. sp.

„ *dalmatinus* Hau. sp.

„ *liccanus* Hau. sp.

*Tirolites* *carniolicus* Mojs.

„ *idrianus* Hau. sp.

„ *illyricus* Mojs.

„ *Cassianus* Quenst sp.

„ *Haueri* Mojs.

Außer Cephalopoden finden sich in den oberen Werfener Schichten sehr reichlich Gastropoden, besonders die zwei Arten:

*Naticella costata* Mstr. und

*Turbo rectecostatus* Hau.

von denen jede in mehreren Varietäten auftritt. Minder häufig sind Bivalven:

*Gervilleia* cfr. *exporrecta* Leps.

*Pseudomonotis venetiana* Hau.

„ *Kittli* Bittn.

„ *inaequicostata* Ben.

*Myophoria laevigata* Alb.

„ *Goldfussi* Alb.

Die Versteinerungen finden sich hauptsächlich in dem plattigen Kalkschiefer und erscheinen auf dessen gelblichen Ablösungsflächen in grauer Farbe ausgewittert. Die Fossilführung erstreckt sich über den ganzen Schichtkomplex. Nahe seiner Basis streicht eine von Naticellen erfüllte Schicht durch, über welcher eine erste an Ammoniten reichere Zone folgt. Eine zweite solche Zone scheint etwas über der Mitte des Komplexes zu verlaufen: In den obersten Partien desselben sind Rhizocorallien in größerer Menge anzutreffen.

Die oberen Werfener Schichten bauen in großer Mächtigkeit die höheren Teile des Gehänges auf, welches sich nordwärts vom Mučko polje emporzieht. Sie heben sich dort im Landschaftsbilde durch gelblichgraue Farbe scharf von den bunten, im Gesamtton roten unteren Schiefnern ab. Westwärts von Muć bilden sie den unteren Südabhang des Tales der Vrba und den Südabfall der Ramljaner Hügelmasse. Gegen Ost läßt sich ihr Zug bis in das oberste Sutinatal verfolgen. In der Gegend



von Sinj sind die oberen Werfener Schiefer — gleichwie die unteren — nur in kleinen Vorkommnissen anzutreffen.

### **Oltarnik-Schichten (to).**

Unter dieser Bezeichnung sind hier Gesteine zusammengefaßt, welche sich im Svilajagebiete zwischen die Werfener Schiefer und die Aequivalente des Muschelkalkes einschalten. Es sind dies gelbliche Rauhdecken von ähnlichem Aussehen wie jene an der Triasbasis, dann ein lichtgrauer, sehr stark zerklüftender dolomitischer Kalk, ferner rötliche Breccienkalke, Breccien mit hell- bis dunkelroter Kittmasse und etwas rundlichen Fragmenten grauen Kalkes, Gesteinspartien, wo graue Kalkbrocken in eine schmutziggelbe Mergelmasse eingebunden sind, ferner gelbe Knollenmergel, graue sandige Knollenkalke, endlich gelbrote dünnplattige und graue plattige Kalke, letztere den Plattenkalken der oberen Werfener Schichten ähnlich. Die Rauhdecken treten nur stellenweise als unterstes Glied der Schichtmasse auf, der dolomitische Kalk bildet die Kammregion des Höhenzuges, der sich als südlichste Vorkette der Svilaja nordwärts von Muć erhebt. Er tritt hier in der Landschaft als ein mit Felsklippen besetzter Wall hervor. Weiter ostwärts ist er auf die Südabdachung jenes Höhenzuges abgedrängt und vom Tale aus als ein hoch oben hinziehendes Felsband zu verfolgen. Die roten breccienartigen Gesteine bilden eine sich vom Zug des klüftigen Kalkes abhebende Geländezone nordwärts desselben. Im Bereiche der Kuppen Oltarnik und Borovaca, wo auch die Rauhdecke im Liegenden des Kalkes gut entwickelt ist, kann man im Hangenden der oberen Werfener Schiefer drei verschiedenfarbige Gesteinsbänder, ein gelbes, lichtgraues und rötliches unterscheiden.

### Lichte Dolomite (td).

Dolomit ist das am meisten verbreitete Gestein der mittleren Trias am Südrande der Svilaja. Alle anderen Glieder dieser Formation bilden Einlagerungen in ihm. Nach der Art dieser Einlagen und nach der lithologischen Beschaffenheit sind zwei Dolomitentwicklungen zu unterscheiden, die durch Uebergänge mit einander in Verbindung stehen.

Im Westen und im mittleren Abschnitte der Triasregion und dann wieder ganz im Osten herrscht ein oft nur undeutlich geschichteter und stark zerklüftender Dolomit, der im Bruche eine weiße und an angewitterten Flächen eine lichtgraue Farbe hat. Er liefert vielen Oberflächenschutt und zeigt gerundete, zertalte Landschaftsformen, von denen sich die Felsmassen des triadischen Riffkalkes sehr deutlich abheben. Als Einlagerungen in diesem Triasdolomite erscheinen die im Folgenden beschriebenen vier Gesteine: Gyroporellenkalk, Ptychitenkalk, dunkler Schieferton und Hornsteinkalk. Im Hangenden dieses Dolomites zeigt sich der weiter unten zu besprechende weiße Brachiopodenkalk.

In der Uebergangsregion vom mittleren zum östlichsten Abschnitte des triadischen Gebietes findet sich ein lichter, sehr klüftiger, in dünne Bänke abgesonderter dolomitischer Kalk und Dolomit. Er ist durch seine gute Schichtung, stärkere Klüftigkeit und die auch noch an angewitterten Flächen sehr lichte Farbe vom vorgenannten Dolomite unterscheidbar. Als Einlagen in ihm trifft man weißen Riffkalk, grauen Plattenkalk nebst schwarzem Schiefer, gelbe und grünliche Tuffgesteine, roten und grünen Jaspis, lichtgrauen Quarzit und braunen Sandstein. Nach oben zu geht der wohlgeschichtete Dolomitkalk in einen minder deutlich gebankten Kalk

über, der die Unterlage des später zu beschreibenden Augitporphyrites bildet.

Der zeitliche Umfang des gesamten Triasdolomites ist bedeutend, er entspricht dem ganzen Muschelkalke und dem größeren Teile der ladinischen Stufe; der geschichtete Dolomit wäre aber nur den tieferen Horizonten der letzteren einzureihen.

Die Verbreitungsregion des mangelhaft geschichteten Dolomites ist einerseits das obere Vrba- und mittlere Suvajatal, andererseits die Topla Draga und der untere Teil der Sutaschlucht. Zwischen diesen letzteren beiden Einschnitten und im westlichen Suvajatale zeigt sich Dolomit als allein herrschendes Gestein.

Der dünn gebankte Dolomit erscheint im Süden des oberen Suvajatales als Verbindungsbrücke zwischen den vorgenannten Dolomitregionen.

### **Gyroporellen- und Brachiopodenkalk (tm).**

Ein ziemlich grobkörniger, uneben brechender, manchmal nur undeutlich in dicke Bänke abgesonderter Kalk von rein weißer Farbe. Er ist das einzige Gestein der Trias von Muć, welches ein ausgesprochenes Karstrelief zeigt. Eine weitere ihm unter allen Gliedern dieser Formation allein zukommende Eigenschaft ist die, daß er nicht in gleichmäßig fortstreichenden Zügen, sondern in unregelmäßig begrenzten Riffen und Klippen auftritt. Auch da, wo er langgestreckte Massen bildet, behalten diese ein riffartiges Aussehen bei.

Von organischen Resten enthält dieser Kalk Gyroporellen und Crinoiden. Jene seiner Riffmassen, welche der Grenze des Triasgebietes gegen den Lias benachbart sind, schließen eine ziemlich reiche Fauna ein, unter deren Bestandteilen in erster Linie Brachiopoden zu

nennen sind. Außer ihnen beteiligen sich noch Gastropoden und Bivalven an der Zusammensetzung dieser Fauna. Von Brachiopoden wurden nachgewiesen:

*Retzia* (?) *quadricostata* Laube

*Spiriferina hirsuta* All. sp.

*Spiriferina fragilis* Schloth. sp.

*Spirigera* cfr. *trigonella* Schloth. sp.

*Rhynchonella vivida* Bittn. var. *dalmatina*

Außerdem fand sich eine schmale *Terebratula*, ähnlich der *T. angusta* Schloth.

Unter den Bivalven ist ein *Hinnites* cfr. *denticostatus* Klipst. sp. am häufigsten. Oberhalb Vrancević ist dem Brachiopodenkalke eine an Crinoidenstielen reiche rote Kalklinse eingelagert. Dem weißen Kalk kommt — gleichwie dem Dolomit — ein ziemlich großer zeitlicher Umfang zu. Sein Vorkommen in Liegenden des Han Bulogh-Kalkes gehört dem tieferen Muschelkalke an, seine obersten Teile sind als Vertretung der Cassianer Schichten anzusehen.

Der weiße Kalk erscheint in zahlreichen größeren und kleineren Massen im Innern und am nördlichen Rande der Dolomitregion des mittleren Suvajatales und der Topla Draga. Auch im oberen Vrbatale ist er anzutreffen. Auf der Nordseite des oberen Suvajatales ist er durch graue bankige und plattige Kalke vertreten. Der Fazieswechsel findet westwärts mehr durch allmählichen Uebergang, ostwärts mehr durch gegenseitige Verzahnung statt. Die Riffkalkfazies der Cassianer Schichten fehlt dort, wo in den Wengener Schichten ein Effussivgestein erscheint. In dem Aufbruche älterer mesozoischer Gesteine östlich vom Sinjsko polje zeigt sich weißer bis lichtgrauer, etwas dolomitischer undeutlich geschichteter Kalk der Mitteltrias bei dem Dorfe Jabuka.

## Ptychitenkalk (ts).

(Roter Cephalopodenkalk, Han Bulogh-Kalk, Schreyeralmschichten.)

Ein hell- bis dunkelrot geflammter, etwas knolliger Kalk mit Steinkernen von Cephalopoden. Bisher wurden gefunden:

*Acrochordiceras* sp.

*Monophyllites Suessi* Mojs.

*Ptychites Oppeli* Mojs.

„ *acutus* Mojs.

„ *cfr. flexuosus* Mojs.

*Balatonites* sp.

*Gymnites cfr. obliquus* Mojs.

*Atractites* sp.

*Orthoceras cfr. campanile* Mojs.

*Arcestes* sp. ?

Außer Cephalopoden finden sich auch Crinoiden. Einzelne Gesteinspartien sind von großen runden Crinodenstielen und -stielgliedern dicht erfüllt.

Das unmittelbare Liegende des rot geflammten Kalkes ist ein gut gebankter grauer Kalk mit welligen Schichtflächen, auf welchen man kleine Auswitterungen von Hornstein und viele rosenrote und gelbe Flecken wahrnimmt. Die Farbe dieser Flecken hält auch im Innern des Gesteines an, so daß es sich nicht um Ueberzüge, sondern um Linsen von abweichender, etwas mergeliger Beschaffenheit handelt. Stellenweise überwiegt diese rötlichgelbe mergelige Kalksubstanz über den grauen Kalk und erscheint dann wie eine Kittmasse zwischen den Partien dieses letzteren. Ueber der nur wenig mächtigen, fossilienführenden Kalkschicht folgt ein roter Knollenkalk. Die dünnen Bänken dieses

Kalkes gewinnen durch das Vortreten von Buckeln und durch die Einsenkung von kleinen Gruben und Löchern zwischen denselben ein eigentümliches stark höckeriges Aussehen. Viele von den knolligen Elementen dieses Kalkes zeigen bei oft den Steinkernen von Ptychiten ähnlichen Dimensionen ein zentrales Grübchen, ähnlich einem Nabel und könnten so vielleicht auch hochgradig deformierte solche Steinkerne sein.

Das Vorkommen des roten Cephalopodenkalkes erscheint im Svilajagebiete auf den Nordabfall der Westhälfte des Rückens zwischen der Ciukova glavica und der Kuppe Visovac beschränkt. Sehr merkwürdig ist das ganz isolierte Vorkommen einer nur wenige Raummeter großen Felsmasse von fossilreichem Han Bulogh-Kalk bei Jabuka im Bereich der Störungszone ostwärts vom Sinjsko polje.

### **Dunkler Schieferton (ii).**

(Untere Duvinaschichten.)

Diese Ausscheidung umfaßt nachstehende, in enger Verknüpfung auftretende Gesteine:

1. Engklüftiger dunkelroter Mergel mit zwischen-  
gelagerten höckerigen Bänkchen von rotem Knollenkalk  
und grünlicher Mergel mit von einer bräunlichen, eisen-  
schüssigen Rinde überzogenen knolligen Einlagen.

2. Feinblättriger Schieferton von dunkelroter,  
dunkelvioletter, blaugrauer und grüner Farbe.

3. Klüftiger, in polygonale Stücke zerfallender  
grüner Kalkschiefer. Als gelegentliche Einschaltungen  
trifft man ein dunkelgrünes, der Pietra verde ähnliches  
Gestein, grünen und roten Jaspis, kieseligen Kalk mit  
orangeroten eisenschüssigen Ueberzügen, dunkelgelben

ockerigen Tonschiefer, braunen Sandsteinschiefer und grünlichgelben sandigen Mergel.

Von Versteinerungen fanden sich in den untersten Lagen dieses Schichtkomplexes nur der Steinkern eines *Ptychites* *cf.* *acutus* (hinter der Duvinaquelle) und zwei weitere nur schlecht erhaltene Ammoniten, von denen der eine ein Ptychit, der andere ein Ceratit sein dürfte.

Man hat es bei diesen Schichten mit einer schiefrig tonigen Ausbildung des oberen Muschelkalkes zu tun.

Im Gegensatz zu den großenteils nur mangelhaft gebankten weißen Kalken und Dolomiten lassen die in Rede stehenden Gesteine eine sehr deutliche Schichtung erkennen; bei der relativen Weichheit eines Teiles derselben kommen auch lokale Verbiegungen der Schichten vor.

Die dunkelroten und grünen Mergel und Schiefertone treten in zwei durch das Dolomitgebiet des unteren Suvajatales getrennten Zügen auf, in einem schmalen Zuge auf der Nordseite des Vrbatales und in einer breiteren Zone, welche, bei Ciuk beginnend, über den Rücken Jazvinka bis gegen die Kuppe Bukova verläuft und sich dann noch eine Strecke weit an der Ostabdachung dieser Kuppe hinabzieht.

Bemerkenswert ist das Auftreten von Linsen dunkelgrünen Schiefertones gleich über den oberen Werfener Schichten im Zmijevactale (auf der Ostseite des Oltarnik und bei Süd-Ciuk).

### **Hornsteinkalk (ti).**

(Obere Duvinaschichten.)

Ein dickbankiger dunkelgrauer Kalk mit vielen gelblichen Auswitterungen an den Schichtflächen im Wechsel mit grauen dünnbankigen Kalken, die von gelb-

lichen Mergelkalkpartien und von oberflächlich orange gelben Hornsteinen durchspickt sind. Letztere erscheinen manchmal lagenweise angeordnet, oft durchsetzen sie den Kalk in ganz unregelmäßigen Partien. Sie wittern aus den Schichtflächen der Kalke aus und finden sich auch viel in losen Anhäufungen als härtere Rückstände von schon der Abtragung und Zerstörung anheimgefallenen Bänken.

Als Einlagerung in der Zone dieser Hornsteinkalke trifft man manchenorts auch ein regellos zerklüftendes, in scharfkantige Stücke zerfallendes Gestein. Es ist porös, tuffähnlich, im Bruche dunkelgrau, an angewitterten Flächen bräunlich. Oft läßt sich an ihm eine feine Punktierung oder Streifung wahrnehmen. Mit verdünnter Salzsäure behandelt, braust es nicht auf. Der dickbankige Kalk enthält in den tieferen Teilen der Schichtmasse ziemlich viele kleine Petrefakten, welche an den Gesteinsflächen stark auswittern. Man findet da verschiedene Formen von Crinoidenstielen, kleine Schnecken und mehrere Brachiopodenarten, darunter die auch bei unvollkommener Erhaltung noch erkennbare *Spirigera trigonella* und eine kräftig gerippte *Spiriferina* sp. Die in Rede stehenden Kalke sind wahrscheinlich als Vertretung des obersten Muschelkalkes und der Buchensteiner Schichten anzusehen. Sie bilden das Hangende der vorgenannten Knollenmergel und Schiefertone. Den Uebergang vermittelt eine schmale Zone von klüftigem Kalkschiefer mit dünnen Hornsteinlagen.

Das Verbreitungsgebiet der oberen Duvinaschichten fällt mit dem der unteren ungefähr zusammen.

Die von diesen beiden Schichtgruppen gebildeten Terraiuzonen treten in der Landschaft auffällig hervor. Es sind von Gräben durchfurchte, meist felslose Gelände



mit magerer Grasdecke. In den Einrissen auf der Liegendseite tritt überall der Schiefertou zu tage, längs des oberen Randes der Gesteinszone sind vielenorts Anhäufungen von Hornsteinschutt entblößt. Es wird so eine mehr oder minder deutliche Gliederung des Geländes in ein dunkelrotes, grünes (begrastes) und orange-gelbes Band hervorgebracht.

### **Diabas und Diabasporphyr (D u. P).**

Die basischen Eruptivgesteine in der Trias des Spalätiner Kartenblattes zeigen zwei verschiedene Erscheinungsformen. Die räumliche Trennung derselben ließ ihre Ausscheidung mit einer Farbe zu, deren Wahl insofern einer Rechtfertigung bedarf, als sie einem völligen Bruche mit der herrschenden Uebung gleichkommt, grellrote Töne stark saueren Gesteinstypen vorzuhalten. Diese Rechtfertigung liegt darin, daß bei dem durch die große Mannigfaltigkeit der Tertiärgebilde schon bedingten Vorkommen aller Abstufungen von Grün auf der Karte und bei der Kleinheit der von den vulkanischen Gesteinen eingenommenen Geländeflecken sich dieselben beim Aufdrucke eines der für basische Gesteine üblichen Farbentones ganz unmöglich in jener auffallenden Weise hätten herausheben können, in welcher sie zufolge ihrer für unser Gebiet ganz außergewöhnlichen lithologischen Stellung auf der Karte sichtbar sein sollen.

Diese Gesteine bestehen hauptsächlich aus einem Plagioklas und aus Augit und zeigen teils die für den Diabas bezeichnende Anordnung der Gemengteile, teils eine porphyrische Struktur. Die ersteren erscheinen makroskopisch als ein grob- bis mittelkörniges, dunkelgrün und weiß gesprenkeltes Gestein, seltener sind sie

bei feinkörniger Struktur von gleichmäßig grüner Farbe. Die porphyrischen Ausbildungen erweisen sich bei der Betrachtung mit dem unbewaffneten Auge als ein schwärzlichgrünes bis fast schwarzes, von spärlichen weißen Körnchen durchschwärmtes Gestein. Zusammen mit den Porphyriten kommt auch blasige Porphyritlava vor. Diabas und Porphyrit sind oberflächlich stark zerklüftet und oft mit einer schmutzibraunen Verwitterungsrinde überzogen.

Der Diabas tritt in Gängen auf, die teils die Rauhacken an der Triasbasis, teils die unteren Werfener Schiefer durchbrechen. Ein als Diabasporphyrit zu bezeichnendes Gestein durchbricht in Gangform obere Werfener Schichten. Der Augitporphyrit erscheint als Deckenerguß über Dolomiten der tieferen ladinischen Stufe und wird von Tuffgesteinen überlagert, die das Liegende von Schichten der Zone des *Protrachyceras Archelai* bilden. Er ist demnach der Stufe von Wengen einzureihen und dieser gehört wohl auch der die Untertrias durchbrechende Diabas an.

Verschiedene Abarten von Diabas trifft man an zwanzig Stellen in der Gegend von Sinj. An mehreren Fundorten ist kein anstehendes Gestein und nur eine Anhäufung von kleinen Trümmern sichtbar. Kontakte mit Rauhacken und Gipsmergeln sind nirgends gut entblößt, dagegen sieht man bei Bulj Verzweigungen eines Diabasganges in Werfener Schiefen endigen und südsüdöstlich von Sladoja zwei Diabasgänge durch steilgestellte Kalkschiefer dringen. Erscheinungen exomorpher Kontaktmetamorphose zeigen sich da nicht. Das Vorkommen bei Labrović verdient Erwähnung, da dort der Diabas am frischesten erhalten ist. Diabasporphyrit füllt westlich von der Kuppe Bukova eine quer zum Schicht-

streichen klaffende Spalte aus. Augitporphyrit erscheint im obersten Suvajatale als Einschaltung in den ladinischen Schichten. Er tritt landschaftlich als ein südwärts vom Bachbette verlaufender dunkler Wall hervor.

### **Schichten mit Pietra verde (tv).**

Ueber dem Augitporphyrit lagert eine Serie von verschiedenartigen Tuffen und Kieselschiefern, unter denen die Pietra verde als das bemerkenswerteste erscheint. Der Aufbau der Schichtgruppe wird am besten durch Mitteilung einiger Durchschnitte veranschaulicht.

Bei der Quelle Bukovaca folgt über grauem dünnbankigem Hornsteinkalke zunächst grünlicher, weiß gepupfter Kieselmandelstein, dann grünlicher, in kantige Krümmeln zerbröckelnder Tuff mit Zwischenlagen eines zu weißem mörtelähnlichem Schutt zerfallenden tonigen Gesteines und hierauf bläulichgrauer, in uneben plattige Stücke zerklüftender Kieselkalk mit weißlichen tonigen Zwischenlagen.

Weiter ostwärts sieht man über dem Porphyrit ein kubisch-klüftiges weißliches Tongestein im Wechsel mit engklüftigen grünlichen Tuffen. Darüber folgt Kieselkalk im Wechsel mit Pietra verde und mit Zwischenlagen von lichten aphanitischen Tuffen.

Ein Durchschnitt bei der Quelle Rabrovac zeigt eine ziemlich mächtige Schicht eines in scharfkantige, messerförmige Stücke zersplitternden blaßgelblichen, im Bruche dunkelgrauen Tuffes mit schwarzen Hornsteinkalke und darüber mehrmals alternierend Hornsteinkalk und Pietra verde. Andernorts sieht man grauen Hornsteinkalk im Wechsel mit weicheren und härteren Tufflagen, weiße und grünliche splittrige Kieselgesteine mit dunkelgrüner Pietra und graue, muschelrig brechende

Tuffe und Kieselschiefer. Die dalmatische Pietra verde ist, von der typischen Südtirols abweichend, ein dunkelspangrünes, weiß punktiertes Tuffgestein.

Die Schichten mit Pietra verde erfüllen den Grund des oberen Suvajatales. An den Böschungen des mehrfach hin und her gewundenen Rinnsales der Suvaja sieht man die Schichtfolge der Tuffgesteine und Kieselschiefer sehr schön aufgeschlossen. Auffällig treten die dunkelgrünen Bänke zwischen den weißlichen und grauen Gesteinslagen hervor. Westwärts reichen die Tuffschichten bis gegen Pekić, ostwärts bis zur Wasserscheide zwischen Suvajatal und Topla draga. In ihrer streichenden Fortsetzung finden sich dort schwarze Hornsteine und lichtgraue streifige Mergelkalke.

### Zamitenschiefer bei Pekić (tz).

Diese Ausscheidung umfaßt die schon erwähnten Einlagerungen in jenem gut geschichteten Dolomite, der im oberen Suvajatale an die Stelle der vorherrschenden Dolomitfazies der Trias des Svilajagebirges tritt, abzüglich der Klippen von weißem Kalk. Die bemerkenswerteste dieser Einlagen ist ein grauer Plattenkalk mit Einschaltungen eines schwarzen, in dünne Plättchen spaltenden Schiefers, welcher Pflanzenreste führt. Es fanden sich in ihm:

*Gleichenites* sp.

*Sagenopteris* cfr. *rhoifolia* Prsl.

*Sphenozamites* sp.

*Podozamites* cfr. *distans* var.

*genuina* Prsl.

*Podozamites* cfr. *distans* var.

*longifolia* Prsl.

cfr. *Palissya* sp.

Dieser dunkle, manchmal etwas kohlige Schiefer bildet mit dem ihn begleitenden Plattenkalk schmale Linsen im Dolomit auf der Südflanke des linken Seitenastes der Suvajarinne östlich von Pekić.

Eine andere Einlage im geschichteten Dolomite sind gelbe und lichtgrüne Tuffe mit Zwischenlagen von Pietra verde, dunklem Hornstein und einem weißgetupften lauchgrünen Kieselmandelstein. Diese Bildungen erscheinen am Südhang des obersten linksseitigen Astes der Suvajarinne. Eine weitere Einschaltung im Dolomite, bestehend aus rotem und grünem Jaspis, lichtgrauem Quarzit und braunem Quarzsandstein zeigt sich auf dem zwischen den genannten beiden Seitenästen des Suvajatales liegenden Rücken. Hier sieht man nichts Anstehendes, nur eine Bestreuung des Geländes mit kleinen Steinchen und scharfkantigen Splintern.

### Trachyceraskalk (tw).

Ein sehr harter, in dicken Platten abgesonderter Kalk von außen bräunlichgrauer, im Bruche tiefdunkelgrauer Farbe. Er enthält zahlreiche tierische Reste, welche auf den rauhen Schichtflächen in verhältnismäßig günstiger Erhaltung mit gelbbrauner Farbe auswittern. Unter diesen Resten sind zunächst Cephalopoden hervorzuheben; außerdem kommen in diesem Kalke Gastropoden und Bivalven vor. Die bisherigen Aufsammlungen ergaben:

*Protrachyceras* cfr. *Archelai* Laube sp.

„ *ex. aff.* *Ladini* Mojs.

*Celtites* sp.

*Arpadites* *Telleri* Mojs.

*Aulacoceras* sp.

*Natica* sp.

*Pleurotomaria* sp.

Die beiden *Protrachyceras*-Arten und der *Arpadites* verweisen diesen dunklen Kalk in das Niveau von Wengen. In Verbindung mit ihm erscheinen auch dünnplattige dunkle Schieferkalke, welche keine Petrefakten führen.

Der Kalk lagert hellen tonigen Schichten, denen weiter ostwärts Pietra verde eingeschaltet ist, unmittelbar auf. Sein Vorkommen beschränkt sich auf die Lehnen gegenüber von Koduš im oberen Suvajatale.

### Platten- und Hornsteinkalk der Wengener Schichten (t $\bar{w}$ ).

Ein dem eben beschriebenen im Aussehen fast gleicher Kalk tritt in der Wurzelregion des Suvajatales über den Schichten mit Pietra verde auf. Dieser Kalk ist lagenweise dicht mit Muscheln erfüllt, deren Schalendurchschnitte an den Gesteinsflächen feine, aus vielen Bogenlinien bestehende Zeichnungen hervorbringen. Unter diesen Muscheln scheinen besonders die Gattungen *Corbis* und *Gonodon* vertreten zu sein. Stellenweise trifft man auch Durchschnitte großer Gastropoden, ferner Korallen, unter denen eine große habituelle Ähnlichkeit mit einer Cassianer Form, der *Margarosmilia confluens* (= *Calamophyllia cassiana* Laube) hat. Ammonitenreste fanden sich in diesem östlichen Vorkommen von dunklem Kalke über der Pietra verde nicht. Von Bivalven und Korallen dicht erfüllte Kalksteinplatten trifft man zahlreich in den Steinmauern südwestlich von Mijci stanovi, in der Gegend der Wasserscheide zwischen dem Suvajapotok und der Topla Dragä. Auf der Strecke zwischen dieser Gegend und der Hüttengruppe von Koduš folgen über den weißlichen tonigen Schichten zunächst noch Lagen von dunklem Hornstein und bräunliche. streifige,

tuffähnliche Gesteine und dann auch dunkelgraue dickplattige bis dünnbankige Kalke, in welchen aber nur vereinzelte Muschelreste vorkommen.

### **Tuffiger Plattensandstein (tu).**

Ein feinkörniges, poröses, in Platten abgesondertes Gestein von grauer Farbe. Es enthält viele kleine Bruchstücke verholzter Pflanzenteile, die in eine glänzend schwarze kohlige Substanz umgewandelt sind. Daneben sieht man viele mattschwarze Flecken und Streifen, die wohl von mazerierten häutigen Pflanzenteilen stammen. An einer Stelle fand sich die Spitze eines Koniferenzweigchens und der Rest einer Zapfenschuppe mit zwei Samen, beides nicht näher bestimmbar.

Dieses vielleicht schon den Raibler Schichten zuzurechnende Gestein tritt in der Wurzelregion des Suvajatales über der Zone der grauen Plattenkalke auf. In der Region der schon genannten Wasserscheide wird es von jenen Breccien überlagert, welche andernorts über dem weißen Kalke folgen.

Ostwärts von Mijci stanovi, wo die grauen Plattenkalke durch die weißen klotzigen Kalke verdrängt werden, ist das in Rede stehende Gestein über dem Zuge dieses letzteren entwickelt. Es ist dort reich an Kohlenspiuren, sehr dunkel gefärbt und wohlgeschichtet. In Verbindung mit ihm sieht man dort auch schwarze Hornsteine und Blöcke von weißem Hornstein. Westwärts läßt sich eine Schicht von kohligsandigen Gesteinsplatten ins obere Suvajatal verfolgen. Westlich von Koduš liegt eine Schicht von solchen Platten über weißen Kalken, welche vom dunklen Kalke mit *Protrachyceras* unterteuft sind.

Ein von diesem räumlich weit getrenntes Vorkommen plattig abgesonderter, teils kalkiger, teils sandig-schiefriger Schichten mit verkohlten Pflanzenspuren findet sich im oberen Vrbatale gegenüber dem Felsrücken Gradina. Es liegt teils weißem Gyroporellenkalk, teils lichtem Dolomit auf.

### **Juraformation.**

#### **Dolomit des Unterlias? (ld).**

Marine Aequivalente der norischen Stufe sind im Svilajagebirge nicht vorhanden. An ihre Stelle treten Bildungen, die auf eine Emersion gegen Ende der Triaszeit hinweisen. Sie liegen den vorgenannten Schichten und, wo diese fehlen, den weißen Brachiopodenkalken direkt auf. Es sind vorzugsweise dunkelfleckige Gesteine aus Stücken schwarzen Kalkes und bräunlich-grauer kalkiger Kittmasse. Im östlichen Gebietsteil treten grobe Breccien aus weißen und grauen Kalkfragmenten und roter Grundsubstanz auf sowie auch grell ziegelrot gefärbte kalkigsandige Gesteine. Lokal erscheinen eisenschüssige schuppige Tone, eisenreiche Pisolithe und Breccien aus weißen Kalksteinstücken und schwammigem, bronzegrünem bis rostbraunem, limonitischem Bindemittel. Die dieser basalen Breccienlage unmittelbar aufruhenden Schichten sind rote sandige Dolomite und dunkle fleckige Kalksteine. Weiter aufwärts trifft man gut gebankte, stark klüftige, gelbliche Dolomite und undeutlich geschichtete braungraue Dolomite an. Das Alter derselben läßt sich, da weder sie noch die mit ihnen eng verbundenen Kalke bestimmbare Fossilien geliefert haben, nicht genau bestimmen. Sie wurden fraglich dem Unterlias zugeteilt.



Diese Dolomite begleiten den Mučer Triasaufbruch von dessen Westende bei Ramljane bis zur Kuppe Rúnjavica östlich von Beara. Ein ihnen entsprechender Dolomit tritt in der Störungszone östlich von der Cetina neben den dort hervorgepreßten Triasgesteinen auf.

Die basale Breccienzone verläuft entlang dem Nordgehänge der Dopica, dann längs dem Nordhange der Talfurche des Suvaja potok und weiter ostwärts längs der Nordseite der Topla Draga. Ein ziegelrotes Grenzgestein tritt in dieser letzteren Strecke auf. Breccien und Konglomerate mit roter Kittmasse trifft man besonders nördlich vom Anfangsstücke des Suvajatales. Eisenschüssige Pisolithe kommen am Abhange gegenüber der Kuppe Burić und bei Jukić und Topić vor. Bei Ramljane ist im Hangenden der Breccienzone ein wiederholter Wechsel von Dolomit und Kalk zu sehen; nördlich vom Vrba potok folgt auf den Breccienkalk sogleich eine ganz dolomitische Zone.

Es folgen dort:

Lichtgelblicher Dolomit.

Breccie mit sandiger Grundmasse und schwarzen Kalkfragmenten.

Undeutlich geschichteter lichtbräunlicher und grauer Dolomit.

Deutlicher geschichteter, stark klüftiger Dolomit mit Einlagerungen grünlichen Mergels, in welchem Knollen dunklen Kalkes liegen.

Am Nordhange des mittleren Suvajatales zeigt sich im Hangenden der Breccien eine schmale Zone von dunklem Kalk und dann ein wiederholter Wechsel von Kalkbänken und Dolomitzügen. Ober Koduš ist dann wieder eine ungeteilte Dolomitzone vorhanden;

weiter ostwärts schieben sich abermals Kalkbänke ein, welche allmählich die Oberhand gewinnen.

### Dunkler Kalk des Unterlias (1).

Ein an angewitterten Flächen dunkelgrauer, im frischen Bruche fast schwarzer Kalk von feinkörnigem Gefüge. Er zeigt an seiner Oberfläche häufig kleine, aus weißem Kalzit bestehende und sich vom dunklen Grunde licht abhebende Auswitterungen, meist nur Splitter, seltener ganze Gehäuse von kleinen, zirka 1 cm langen turmförmigen Schnecken. Dementsprechend sind auch auf den dunklen Bruchflächen dieses Kalkes oft nur kleine weiße Flecken und Striche und nur manchmal deutliche Schneckendurchschnitte zu sehen. Nur am Berge Ruņjavica fanden sich auch Durchschnitte von etwas größeren Gastropoden (vielleicht Chemnitzien), ein paar Auswitterungen von *Megalodus* und schlecht erhaltene Korallen.

Diese Fossilfunde sind ganz unzureichend, um das Niveau des Kalkkomplexes genauer zu fixieren, als dies durch seine Position ermöglicht scheint. Diese letztere, die konkordante Ueberlagerung durch Schichten des mittleren Lias, weist ihm ein unterliassisches Alter zu. Er ist mit dem vorgenannten Dolomite durch Wechselagerung verbunden und bildet, ihn allmählich ganz verdrängend, eine breite Zone im Hangenden desselben. Seine Absonderungsart ist deutliche Schichtung in gleichmäßig dicke Bänke. Aus diesem dunklen Kalke besteht der südliche Teil der breiten Karstterrasse, welche den Höhenzügen der West-Pliševica und Planinka vorliegt und zum oberen Suvajatale mit jener Böschung abfällt, die durch den vorbesprochenen Dolomit gebildet wird. Ostwärts der Cetina formt der dunkle Liaskalk die Hänge südwestlich von Vrpolje und Velić.

### Lithiotis-Schichten (1c).

Ein in seiner petrographischen Beschaffenheit und Schichtungsform dem vorgenannten dunklen Kalke analoger Kalkstein, gleichsam die hangendste Partie von dessen Schichtmasse bildend. Er enthält Lithiotiden (*Cochlearites problematica*), kleine Megalodonten, wohl *Megalodus pumilus* und Chemnitzien in ziemlich großer Menge und vertritt die mittlere Stufe der Liasformation.

Die Lithiotiden erscheinen meist in Gesteinslinsen zwischen den die Megalodonten und Chemnitzien führenden Kalkbänken. Diese Linsen bestehen dann fast ganz aus den in mannigfacher Art gewundenen und verschlungenen, im Querschnitte wurmförmigen Gebilden, zu Stein gewordenen riesenhaften Raupennestern vergleichbar. Die aus Kalzit bestehenden Schalen heben sich weiß oder — wenn das dem Kalkspat beigemengte kohlensaure Eisen schon in Eisenoxydhydrat umgewandelt ist — orangegelb von der aus dichtem grauem Kalk bestehenden Zwischensubstanz ab. Manchmal sind sie selbst mit einer grauen Verwitterungsschicht bedeckt und dann nur als wulstige Erhabenheiten auf den Gesteinsflächen kenntlich. Die Lithiotidennester sind von ziemlich lockerem Gefüge, so daß man beim Aufschlagen mit dem Hammer die Loslösung von größeren Brocken und den Zerfall derselben in Scherben bewirken kann. Die mehr vereinzelt im Gestein eingeschlossenen Exemplare sind dagegen nur sehr mangelhaft auslösbar. Die Megalodonten und Chemnitzien sind als Auswitterungen oder Durchschnitte zu sehen, gleichfalls nicht auslösbar und so zu genauer Bestimmung nicht geeignet.

Die Lithiotis-Schichten lassen sich im Sviljagebiete von Ramljane über die Terrasse im Norden des

Suvajatales bis nach Lučane verfolgen. Im Vorlande des Prolog durchziehen sie die Tiefenzone von Velić und Vrpolje. Eine Verschiedenheit in ihrer Entwicklungsart diesseits und jenseits der Sinjaner Ebene besteht darin, daß ostwärts von der Cetina das Vorkommen der Lithiotiden fast ganz an einen verhältnismäßig breiten, ohne Unterbrechung fortstreichenden Gesteinszug geknüpft scheint, während man bei einer Querung der Liaskalke am Südhange der Svilaja jeweilig mehrere schmale Lithiotidenzonen kreuzt, von denen sich aber keine im Streichen weit verfolgen läßt. Besonders reich an Lithiotiden sind die Nordseite des Hügels nördlich von der Kirche von Ramljane und die Gegend west- und ostwärts von der Kuppe Veliki Kruk.

### Fleckenkalk (lf).

Nach oben hin geht der graue Kalk, welcher die vorgenannten Liasfossilien führt, in eine Zone über, die durch bunten Wechsel der Gesteine gegen ihre lithologisch eintönige Unterlage absticht. Man trifft da graue und graurötliche Plattenkalke, lichtgraue klüftige Kalke, Bänke, die ganz aus Schalensplittern bestehen, grau und gelb gestriemte und lichtgelbe, grau und braun gefleckte und geflammte Mergelkalke, blaßrötlichgraue Plattenmergel und graue sandige, zum Teil plattige Dolomite. Die meisten dieser Gesteine sind sehr kalkreich, so daß man sie in ihrer Gesamtheit besser als Fleckenkalke denn als Fleckenmergel des Lias bezeichnet.

Das Vorkommen der mittelliassischen Fossilien findet bald nach dem Erscheinen der ersten Bänke von fleckigen Mergelkalken sein Ende. Diese Gesteine bezeichnen meist schon das Hangende der petrefakten-

führenden Zone. Nur selten wird ein *Cochlearites*-Nest noch über einer Mergelbank angetroffen. Man kann so die Zone der Fleckenkalke als Äquivalent des oberen Lias betrachten. Sie begleitet sowohl west- als ostwärts vom Sinjsko polje den Zug der Lithotis-Schichten seiner ganzen Länge nach. Im Gebiete des Vrbatales, nördlich von der Topla Draga und im Osten der Cetina treten mergelige Schichten nur in einzelnen Bänken zwischen reinen Kalken auf; im Norden des Suvajatales bilden sie aber eine breite Zone, die sich durch Felsarmut und rötlichgelbe Färbung von dem benachbarten tiefgrauen Karstgelände scharf abhebt.

### Kalk des Mitteljura? (i).

Die hierher gerechneten Kalksteine sind dicht bis feinkörnig, nicht selten von Kalzitadern durchzogen, uneben brechend, an manchen Orten breccienartig. Ihre Farbe ist gewöhnlich dunkelgrau, zuweilen schwärzlich, auch der Verwitterungston ist bei diesen Kalken dunkler als bei den kretazischen. Ein schwacher Gehalt an Bitumen gibt sich bei ihnen im Geruche zu erkennen. Sie zeigen eine Absonderung in dicke massige Bänke und geben zum Auftreten von Karsterscheinungen, besonders Dolinen, in reichem Maße Anlaß. Diese Kalke enthalten nur schlechte Auswitterungen; auch nur generisch bestimmbare Fossilreste ließen sich bisher in ihnen nicht auffinden. Ihre Stellung zwischen liassischen Schichten und den Liegendschichten des Tithons berechtigt wohl dazu, sie dem mittleren Jura einzureihen.

Im Svilajagebirge bilden diese Kalke einen breiten dolinenreichen Felszug im Hangenden der Fleckenkalke. Derselbe läßt sich von der Ramljaner Hügelmasse über die Südseite der West-Pliševica und Planinka bis an den

Südosthang der Ost-Pliševica hin verfolgen. In Farbe und Textur ganz gleiche, im Relief mehr riff- und klippenartige Kalke, treten über diesem Zuge im Wechsel mit Dolomiten auf. Im Bereich der östlichen Pliševica folgen ebensolche Kalke dann auch noch im Hangenden dieser Zone der Wechsellagerung in mächtiger Entwicklung. Nach oben hin schließt die ganze Schichtfolge der dickbankigen grauen Kalke und Dolomite mit einem Kalkzuge ab, der als eine in der Landschaft auffällig hervortretende Kette schroffer Klippen über die Südhänge der genannten Vorhöhen der Svilaja hinstreicht.

Ostwärts der Cetina verläuft ein breiter Zug von dunkelgrauem, zum Teil breccienartig ausgebildetem Jurakalk von Grab zum Südabhang des Berges Jelinak. Dieser Zug liegt über Dolomiten, neigt gleichfalls zur Entwicklung schroffer Felsriffe und Klippen und ist dem oberen Kalkzuge der Pliševica gleichzustellen.

### Dolomit des Mitteljura? (i<sub>1</sub>).

Die dolomitischen Gesteine, welche mehrorts mit den eben beschriebenen Kalken wechsellagern, sind von verschiedener Beschaffenheit. Neben grauen, braun anwitternden und weißen zuckerkörnigen Dolomiten trifft man stark nach Erdpech riechende, dunkelgraue bis schwarze, von weißen Adern durchzogene Dolomite an. Während die weißen und graubraunen Dolomite zwei auch noch im Oberjura und noch in der Kreide häufige Gesteinsausbildungen sind, ist das Auftreten schwarzer, weißgeädertter Dolomite im besonderen für die Zone zwischen Lias und Oberjura bezeichnend. Die weißen und schwarzen Dolomite sind fast ungeschichtet, während die bräunlichen eine unvollkommen plattige Absonderung zeigen.

An den Südhängen der westlichen Pliševica und Planinka schalten sich dolomitische Gesteine dem oberen Teile der fraglich mitteljurassischen Kalkzone ein. Auf der Südseite der östlichen Pliševica gewinnt der kalkige Hangenzug der obersten Dolomiteinschaltung eine solche Breite, daß man dort von einer Wechsellagerung von Dolomit und Kalk im mittleren Teile jener Zone sprechen kann. Im Osten des Sinjsko polje treten schwarze, weißaderige Dolomite zwischen den liassischen Fleckenkalken und einer Zone von grauen Kalken auf, welche den Hangendkalken der dunklen Dolomite auf der Südseite der östlichen Pliševica entsprechen.

### Cladocoropsiskalk (ic).

Ueber der vorhin genannten Klippenkette folgen Kalke und Dolomite, die sich von den unter ihr befindlichen in mehrfacher Hinsicht unterscheiden. Die Kalke sind von körnig-sandiger Beschaffenheit, im Bruche dunkelgrau, an den angewitterten Oberflächen etwas lichter grau gefärbt, weißlich punktiert. Sie haben eine große Neigung zu plattig-scherbigem Zerfall, so daß man in ihrem Bereiche nicht viel anstehendes Gestein und vorzugsweise Scherbenfelder antrifft. Dementsprechend zeigen die Regionen dieses Kalkes sanfte Terrainformen, welche gegen die südlich benachbarten Felswildnisse scharf kontrastieren. Diese Kalke enthalten eine eigentümliche Koralle, welche Prof. Felix als einer neuen Gattung angehörig erkannt hat. In ihrem Habitus an manche *Stylosmilia*- oder *Goniocora*-Arten erinnernd, steht sie ihrem Baue nach den *Spongiomorphidae* Frech am nächsten. Für die Niveaubestimmung ist diese Koralle, *Cladocoropsis mirabilis* Felix, als neue Art und Gattung nicht verwertbar. Die Ueberlagerung der korallenführenden

Kalke durch die tithonischen Lemeßschichten berechtigt zur Annahme, daß jene Kalke in die obere Juraformation zu stellen sind. Streckenweise ziemlich spärlich, findet sich *Cladocoropsis mirabilis* manchenorts in großer Menge. Man kann da manchmal auf der Mehrzahl der Kalktrümmer, welche man vom Boden aufhebt, Auswitterungen der Koralle sehen. Prof. Felix hat in den von ihm mikroskopisch untersuchten Kalkstücken auch Foraminiferen aus der Familie der Textulariden sowie auch Globigerinen festgestellt.

Der Cladocoropsiskalk erscheint in mehreren kleineren Felsmassen nordwärts vom oberen Vrbačale und formt dann die Rückenflächen der drei sich in W—O-Richtung aneinanderschließenden Höhenzüge West-Pliševica, Planinka und Ost-Pliševica, welche die mittlere der drei südlichen Vorketten der Svilaja bilden. Im Osten des Sinjsko polje erscheint der Cladocoropsiskalk in einem durch Dolomit gespaltenen Zuge, welcher vom Berge Jelinak zum Ruda potok streicht und nach vorübergehender Bedeckung mit einem Lappen von Promina-konglomerat unter Kongerienschichten untertaucht.

### Cladocoropsisdolomit (ic<sub>1</sub>).

Die Dolomite, welche in Verbindung mit dem Cladocoropsiskalk auftreten und zum Teil auch das Leitfossil desselben führen, sind teils zuckerkörnig, weiß oder lichtgelb, teils sandig und intensiv braun gefärbt und stark bituminös riechend. Die ersteren bilden stark zernagte lochrige Felsklippen, die letzteren sehr eigentümliche, wollklumpenähnliche Felsen, wie sie auch bei Kreidedolomiten manchmal vorkommen. Ein Umstand, durch den sich die dolomitischen Zonen des Korallen führenden Jura von denen unter der Klippen-



zone unterscheiden, ist die Einlagerung von dunkelgelben und grellroten Mergelknollen. Sie sehen jenen ähnlich, welche sich in den Dolomiten über den Lemešschichten finden. Dolomite von der eben beschriebenen Beschaffenheit kommen im Westen der westlichen Pliševica am meisten zur Entwicklung. Sie bilden dort einen breiten Zug, in welchen nur vereinzelt Riffe von Cladocoropsiskalk eingeschaltet sind. Auf der westlichen Pliševica und Planinka treten Dolomite hauptsächlich im Liegenden, auf der östlichen Pliševica im Hangenden des Cladocoropsiskalkes auf; am Jelinak im Osten des Sinjsko polje bilden sie eine breite Einlagerung innerhalb dieses Kalkes. Auf der Westhälfte der westlichen Pliševica folgen über der früher genannten Klippenkette zunächst einige korallenreiche Bänke und dann zwei Dolomitazonen, die von je einem Zuge grauen splittrigen, sehr fossilarmen Kalkes überlagert sind. Den Dolomiten im Hangenden des Cladocoropsiskalkes auf der östlichen Pliševica schalten sich Züge von tithonischem Korallenkalk ein. Cladocoropsis führend sind hauptsächlich jene Dolomite, welche sich den diese Koralle führenden Kalken im Osten der Cetina einschalten und auch die graue Farbe der sie begleitenden Kalke zeigen.

### **Lemeš-Schichten (il).**

Dünngeschichtete bröcklige Hornsteinbänderkalke in wiederholtem Wechsel mit lichtgelben oder weißen, sehr feinkörnigen, in dünne ebenflächige Platten spaltenden Kalken. Sie enthalten Fischreste, Aptychen und Abdrücke von Oppelien. Näher bestimmbare Stücke wurden im Gebiete des Spalatiner Blattes bei nur aufnahmsgeologischen Begehungen bisher nicht gefunden.

Vom Lemešberge, dessen Fauna zufolge mehrmaliger Aufsammlungen sehr viel besser gekannt ist, wird das Vorkommen von *Elopopsis* und *Chirocentrites* angegeben; von Cephalopoden fanden sich dort in den Hornsteinbänderkalken nach Marthe Furlani außer je einer unbestimmbaren Form von *Aspidoceras* und *Perisphinctes* und nicht sicher zu bestimmenden Oppelien (*O. cfr. Galar*, *O. cfr. pugilis*, *O. cfr. Strombecki*, *O. cfr. subnuda*) noch

- Oppelia dinarica* nov. sp.  
 „ *Haerberleini* Opp.  
 „ *steraspis* Opp.  
 „ *compsa* Opp.  
*Aptychus latus* H. v. Mayer  
 „ *bous* Opp.  
 „ *lamellosus*.

Diese Cephalopodenfauna erweist sich als eine Mischung von Formen des oberen Kimmeridge und unteren Tithon. Aus ihrem Liegenden, dem Cladocoropsiskalke, gehen die Lemešschichten allmählich hervor. Die für jenen Kalk bezeichnenden Einschlüsse verlieren sich nach und nach, zugleich wird die Schichtung eine dünnere. Der sich so entwickelnde fossilleere graue Plattenkalk nimmt dann allmählich Zwischenlagen von Hornstein auf und ändert seine Farbe in eine gelbliche um.

Die Lemešschichten begleiten beiderseits den Höhenzug der Debela Kosa und bauen die Südhänge des Berges Buzovaca auf. Oestlich vom Sinjsko polje fehlen sie vollständig.

Sie neigen sehr zu oberflächlichem Zerfall und das von ihnen eingenommene Gelände ist von vielen Einrissen durchfurcht. Ihre Zerstörungsprodukte unter-

lagen dem Transport durch Wasserfluten bis an weit entfernte Stellen hin. So findet man den Schutt der Hornsteinkalke vom Westhange der Planinka noch in einer Mulde bei Topić zwischen Kalkfelsen des Lias, wohin sie durch den Torrente Rivina, der die Zone des dickbankigen grauen Jurakalkes schief durchschneidet, gebracht wurden. In das Polje von Ogorje haben sich auf dem Wege durch die Duboka Draga große Schuttmassen desselben Ursprunges ergossen und kleine Ansammlungen von Schutt der Hornsteinkalke trifft man auch in den Gräben auf der Südseite der Planinka. Mit Schutt der Lemešschichten vom Südhange der Buzovaca ist das Polje von Marović erfüllt.

Die hier als Lemešschichten ausgeschiedenen Gesteine entsprechen den unteren Lemešschichten Marthe Furlanis, welche die Gesamtheit der zwischen dem Cladocoropsiskalk und dem Stikovodolomite der Svilaja liegenden Kalke unter dem obigen Lokalnamen zusammenfaßt.

### **Korallenkalk des Tithon (it).**

Hellgraue, licht anwitternde feinkörnige Kalke und im Bruche sowie oberflächlich mehr oder minder dunkelgraue, streifige, netzartig gezeichnete oder fleckige Kalke von manchmal oolithischem, manchmal auch breccienartigem Gefüge. Sie gehen mehrorts in Dolomite über, doch so, daß sich eine kartographische Trennung kaum erzielen läßt. Die Kalke führen zahlreiche mangelhaft erhaltene Korallen, verschiedene Formen mit büschelförmigen, verzweigten, massigen und konfluierenden Stöcken, ferner Crinoiden, dickschalige Bivalven und auch Schnecken. In den dunklen Kalken wittern diese Einschlüsse oft mit rostgelber Farbe aus, in den

hellgrauen sind die Auswitterungen ebenso wie das umgebende Gestein oder noch etwas lichter gefärbt.

Die lichtgrauen Korallenkalke treten in der Svilaja mehrorts an die Stelle der Lemešschichten und an ein paar Orten läßt sich der Fazieswechsel erkennen. Westlich vom Graben unter Muslin (bei Ogorje gornje) sieht man den Hornstein führenden Plattenkalk in einer lichten Kalkmasse auskeilen, deren tiefere Lagen viele Korallen führen und am Ostfuße der Buzovaca (bei Zelovo) kann man eine gegenseitige Verzahnung lichtgelber Kalkschiefer und grauer Korallenkalke feststellen.

Man hat es mit zu den als Lagunarabsätze erkennbaren Lemešschichten gehörigen gleichaltrigen Riffbildungen zu tun. Ostwärts von Zelovo, wo diese Riffkalke zum Teil stark dolomitisch sind, werden sie durch dunkelgraue Kalke verdrängt, welche nach unten zu in jene Dolomite übergehen, die auf der östlichen Plisevica das Hangende des Cladocoropsiskalkes bilden. Am Vucjak trifft man dann ähnliche, sehr dunkelgraue, Korallen führende Kalke in wiederholtem Wechsel mit Dolomiten, die von Cladocoropsiskalken unterteuft sind.

## **Kreideformation.**

### **Kalke der Unterkreide? (k).**

Unter dieser Bezeichnung sind auf der Karte Gesteine vereint, die — zwischen lithologisch gut gekennzeichneten Schichten des Oberjura und der Mittelkreide gelegen und sich wohl auch über diesen ganzen zeitlichen Zwischenraum verteilend — gleichwohl keine auf ihre Fossilführung oder ihre sonstigen Eigenschaften ausreichend stützbare kartographische Gliederung zulassen. Obschon sie vielleicht gerade den mittleren

Stufen des vorgenannten stratigraphischen Zeitraumes nur zum geringen Teil angehören, schien es so bei dem Erfordernisse einer möglichst knappen Benennung doch am Platze, sie als fragliche Aequivalente der Unterkreide anzuführen.

Im Osten des Sinjsko polje, wo die Lemeßschichten fehlen, wurde die Signatur k auf die Gesamtheit der zwischen dem Cladocoropsiskalk und dem Chamidenkalk liegenden Schichten ausgedehnt. Die tieferen Lagen derselben sind graue fossillere Kalke von ähnlicher Beschaffenheit wie die im Liegenden der Cladocoropsischichten. Die höheren Lagen sind lichtgraue bis weißliche Kalke, für die zum Teil eine Durchspickung mit kleinen, mit Kalzitkriställchen ausgekleideten Lakunen, zum Teil eine Durchschwärmung mit Linsen und Putzen von hanfkorngroßen Oolithen sehr bezeichnend ist. Von Fossileinschlüssen führen sie zuweilen Crinoiden, Caprinulen und an Requienien erinnernde Reste. Falls die fossilleren grauen Kalke das Tithon vertreten sollten, hätte man eine besondere Faziesentwicklung dieser Formation vor sich. Diese Kalke nehmen südostwärts von Bugarin die Hälfte der Breite des mit k bezeichneten Gesteinszuges ein, auf dem Plateau von Bosniak begleiten sie den Korallenkalk des Oberjura nur in einer schmalen Zone.

Nordwärts von Muć umfaßt die Signatur k die Kalke zwischen den dünnplattigen Lemeßschichten und den dolomitischen Breccien an der Basis des Chamidenkalkes. Auf der Debela Kosa folgen über dem tithonischen Plattenkalke lichtgraue dünn- bis dickbankige Kalke mit Hornsteinen und spärlichen rötlichgrauen Flecken und auch graue, undeutlich geschichtete, weißgeäderte Kalke. Die ersteren sind mit dem Plattenkalke durch teilweise Wechsellagerung verknüpft und

stellen eine fossilarme abweichende Ausbildung der noch dem Tithon zugehörigen dickbankigen Hornsteinkalke und Fleckenkalke des Lemešberges dar.

Auf der Buzovaca lagern über dem aptychenführenden Plattenkalke satt- bis dunkelgraue Breccienkalke mit kleinen Hornsteinputzen, Schalensplittern und Gliedern von Crinoidenstielen. Darüber folgen hellere und mehr homogene Kalke mit Spongien, ästigen Stockkorallen, Ellipsactinien, Crinoiden und Bivalven. Auch in diesen Schichten ist noch das Tithon vertreten; vielleicht reichen sie aber über dessen obere Grenze hinauf.

Zwischen dem Polje von Ogorje und dem Vrba-tale wurde die Signatur k dem stratigraphischen Verbindungsgliede des über den Juraschichten folgenden Dolomites mit dem Chamidenkalke zugeordnet. Dieses Schichtglied ist ein feinkörniger weißer, unvollkommen gebankter, karstbildender Kalk. Durch diese Eigenschaften vielverbreiteten Abarten des Rudistenkalkes gleichend, führt er an Stelle der für diesen letzteren bezeichnenden Fossileinschlüsse nur ganz sporadisch kleine Turmschnecken sowie auch kleine Gesteinslinsen von feoolithischer Textur. Mit seinem Liegenddolomit ist dieser Kalk nicht durch Wechsellagerung, sondern durch unregelmäßiges Ineinandergreifen verknüpft. In den hangenden Chamidenkalk geht er ohne scharfe Grenze über. Da es nicht sicher ist, ob letzterer bis an die Basis des Cenomans hinabreicht, bleibt es auch ungewiß, ob der in Rede stehende Kalk in seiner Gesamtheit noch der Unterkreide zufällt.

### Dolomite der Unterkreide (ku).

Unter dieser Bezeichnung wurden alle Dolomitschichten zusammengefaßt, welche jünger als der Cla-

docöropsisdolomit und älter als der Liegenddolomit des Rudistenkalkes sind. Diese Schichten reichen — da auch der Chamidenkalk Dolomite umschließt — höher hinauf als die mit der Signatur *k* belegten Kalke, sie reichen zugleich weniger tief hinab als letztere, da deren noch dem Tithon zufallende Lagen keine Dolomite führen.

Im Gebiete östlich vom Sinjsko polje umfaßt die Signatur *ku* die dem Oolithe führenden Kalke des Plateaus von Bosniak eingelagerten Dolomite und die Dolomiteinschaltungen im Chamidenkalk der Umgebungen von Ruda. Man hat es da zum Teil mit sandigen grauen Dolomiten, zum Teil mit zuckerkörnigen weißen Dolomiten und weißen dolomitischen Zellenkalken zu tun.

Die Dolomite des Vučjak liegen über dem mit Dolomiten wechsellagernden Korallenkalk des Tithons und stoßen an rudistenführenden Kalken ab. Die am Nordfuße der Debela Kosa mit der Signatur *ku* ausgeschiedene Gesteinszone besteht aus unregelmäßig ineinandergreifenden Dolomiten, dolomitischen Kalken, Kalk- und Dolomitbreccien. Jenseits der Nordgrenze des Kartenblattes geht diese Zone in das ausgedehnte Dolomitgebiet von Potravlje über, gegen West steht sie mit der gleichfalls sehr umfangreichen Dolomitlandschaft von Ogorje in Verbindung. Diese beiden Gebiete gehören gleichwie jene von Baljke und Stikovo (Blatt Dernis), Maovice, Kievo und Dabar (Blatt Verlicca) einer mächtigen Dolomitentwicklung an, welche im Umkreise der Svilaja die Lemeßschichten von der Gesamtmasse der Kreidekalke trennt. Verbreitet sind hier körnige, lichte grau anwitternde Dolomite, daneben kommen auch bituminöse bräunliche Dolomite vor. Als seltene Einschaltungen trifft man dunkelgelb und ziegelrot gefärbte Knollenmergel.

### Chamidenkalk (kr).

Ein licht- bis dunkelgrauer, dichter, beim Anschlagen nach Bitumen riechender Kalk mit meist sehr gut entwickelter dick- bis dünnbankiger Schichtung. Zuweilen ist er von weißen Kalkspatadern durchtrübert, manchmal nimmt er das Aussehen eines rot oder braun geäderten Breccienkalkes an. Als seltene, örtlich beschränkte Einlagerungen erscheinen in ihm kurzklüftige grünlichgraue Schieferkalke und etwas tonige grünlich- oder rötlichgraue Knollenkalke. (Am Wege nördlich von Krivodol, am Wege südlich von Kundja, am Hügel westlich von Bitunjac und auf der Sušica glavica, westlich von Rude staje, ferner bei Karan ober Ogorje.) Ganz vereinzelt finden sich in ihm Hornsteine (Sušica glavica, Westhang des Berges Varda). Auf letzterem Berge zeigt sich eine stark bituminöse Einlagerung im Kalke.

Von Fossilien trifft man an Requienien erinnernde Auswitterungen sowie Reste von Apricardien und kleinen Ostreen, ferner kleine Nerineen, darunter eine der *N. forojuliensis* Pir. nahestehende Form.

Das Erscheinen dieser letzteren Schnecke weist auf ein cenomanes Alter der sie einschließenden Schichten hin.

In manchen Gesteinsbänken finden sich ganz zusammengedrückte und zerbrochene dünnschalige Bivalven. Diese verschiedenen Einschlüsse treten im allgemeinen ziemlich selten, im Fall ihres Erscheinens aber meist nesterweise auf. Als häufigere Fundstellen seien der östliche Teil des Podi brdo und die Gegend am Westfuße der Dosavac glavica genannt.

Der Chamidenkalk tritt in den landwärts von den Aufbruchstälern sich erhebenden Gebirgen in großer Ausdehnung zutage. Von seiner Verbreitungsregion in



der Svilaja reicht nur der südlichste Teil in das Spalater Blatt hinein. Am Prolog zeigt sich der Chamidenkalk durch eine ihm aufliegende Zone jüngerer Schichten in zwei Züge getrennt. Der eine baut die unteren Vorhöhen, der andere den Gipfelkamm der Kamesnica auf.

### **Plattenkalkfazies des Chamidenkalkes (kr<sub>1</sub>).**

Die dünnbankige Schichtung geht beim Chamidenkalk mehrorts in eine mit polygonaler Klüftung vereinigte plattige Absonderung über. Es entstehen dann Plattenfelder, in deren Bereich oft in weitem Umkreise fast gar kein anstehendes Gestein zu sehen ist. Die größeren dieser Felder konnten in groben Umrissen auf der Karte ausgeschieden werden. Die Farbe und Textur des plattigen Chamidenkalkes ist jener des bankigen gleich. Auch der Fossilinhalt ist fast derselbe; ja die Wahrscheinlichkeit, Apricardien und Nerineen zu finden, ist in den plattigen Kalken zumeist größer als in den bankigen. Die umfangreichsten Plattenfelder finden sich oberhalb Ogorje dolnje und im Ostteil des Podi brdo.

### **Hornsteinführender Kreidekalk (kr).**

Ein in dicken Bänken abgesonderter, von feinen Kalzitadern durchtrümelter dichter Kalk von blaßgrauer oder blaßbräunlicher Farbe. Die in ihm vorkommenden, nuß- bis faustgroßen Hornsteinknollen sind außen ocker-gelb bis rostbraun, im muscheligen Bruche licht- bis dunkelgrau oder braun gefärbt und sehr ungleichmäßig im Gestein verteilt. Von Fossilien finden sich nur sehr spärliche und undeutliche Reste.

Dieser Kalk wird in der östlichen Zagorje und an der mittleren Cetina bei normaler Schichtfolge im

Liegenden des Rudistenkalkes angetroffen. Er vertritt hier den weiter im Innern des Landes — aber auch meerrwärts am Mosor — unter dem Rudistenkalke und — wo an dessen Basis Chondrodontaschichten entwickelt sind — unter diesen liegenden Dolomit und ist darum als Aequivalent des obersten Cenomans zu deuten. Im westlichen Nachbarblatte wurde auch in der Grenzzone zwischen dem Rudistenkalke und dem Hornsteinkalke *Chondrodonta Joannae Hoff.* in Gesellschaft von *Radio-lites angeoides Pic.* vereinzelt aufgefunden. Der Uebergang zwischen diesen beiden Kalken vollzieht sich sehr allmählich und die Grenzen mußten, was hier ausdrücklich bemerkt sei, dort, wo es sich um Schichtgrenzen handelt, auf der Karte ganz schematisch eingezeichnet werden.

Das normale Liegende des Hornsteinkalkes ist nirgends aufgeschlossen.

Der hornsteinführende Kreidekalk bildet in der Zagorje die oberen Flügel von Ueberschiebungen, deren untere Flügel aus eocänen Schichten oder aus Rudistenkalk bestehen. Da, wo seine Grenze gegen diesen letzteren Kalk einer Ueberschiebungstirn entspricht, ist sie schärfer und sicherer zu ziehen. Zwischen Dugobabe und Prugovo und am Rebinjak treten Hornsteine streckenweise nur spärlich auf. Bei Novasela an der Cetina bildet der kretazische Hornsteinkalk den Kern einer steilen, zum Teil überkippten Aufbruchsfalte.

### Dolomite der Oberkreide (kd).

Teils weiße bis blaßgelbliche zuckerkörnige Dolomite von fein- bis grobzelliger Textur, teils bräunlich-grau gefärbte sandige Dolomite von manchmal breccienartigem Gefüge. Dem mineralogisch-chemischen Begriffe eines Dolomits entsprechen sie nicht alle ganz und wären

ihrer Zusammensetzung nach zum Teil als mehr oder minder dolomitische Kalke zu bezeichnen. Für die Auscheidung auf der Karte war hier die lithologische Beschaffenheit und Verwitterungsform, welche von jener der reinen Kalke merklich abweicht, in erster Linie bestimmend. Eine Schichtung lassen diese Gesteine bisweilen kaum erkennen; manchmal sind sie dagegen deutlich gebankt, die sandigen Abarten erscheinen mitunter unvollkommen plattig abgesondert. Fossilien, zu meist Ostreen und Rudisten, enthalten sie nur dort, wo sie in Bänken mit Kalken wechsellagern. Wo sie allein zu größerer Entwicklung kommen, scheinen sie ganz versteinierungsleer zu sein.

Diese Dolomite bilden das meist aber nicht immer entwickelte Zwischenglied zwischen den mittleren und höheren Kreidekalken und sind beiläufig an die Grenze von Cenoman und Turon zu stellen. Im Bereiche des Kartenblattes Sinj—Spalato werden sie nur auf den Vorhöhen des Prolog als stratigraphisches Zwischenglied erkannt. Am Südwesthange des Prolog fehlen sie an der eben angegebenen Grenze. In den übrigen Teilen ihres Verbreitungsgebietes auf diesem Blatte stellen sie als Liegendes der oberen Kreideschichten — wie der vorbesprochene Hornsteinkalk — den tiefsten aufgeschlossenen Horizont dar. Sie bilden da entweder die Kerne aufgebrochener Falten (am Kragljevac, bei Nisko, bei Ugljane u. a. O.) oder, wenn deren südwestliche Flügel ganz verkümmern, die oberen Flügel von Ueberschiebungen (bei Budimir).

Der Uebergang in die hangenden Kalkschichten vollzieht sich entweder rasch durch Schwund des Magnesiagehaltes der Gesteine oder durch Einschaltung einer mehr oder minder breiten Zwischenzone, in welcher

Kalke und Dolomite mehrmals wechseln. Auch als räumlich beschränkte Einlagerungen im Hornsteinkalke und in den tieferen bis mittleren Schichten des Rudistenkalkes treten Dolomite auf.

### Chondrodontaschichten (k $\bar{c}$ ).

Unter dieser Bezeichnung wurden die an radial gerippten Austern reichen Schichten ausgeschieden, welche sich in lithologischer Beziehung von den tieferen, auch manchmal solche Muscheln führenden Lagen des Rudistenkalkes unterscheiden. Die Faziesentwicklung dieser Schichten besteht in einem oftmals sich wiederholenden Wechsel von plattigem Dolomit, dolomitischem Kalk, härterem klüftigem Kalkstein und Plattenkalk. Letzterer gelangt in einem etwas über der Basis der ganzen Schichtmasse gelegenen Niveau zur Vorherrschaft, so daß es da zum Auftreten einer eigenen Plattenkalkzone kommt. Die Farbe der dolomitischen Gesteine und bankigen Kalke ist lichtgelb bis grau, der Plattenkalk ist blaßgelblich oder blaßrötlich. Das Vorkommen der Ostreen ist vorzugsweise an die dolomitischen Kalkbänke geknüpft; in den rein dolomitischen Lagen sind sie selten, in den Plattenkalken scheinen sie ganz zu fehlen. Sie treten stellenweise in großen Massen auf, so daß man von Austernbänken sprechen kann.

Man trifft zumeist die grobgerippte *Chondrodonta Joannae Hoff.*, doch kommt auch die feingerippte Form, *Chondrodonta Munsoni Hoff.* vor. Außer diesen Muscheln finden sich in manchen Bänken viele Radioliten.

Die Chondrodontaschichten sind hauptsächlich in der Zone der Dolomitaufbrüche landwärts von der Zone des Hornsteine führenden Kreidekalkes entwickelt. Sie erscheinen da teils in den Flügeln von Falten, deren

Kern aus Dolomit besteht (bei Brstanovo und Susci) teils selbst als Faltenkern (westlich von Gizdavac), teils als Bestandteil oberer oder unterer Flügel von Ueberschiebungen des Dolomites auf die jüngeren Kreideschichten (bei Budimir). Schwach entwickelt finden sich die Chondrodontaschichten auf den Vorhöhen des Prolog.

### Rudistenkalk (k $\bar{r}$ ).

Diese Ausscheidung umfaßt eine Anzahl von petrographisch verschiedenen Kalken, die jedem Versuche einer kartographischen Trennung die größten Schwierigkeiten entgegenstellen. Viel verbreitet ist ein grobkörniger, rein weißer, zumeist nicht deutlich geschichteter Kalk. An vielen Orten tritt ein feinkörniger bis dichter blaßbräunlicher, wohlgeschichteter Kalk zutage. Zwischen diesen beiden Typen gibt es zahlreiche Uebergänge. Im allgemeinen entsprechen die zunächst unter dem Tertiär liegenden Kalke dem ersteren, die tieferen Schichten dem letzteren der beiden vorgenannten Typen. Der die Cosinaschichten unmittelbar unterteufende Kalk ist fast ausnahmslos von körnigem Gefüge, rein weiß und mangelhaft geschichtet. Eine dritte weit verbreitete Gesteinsabart sind Kalksteine, die ganz aus Splintern von Rudistenschalen bestehen und als Schalengruskalke zu bezeichnen wären. Als seltenere Ausbildungsweisen sind rot oder schwarz geäderte Breccienkalke und Kalke von oolithischer Textur zu nennen.

Häufig trifft man Ausscheidungen von Kalzit, als feine Adern, als Wandüberzüge enger offener Spalten und als drusige Auskleidungen größerer Hohlräume. Auch Absätze von Eisenoxydhydrat, teils Füllungen enger Klüfte, teils Ueberkrustungen von Kluftwänden sind im Rudistenkalk keine seltene Erscheinung.

Die Verteilung der Rudistenreste ist sehr ungleichmäßig, indem Gesteinslagen, in denen diese Reste in großen Mengen und nesterweise vorkommen, mit fossilarmen und fossilereen Kalkzonen wechseln. Der Erhaltungszustand der Rudisten ist ein für nähere Bestimmung meist ganz unzureichender. Oft lassen sich diese Fossilreste überhaupt nicht aus dem Gestein auslösen und nur in ihren Quer- und Längsschnitten beurteilen. Die große Mehrzahl dieser Durchschnitte erweisen sich als solche von Radioliten, doch läßt sich auch mitunter die für Hippuriten bezeichnende Querschnittsfigur erkennen.

Von Radioliten sind in der oberen Kreide ganz Dalmatiens und wohl auch im Rudistenkalk unseres Gebietes am häufigsten: *Radiolites Beaumonti* Bayle, *Biradiolites angulosa* d'Orb. und eine der *Praeradiolites ponsiana* nahe stehende Art. Von Hippuriten finden sich *Hippurites cornu vaccinum* Br. und *H. sulcatus* Defr. Außer Rudisten trifft man in den tieferen Lagen des oberen Kreidekalkes noch radial gerippte Austern und auch Schnecken, soweit der schlechte Erhaltungszustand eine Deutung zuläßt, Nerineen und Actaeonellen. Manche Gesteinsbänke führen reichlich Milioliden.

Der Rudistenkalk erscheint teils als Antiklinalkern (Moseć, Deveroga, Sridivica), teils als Hauptbestandteil des Hangendflügels von Ueberschiebungen (Koziak, Golo brdo), teils in Faltenflügeln zu beiden Seiten des in der Faltenachse aufbrechenden Dolomites (Nisko) oder Hornsteinkalkes (Novasela), teils im Liegenden von Ueberschiebungen, deren Hangendflügel von kretazischem Dolomite (Radinje, Budimir) oder Hornsteinkalk (Kelam, Broćanac dolnji) gebildet wird, teils als Muldenkern im Chamidenkalk (Strazbenica am Prolog), teils endlich als ausschließliches Baumaterial ganzer Faltenzüge (Ljubec, Mosor).

Der Rudistenkalk ist das am meisten verbreitete Gestein im Gebiete der hier erläuterten Karte. Die von ihm bedeckte Fläche dürfte dem Gesamtareal aller anderen auf der Karte gemachten Ausscheidungen an Größe nahekommen.

Im Gebiete des Rudistenkalkes liegen das Brauneisenerzvorkommen von Kotlenice und die Asphaltfundorte zwischen Bisko und Dolac.

Die Erzlagerstätte von Kotlenice unterscheidet sich von analogen Hohlraumfüllungen im oberen Kreidekalke durch ihre Größe und durch ihre einigermaßen flözähnliche Form. Letztere rührt daher, daß hier der Brauneisenstein eine zwischen zwei Bänken einer mittelsteil (gegen NW) einfallenden Kalkmasse klaffende Spalte ausfüllt und so einen durch Deszension entstandenen Lagergang bildet.

Der Asphalt von Dolac ist an das Auftreten stärkerer Gesteinszerrüttungen gebunden und erscheint teils als Ausfüllung kleiner Hohlräume und Spalten, teils als Durchtrümerung fein zerklüfteten Gesteins, teils als Kittmasse von Breccien.

### **Plattenkalkfazies des Rudistenkalkes ( $k\bar{r}_1$ ).**

Die einzige Faziesentwicklung der höheren Kreidekalke, deren kartographische Trennung von den anderen Gesteinsausbildungen keine großen Schwierigkeiten bietet, ist die als Plattenkalke. Die Dicke der Abspaltungen schwankt bei diesen Kalken zwischen einem halben und einigen Zentimetern, ihre Farbe ist zumeist blaßgelb, seltener blaßrötlich. Plattenkalke kommen, wie schon erwähnt, in den Chondrodontaschichten vor; im Rudistenkalk treten sie teils als Einschaltungen in den bankigen Kalken, teils in mächtiger Entwicklung auf und sind dann

oft selbst wieder von Zonen bankig abgesonderter Kalke durchzogen. In diesen letzteren finden sich nicht selten Durchschnitte von Rudistenschalen; in den Plattenkalken selbst sind keine deutlichen Schaltierreste und auch keine Fischreste zu sehen.

Die Umrisse der Plattenfelder konnten auf der Karte nur annähernd wiedergegeben werden.

Von den Plattenfeldern in den Chondrodontaschichten ist jenes im Osten des Berges Kaden das bedeutendste. Bei Novasela schalten sich plattige Kalke in die Hangendschichten des Hornsteinkalkes ein. Die Plattenfelder auf dem Kocino brdo östlich von Konjsko liegen mitten im Rudistenkalke. Für das ausgedehnte Vorkommen lichter dünnplattiger Kalke bei Korusce in der östlichen Zagorje läßt sich die Altersstellung nicht genau angeben. Diese Kalke stoßen im Süden, sich seiger stellend, an steil aufgerichteten Rudistenkalk, im Norden fallen sie unter den Hornsteinkalk ein, und zwar anscheinend konkordant, so daß es aussieht, als wenn hier der Plattenkalk das tiefste wäre. Da aber in der beiderseitigen Nachbarschaft der Hornsteinkalk auf Rudistenkalk überschoben ist, dürfte doch wohl auch im Zwischengebiete überstürzte Schichtlage herrschen.

## Palaeogen.

### **Cosinaschichten und oberer Foraminiferenkalk (öp).**

Von der dem istro-dalmatischen Küstengebiete eigentümlichen, von Stache entdeckten und erforschten liburnischen Stufe sind im Bereiche des Blattes Sinj-Spalato fast nur die mittleren und oberen Horizonte vertreten. Aequivalente der unteren Abteilung des Protocäns finden sich am Südfuße der Visoka in der Fazies



lichter Kalke, in denen Rudistendurchschnitte zusammen mit protocänen Formen von *Miliola* und *Peneroplis* vorkommen. (Am Wege unterhalb der mittleren Hütten von Sičane und am Nordhange der Gromila.) Diese unteren Foraminiferenkalke wurden wegen ihrer innigen Verbindung mit dem liegenden Rudistenkalke von diesem kartographisch nicht getrennt. Auch im Süden des küstennahen Poljes von Blaca ist eine Vertretung unterer liburnischer Schichten anzunehmen, da dort fossilarme eocäne Kalke ohne deutliche Grenze in den Rudistenkalk übergehen. Meist sind an Stelle des unteren Protocäns — als Zeugen einer Landbildungsperiode — nur rostfarbige oder ockergelbe sandige und tonige Schichten mit eingestreuten Limonitbohnen vorhanden. Sie bilden entweder kleine Gesteinslinsen oder nur Ausfüllungen der Gruben in der oberen unebenen Grenzfläche des Rudistenkalkes oder nur Ueberkrustungen dieser Fläche. Manchmal erscheint an der Grenze von Kreide und Tertiär eine dünne Breccienlage.

Die Cosinaschichten, die limnische mittlere Abteilung des Protocäns, erscheinen in mehreren Ausbildungsformen. Häufig trifft man harte muschlig brechende Kalke von grauer, brauner oder roter Farbe mit verstreuten Characeen-Oogonien und spärlichen Durchschnitten von Hydrobien.

Mehrorts liegen über den obersten, stark erodierten Schichten des Kreidekalkes rötlichgraue bis gelbbraune tonige Kalke von erdigem Bruche mit zahlreichen Süßwasserschnecken, besonders Melanien und Potamiden, denen sich gelegentlich auch Landschnecken, *Helices* und *Bulimiden* beigesellen. Zu spezifischer Bestimmung erscheinen diese Fossilreste nicht geeignet. Eine andere öfter auftretende Fazies der Cosinaschichten

sind weißliche, blaßgelbe oder lichtbraune Plattenmergel, in denen die Schalen der Conchylien als eine mehlige, leicht zerfallende Hülle der Steinkerne erscheinen. Sie zeigen eine ähnliche Fauna wie die vorerwähnten Kalke und wechsellagern zuweilen mit fossilleeren grauen Bänken.

Bei den roten Kalken tritt die Gesteinsfarbe oft noch an den verwitterten Felsflächen hervor. Die obere brackische Abteilung der liburnischen Schichten zeigt zwei verschiedene Entwicklungsweisen: als bankiger bis dickplattiger dichter Kalk von bräunlicher Farbe mit einer meist spärlichen Fauna von Milioliden und als mergeliger weißer bis lichtbrauner Plattenkalk mit reicher Foraminiferenfauna, in welcher neben *Peneroplis* hauptsächlich die Gattungen *Miliola*, *Bi-*, *Tri-*, *Quinque-* und *Spiroloculina* vertreten sind. Bisweilen finden sich Auswitterungen kleiner Echiniden (westlich von Gizdavac). Als Einlagerungen trifft man manchmal mergelige Bänke mit Schneckenresten, teils wohl brackischen Formen, teils Süßwasserschnecken, wie sie in den Cosinaschichten vorkommen. Die mittlere und obere Abteilung der liburnischen Stufe sind als Vertretung des Unter-eocäns zu betrachten.

Die Cosinaschichten und der obere Foraminiferenkalk erscheinen teils in den Flügeln von Mulden, deren Kern aus Alveolinenkalk (Movran, Kačunko) oder jüngeren Eocänschichten (Radinje, Didović) besteht, teils als Muldenkern (Gizdavac, Broćanac) oder schmale Einklemmung (Sičane), teils in von Kreidekalken überschobenen Schichtfolgen als jüngstes (Meteno) oder von Alveolinenkalk (Bučaj) oder auch noch von jüngeren Schichten (Konjsko, Trnbusi) überlagertes Glied derselben. Am Moseć und auf der Visoka sind bankig at-

gesonderte und kalkige, in der Zagorje dünngeschichtete und mergelige Gesteinsabänderungen häufig.

### Hauptalveolinenkalk (e).

Vorherrschend ein feinkörniger bis dichter, dickbankiger oder massiger Kalk mit scharfkantigem Bruche; seltener treten knollige und plattige, etwas mergelige Abänderungen mit erdigem Bruche auf. Die Farbe ist im Küstengebiet und in den demselben näher gelegenen Regionen meist blaßrötlich, selten rein weiß, weiter im Innern des Landes hell- bis dunkelrosenrot, zuweilen lichtbraun oder grau.

Die diesem Kalke seinen Namen gebenden Einschlüsse treten meist in großer Zahl, streckenweise massenhaft auf. Von den verschiedenen Formenreihen ist die der kugeligen bis ovalen Alveolinen durch *Alveolina (Flosculina) ovulum* Stache und besonders durch *Alveolina (Hemiflosculina) dalmatina* Stache reich vertreten. Aber auch die Reihe der spindelförmigen bis stabförmigen Alveolinen hat in *Alveolina bacillum* Stache und *Alveolina gigas* Stache häufige Vertreter. Die kugeligen Alveolinen weisen nur Durchmesser von einigen Millimetern auf; die langgestreckten Formen erreichen eine Länge von 40 mm und darüber.

In den mittleren Horizonten des Kalkes gelangen die Alveolinen zu ausschließlicher Herrschaft, in den tieferen sind ihnen Milioliden, in den höheren Nummuliten beigemischt. Der Uebergang des Miliolidenkalkes in den Alveolinenkalk vollzieht sich entweder allmählich durch Verminderung der für den ersteren und Vermehrung der für den letzteren bezeichnenden Einschlüsse oder durch Vermittlung einer Zwischenzone, in welcher an Alveolinen reichere Bänke mit solchen,

die vorwiegend Milioliden und Peneropliden führen, wechseln. Der Uebergang des Alveolinenkalkes in den Nummulitenkalk geschieht gleichfalls oft durch eine Zwischenzone, welche eine reiche Mischfauna aufweist; manchmal findet jedoch ein ziemlich rascher Faunenwechsel statt. Die kartographische Begrenzung des Alveolinenkalkes nach unten und oben entspricht so bald mehr einer idealen, bald mehr einer tatsächlich vorhandenen faunistischen Scheidelinie.

Außer Foraminiferen trifft man manchmal kleine Kammuscheln und verdrückte Schnecken an. Der Alveolinenkalk ist als Vertretung des unteren Mitteleocäns anzusehen. Auf der Visoka, wo der Nummulitenkalk fehlt, geht der Alveolinenkalk nach oben zu in Brecien über. Er zerfällt nicht selten ganz in scharfkantige Trümmer und es entstehen dann Scherbenfelder, welche zu den ödesten Regionen des dalmatinischen Karstes zählen.

Der Alveolinenkalk erscheint in den Kernzonen enger Mulden (Moseć planina) oder in den Flügeln von Mulden, deren Kern aus jüngeren Eocänschichten besteht (Deveroga, Radinje), dann in von Kreidekalk überschobenen eocänen Schichtfolgen als deren mittleres (Vučevica, Trnbusi etc.) oder oberstes Glied (Prugovo), als auf Nummulitenkalk aufgeschobene Masse (Konjsko) oder endlich als Faltenkern (Monte Marjan). Räumlich beschränkt aber geologisch interessant ist das Vorkommen von Alveolinenkalk als Zwischenflügelrest in Ueberschiebungen von Kreidekalk auf Flysch (Marčesina greda und im Fenster bei Dolac dolnje).

### Untere Nummulitenschichten (e<sub>1</sub>).

Gelblichgraue, etwas tonige Kalke von schieferiger Textur und schmutziggelbe mergelige Knollenkalke. Sie

bilden wie im Blatte Sebenico seltene Einlagerungen im Alveolinenkalk. In jenem Blatte führen sie kleine Nummuliten und wurden darum meinerseits zum Unterschiede vom Hauptnummulitenkalk und von den oberen Nummulitenschichten unter obigem Namen ausgeschieden. Im Blatte Sinj-Spalato enthalten sie weit öfter Alveolinen, doch glaubte ich die schon gewählte Bezeichnungsweise beibehalten zu sollen. Zufolge ihres schwachen Tongehaltes sind diese Gesteine weniger durchlässig als die umgebenden Kalke und so zur Anlage von Zisternen einigermaßen tauglich.

Die in Rede stehenden Gesteine zeigen sich am Berge Movran südlich von Postinje, am Felskamme Bučaj östlich von Prugovo und bei Krolina im Strmen Dolac.

### Hauptnummulitenkalk (e-).

Ein fein- bis grobkörniger Kalk von weißer bis blaßbräunlicher Farbe, welcher eine unvollkommene Schichtung in dicke Bänke zeigt. Er ist von Nummuliten meist reichlich, in seinen oberen Schichten ganz dicht erfüllt. Streckenweise bestehen diese fast ausschließlich aus den Gehäusen von Foraminiferen. Besonders auffällig ist die talergroße *Nummulites (Paronaea) complanata* Lam., welche die kleine *N. (Paronaea) Tschihatcheffi d'Arch.* als Begleitform hat und die bauchige *Nummulites (Guembelia) perforata d'Orb.*, zu welcher *N. (Guembelia) Lucasana Defr.* als Begleitform gehört. Vielverbreitet sind auch Assilinen, *A. spira Roissy* und *A. exponens Sow.* und Orthophragminen. Als Seltenheiten finden sich *Pecten aff. venetorum Opp.*, *Velates cfr. Schmiedeliana Ch.* und *Serpula spirulaea Lam.*

Der Hauptnummulitenkalk vertritt das mittlere Mitteleocän. Er zeigt eine Hauptklüftung quer zum geo-

logischen Streichen, welche eine Gliederung der Gesteinsbänke in schmale, längliche Felswülste bedingt.

Der Hauptnummulitenkalk erscheint teils als Kern eocäner Mulden (bei Turjake), teils in Flügeln von Schichtmulden, deren Kern aus eocänen Breccien besteht (Deveroga, Radinje), teils als Glied ganzer, von Kreidekalk überschobener Schichtfolgen des Eocäns (Vucevica, Trnbusi), teils auch als Bestandteil von Schuppen innerhalb des Eocäns (Konjsko), endlich als Saum eines Faltenkernes von Alveolinenkalk (Marjan) und wie dieser als Zwischenflügelrest in Ueberschiebungen von Kreidekalk auf Flysch. Der Hauptnummulitenkalk nimmt in den eocänen Schichtfolgen auf unserem Blatte stets eine geringere Breite ein als der Alveolinenkalk. In den Eocänprofilen von Trnbusi und Konjsko erscheint das reichliche Auftreten von Nummuliten im unmittelbar Hangenden des Alveolinenkalkes auf eine sehr schmale Gesteinszone beschränkt.

Auf der Visoka ist — wie am West-Moseć — der Hauptnummulitenkalk zwischen dem Alveolinenkalk und den klastischen Eocängesteinen streckenweise fehlend. An seine Stelle tritt mehrorts ein eisenschüssiger Ton, die zu Stein erhärtete Roterde einer Landbildungsperiode.

### **Foraminiferenkalk des Mosor (e).**

Im Bereiche des Mosor fehlt die den dalmatischen Küstenstrichen zukommende Entwicklungsart des tieferen Eocäns. Der Rudistenkalk wird dort nach oben zu breccienartig und geht dann in Trümmerbreccien und Konglomerate über.

In enger Verbindung mit diesen Breccien und Konglomeraten erscheint ein bräunlicher, sehr ungleich-

mäßig gekörnter Kalk, welcher eine ziemlich spärliche Mischfauna von Milioliden, Alveolinen, Nummuliten und Orbitoiden aufweist. An vielen Orten läßt sich feststellen, daß dieser Foraminiferenkalk eine etwas höhere Lage einnimmt als die Hauptmasse der Konglomerate, an anderen Stellen hat man den Eindruck eines gegenseitigen Ineinandergreifens, beziehungsweise einer gegenseitigen Vertretung beider Gesteine. Am Nordostfuße des östlichen Mosor erscheint in Verbindung mit den Breccien des Kreidekalkes ein teils rötlichgrauer, teils rosenroter Kalk, welcher manchenorts dicht mit kleinen kugligen und ovalen Alveolinen erfüllt ist, ja stellenweise nur aus den Gehäusen solcher Foraminiferen besteht.

Der vorgenannte Kalk ist wohl als Aequivalent jüngerer Glieder des am Mosor fehlenden Teiles der eocänen Schichtfolge zu betrachten und stellt eine in Landnähe spärlich erfolgte Sedimentbildung dar.

Der Kalk mit der Mischfauna verschiedener Foraminiferen zeigt sich im Gelände zwischen dem Südwesthange des Mosor und seinen Vorketten. Er erscheint teils als von Plattenkalk umhüllter Faltenkern, teils als Umhüllung von aus Kalkkonglomerat und Rudistenkalk bestehenden Sätteln. Am Südwestfuße der Botajna enthält er fast nur Alveolinen. Der Kalk mit den Anhäufungen kleiner kugliger Alveolinen besäumt den Südwestrand der Karstmulde von Dolac und bildet das unmittelbare Liegende von Flyschmergel. Sehr bemerkenswert ist das räumlich beschränkte Vorkommen eines blaßgelben Kalkes mit vielen Alveolinen und Nummuliten inmitten des Rudistenkalkes auf der Scharte des Ljuti Kamen.

## Oberer hornsteinführender Nummulitenkalk und Riffkalke (oh).

Am Monte Marjan folgt gleichwie in der Gegend westlich von Traù und auf der Insel Bua über dem Hauptnummulitenkalke ein lichtgrauer, dichter, in sehr dicken Bänken abgesonderter Kalk mit eingestreuten großen Knollen von Hornstein. Diese Knollen sind im Bruche grau, oberflächlich braun anwitternd und durchschnittlich größer als jene in den mittleren Kreidekalken. Sie erreichen bis zu Kopfgröße. Der Kalk des Monte Marjan enthält außer Foraminiferen auch noch Reste höher organisierter Tiere. Von Martelli wurden hier gefunden:

Bryozoen: *Retepora* sp.

*Cellepora* sp.

Lamellibranchier: *Pecten Bonarelli* Vin.

*Murex* sp.

Würmer: *Serputa spirulaea* Lamk.

Echiniden: *Echinolampas Suessi* Laub.

*Conoclypus conoideus* Lamk.

*Conoclypus anachoreta* Agas.

Korallen: *Columnastraea Caillaudi* Mich.

*Caryophyllia* sp.

Nach oben zu geht dieser lichtgraue dichte Kalk in einen weißen grobkörnigen Kalk über, welcher hauptsächlich Nummuliten, besonders die große *N. complanata* Lamk. und ihre kleine Begleitform *N. Tchichatcheffi* d'Arch. et. H. führt.

Ein diesem in Fossilführung und Aussehengleichender Kalk tritt nebst einem dem Hornsteinkalke des Marjan ähnlichen Kalke im Flyschgelände in zahlreichen isolierten Klippen auf. Dieselben liegen in bestimmten



Gebietsstreifen, welche den infolge von Faltung sich wiederholenden Bloßlegungen einer und derselben, ein mittleres Niveau einnehmenden Zone der Flyschformation entsprechen. Ob ihrer Größe bemerkenswert sind die Klippe von Mravince, der Riff von Sasso und der Riff Kitoje, welcher aus Hornstein führendem Klippenkalke besteht. Die Hornsteinknollen desselben sind durchschnittlich kleiner als die im Kalke des Monte Marjan. Von den Scoglien im Golfe der Kastelle bestehen die meisten aus einem dem Hauptnummulitenkalke gleichenden Gestein. Im Konjsko polje ist der Hauptnummulitenkalk vom höheren Nummulitenkalk nicht unmittelbar überlagert, sondern durch einen Mergelstreifen von ihm getrennt. Ein grünlichgrauer dichter Hornsteinkalk erscheint hier in Verbindung mit weißen körnigen Kalken als riffbildende Einlagerung im Knollenmergel.

Außer dem Marjankalke, den Klippenkalken und dem oberen Nummulitenkalke von Konjsko wurde noch das Mittelglied des Eocäns von Ruda der in Rede stehenden Gesteinsgruppe eingereiht. Es geschah dies wegen der lithologischen Aehnlichkeit eines Theiles desselben mit den vorgenannten Gesteinen. Seinem Alter nach ist dieses Schichtglied nebst seinen Liegendmergeln wohl ein ungefähres Aequivalent der pflanzenführenden mittleren Prominaschichten und etwas jünger als der Klippenkalk von Spalato. Es baut sich aus vier Gesteinszügen auf:

1. Weißer klüftiger Kalk, in seinem Aussehen den weißen Nummulitenkalken ähnlich, aber anscheinend ohne Fossilien. Er bildet einen im Relief auffällig hervortretenden Riffzug und geht ziemlich rasch in die liegenden Mergelkalke über. Seine obere Grenzfläche ist mit Krusten von Brauneisenstein überzogen.

2. Konglomerat aus vorwiegend nuß- bis eigroßen, deutlich abgerundeten, nicht besonders fest verkitteten Kalkgeschieben.

3. Schmutzig gelblichgrauer Knollenkalk, welcher oberflächlich in arm- bis schenkeldicke Wülste abgesondert erscheint. Im Relief tritt dieser Kalkzug als flacher Wall hervor.

4. Sehr unregelmäßig zerklüftender grauer Kalk mit Einlagerungen von grünlichgrauen mergeligen Gesteinspartien. Auch die oberste Schicht dieses Gesteinszuges ist mergelig und enthält sehr viele Oogonien von Characeen und zahlreiche kleine Gastropoden.

### **Knollenkalk und Knollenmergel ( $\bar{o}$ ).**

Im Gebiete west- und ostwärts vom Mosor folgt über dem Hauptnummulitenkalk ein lichtgelber bis graublauer, unvollkommen geschichteter, von vielen härteren knolligen Massen erfüllter Mergel. Derselbe ist fast ganz fossilleer und enthält nur ausnahmsweise vereinzelte Nummuliten und zweifelhafte, undeutliche Reste von Brachyuren. Die durch die Weichheit des Gesteins bedingte Abrundung der Schichtköpfe und die Auswitterung der knolligen Einschlüsse veranlassen ein für dieses Gestein sehr bezeichnendes kleinhöckeriges Relief. Der Uebergang des Hauptnummulitenkalkes in den Knollenmergel erfolgt zuweilen ziemlich rasch, öfter aber durch Vermittlung einer Zwischenzone, welche bei noch kalkiger Beschaffenheit schon eine knollige Absonderung zeigt.

Der Knollenkalk und -Mergel erscheint im Mittelteile des Poljes von Blaca (oberhalb Salona) als Kern einer eocänen Mulde, sonst hier und bei Konjsko und Trnbusi als Abschluß alttertiärer, von Rudistenkalk überschobener

Schichtfolgen, bei Konjsko auch als jüngstes Glied von Schuppen innerhalb des Tertiärs.

### **Mergel und Kalksandstein des Flysch ( $\bar{e}f$ ).**

Diese Gesteine nehmen den Hauptanteil am Aufbau der Flyschformation von Spalato. Der Flyschmergel ist im frischen Zustande von festem, dichtem Gefüge, zeigt erdig-muschligen Bruch und grünlich- bis bläulich-graue Farbe. Er erscheint oft von einem weitmaschigen Netze von dünnen Kalkspatlamellen durchtrümpert. Soweit die graue Farbe des Mergels durch fein verteilte organische Substanz bedingt ist, tritt oberflächliche Bleichung ein, soweit sein bläulicher Farbenton von Eisenoxydulverbindungen herrührt, kommt es durch deren oberflächliche Umwandlung in oxydische Verbindungen des Eisens zur Bildung gelblicher Rinden.

Der Kalksandstein ist fein- bis grobkörnig, im Bruche grau, oberflächlich meist durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt. Er zeigt eine sehr vollkommene Schichtung. Wo er für sich allein in größerer Masse auftritt, ist er in etwa 1—3 *dm* dicke Bänke abgesondert; wo er sich in sehr oftmaligem Wechsel mit Mergel zeigt, sind seine Bänkchen oft nur einige Finger dick und die sie trennenden Mergellagen schränken ihre Mächtigkeit dann manchmal auf Handbreite ein. Solche dünn gebänderte Mischzonen wechseln mit reinen Mergelzonen ab. Sowohl der Kalksandstein als auch der Flyschmergel entbehren makroskopisch sichtbarer Fossileinschlüsse. Auch die teils als Kriechspuren, teils als Algen gedeuteten Bildungen bekommt man selten zu Gesicht. Der Mergel erleidet oft einen oberflächlichen Zerfall in kleine scharfkantige Bröckeln, auch der Kalksandstein neigt zu engmaschiger Klüftung und Zerbröckelung.

Neben dem vorherrschenden grünlichgrauen Mergel treten auch bankige bis blättrige graugelbe Mergel auf.

Die aus abwechselnden dünnen Mergel- und Sandsteinlagen aufgebauten Flyschmassen zeigen sich zuweilen stark gefältelt und zerknittert. Eine kartographische Scheidung der pelitischen, psammitischen und gemischten Flyschentwicklungen hätte das Kartenbild zu sehr zersstückt. Im Gelände der Kastelle scheinen an den höheren, zum Teil schuttbedeckten Lehnen Sandsteine zu größerer Verbreitung zu gelangen. Fast ganz in Sandsteinfazies ist der Flysch am Abhange zwischen Kučine und Zernovnica ausgebildet. Auch unterhalb Sv. Kuzman und südlich von Sitno kommen Kalksandsteine zur Vorherrschaft. Der Flysch von Dolac stimmt mit dem der Küstenzone petrographisch überein. Sehr bemerkenswert sind drei räumlich beschränkte Flyschvorkommen im Rudistenkalk des Berges Struževice, welche tektonischen Fenstern entsprechen.

### Nummulitenbreccienkalk ( $\bar{e}_1$ ).

Unter dieser Bezeichnung sind die lithologisch mannigfaltigen Kalkeinlagerungen der Flyschmergel ausgeschieden, soweit sie nicht der schon beschriebenen Signatur  $eh$  und den noch zu beschreibenden Signaturen  $\bar{e}c$  und  $ek$  zufallen. Ein großer Teil dieser Einlagerungen sind dickbankige Breccienkalke. Sie bestehen aus meist kleinen weißen, gelblichen, lichtbräunlichen oder grauen Steinchen, vermutlich Splittern von Hauptnummulitenkalk, welche durch ein kalkiges, viele Foraminiferen einschließendes Bindemittel verkittet sind. Bisweilen erweist sich das Gestein als eine dichte Anhäufung von durch eine kalkige Kittmasse verbundenen Foraminiferenschalen. Von den fast ganz aus Nummuliten be-

stehenden Partien des Hauptnummulitenkalkes unterscheidet es sich dann durch das weniger feste Gefüge. Eine Folge desselben ist es, daß man neben den Felsriffen solcher Schalenbreccien große Mengen von ganz ausgewitterten losen Münzensteinen findet, während dies in den Regionen des Hauptnummulitenkalkes selten der Fall ist.

Ein ziemlich grobkörniger Nummulitenbreccienkalk bildet die tieferen Partien des Liegendzuges der die Klippen führenden Flyschzone.

Ein der Gegend von Spalato eigentümliches Gestein ist eine mehr oder minder grobe Breccie aus zu meist weißen und blaugrauen Kalkfragmenten. Sie findet sich auf den Anhöhen östlich von der Stadt und im Flachlande nordwestlich von derselben. (In Steinbrüchen aufgeschlossen.) Aehnliche blau- und weißgefleckte klastische Gesteine trifft man in dem Felszuge, welcher sich vom Kirchlein Sv. Dojmo östlich von Vragizza gegen OSO erstreckt.

Außer Breccienkalken sind den Spalatiner Mergeln feinkörnige Kalke von bankiger bis plattiger Absonderung eingeschaltet. In den unter der Klippenzone liegenden Flyschschichten trifft man nordwärts von Salona, wo dieselben in Wasserrissen gut entblößt sind, graue und grünlichgraue, zum Teil plattige Mergelkalke und blaßgelbliche, fein- bis mittelkörnige Kalke an. In den über dem Klippenflysch folgenden Mergelschichten zeigen sich in der Mulde am Südufer der Bucht von Vragizza in der Achsenregion mergelige, zum Teil in dünne Lamellen spaltbare Plattenkalke, für welche eine wellige Biegung und polygonale Zerklüftung der Schichtflächen bezeichnend ist, und in den Muldenflügeln vorzugsweise feinkörnige lichtgraue Mergelkalke.

Auch in den oberen Flyschmergelschichten längs der Südküste der Halbinsel von Spalato kommen neben Nummulitenbreccienkalken polygonal zerklüftende Plattenkalke zur Entwicklung. Der den Flyschmergeln von Dolac eingeschaltete Riffzug besteht in seinem unteren Teil aus einer klotzigen Nummulitenbreccie, in seinem oberen aus einem dickplattigen Kalke.

Unter den Foraminiferen, welche teils im Bindemittel der aus Steinchen bestehenden Breccienkalke vorkommen, teils — durch spärliche Kittmasse verbunden — selbst den Hauptanteil am Aufbaue dieser Gesteine nehmen, trifft man zunächst jene Formen wieder, die als häufige Bestandteile der Fauna des Hauptnummulitenkalkes schon erwähnt wurden. Von anderen Nummuliten seien noch genannt:

*Nummulites latispira Savi et Menegh.*

„ *distans Desh.*

„ *striata d'Orb.*

„ *variolaria Sow.*

Von Assilinen: *A. mamillata d'Arch. et H.* Von Operculinen und Orthophragminen kommen hauptsächlich die aus den im folgenden beschriebenen Schichten angeführten Arten vor.

### Complanataschichten ( $\overline{ec}$ ).

Unter den vielen Kalksteinzügen, welche den Flyschmergeln der Ufergelände des Golfes der Kastelle eingelagert sind, zeichnen sich gewisse bei gleicher lithologischer Beschaffenheit durch eine an *Nummulina complanata* und ihrer kleinen Begleitform besonders reiche Foraminiferenfauna aus. Diese Züge entsprechen den durch den Faltenwurf des Flyschgebietes in wech-

selnder Anordnung sich wiederholenden Ausbissen einer bestimmten Schicht, und zwar dem unmittelbar Hangenden des Klippenflysches. Ihr Fossilreichtum und ihre Wichtigkeit für die Erkennung der Tektonik des Flyschlandes veranlaßten dazu, diese Gesteinsschicht eigens auszuscheiden. Ihrer Hauptmasse nach ist sie ein blaugrauer mittelkörniger, klotziger Kalk mit kleinen, nicht isolierbaren Foraminiferen. Darunter folgt eine lockere Breccie, fast ganz aus Foraminiferen bestehend, in ihren liegendsten Partien in ein loses Gemenge ihrer Bestandteile, in eine Art groben Foraminiferensand übergehend. Außer den schon genannten beiden Nummuliten kommen in diesem Horizont nach Schubert hauptsächlich folgende Foraminiferen vor:

- Nummulina* cfr. *Baucheri* Harpe  
 „ cfr. *vasca* J. u. L.  
*Operculina ammonaea* Leym.  
*Heterostegina reticulata* Rütim.  
*Orthophragmina ephippium* Schloth.  
 „ cfr. *Prattii* Arch.  
 „ *aspera* Gumb.  
 „ *dispansa* Sow.  
 „ *stella* Gumb.  
 „ cfr. *stellata* Arch.

In der Halbinsel von Spalato begleiten die *Complanataschichten* beiderseits einen Aufbruch von Klippenflysch, bei Salona erscheinen sie als obere Begrenzung von noch von tieferen Schichten unterteuften Zonen von klippenführendem Flysch. Besonders reichlich findet man lose talergroße Scheiben der *N. complanata* zur Rechten des Torrente Ispod Kita bei Sasso und am linken Ufer des Jadro gegenüber von Scombro und bei Japirko.

## Mergelige Plattenkalke und Mergelschiefer ( $\bar{O}_2$ ).

Plattig abgesonderte, schwach tonige Kalksteine kommen im Kartenblatte Sinj-Spalato in vier verschiedenen Entwicklungsgebieten des höheren Eocäns vor: an der Südflanke des Opor, auf der SW-Seite des Mosor, im Talkessel von Ruda und am Westfuße des Prolog. Vom Verbreitungsgebiete der plattigen Gesteine des Opor reicht nur der östlichste Zipfel in das Spalatiner Blatt hinein. Es sind lichtgelbe dünnplattige Mergelkalke, welche den Mergeln der Prominaschichten ähnlich sehen, aber keine Pflanzenreste führen und keine Konglomerateinschaltungen enthalten. Als Seltenheit sind in ihnen Operculinen und schlecht erhaltene Echinidenreste zu finden. Diese Gesteine liegen im Oporgebiet über den dort den typischen Hauptalveolinen- und Hauptnummulitenkalk vertretenden Kalken mit Korallen, Nummuliten und Alveolinen.

Im südwestlichen Vorlande des Mosor folgt über dem dort auftretenden Foraminiferenkalke ein an Hornsteinknollen ziemlich reicher, lichtgelber, dünn geschichteter, etwas mergeliger Kalk. Er hat das Aussehen der härteren Mergelschiefer des Monte Promina und des Opor und scheint wie letztere keine Pflanzenreste zu führen. An seiner oberen Grenze erscheinen stellenweise dickbankige, graubraune, schwach bituminös riechende Mergelkalke, welche sehr stark mazerierte Blattfetzen und Steinkerne von Gastropoden von mittlereocänem Habitus enthalten. Den Plattenkalken sind an manchen Orten Bänke von Breccien und Konglomeraten und von lichtbraunen Kalken eingelagert. Das Verbreitungsgebiet der mergeligen Plattenkalke sind die unteren Südwestabhänge und die südwestlichen Vorketten des mittleren und östlichen Mosor. Sie erscheinen



hier in langen Zügen an den Rändern der Rudistenkalk- und Konglomeratzonen.

In der Gegend von Ruda werden die plattigen Eocängesteine durch den schon beschriebenen Riffkalkzug in eine schmale untere und breite obere Zone geschieden. In der unteren Abteilung der Rudaner Schichten herrschen uneben plattige gelbliche Mergelkalke vor, daneben treten auch ebenflächig dünnspaltige Mergelkalke und dünnbankige klüftige Kalke von bräunlicher bis weißlicher Farbe auf. Die gelben unebenflächigen Plattenmergel sind ziemlich reich an Pflanzenresten. Zu den häufiger vorkommenden Fossilien zählen Blattabdrücke von Amentaceen, Lauraceen, Proteaceen, Rhamneen und Leguminosen.

Die Basis der Rudaner Schichten bilden feste Kalksteinbreccien, die stellenweise in grobe Konglomerate übergehen. Den untersten Partien der aufruhenden Mergelkalke sind manchenorts auch noch Konglomerate eingelagert. In der Mitte der Südhänge des Rudaner Kessels folgen:

Grobes Grundkonglomerat mit über faustgroßen Geschieben.

Dickplattiger, kubisch-klüftiger gelber Mergel mit Pflanzenresten.

Grobes Konglomerat.

Dünnplattiger lichtgelber Mergel mit Blattabdrücken.

Die obere Abteilung der Rudaner Schichten besteht vorwiegend aus ebenflächig-dünnplattigen, sehr schön geschichteten Mergelkalken von weißer bis lichtgelber Farbe. Daneben finden sich lichte, unvollkommen plattige und bankige, muschlig brechende Mergel, welch' letztere manchmal eine graue Streifung und Bänderung auf weißem Grunde zeigen. Im Bruche sind fast

alle diese Gesteine mehr oder weniger sattbraun infolge eines Gehaltes an Bitumen, der sich auch dem Geruchssinne zu erkennen gibt.

An der Basis der oberen Mergelkalke liegt das Kohlenflöz von Ruda. Es ruht der an Characeenfrüchten und Süßwasserschnecken reichen mergeligen obersten Schicht des früher erwähnten Zuges von klüftigem Kalk unmittelbar auf. Das einige Meter mächtige Flöz besteht aus mehreren durch mergelige Zwischenmittel getrennten Lagen von dunkelgrauem Kohlenschiefer und reinerer schwarzer Kohle, die im frischen Zustande kompakt erscheint, aber auch schiefrig zerfällt. Das unmittelbar Hangende des Flözes ist ein dünnplattiger Mergelkalk, in welchem verhältnismäßig häufig Zweigbruchstücke von *Araucarites Sternbergii* Göpp. sowie auch Blatabdrücke, darunter solche von *Dryandra Schrankii* Stbg. sp. vorkommen. Über dieser Schicht, die keine Kohlenspurten enthält, folgt eine lithologisch ähnliche, welcher viele dünne Lagen von Kohlenschiefer eingeschaltet sind. Von den Bestandteilen der fossilen Flora von Ruda seien die folgenden genannt:

*Quercus cuspidata* Rossm. sp.

„ *Lonchitis* Ung.

*Ficus arcinervis* Heer.

*Laurus ocoteaefolia* Ett.

„ *nectandroides* Ett.

*Cinnamomum lanceolatum* Ung. sp.

*Banksia longifolia* Ung. sp.

„ *Haeringiana* Ett.

*Dryandroides hakeaefolia* Ung.

*Heterocalyx Ungerii* Sap.

*Andromeda protogaea* Ung.

*Sterculia Labrusca* Ung.  
*Acer trilobatum* Al. Br.  
*Sapindus falcifolius* Heer.  
*Zizyphus Ungerii* Heer.  
*Rhamnus Roesleri* Ett.  
*Pterocarya denticulata* O. Web. sp.  
*Engelhardtia Brongniarti* Sap.  
*Cassia hyperborea* Ung.

Die mergelige Fazies der Prominaschichten kommt im Spalatiner Blatte nur in der Mulde von Gliev, hier mit Kohlenspuren, und in einem Grabenbruch auf der Deveroga bei Sukić, hier mit Blattabdrücken, zur Beobachtung.

### Kalkkonglomerate und Breccien (60).

Die hier zu besprechenden Gesteine gehören drei verschiedenen Entwicklungsweisen des höheren Eocäns an. Ihre räumliche Trennung ließ es zu, sie auf der Karte in eine Ausscheidung zu vereinen. Am Moseć und auf der Visoka trifft man jene klastische Fazies, welche im Süden des Monte Promina zur Hauptentfaltung kommt. Es herrschen hier polygene bunte Breccien und Konglomerate mit nur unvollkommen gerundeten Stücken vor. Sie haben eine nur spärliche Kittmasse, sind von sehr festem Gefüge und zeigen eine Absonderung in dicke Bänke. Ihre Zusammensetzung erscheint örtlich wechselnd. Am Nordhange der Deveroga und Radinje und auf der Nordflanke der Visoka bestehen sie zumeist aus Stücken von weißem Rudistenkalk, grauem Chamidenkalk und schwarzen älteren mesozoischen Kalken. Auf der Südseite der Visoka sind dagegen polychrome Breccien verbreitet, welche vorzugs-

weise Stücke von rosenrotem und weißem Alveolinenkalk und von fleischroten, gelben und weißen Nummulitenkalken enthalten. Auch Trümmer von roten und braunen protocänen Kalken mischen sich manchenorts den Breccien bei. Am Ostfuße der Visoka kann man das allmähliche Verschwinden der dunklen Kalke aus den Breccien mit zunehmender Entfernung vom Triasgebiete von Sinj wahrnehmen. Die klastischen Gesteine südlich von Muć und Sinj bilden die Kernzonen alttertiärer Mulden.

Derselben Fazies gehören die auf Kreideschichten transgredierenden Lappen eocäner Breccien östlich vom Ruda potok an. Auf den Anhöhen oberhalb Vedrine herrschen Breccien aus weißen und grauen Kreidekalken mit gelblicher Kittmasse vor. An dem in die Ebene vortretenden Felssporne sieht man Gesteine aus weißen und rosenroten Trümmern mit rotem Bindemittel. An der Zusammensetzung der Breccien bei Grab beteiligen sich dunkle Kalke der benachbarten Lias- und Juraschichten.

Am Prolog zeigt sich die dem Monte Promina zukommende Gesteinsentwicklung: Konglomerate aus Flußgeschieben mit Einschaltungen von Mergeln. Im Hochtale von Catrnja herrschen grobe klotzige Konglomerate vor, die größtenteils aus Rollstücken eocäner Kalksteine bestehen. Mergelige Zwischenlagen sind hier selten. Im Anfangsteile der Korito Draga trifft man grobe, dickbankige, klotzig abgesonderte Konglomerate mit Zwischenlagen bankiger und plattiger Kalksandsteine, gelblicher Mergelschiefer und grünlichgrauer fischähnlicher Mergel. Beide Vorkommen entsprechen steilen Einfaltungen in der Kreide.

Am Mosor wird der Rudistenkalk nach oben hin breccienartig und geht dann in Trümmerbreccien und

Konglomerate über. Diese Gesteine enthalten außer Stücken von weißem, gelblichem und grauem Kreidekalke stellenweise auch Fragmente eines bräunlichen Kalkes mit eocänen Foraminiferen. Bezüglich der Form der Bestandteile zeigen sich hier alle Uebergänge zwischen kantigen Trümmern und völlig abgerundeten Geschieben.

Während in den vorgenannten klastischen Gebilden Stücke von mehr als Faustgröße selten sind, erscheinen hier Blöcke bis zu 1 m<sup>3</sup> Rauminhalt eingestreut.

Bei diesen zumeist festgefügtten Breccien und Konglomeraten ist nur eine sehr spärliche oder gar keine Kittmasse zu sehen. Sie sind sehr dick gebankt, doch wird auch bei ihnen wie bei den Breccien des Moseč und der Visoka die Schichtung oft durch das Karrenrelief undeutlich.

Diese klastischen Gesteine erscheinen teils als randliche Auflagerung auf dem Rudistenkalk des Hauptgebirges (bei Srijani), teils besäumen sie die Aufbrüche von Rudistenkalk in der Vorgebirgszone (Poljica, Sridivica), teils endlich bilden sie selbst Faltensättel innerhalb derselben (Gradac, Makirina). Ein Teil der Breccien ruht dem liegenden Rudistenkalke deutlich diskordant auf. An manchen Orten ist dagegen das Vorhandensein einer Diskordanz nur wenig ausgesprochen oder gar nicht zu erkennen.

In der Umgebung der Jadroquelle erscheinen lichte sehr feste Breccienkalke, die hauptsächlich aus Bruchstücken von weißem Rudistenkalke und solchen von lichtgrauen und bräunlichen eocänen Kalken bestehen. Sie bilden die Wände des Felskessels, in dessen Grund der Jadro entspringt und die benachbarten Felsriffe. Man trifft sie ferner im Flyschgelände von Kučine und

Mravince, hier zum Teil den Klippenkalk vertretend und endlich in mächtiger Entwicklung in den nordwestlichen, vom Stobrec potok durchbrochenen Endstücken der beiden Vorketten des Mosor.

### **Plattenkalkzonen (oz).**

In Verbindung mit den Breccien des Moseč und der Visoka treten auch bankige und plattige Kalkschichten auf. Sie bilden teils Einlagerungen in den Breccien, teils Zonen an deren Basis. Diese Schichten sind teils ziegelrote oder wachsgelbe Kalksandsteine mit eingestreuten kleinen weißen und schwarzen Steinchen, teils morgenrote und strohgelbe Knollen- und Schieferkalke, teils fleischrote, manchmal gestriemte und geflammte dickplattige Kalke.

Von diesen Schichten kamen jene, welche zwischen dem Nummulitenkalke und den Breccien erscheinen (Deveroga, Radinje), jene, welche zwischen Alveolinenkalk, protocänen Schichten oder Rudistenkalk und eocänen Breccien liegen (Visoka, Brlog), sowie auch jene, welche sich in größeren isolierten Zügen diesen Breccien einschalten, zur kartographischen Darstellung. Nicht ausgeschieden wurden diese plattigen Kalke, wo sie in zahlreichen Zügen innerhalb der Breccien auftreten. (Kragljevac, Postinje dolnje über dem basalen Zuge.)

### **Breccien des Westmosor (ok).**

An den Rändern der Gebirgsbucht von Clissa treten klastische Gesteine des höheren Eocäns auf, welche sich von jenen der Nachbargebiete merklich unterscheiden und darum von denselben auf der Karte getrennt wurden. Am Westfuße des Mosor sieht man Breccien von nicht sehr festem Gefüge, welche aus meist kleinen scharf-

kantigen Stücken von lichtem Rudistenkalk und aus einem rost- bis ziegelroten tonigen Bindemittel bestehen. Diese Breccien bedecken — in dünne Bänke wohlgeschichtet — die unteren Westabhänge des Debelo Brdo (West-Mosor) und bedingen jene eigentümliche, aus nebeneinander hinlaufenden gewundenen Streifen bestehende Zeichnung derselben, welche beim Anblicke des Berges von Clissa aus so auffällig hervortritt. Diese Gesteine ruhen dem liegenden Rudistenkalke sehr deutlich diskordant auf.

In der Gegend von Clissa gelangen bunte Konglomerate zu mächtiger Entwicklung. Sie bestehen aus zumeist kleinen Fragmenten, die teils völlig abgerundet sind, teils nur eine unvollkommene Abschleifung ihrer Ecken und Kanten zeigen. An der Zusammensetzung beteiligen sich Stücke von Miliolidenkalk und Nummulitenkalk, zum Teil wohl auch solche von Rudistenkalk und dunkle Hornsteinkiesel. Von Farben sieht man verschiedene Abstufungen von grau, gelb, rot, braun und schwarz, so daß die Gesteine stellenweise ein buntes Aussehen gewinnen. Das Bindemittel ist eine ungleich körnige, sandige Masse, welche mitunter Nummuliten enthält. Diese Konglomerate erscheinen teils in Schichtkomplexen von vielen Metern Mächtigkeit, teils in einzelnen Bänken als Einlagerungen in Mergelschichten. Als einheitliche Masse oder nur mit spärlichen Mergelzwischenlagen bilden diese Konglomerate die obersten Abhänge oberhalb Alt-Salona und den mächtigen Felsriff von Clissa. In einzelnen, weithin verfolgbaren Bänken zwischen Mergelschichten zeigen sich die vorerwähnten Konglomerate zwischen dem Torrente Rapotina und Torrente Kamenica, auf der Debela glavica, und an den ihr östlich benachbarten Hügeln. Außerdem trifft man

konglomeratische Einschaltungen in den Mergelschichten südlich von Mravince.

## Neogen.

### Trümmerbreccien ( $\bar{m}b$ ).

Trümmerbreccien treten teils an der Basis der neogenen Süßwasserschichten, teils innerhalb dieser Bildungen auf.

Die Basalschichten des Neogens bei Sinj sind grobe, ziemlich lockere Breccien, deren Bildungsmaterial das Grundgebirge lieferte. Sie bestehen aus Stücken von dunklem Kalk, die durch eine aus verwitterten Rauhwacken gebildete Kittmasse verbunden sind. Man sieht da alle Uebergänge zwischen Fällen, wo nur einzelne Kalkbrocken an die Rauhwackenklippen angeklebt oder in diese hineingepreßt erscheinen, und solchen Fällen, wo nur ein ziemlich locker zusammengebackenes Haufwerk von Trümmern dunkelgrauen Kalkes vorliegt. Außer vielen faust- bis kopfgroßen Kalkbrocken trifft man auch nicht selten Blöcke von Kalk in den den Rauhwacken auflagernden alten Trümmerhaufen an. Diese groben klastischen Gebilde geben zur Entstehung kleiner, steil aufragender Riffe Anlaß. Ihre mächtigste Entwicklung zeigen sie auf dem großen Hügel Sibenika, welcher sich südostwärts von der Kuppe Sušnevac erhebt. Außerdem finden sie sich in zahlreichen zerstreuten Vorkommnissen westwärts und ostwärts von jenem Hügel, ferner nordwärts vom Tale der Sutina bei Kocatovine und Krin.

Auf dem Hügelzuge, welcher die Landschaft Glavice gegen N begrenzt, sieht man an der Basis des Neogens Blockmassen aus grauen Kalken dem dort das Grundgebirge bildenden Gipsmergel aufruhend.



Grobe Trümmerbreccien, an deren Zusammensetzung dunkelgraue Kalke des Lias und Jura Anteil haben, lagern linkerseits der Sutina an den Südosthängen des Vucjak. Breccien aus Trümmern von kretazischen Kalken und eocänen Breccienkalken bilden am Hügel bei Brnace (südöstlich von Sinj) die Unterlage der Mergel, mit denen dort die neogene Schichtreihe beginnt. Von ähnlicher Beschaffenheit sind die grobklastischen Gesteine, welche gegenüber am Kukušovac den Kreidekalken am Westrande der Sinjaner Ebene aufruhcn.

Innerhalb der tieferen Schichten des Neogens erscheinen mehrorts Anhäufungen von kleinen Blöcken eocäner Breccien, so bei Poljak östlich vom Hügel Sibenika und auf den Anhöhen nordöstlich von Sinj. Auflagerungen auf höheren Schichten des Neogens stellen die zu einer groben Breccie verfestigten Trümmermassen von eocänen Breccien dar, welche den Festungshügel von Sinj krönen und die östlich von ihm im Weichbilde dieses Ortes aufragenden Hügel bilden.

### Ceratophyllumschichten ( $\bar{m}c$ ).

Ueber den basalen Breccien folgt als tiefstes Glied des limnischen Neogens bei Sinj eine mächtige Schicht von Mergeln. Dieselben sind in dünnen Lagen abwechselnd blaugrau, rötlichgrau und gelb gefärbt und können so als bunte Bändermergel angesprochen werden. Vielerorts sind diese Mergel von lagenweise angeordneten, bis faustgroßen eisenschüssigen Konkretionen mit brauner Rinde und ockergelbem Kern durchzogen. Als seltene Einschaltung kommen weiße klüftige oder blättrige Mergel vor. Diese Bändermergel führen stellenweise ziemlich schlecht erhaltene kleine Schneckenschalen und kohlige Pflanzenreste. Letztere stammen größtenteils von

den mit kleinen Dornen versehenen Früchtchen eines Hornblattgewächses (*Ceratophyllum sinjanum* Kern.).

Den Bändermergeln sind zahlreiche Bänke von lichtgrauen bis gelblichgrauen sandigen Mergeln eingeschaltet. Diese Mergelbänke zeigen sich häufig mehr oder minder dicht erfüllt von kleinen eiförmigen Steinkernen der vorgenannten *Ceratophyllum*-Früchte. Auch Hohlabdrücke derselben kommen nicht selten vor.

Neben diesen Früchtchen trifft man in den sandigen Mergelbänken manchmal lineare Blatt- und Stengelreste von monocotylen Sumpfgewächsen und viele Hohlabdrücke, seltener verdrückte Gehäuse von kleinen Schnecken. Auch ein Koniferennadeln und Laubblätter führender Horizont ist der Zone der Bändermergel eingeschaltet. Im südlichen Teile der Hügellandschaft Glavice wurden gefunden:

*Taxodium distichum miocenicum* Heer

*Pinus* sp.

*Castanea Kubinyi* Kóv.?

*Cinnamomum Scheuchzeri* Heer

*Dryandroides lignitum* Ung. sp.

*Juglans acuminata* Al. Br.

Ueber den früher erwähnten Anhäufungen von Blöcken mitteleocäner Breccien folgt eine ziemlich mächtige Schichtmasse von mergeligen Gesteinen, welche keine Einschaltungen von härteren sandigen Bänken aufweisen und keine Bänderung infolge von Verschiedenfarbigkeit in dünnen Lagen zeigen. Diese Gesteine sind blaßgrau, lichtgelblich oder weißlich, streckenweise zeigen sie grobmuschligen Bruch, andernorts neigen sie infolge von Feinklüftigkeit zu oberflächlichem Zerfall in kleine Scherben. Sie enthalten nur vereinzelt Steinkerne und

schlecht erhaltene Gehäuse von Gastropoden sowie sehr spärliche Hohldrucke von *Ceratophyllum*-Früchten.

Westlich von Sinj besteht die unterste, dem Grundgebirge unmittelbar aufruhende Partie des Neogens aus gutgebankten, mehr oder minder harten sandigen Mergelkalken von schmutziggelber Farbe. Die härteren kalkreichen Bänke zeigen eine große Neigung zu kubischer Zerklüftung im Gegensatz zu den *Ceratophyllum*-Bänken der Bändermergel, welche eher manchmal eine Neigung zu schaliger Absonderung erkennen lassen. Diese Bänke führen stellenweise ziemlich zahlreiche kleine hornige lichtbraune Deckel von *Bythinia tentaculata* Lin. sp.

Außer diesen Deckelchen findet man noch spärliche Steinkerne von *Ceratophyllum*-Früchten und Hohlalldrücke von gerippten *Melanopsis*-Arten. Im Hintergrunde des Tälchens von Sladoja kann man sehen, wie diese Mergel die Unebenheiten der Oberfläche des hier aus Rauh- wacken bestehenden Grundgebirges ausfüllen.

Nach oben hin schalten sich diesen Mergelkalken weichere Schichten ein, welche grau gefärbt sind und mit sandigen gelblichen Mergellagen wechseln. Stellenweise sind diese Schichten auch bläulich und rötlichgrau gestreift und sehen dann den Bändermergeln ostwärts von Sinj ähnlich. Sie führen wie diese in kohligter Substanz erhaltene *Ceratophyllum*-Früchte und ziemlich ungünstig erhaltene kleine Schnecken sowie die erwähnten Deckelchen.

Die tieferen *Ceratophyllum*-Schichten lagern ostwärts von Sinj beiderseits dem triadischen Grundgebirge des Glavicaner Hügellandes an. Die höheren treten an den von der Cetina abgewendeten Seiten des Ost- und Nordrückens des Sušnevac und im zentralen Teile dieser Hügelmasse auf. Die Deckelschichten trifft man am

Ostfuß der Nebesa und im Tälchen von Sladoja an. Am West-Süd- und Ostrande des Sinjsko polje beginnt das Neogen mit jüngeren Schichten.

### Schichten von Udovičić und Sušnevac (n).

An der Grenze zwischen den unteren und mittleren Lagen des Neogens östlich von Sinj liegt eine Gesteinszone, welche die Rolle einer Uebergangsschicht zwischen beiden spielt. Sie besteht aus einer Folge von sehr dickbankigen sandigen Mergeln, die durch eigentümliche Erosionsformen ausgezeichnet sind. Ihre mächtigen Schichtköpfe erscheinen von Furchen durchzogen, zwischen denen Wülste und Gesimse vortreten. In petrographischer Beziehung sind diese Mergel den härteren Einschaltungen in der Serie der Bändermergel noch sehr ähnlich und sie enthalten auch wie diese Steinkerne von *Ceratophyllum*-Samen. Ueber ihnen folgen lichtgelbliche Mergelkalke, welche eine sehr deutliche Schichtung in dünne Bänke zeigen, leicht in kubischen Klötzen und dicken Platten gewonnen werden können und darum an vielen Orten der Gegenstand steinbruchmäßiger Ausbeutung sind.

Diese klotzigen bis dickplattigen Mergelkalke sind ganz dicht erfüllt von äußerst zarten, dünnwandigen Röhrchen, welche meist in parallel zur Schichtung orientierten Ebenen liegen und so eine feine Strichelung der Spaltungsflächen bedingen. Wahrscheinlich hat man es mit fadenförmigen Vegetationsorganen einer Wasserpflanze, vielleicht mit Algenresten zu tun.

Außer diesen in großen Massen vorkommenden Gebilden finden sich nur sehr wenig organische Einschlüsse. Bemerkenswert ist die Einschaltung eines wohl nicht konstanten Horizonts mit parallelnervigen Blattresten, welche wahrscheinlich von *Phragmites* stammen,

und von dazugehörigen, mit Wurzelfasern versehenen Rhizomen, so in den Steinbrüchen oberhalb Milun, wo auch Laubblattreste als große Seltenheit vorkommen.

Die dickbankigen sandigen Mergel bauen im Vereine mit den Steinbruchschichten die Höhenzüge am Südrande des Sinjaner Hügellandes und den Gipfel des Sušnevac nebst den von diesem gegen N und O ausstrahlenden Rücken auf. Die Schichtköpfe der sandigen Mergel formen lange Felsmauern, die sich von ihrem Sockel aus Ceratophyllumschichten scharf abheben.

Außer den soeben genannten beiden Gliedern des Neogens bei Sinj wurden in die Ausscheidung n noch jene Schichten einbezogen, welche auf der Ostseite des Sinjsko polje rechts vom Ruda potok liegen. Auf der Ostflanke des aus Kreidedolomit und Kreidekalk bestehenden Rückens von Udovičić folgen über einer Schicht von Trümmerbreccien dünnbankige, polygonal zerklüftende lichtbräunliche Kalke mit Zwischenlagen von Breccien und Konglomeraten aus grauen und schwarzen, durch dolomitisches Zement verkitteten Kalkstücken. Auch sandige Mergel mit eingestreuten kleinen Steinchen und siebartig durchlöchernte Mergelkalke treten in Verbindung mit den klüftigen Kalken auf. Diese enthalten stellenweise viele Durchschnitte und Hohlabdrücke von sehr kleinen Schnecken. Von ganz ähnlicher Beschaffenheit sind Kalke, welche nordwärts von der Sutina bei Kekez mehrere Klippen bilden.

### **Melanopsidenschichten (np).**

Ueber den Steinbruchschichten folgen bei Sinj blaßgelbe plattig abgesonderte Mergelkalke, welche sehr reich an pflanzlichen und tierischen Einschlüssen sind. Unter den ersteren spielen Blätter einer der

*Carex tertiaria* Ung. sp. nahe stehenden Cyperaceenart (*Cyperites Tiluri*) die Hauptrolle. Ihre Bruchstücke liegen auf den Schichtflächen in allen möglichen Richtungen durcheinander, oft unregelmäßig strahlige und gitterförmige Figuren bildend. Sehr häufig erscheinen auch Characeenstengel, welche das Gestein in allen Richtungen durchsetzen. Von sonstigen pflanzlichen Einschlüssen trifft man häufig lange, vermutlich auf *Phragmites* und *Arundo* zu beziehende Halm- und Schaftreste (besonders an der oberen Grenze der *Cyperites* Schichten) und als große Seltenheit Laubblätter.

In der Fauna der in Rede stehenden Plattenmergel sind *Fossarulus tricarinatus* Brus. und *Melanopsis lyrata* var. *miseria* Brus. reich vertreten. Seltener erscheint eine *Dreissena* cfr. *triangularis*, welche in höheren Horizonten häufiger wird und eine andere kleine Congerienform. Die Verteilung der im vorigen genannten Einschlüsse ist gewöhnlich so, daß die *Cyperites*-Halme, Characeenstengel und Konchylien abwechselnd dünne Gesteinslagen ganz allein erfüllen, seltener so, daß sie auf denselben Schichtflächen zusammen angetroffen werden. An der oberen Grenze der *Cyperites*-Schichten trifft man, zum Teil an das Auftreten von graugefärbten Mergellagen gebunden, an verschiedenen Orten Kohlenschmitzen, so östlich von Süd-Jasensko, bei Milósević und bei Modrić.

Im Westen von Sinj folgt über den oberen Ceratophyllumbänken eine mächtige Schicht von plattigen, weißen bis lichtgelben Mergeln, welche durch reichliche Einschaltungen von dünnen Lignitlagen ausgezeichnet sind. Außerdem erscheint die Mergelmasse selbst in dünnen Lagen mehr oder minder stark mit kohligter Substanz vermengt, wodurch eine schöne Bänderung des Gesteines zustande kommt. Diese Kohlenbänder-

schichten enthalten eine äußerst individuenreiche Schneckenfauna, deren hauptsächlichste Bestandteile die folgenden Arten sind:

*Fossarulus tricarinatus* B.

*Melanopsis sinjana* B.

„ *bicoronata* B.

„ *lyrata* B.

Die erstgenannte Art scheint die häufigste zu sein. Zonenweise sind diese kleinen Schnecken in ungeheuren Mengen angehäuft, und zwar besonders in den grau gefärbten Mergellagen.

Außer diesen Schnecken trifft man stellenweise auch sehr viele Blatt- und Schaftfragmente von monokotylen Sumpfgewächsen und als große Seltenheit Abdrücke von Laubblättern.

Die Kohlenlagen sind zumeist nur wenige Zentimeter dick, seltener erreichen sie eine Mächtigkeit von mehr als einem Dezimeter, so beispielsweise an dem Abhange ober der Stuparuša-Quelle.

Ueber den Kohlenbänderschichten folgen Mergel von meist bläulichgrauer Farbe, welche von dünnen Bänken eines rötlichgelben eisenschüssigen Sandsteines und von lagenweise angeordneten Eisenocherknollen durchzogen sind und eine außerordentlich individuenreiche Schneckenfauna in sich schließen.

Die erwähnten Knollen bestehen aus abwechselnd dunkelgelb und braun gefärbten, konzentrischen dünnen Lagen von eisenhaltigem Ton, und zwar sind häufig mehrere solcher Konkretionen noch von einer gemeinsamen schalig aufgebauten Hüllschicht umgeben, so daß man auf den Bruchstücken der Knollen oft reizende Zeichnungen von zarten Ringsystemen sieht. Die

Fauna dieser Mergel besteht besonders aus folgenden Arten:

*Fossarulus tricarinatus* B.

*Melanopsis sinjana* B.

„ *lyrata* B.

Nach oben zu gehen diese Mergel in dunkle fossilarme Mergelschichten über, denen Linsen und Bänke von Kalkkonglomeraten eingeschaltet sind.

Die Plattenmergel mit *Cyperites* begleiten den Nord- und Südrand des Hügellandes östlich von Sinj und den Fuß des Hügels von Brnace. Die Kohlenbänderschichten umsäumen den Talkessel von Lučane und sind auch im Goručicatale, im Strmen Dolac und im Mittellaufe des Ruda potok aufgeschlossen. Die Schichten am Nordfuße des Vucjak sind feinklüftige weiße Melanopsidenmergel ohne Lignitbänder.

### Congerienschichten (np<sub>1</sub>).

Die obere Abteilung des Neogens östlich von Sinj besteht aus bankigen bis plattigen Mergelkalken von blaßgelblicher bis schmutzigweißer Farbe. Als Einschaltungen von petrographisch abweichender Beschaffenheit trifft man sehr dünnplattige weiße Mergel und lichtbräunliche klüftige Kalke an. Letztere sehen den Kalken von Udovičić ähnlich und weichen durch ihre kantigen Schichtköpfe sehr von den Mergelkalken ab, die durch die Abrundung und Auswaschung ihrer Schichtköpfe an die Mergel in der unteren Neogenserie erinnern.

Makroskopisch sichtbare organische Einschlüsse enthalten diese jüngeren Schichten in nicht sehr großer Zahl und in sehr ungleichmäßiger Verteilung.

Von vegetabilischen Resten trifft man Characeenstengel, sternförmige Früchtchen einer Alismacee, *Da-*



*masonium Sutinae Kern.*, bandförmige, parallelnervige Schaft- und Halmabdrücke, die teilweise wohl von *Phragmites* und *Arundo* stammen dürften, und einen oberen Horizont von Landpflanzen.

Sumpfpflanzenreste erscheinen in reicher Zahl und in großen Stücken am Westende des Hanenser Hügels bei Bilić, Laubblätter fanden sich neben Halmresten am Südende des flachen Rückens von Čitluk und an der Straßenschlinge westlich ober Han in dem dort zutage tretenden dünnplattigen weißen Mergel. Bestimmen ließen sich:

*Myrsine Endymionis* Ung.

*Bumelia Oreadam* Ung.

*Diospyros lotoides* Ung.

*Rhododendron* cfr. *megiston* Ung.

Von Konchylien findet sich besonders *Dreissena* cfr. *triangularis* P., welche nesterweise massenhaft auftritt und eine wahrscheinlich der *Dreissena dalmatica* B. entsprechende Congerienform.

Westlich von Sinj folgen über den fossilarmen obersten Lagen der *Melanopsis*-Schichten hellgraue dickblättrige bis schalig abgesonderte Mergel, die ziemlich viele Congerien, besonders *Dreissena dalmatica* und zahlreiche vegetabilische Reste führen. Die Congerien sind teils einzeln, teils gesellig vorkommend und als Hohl- abdrücke oder als Steinkerne erhalten.

Unter den pflanzlichen Resten spielen verkohlte Ast- und Zweigbruchstücke mit noch deutlich erhaltener Holzstruktur eine bemerkenswerte Rolle. Daneben findet man auch braune Stengelreste und spärliche Blattabdrücke. Unter letzteren *Betula* und *Cinnamomum*.

Im Hangenden dieser Schichten lagern lichte harte, kubisch zerklüftende, dünnbankige mergelige Kalke.

Ferner trifft man lichte plattige Kalkmergel und endlich gelbe, grobbankige, klotzige Mergel, welche den Gesteinen im Liegenden der *Cyperites*-Schichten etwas ähnlich sehen.

Diese Gesteine enthalten in größeren Mengen lineare Pflanzenreste, *Damasonium*-Früchte, vereinzelte Laubblätter, von Konchylien besonders *Fossarulus Stachei*, *Melanopsis* *cfr. inconstans* Neum. und Nester von *Dreissena* *cfr. triangularis* nebst vereinzelten Stücken größerer Dreissenen in zu spezifischer Bestimmung ungeeigneter Erhaltung.

Die Congerienschichten der Ostfazies des Sinjaner Neogens besäumen den Ostrand der Cetinaebene von den Rumin-Quellen bis in die Gegend von Otok und treten in kleineren Vorkommen auch am rechten Ufer der Cetina, linkerseits des Ruda potok und im Ortsgebiete von Sinj auf. Die Congerienschichten der Westfazies erscheinen beiderseits der Sutina bei Lučane, im Goručatale und am Ostfuße des Golo Brdo.

### Lignitführende Fossaruliden- und Congerierschichten (np<sub>2</sub>).

Diese Schichten bilden die oberste Abteilung des Neogens im Westen und Süden des Sinjsko polje; ihre hangendsten Partien sind zugleich die jüngsten vorquartären Bildungen des Cetinatales überhaupt, wogegen ihre tieferen Lagen wohl noch den höchsten lignitfreien Congerierschichten am Ostrande des Sinjsko polje gleichzustellen sein dürften.

Im Tale der Sutina liegt über den Bänken mit *Damasonium* und *Foss. Stachei* eine Schichtmasse von Mergeln, die teils gelblich, teils durch mehr oder minder starke Beimengung von kohligem Substanzen licht- bis

dunkelgrau gefärbt sind und von sehr zahlreichen Lignitlagen von verschiedener Mächtigkeit durchzogen werden. Dann folgt eine sehr kohlenreiche Zone, innerhalb welcher ein zirka 4 m mächtiges Hauptflöz von ungefähr halb so mächtigen, durch Zwischenmittel halbierten Liegend- und Hangendflözen begleitet ist. Von da aufwärts nimmt der Kohlenreichtum wieder ab.

Die Mächtigkeit und Zahl der aufeinanderfolgenden Kohlenlagen ist manchen Veränderungen unterworfen, die bald als Verjüngung oder Zersplitterung, bald als ein Anschwellen oder Zusammenfließen der Flöze in Erscheinung treten.

Diese jüngste Abteilung des Neogens im Sutinatale enthält außer vielen Dreissenen und Unionen eine reiche Gastropodenfauna, in welcher insbesondere Neritinen eine Rolle spielen.

Man findet hier:

- Neritina sinjana* B.  
 „ *semidentata* Sandb.  
*Prososthenia Schwarzii* N.  
 „ *cincta* N.  
*Litorinella candidula* N.  
*Melanopsis geniculata* B.  
*Orygoceras dentaliforme* B.  
 „ *stenonemus* B.

Diese Schnecken sind hier lagenweise besonders in den dunkelgrauen kohligen Mergeln in großen Mengen eingebettet. Die flözführenden Schichten sind im linken Seitengraben des Sutinatales südlich von Djpaló sehr schön aufgeschlossen und lassen dort eine muldenförmige Lagerung erkennen.

Unter den Aufschlüssen der obersten Neogensichten im Goručicatale ist jener am Zupica potok bemerkenswert.

An den Seitenwänden dieses Wasserrisses sind weißlichgelbe Mergel bloßgelegt, welchen ein kleines Lignitflöz eingeschaltet ist. Diese Mergel beherbergen eine reiche Schneckenfauna.

Die häufigste Art in ihren oberen Lagen ist *Melanopsis inconstans* nebst ihren Uebergangsformen zu *Melanopsis geniculata*. Es finden sich ferner *Pyrgula Haueri* N., *Litorinella dalmatina* N. und die erste und vorletzte der von Djpaló angeführten Arten.

Westlich vom Zupica potok sind in Ruduša dunkle, kohlige Mergelschichten aufgeschlossen, welche neben *Bythinia tentaculata* und *Limnaea* sp. sehr zahlreiche Exemplare einer *Planorbis*, anscheinend *Planorbis cornu Bgt.*, enthalten; sie dürften schon quartären Alters sein.

In bedeutender Ausdehnung, aber größtenteils mit Ackererde bedeckt, lagern kohlige, gastropodenreiche Mergel am Westrande des Sinjsko polje. Bei Turjake, wo ihnen Lignit eingeschaltet ist, enthalten sie:

*Fossarulus Stachei* N.

*Litorinella ulvae* N.

*Melanopsis pygmaea* Partsch.

Am Südennde des Sinjsko polje liegen über den Mergelkalken mit *Foss. Stachei* und *Dreiss. cfr. triangularis* lichtgraue bis blaßgelbliche plattig-schalig abgesonderte Mergel, denen solche mit grobmuscheligem Bruche eingeschaltet sind. Sie enthalten Lagen mit *Dreissena cfr. dalmatica* und mit Melanopsiden, sind aber im ganzen fossilarm. Mehrorts führen sie verkohlte Ast- und Zweigbruchstücke, besonders an ihrer oberen Grenze. Bei

Košute schwellen diese Vorkommnisse zu einem Lignitflöz an.

### Jungpliocäne? Schotter ( $\overline{np}$ ).

Ueber den Mergeln am Süden des Sinjsko polje lagern grobe Flußschotter, die größtenteils zu lockeren Konglomeraten verkittet sind. Sie bestehen vorwiegend aus Geschieben kalkiger Gesteine des oberen Cetinagesbietes. Ihren untersten Lagen sind noch Mergel- und Lehmblätter eingeschaltet. Diese ein Uebergangsglied zwischen den Ablagerungen des Pliocäns und Pleistocäns darstellenden Flußschotter bauen in mächtiger Entwicklung den Rücken des Golo brdo auf, zu Konglomeraten verfestigt an seiner Westseite Steilwände bildend, und formen auf der rechten Seite der Cetina die Kuppe der Stasina glavica und die ihr benachbarten Höhen.

Jener Zeit, in welcher diese Schotter abgelagert wurden, gehören wohl auch die Flußkiesel an, welche man verstreut auf der das Sinjsko polje im Westen begleitenden Terrasse und auf deren südlicher Fortsetzung findet. Größeren Anhäufungen solcher Kiesel entsprechen die ostwärts vom Vucjak mit der Farbe  $\overline{np}$  bezeichneten Parzellen neben Kekez und neben Zorica (die an die erstere südwestlich anstoßende Parzelle und die der letzteren im SW und S benachbarten Parzellen sind aber  $\underline{n}$ ). Verstreute Flußkiesel findet man besonders am Nordsaume der Ebene Podovi, auf dem dieselbe gegen O abschließenden Rücken, auf der Nordhälfte der Gomila und in der flachen Umgebung der Runjik- und Vučjak glavica. Der Gehängevorbau rechterseits der Vrba südlich von Quartiri ist mit Schutt und fluviatilen Bildungen bedeckt.

## Quartär.

### Terra rossa (q).

Diese Ausscheidung umfaßt auf unserer Karte die quartären Ausfüllungen der rings geschlossenen Mulden im Bereiche der kretazischen Dolomite und aller karstbildenden Kalke des Gebietes. Sie entspricht so zu einem kleinen Teile eluvialen Terra rossa-Lagern, zum weit größeren Teile deluvialen, d. i. durch Vermittlung von Regenwasser abgespülten und umgeschwemmten und mehr oder weniger mit Dolomitgrus, Kalkstaub, Sand und feinem Schutt vermengten Massen von Roterde. Der weitaus größere Teil der eluvialen Terra rossa in den zahllosen Gruben, Wannen und Trichtern der Karrenfelder konnte kartographisch nicht zur Darstellung gebracht werden. Die von diesen Rückständen der Gesteinszerstörung eingenommene Gesamtfläche mag jene der Roterdelager in den Poljen und Dolinen an Größe noch übertreffen, wenn es auch genug Gebiete gibt, wo in weitem Umkreise nur nackter Fels bloßliegt. Auch die Terra rossa-Lager in den Dolinen konnten erst von einer etwa 50 m übersteigenden Breite in der Richtung ihrer kleinsten Erstreckung angefangen ausgeschieden werden. Derart entsprechen im allgemeinen jene nicht als Terra rossa ausgeschiedenen Dolinen, welche die kleinsten eingetragenen Roterdeflecke an Größe übertreffen, solchen Karstmulden und Trichtern, die auch am Grunde vorwiegend felsig sind. Bei den großen Roterdeflecken konnte die Kartierung nicht allen Einzelheiten der Lappung und Zerfransung des Umrisses folgen. Roterden und durch sie verkittete Breccien sind die Fundstätte von Resten der diluvialen Säugetierfauna von Dalmatien. Aus dem Gebiete des Kartenblattes

Sinj-Spalato sind von solchen Resten, zumeist Zähnen, bekannt geworden:

*Equus Caballus fossilis Rütim.* (bei Prugovo).

„ *Caballus minor Wold.* (bei Trilj).

*Asinus sp.* (bei Gardun und Spalato).

*Bos sp.* (bei Prugovo).

*Sus palustris fossilis Rütim.* (bei Salona).

### Karstlehm (q<sub>1</sub>).

Unter dieser Bezeichnung sind auf unserer Karte die Verwitterungslehme der nicht karstbildenden mergeligen Tertiärgesteine innerhalb des Karstgebietes ausgeschieden, sofern sie im Innern von ringsum geschlossenen Mulden oder an den Rändern von oberflächlich entwässerten und in ihrem Innern mit Alluvien erfüllten Talmulden liegen. Diese Lehme sind teils eluvialer, teils deluvialer Art. Von einer Ausscheidung der eluvialen Lehme auf den Abhängen und Rücken mußte auch dort, wo sie größere Flächen bedecken als die kleinsten in den verkarsteten Gebieten noch ausgeschiedenen Roterdeflecke, deshalb Abstand genommen werden, weil sie das stratigraphisch-tektonische Kartenbild in einem an völlige Zerstörung grenzenden Maße zerstückt hätte. Es gilt dies besonders in betreff des Neogens bei Sinj und hinsichtlich des Flyschgebietes an der Küste.

Der Tongehalt der zu Karstlehm in unserem Sinne verwitternden Gesteine ist zum Teil kein viel höherer als jener der die Roterde liefernden Kalke. Selbst unter den die Oberflächenformen des undurchlässigen Geländes zeigenden Tertiärgesteinen sind nur die Flyschmergel Mergel im chemischen Sinne. Die neogenen Glieder dieser Gesteinsgruppe weisen einen höheren

Kalkgehalt auf und jene Tertiärgesteine, welche sich in bezug auf ihr Relief und ihre Rolle bei der Quellbildung zwar nicht wie undurchlässiges Gestein verhalten, aber auch nicht Karstbildner sind, haben einen nur sehr geringen Tongehalt. Wo die Karstlehme an Alluvien stoßen, sind die Grenzziehungen auf der Karte nur schematisch. In Wirklichkeit findet da naturgemäß eine allmähliche Vermengung beider Ablagerungen statt; auch Vermischungen der vorwiegend grauen Karstlehme mit Roterde kommen in verschiedenem Maße vor.

### **Diluvium, Gehängeschutt, quartäre Breccien und Sande (qu).**

Die Vertiefungen zwischen den Hügeln nordwärts von Sinj sind mit einem größtenteils ungeschichteten, in seiner Zusammensetzung wechselnden Gemenge von Lehmen, Roterde, Sand, Schottern und Schutt ausgefüllt. Man hat es hier mit einer Ablagerung zu tun, bei deren Bildung neben örtlichem Gesteinszerfall auch Umlagerungen durch Vermittlung großer Wassermassen eine Rolle gespielt haben dürften und für die somit die Bezeichnung Diluvium im ursprünglichen Wortsinne zulässig erscheint.

Gehängeschutt kommt am südlichen Steilabfall des Koziak und Golo brdo sowie am Abfalle der mittleren Gebirgsstufe auf der Südwestseite des Mosor zu größerer Entwicklung. An den Rändern einiger Poljen treten teils lose, teils zu lockeren Breccien verkittete Schuttmassen auf, welche manchenorts, so bei Gljev, die Form von flachen Schuttkegeln haben.

Quartärer Sand und stark sandiger Lehm mit vielen Landschnecken bedeckt in größerer Ausdehnung die Neogenvorlage am Südwestrande des Sinjsko polje unter-



halb des Rückens der Gomila. Solcher Sand und Lehm erscheint auch bei dem Quellchen am Südwesthange des Vojnički brig, wo auf der Karte nur Roterde ausgeschieden ist und in der Mulde von Pistetak westlich von der Gomila, wo die Karte nur Karstlehm angibt.

Von einer Ausscheidung des eluvialen Schuttes mußte — obwohl er im Gebiete unserer Karte zu größerer Entwicklung kommt als der Gehängeschutt — Abstand genommen werden. Im Bereiche der zur Bildung von Karrenfeldern neigenden Kalke wäre seine Ausscheidung wie die der Roterde unmöglich; im Bereiche der scherbzig zerfallenden Kalke und der Plattenkalke, wo mit losem Trümmerwerk bedeckte Flächen größere Ausdehnung erlangen, würde deren Darstellung das Kartenbild zu sehr zerstückelt haben.

### **Torrentischotter und Schwemmland (ra).**

Diese Ausscheidung umfaßt auf unserer Karte zu nächst die durch Regenbäche vermittelten Anhäufungen von Schlamm, Gesteinsgrus und Schutt aus den Gebieten der triadischen Schiefer und Dolomite und der Lemeš-schichten, Anhäufungen, die teils innerhalb, teils am Rande, teils außerhalb der Verbreitungsgebiete dieser Gesteine liegen. Die sich demzufolge auf der Karte findende kartographische Trennung der Muldenfüllungen im Triasdolomite von jenen in den jüngeren Dolomiten stützt sich darauf, daß das erstere Gestein mehr zu oberflächlichem Zerfalle neigt und darum die Zusammenschwemmungen in den Geländemulden im Triasdolomite reicher an Dolomitgrus und ärmer an Roterde sind als jene in den dolomitischen Gesteinen der Jura- und Kreideformation.

Im Polje von Muć sind außer den Schlamm- und Schottermassen, welche durch die Bäche Suova, Radaca, Zemljevac und Milina aus dem Triasgebirge zugeführt wurden, auch große Mengen von Roterde vorhanden. Hier wurde die Gesamtfläche als alluvial bezeichnet, weil eine Beschränkung der Ausscheidung von Torrentischottern auf die in der topographischen Unterlage eingetragenen rezente Geschiebebetten die Verbreitung dieser Schotter als zu gering angegeben hätte, jede andere kartographische Trennungsweise von Alluvium und Eluvium völlig willkürlich gewesen wäre und die Betonung des Vorkommens des ersteren als die wichtigere erschien.

Genau aus denselben Gründen wurden die Poljen von Ogorje und Marović (Ostfuß der Buzovaca) ganz als Alluvialgebiete ausgeschieden, obwohl in beiden außer Torrentialschutt der Lemeßschichten viel Roterde vorhanden ist. Der bedeutendste Torrente innerhalb des Kartenblattes ist die mit einem flachen Muhrkegel in das Sinjsko polje mündende Korito draga.

Mit jungen Flußanschwemmungen sind außer dem soeben genannten Polje und dessen Ausbuchtungen auch das mittlere Vrbatal und die flachen Talrinnen des Jadro und Stobrec potok erfüllt. Die an der Küste der sieben Kastelle weiß gelassenen Flecken betreffen teils Deltaschotter an den Mündungen von Wasserrissen, teils Strandgerölle, deren Material den Kalkzügen am Meeresufer entstammt. Solche Gerölle trifft man auch in vielen der kleinen Einkerbungen der Küsten des Monte Marjan und der Halbinsel von Spalato.

### **Kalktuff (rk).**

Im tiefen Cañon der Cetina flußabwärts von Trilj sind unterhalb Caporice, Ugljane und Novasela mehrorts

Kalktuffbildungen vorhanden, welche auf die Ueberwindung von Felsbarren durch den Fluß hinweisen. Auch jetzt ist noch keine kontinuierliche Gefällskurve erreicht und der Wasserspiegel wiederholt durch Flußschnellen unterbrochen. Der Stobrec potok schäumt nach seinem Durchbruche durch die innere Vorkette des Mosor eine Strecke weit zwischen steilen, von vielen Höhlungen durchzogenen Uferwänden von Kalktuff dahin. Kalktuff- und Kalksinterabsätze, die ob ihrer räumlichen Beschränkung nicht ausgeschieden wurden, finden sich auch an manchen Quellen, die bedeutendsten bei dem schönen Quell in der oberen Sutaschlucht. Von den Stalaktiten- und Stalagmitenbildungen der Höhlen, die sich gleichfalls einer Darstellung auf der Karte entzogen, sind jene in der Grotte von Kotlenice ob ihrer Pracht erwähnenswert.

---

## Grundzüge der Tektonik.

In das Blatt Sinj—Spalato fällt die Osthälfte der das Kartenbild Dalmatiens beherrschenden Flexur der Dinariden, die durch Einschub westöstlichen Streichens in ihre Hauptzugrichtung bedingt ist. Das Blatt wird so von einer Schaar konzentrischer, gegen SW offener Faltenbögen durchzogen. Als führendes tektonisches Glied, gleichsam als Rückgrat der gesamten Faltenmasse, erscheint die Aufbruchszone vorkretazischer Schichten, die von der nordwestlichen Kartenecke zur Mitte des östlichen Blattrandes zieht und so ein den nordöstlichen Blatteil deckendes landseitiges Stück der jungmesozoischen Hülle von einem ungleich größeren, meerseits gelegenen trennt. Den Südwesten der Karte nimmt eine

Flyschmuldenzone ein. Das zwischen ihr und dem genannten Aufbruche gelegene Gebiet besteht zum großen Teile aus Rudistenkalk; in einer mittleren Zone treten tiefere Schichten, Hornsteinkalk und Dolomit des Oberenomans zutage. In den Flankenteilen des Gebietes sind dagegen Einfaltungen von Eocänschichten vorhanden. Das nordostwärts vom genannten Aufbruche befindliche Gelände baut sich aus Chamidenkalken auf, denen eine Mulde von Rudistenkalk mit eocänem Kern eingelagert ist.

Die sich so ergebende Zonengliederung der das Kartenblatt im Bogen durchziehenden Schichtmasse ist zunächst eine vorwiegend lithologische. In tektonischer Hinsicht tragen diese Zonen nicht alle ein einheitliches Gepräge. In mehreren derselben zeigt sich ein Wechsel von Faltenwurf und Schuppenbau und ein Wechsel in der Zahl und Größe der tektonischen Einheiten. Eine übersichtliche Betrachtung liefert folgendes Bild des Gebirgsbaues.

I. Der Küstensaum. (Gegend von Castelli und Spalato.) Ein System von steilen Falten, deren Mehrheit ganz aus Flyschgesteinen aufgebaut wird. In den tiefsten Bloßlegungen treten Alveolinen- und Rudistenkalk zutage. (Monte Marjan, Kamm der Poljca und Sridivica.)

II. Das Küstengebirge. (Koziak und Mosor.) Im mittleren Teile ein von sekundären Wellungen durchzogenes mächtiges Gewölbe von Rudistenkalk mit kleinem Dolomitaufbruche (Moseć planina), im Westen und Südosten zeigt sich Schuppenbau, welcher in Ueberschiebungen von Rudistenkalk auf Eocängesteine und in Aufschüben älterer auf jüngere eocäne Schichten seinen Ausdruck findet. (Ueberschiebungen von Blaca

und Konjsko im Westen, von Dolac und Trnubi im Osten des Mosor.) Im Oberflügel der Dolacer Ueberschiebung sind kleine Fenster vorhanden, deren eines mitteleocäne Kalke bloßlegt, indes die anderen Flyschmergel entblößen.

III. Das Hinterland des Küstengebirges, innere Zone. Im Westen wiederholte Ueberschiebungen von cenomanem Hornsteinkalke auf Rudistenkalk, in diesem auch Einfaltungen von Protocän. Im mittleren Gebiete ein flachwelliges Rudistenkalkterrain; im Südosten eine meerwärts steil abfallende, zum Teil überkippte Falte mit einem von Rudistenkalk umhüllten Kern aus Hornsteinkalk.

IV. Das Hinterland des Küstengebirges, äußere Zone. Ein langgestreckter Faltenzug, in welchem großenteils von Chondrodontaschichten besäumter Kreidedolomit zutage tritt. Nur auf der Westabdachung der Radinje ist auch in der Sattelregion der Falte Rudistenkalk vorhanden. Der südwestliche Flügel dacht mehr oder weniger steil, der nordöstliche mittelsteil bis sanft ab. Im Südosten zeigt dieser letztere Flügel einen Aufbau aus drei Schuppen. (Bei Budimir.)

V. Das südliche Randgebirge der Spalten-täler. (Movran und Visoka.) Im Westen ein System von steilen Sätteln aus Rudistenkalk mit zwischen ihnen eingeklemmten schmalen Zügen von proto- und eocänen Schichten; im mittleren Teile des Gebietes breitere, zumeist von eocänen Breccien erfüllte Muldenzonen zwischen Sätteln von Rudistenkalk. Ostwärts der Cetina ist diese Zone nur durch ein Band von eocänen Breccien und durch einen Zug von meist dolomitisch ausgebildeten oberen Kreideschichten vertreten.

VI. Die Spaltentäler. (Mučko- und Sinjsko polje.) Diese Zone ist die geologisch interessanteste des Kartenblattes. Im Westen zeigt sich eine mächtige, die ganze Trias- und Juraformation umfassende, gegen Nord einfallende Schichtmasse, welche auf die Falten der vorigen Zone aufgeschoben erscheint. Bei Sutina sind noch Reste eines Zwischenflügels zu erkennen. Im mittleren Gebietsteile liegt ein sehr zerknitterter Aufbruch von Schichten der obersten Dyas und der Untertrias vor. Im Südosten sind steil aufgerichtete Kalke und Dolomite des Lias und Jura bloßgelegt, welche an die Gesteine der vorigen Zone angepreßt erscheinen. An dieser Störungsline sind an mehreren Stellen Werfener Schiefer und bei Jabuka auch Muschelkalk hervorgequetscht. Vom Mittelstücke des Aufbruches altmesozoischer Schichten zweigt ein Ast gegen Norden ab, der sich jenseits der nördlichen Kartengrenze bald schließt. Auch der westliche Ast des großen Aufbruches findet an der nordwestlichen Kartenecke sein Ende.

VII. Die nördlichen Randgebirge der Spaltentäler. (Svilaja und Prolog.) Im Norden und im Osten je ein ausgedehntes Muldengebiet mit Flanken teilen aus tieferen Kreideschichten und oberkretazischem Kern. Von der Mulde im Norden (westlich der Cetina) fällt nur der liegendste Teil des Südflügels noch in das Kartenblatt. (Gegend von Ogorje.) Im Osten ist die südliche Zone des Chamidenkalkes in mehrere Gewölbe aufgebogen. In einer der zwischen denselben liegenden Vertiefungen sind eocäne Schichten eingesenkt. (Gegend von Ruda.) Der zentralen Zone des Rudistenkalkes sind eocäne Schichten eingefaltet. (Mulde von Gliev und Ueberschiebung von Blaca.)

## Nutzbare Mineralien und Gesteine.

Das bemerkenswerteste Vorkommen von alt-tertiärer Kohle im Gebiete unserer Karte ist das schon erwähnte (S. 73) Schieferkohlenflöz von Ruda. Es hat eine streichende Länge von  $1\frac{1}{2}$  km, setzt steil in die Tiefe und befindet sich zum großen Teile unterhalb des Grundwasserspiegels des das Flöz und seinen klüftigen Liegendkalk durchquerenden Ruda potok, lauter Umstände, die im Vereine mit der großen Abgeschlossenheit der Lage die praktische Bewertung ungünstig beeinflussen. Der nachweisbare Kohlenvorrat beträgt beiläufig 50.000, die mögliche Gesamtmenge etwa 200.000 Meter-Tonnen.

Ueber das Verhalten der Rudaner Schieferkohle aus den reinsten Flözpartien beim Verbrennen wird berichtet, daß diese Kohle im offenen Feuer gut brennt und wenig schlackenartige Rückstände hinterläßt und daß sie während des Verbrennens teerartig weich und backend wird. Die Untersuchung des Generalprobieramtes ergab 4% hygroskopisches Wasser, 45% schwere Kohlenwasserstoffgase und 51% Rückstände beim Vergasen und beim offenen Verbrennen einen Heizwert (nach Berthier) von 3065 Wärmeeinheiten mit einem Aschengehalte von 34.4%.

Am Kohlenflöz von Ruda haben Schürfungen und Versuchsbaue stattgefunden; zu einem geregelten Bergwerksbetriebe ist es aber bisher nicht gekommen.

Die im nördlichen Dalmatien vorherrschende Abart der paläogenen Kohlen spielt bei der sehr geringen Verbreitung typischer Prominaschichten innerhalb der Karte eine untergeordnete Rolle. Bei Gliév wurden in solchen Schichten Kohlenschmitzen gefunden. Gleichfalls

unbedeutend sind die Vorkommen von Kohle in der bei Clissa auftretenden konglomeratischen Fazies des Flysch.

Die bemerkenswerten Lignitlager finden sich in der am Westrande des Sinjsko polje erscheinenden schneckenreichen Fazies der Kongerierschichten. Das bereits erwähnte Flöz von Lučane (S. 90) stellt eine schmale, von Querstörungen durchsetzte Mulde dar. Die angesichts vieler dünner Zwischenmittel sich ergebende Schwierigkeit, einen guten Durchschnittswert für die Flözmächtigkeit zu erhalten, macht hier trotz der genau durchführbaren Flächenberechnung die Vorratsbestimmung unsicher. Man wird kaum mehr als 130.000 Meter-Tonnen annehmen können. Die Qualität der Kohle von Lučane ist nur bescheidenen Anforderungen entsprechend. Das gleichfalls schon erwähnte Lignitvorkommen am Zupica potok (S. 91) stellt einen räumlich ganz beschränkten Flözrest ohne praktische Bedeutung dar. Möglicherweise sehr viel ausgedehnter, aber bisher nur durch zwei kleine Schachtabteufungen erwiesen ist das Vorkommen von Kohle in der westlichen Randzone der Sinjaner Ebene zwischen Brnace und Turjake. Die hier allein statthafte Schätzung eines möglichen Vorrates mag immerhin das Zehn- bis Zwölfwache der für Lučane gefundenen Zahl ergeben. Die Qualität der Kohle ist aber wohl auch hier nur eine sehr mäßige. Das auf Seite 92 genannte, den fossilarmen Mergeln am Südrande des Sinjsko polje eingeschaltete Flöz von Košute besteht dagegen aus einem schönen Lignit. Dieses Flöz ist ein paar Meter mächtig, aber von geringer Ausdehnung und unregelmäßiger Lagerungsform und so auch nicht hoch zu bewerten.

In den mittleren Stufen des Neogens westwärts von Sinj kommt es nirgends zu einem Zusammenfließen



der zahlreichen dünnen kohligen Bänder zu einem Flöze.

In den unteren, *Ceratophyllum* führenden Neogenschichten finden sich nur unbedeutende Kohlenschmitzen. Auf die Lignite des Sinjsko polje sind übertriebene Hoffnungen gesetzt worden, an ihren Abbau ist man aber bisher nicht geschritten.

Asphalt findet sich bei Ogorje in jenen Schichten, welche wohl als Ursprungsstätte der meisten dalmatinischen Asphalte anzusehen sind, in den Lemeßschichten und den sie überlagernden Dolomiten und zwischen Bisko und Dolac in jenem Horizonte, welcher in Dalmatien die Hauptfundstätte von eingewandertem Erdpech bildet, im Rudistenkalke. Das erstere Vorkommen ist unbedeutend, das letztere dagegen bemerkenswert und mehrere zerstreute Fundstellen umfassend: bei Akrap, bei Rosci gornje, bei Vulas stan und Putisić stan. Die Art des Auftretens des Bitumens im Rudistenkalke wurde auf Seite 54 erwähnt. Der Gehalt an reinem Asphaltharz im Gestein von Dolac beträgt 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Es wurde vorübergehend ausgebeutet. Die Kalke und Dolomite des Jura sind meist etwas bituminös, lokale Anreicherungen von Erdpech sind aber aus diesen Schichten nicht bekannt geworden. Schwach nach Bitumen riechend ist auch der Chamidenkalk, eine stärker bituminöse Einlagerung enthält er am Berge Varda.

Von Erzen kommen hauptsächlich nur Hydroxyde des Eisens und Aluminiums in Betracht. Sie stellen chemisch und physikalisch umgewandelte zusammengeschwemmte Lösungsrückstände von Kalken dar und kamen teils in durch frühere Auflösungs- und Auswaschungsvorgänge gebildeten Hohlräumen der Karstkalke, teils in Vertiefungen an deren Oberfläche zum Absatze. Im

letzteren Falle sind sie von späteren Ablagerungen überdeckt und entsprechen dann dem Begriffe sedimentärer Erzlager, während die Hohlraumfüllungen durch Deszension entstandene epigenetische Lagerstätten sind.

Die als sedimentär zu bezeichnenden Bildungen erscheinen teils in der Schichtlücke zwischen Kreide und Tertiär (Ramljane, Blaca und Konjsko polje) teils dort, wo zwischen dem Alveolinenkalke und den eocänen Breccien der Nummulitenkalk fehlt (Moseć, Visoka) oder nur schwach entwickelt ist (Nordhang der Visoka). In beschränktem Maße trifft man sie auch an der Grenze der Mitteltrias gegen den Unterlias und an der Basis des Neogens. Durch die Entstehungsart dieser Erze sind große Ungleichmäßigkeiten ihrer Verbreitung, ihrer Textur und ihrer Zusammensetzung bedingt. Sie bilden keine konstanten Zwischenschichten, sondern linsenförmige Einlagerungen von wechselnder Ausdehnung und Mächtigkeit. Man trifft teils dichte, teils poröschwammige, teils lockere zerreibliche Erzmassen, auch solche von radialfaseriger und von oolithischer Textur.

Ein Teil dieser Bildungen fällt unter die als Bohnerz, brauner Glaskopf und gelber Ocher unterschiedenen Abarten des Limonits. Manche sind reich an Ton und dann als Eisentone zu bezeichnen. Andere enthalten viel weniger Kieselsäure als dem Ton entspricht und können als rote eisenreiche Bauxite angesprochen werden. In der protocänen Schichtlücke herrschen limonitische, in der mitteleocänen Lücke bauxitische Bildungen vor; der Tonerdegehalt schwankt bei den letzteren zwischen 50 und 60 vom Hundert, der Gehalt an Eisenoxyd ist durchschnittlich 25%, jener an Kieselsäure sehr wechselnd. Für die Verwertung dieser Bildungen, die teils als verfestigte Roterden,

teils als Laterite der geologischen Festlandsperioden anzusehen sind, als Eisen- beziehungsweise als Aluminium-erze ist die Ungleichmäßigkeit ihrer Zusammensetzung nicht günstig.

Epigenetische Brauneisensteine finden sich hauptsächlich in den Klüften und Taschen des Rudistenkalkes. Das bemerkenswerteste hierher gehörige Vorkommen im Spalatiner Kartenblatte ist der schon an früherer Stelle (S. 54) kurz erwähnte Lagergang bei Kotlenice am Nordfuße des Mosor. Er veranlaßte einen Bergbau von allerdings sehr kurzer Blütezeit. Es wurden dort im Jahre 1905 7000 und im folgenden Jahre 3000 Zentner Erz gefördert.

Das Vorkommen anderer als der genannten Erze hat nur mineralogisches Interesse. In Triasschiefern findet sich mitunter etwas Hämatit, in den dunklen Kalken an der Basis der Trias als große Seltenheit Galenit und in Kalksteinen und Mergeln verschiedener Formationen als seltene Einsprengung Pyrit.

Gips zeigt sich reichlich in den bei Sinj bloßliegenden Basalschichten der Untertrias in stockförmigen Massen von sehr wechselnder Größe. Seit einigen Jahren werden die südwärts von Karakašica gelegenen größten Gipsstöcke abgebaut. Das gewonnene Material wird hauptsächlich den Spalatiner Zementfabriken als Zusatz zu Zementmischungen geliefert.

Zur Zementerzeugung sind die von kleinen Sandsteinbänkchen nicht durchzogenen Lagen der grauen muschlig brechenden Mergel und die gelblichen bankigen Mergel der Flyschformation geeignet. Manche dieser Gesteine kommen als Rohstoffe für Naturzemente in Betracht, andere lassen sich durch geringe Zusätze in zur Herstellung hochwertiger Zemente geeignete Mischungen

überführen. Der Kalkgehalt der Mergel schwankt zwischen 74 und 76 vom Hundert. Zu der seit langer Zeit bestehenden Zementbrennerei am Ostfuße des Monte Marjan sind in neuerer Zeit Fabrikanlagen bei Salona und im Jadrotale hinzugekommen.

Vorzügliche Bausteine liefern die Nummulitenbreccienkalke, besonders der Liegendzug und die feste obere Schicht des Hangendzuges der Klippenzone des Flysch. (Steinbrüche bei Spalato.)

Zur Herstellung von Quadern eignen sich auch sehr die gut gebankten, quer zur Schichtung mäßig geklüfteten Kalken des unteren Lias und mittleren Jura, dann der Chamidenkalk und tiefere Rudistenkalk. Auch die eocänen Breccien werden viel zu Bauzwecken verwendet (Steinbrüche südlich von Sinj).

Zur Herstellung von Tür- und Fensterstöcken und Stiegenstufen ist der gleichmäßig gekörnte Radiolitenkalk gesucht (Steinbrüche von Simunić bei Dolac) und auch der leichter zu bearbeitende, aber auch weniger wetterfeste Mergelkalk im Liegenden der Cyperiteschichten in Verwendung. (Steinbrüche von Milun bei Sinj.)

Platten zum Dachdecken und zum Bodenbelage liefern zahlreiche geologische Horizonte, so die oberen Werfener Schichten, die dünngeschichteten Einlagerungen in den Jura- und Kreidekalken und in den eocänen Breccien; dann auch die etwas mergeligen dünnschichtigen Abarten des oberen Foraminiferenkalkes, des höheren Paläogens und Neogens. Zum Kalkbrennen sind die meisten reineren Kalksteine des Gebietes geeignet und in Verwendung.

Manche Kalke des Gebietes kommen dank ihrer Politurfähigkeit als Ornamentsteine in Betracht.

Man kann da hauptsächlich folgende Farbenspiele unterscheiden:

Schwarz mit einem feinen Geflechte von weißen Adern. (Kalke des Unterlias.)

Fleischrot mit kirschroten Adern und Flecken. (In den Plattenkalkzonen der eocänen Breccien.)

Rein weiß, seltener weiß und pfirsichblütrot gestriemt und geflammt. (Oberster Rudistenkalk im unmittelbar Liegenden der protocänen Schichten.)

Gelblichweiß mit einem engmaschigen Netze von braunroten Adern. (Rudistenkalkbreccien.)

Schwarz, grau und weiß gesprenkelt. (Polygene Breccien aus jurassischen und kretazischen Kalken.)

Weiß, blaßgelb, lichtbraun und rosenrot gesprenkelt, die farbigen Flecken weiß getupft. (Polygene Breccien aus Milioliden-, Alveolinen- und Nummulitenkalk im Hangenden von protocänen Schichten.)

Rosenrot mit karmoisinroten Adern und weißen Tupfen (Alveolinenkalk und Alveolinenbreccienkalk an der Basis der polygenen Breccien.)

Unter den triadischen Kalken dürfte der Gyroporellenkalk einen weißen, der Ptychitenkalk einen weiß und dunkelrot gefleckten Marmor liefern können. Bislang wurden nur der fleischrote Marmor (Steinbruch südlich von Neorić) und die Rudistenkalkbreccie zu architektonischen Zwecken, die Breccie mit Vorliebe zu Weihwasserbecken, verwendet.

Die neu ins Leben gerufene Marmorausbeutung hat im Bereiche des Spalatiner Blattes bei Lučane dunkle Marmore gewonnen und baut weiße und fleischrote Steine im nordwestlichen Nachbarblatte ab.

Nur eine sehr beschränkte Verwertung als Ornamentsteine dürften die schönen spangrünen, spargelgrünen und olivengrünen, weiß punktierten oder weiß getupften Tuffgesteine der Wengener Schichten finden können. Die räumliche Beschränktheit und Abgeschiedenheit ihres Vorkommens würde auch dann eine Ausbeutung in Frage stellen, wenn die einer Gewinnung größerer Platten und Klötze hinderliche Splittrigkeit in der Tiefe nicht vorhanden wäre.

## Quellen.

Der große Anteil, den fast reine Kalke am Aufbau des hier zu besprechenden Gebietes nehmen, bedingt für weite Räume in demselben die dem Karste eigentümlichen hydrographischen Verhältnisse: Wasserlosigkeit auf den Plateaus und Austritt starker Quellen an deren Rändern. Das Hervorbrechen der Karstwässer findet an der Meeresküste, im Grunde des Cañons der mittleren Cetina und an den Rändern des Sinjsko polje statt. Das Vorkommen zahlreicher für Wasser mehr oder minder undurchlässiger Gesteine führt aber auch zur Bildung vieler kleinerer Quellen in einzelnen Gelandeteilen abseits von den mächtigen Karstquellen. Undurchlässige Gesteine nehmen teils ganz vorzugsweise, teils nur untergeordnet am Aufbaue folgender Schichten Anteil:

Untere Werfener Schichten

Obere Werfener Schichten

Untere Duvina-Schichten

Wengener Schichten.

Oberes Mitteleocän der norddal-  
 matischen Küstenfazies des Eocäns  
 Flysch  
 Promina-Schichten  
 Ceratophyllum-Schichten  
 Melanopsiden-Schichten  
 Congerien-Schichten

Unter den Bodenarten ist außer den Verwitterungsprodukten der tertiären Mergel und den Lehmen in den jungen Flußanschwemmungen die Roterde für Wasser ziemlich undurchlässig. In beschränktem Maße üben auch die Dolomite der Trias-, Jura- und Kreideformation eine wasserstauende Wirkung aus.

Man hat es bei den in den vorhin aufgezählten Schichten vorkommenden Quellen teils mit Gesteins-, teils mit Schuttquellen zu tun. Unter den ersteren wiegen Schichtquellen vor; an Störungen geknüpft Quellen spielen keine große Rolle. Von den Schichtquellen treten manche an der Grenze undurchlässiger Horizonte gegen benachbarte durchlässige auf (z. B. an der Grenze der Congerenschichten gegen die postpliocänen Schotter); andere sind durch Einlagerung von Kalkzügen in vorwiegend undurchlässigen Schichten bedingt (z. B. Züge von Nummulitenbreccienkalk im Flyschmergel); zum Teil verdanken sie der Einschaltung von undurchlässigen Zwischenlagen in vorwiegend kalkigen Horizonten ihr Dasein (z. B. Schiefertone in den kalkigen oberen Werfener Schichten). Zur Bildung von Schuttquellen in undurchlässigem Terrain geben entweder Trümmernmassen, die von einem benachbarten höher aufragenden Kalkgebirge stammen (z. B. Ueberschiebungen von Kreidekalk

auf Flysch) oder eluvialer Verwitterungsschutt von kalkigen und sandigen Zwischenlagen Anlaß (z. B. Sandsteine in den unteren Werfener Schiefen).

Eine besondere Stellung nehmen jene Quellen ein, welche durch oberflächliche Zerklüftung eines in tieferen Schichten unzerklüfteten Gesteins bedingt sind. Hieher sind manche Quellen im Dolomit zu zählen und auch die seltenen Quellen auf Kalkbergen hoch über dem Kluftwasserspiegel erheischen die Annahme, daß dort der Kalk seine ursprüngliche Eigenschaft, ein undurchlässiges Gestein zu sein, entweder nicht verloren oder durch Verstopfung aller entstandenen Sprünge zurückgewonnen hat. Je nach der Gestaltung der Beziehungen zwischen Gebirgsbau und Geländeform treten in den wasserführenden Gebieten sehr verschiedene Quellformen auf. In den Werfener Schiefen herrschen Ueberfallquellen, in den Wengener Schichten Rückstauquellen vor; in den Prominaschichten, im Flysch und im Neogen kommen auch Schichtquellen mit Muldenform des Wasserträgers vor <sup>1)</sup>.

Ein Gehalt an Kalk- und Eisenbikarbonat gibt sich bei manchen Quellen des Gebietes durch das Erscheinen von Kalksinterkrusten und schleimigen Ueberzügen von Eisenoxydhydrat zu erkennen. In den Dolomitzonen mag auch ein geringer Gehalt der Quellwässer an Magnesiumbikarbonat, im Gebiete der Gipsstöcke ein solcher an Kalksulfat vorhanden sein. Der salzige Geschmack einer Quelle bei Han würde auf ein Vorkommen von Stein-

---

<sup>1)</sup> Eine ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse findet sich in der zur Zeit des Erscheinens dieser Erläuterungen unter die Presse kommenden Jahrbucharbeit des Verfassers: *Quellengeologie von Mitteldalmatien*.



salz in der Untertrias deuten. Die Schwefelquellen von Spalato dürften ihre Mineralisation zum größeren Teile der Beimischung von Meerwasser verdanken. Sie enthalten die Chloride des Natriums und Magnesiums in sehr ähnlichen Verhältnissen wie dieses; die zur Reduktion der Meerwassersulfate erforderlichen organischen Stoffe sind teils in den Schlammabsätzen der Salonitaner Bucht, teils in den Flyschgesteinen zu suchen.

## Berichtigungen der Karte.

Der flache Geländevorsprung bei Ogorje dolnje, nordöstlich von der Höhenzahl 534 besteht aus Dolomit der Unterkreide (*ku* statt *ra*).

Das ebene Gelände südlich von Vrdoljak (südl. von Neorić) ist mit Roterde bedeckt (*q* statt *ra*).

In der Mulde südöstlich von der Quelle Pištetak (südl. von Turjake) sind quartäre Sande aufgeschlossen (*qu* statt *q<sub>1</sub>*).

Am Nordostrande der Mulde von Vojuić stehen lehmige quartäre Sande an (*qu* statt *q*).

Der schmale Geländestreifen längs des linken Ufers der Žernovnica (westl. von der Sridivica) besteht aus Plattenkalk (*e<sub>2</sub>* statt *e<sub>f</sub>*).

Die kleine Parzelle, an deren NW-Rand die Buchstaben *Su* des Wortes Torrente Sutina stehen, soll die Farbe der oberen Werfener Schiefer haben (*t* statt *to*).

Die kleine Parzelle, in welcher die Ziffer 3 der Höhenzahl 435 südöstlich von Sladoja steht, soll die Farbe der Melanopsidenschichten haben (*pp* statt *mc*).

Von den vier kleinen Parzellen am Nordrande des Rauh- wackengebietes westlich von Karakašica sollen die in der Richtung von W nach O erste und dritte die Farbe der Gipsmergel haben (*ty* statt *D*).

Die kleine Parzelle nördlich von der Ziffer 2 der Höhenzahl 882 bei Blaca, die Parzelle, auf deren Nordrand die Buchstaben *ca* des vorgenannten Ortsnamens stehen und die kleine Parzelle bei der Quelle südlich von Basić sollen die Farbe der Knollenmergel haben ( $\bar{\tau}$ ).

In der kleinen Parzelle östlich von Sv. Rok bei Udovičić gehören die blauen Querstriche weg (Sig.  $\underline{z}p_1$ ).

In der kleinen Parzelle östlich von der Signatur *ts* bei Jabuka fehlt die dieser Signatur entsprechende Farbe.

Die kleine Parzelle unterhalb des Buchstabens *i* im Worte Bandurice bei Novasela soll die Farbe der nebenstehenden Signatur  $\bar{e}p$  haben.

Die regellos zerstreuten roten Punkte, welche sich in einem Teile der Auflage in der nordöstlichen und südwestlichen Nachbarschaft des Augitporphyritzuges im oberen Suvajatale finden, gehören weg. Es sind keine räumlich beschränkten Porphyritvorkommen, sondern beim Drucke auf die Karte gelangte Farbenspritzer. (Die reihenförmig angeordneten roten Punkte in derselben Gegend gehören zu den Signaturen *ts* und *tw*.)

Die nördliche Aussackung des Brecciengebietes westlich von Sinj, woselbst der größere Teil des Wortes Vučemilović steht, soll die der Signatur  $\bar{e}o$  entsprechende Farbe haben.

Die Signatur  $\bar{\pi}p$  ober dem Worte Stasina in der Parzelle westlich von Trilj soll in der südlichen Nachbarparzelle stehen.

---

### Nachtrag zum Literaturverzeichnis.

O. Maull, Geomorphologische Studien aus Mitteldalmatien. Geogr. Jahresber. aus Österreich. 1915.

---

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung und Literaturverzeichnis .</b>	1
Paläontologische Arbeiten .	2
Stratigraphische Arbeiten .	3
Tektonische und seismologische Arbeiten	4
Geomorphologische Arbeiten	4
Hydrologische Arbeiten .	5
Montangeologische Arbeiten	6
Reiseberichte	6
Gesamtdarstellungen der Geologie Dalmatiens	7
Geologische Karten	8
<b>Stratigraphische Übersicht</b>	8
<b>Beschreibung der auf der Karte ausgeschiedenen Formationsglieder</b>	9
<b>Triasformation.</b>	
Rauhwacke und Zellendolomit ( <i>pt</i> )	9
Dunkler Kalk ( <i>tb</i> )	10
Gipsmergel ( <i>ty</i> )	11
Myacitenschiefer ( <i>t</i> )	11
Ceratitenschiefer ( <i>t̄</i> )	13
Oltarnik-Schichten ( <i>to</i> )	16
Lichte Dolomite ( <i>td</i> ) .	17
Gyroporellen- und Brachiopodenkalk ( <i>tm</i> )	18
Ptychitenkalk ( <i>ts</i> ) .	20
Dunkler Schieferton ( <i>ti</i> )	21
Hornsteinkalk ( <i>ti</i> ) .	22
Diabas und Diabasporphyrit ( <i>D</i> u. <i>P</i> )	24
Schichten mit Pietra verde ( <i>tv</i> ) .	26
Zamitenschiefer bei Pekić ( <i>tz</i> )	27
Trachyceraskalk ( <i>tw</i> )	28
Platten- und Hornsteinkalk der Wengener Schichten ( <i>t̄w̄</i> )	29
Tuffiger Plattensandstein ( <i>tu</i> )	30

## Juraformation.

	Seite
Dolomit des Unterlias? ( $\underline{ld}$ ) .	31
Dunkler Kalk des Unterlias ( $\underline{l}$ )	33
Lithotis-Schichten ( $\underline{lc}$ ) .	34
Fleckenkalk ( $\underline{lf}$ ) .	35
Kalk des Mitteljura? ( $\underline{i}$ ) .	36
Dolomit des Mitteljura? ( $\underline{i}_1$ )	37
Cladocoropsiskalk ( $\underline{ic}$ )	38
Cladocoropsisdolomit ( $\underline{ic}_1$ )	39
Lemeš-Schichten ( $\underline{il}$ ) .	40
Korallenkalk des Tithon ( $\underline{it}$ ) .	42

## Kreideformation.

Kalke der Unterkreide? ( $\underline{k}$ ) .	43
Dolomite der Unterkreide ( $\underline{ku}$ )	45
Chamidenkalk ( $\underline{kr}$ ) . . . . .	47
Plattenkalkfazies des Chamidenkalkes ( $\underline{kr}_1$ )	48
Hornsteinführender Kreidekalk ( $\underline{kr}$ )	48
Dolomite der Oberkreide ( $\underline{kd}$ )	49
Chondrodontaschichten ( $\underline{k\bar{c}}$ )	51
Rudistenkalk ( $\underline{k\bar{r}}$ ) . . . . .	52
Plattenkalkfazies des Rudistenkalkes ( $\underline{k\bar{r}}_1$ ) .	54

## Palaeogen.

Cosinaschichten und oberer Foraminiferenkalk ( $\underline{\bar{e}p}$ )	55
Hauptalveolinenkalk ( $\underline{\bar{e}}$ )	58
Untere Nummulitenschichten ( $\underline{\bar{e}}_1$ )	59
Hauptnummulitenkalk ( $\underline{\bar{e}}$ -)	60
Foraminiferenkalk des Mosor ( $\underline{\bar{e}}$ ) . . . . .	61
Oberer hornsteinführender Nummulitenkalk und Riffkalke ( $\underline{\bar{e}h}$ ) . . . . .	63
Knollenkalk und Knollenmergel ( $\underline{\bar{e}}$ ) . . . . .	65
Mergel und Kalksandstein des Flysch ( $\underline{\bar{e}f}$ )	66
Nummulitenbreccienkalk ( $\underline{\bar{e}}_1$ )	67
Complanataschichten ( $\underline{\bar{e}\bar{c}}$ ) . . . . .	69
Mergelige Plattenkalke und Mergelschiefer ( $\underline{\bar{e}}_2$ )	71
Kalkkonglomerate und Breccien ( $\underline{\bar{e}o}$ )	74
Plattenkalkzonen ( $\underline{\bar{e}z}$ ) . . . . .	77
Breccien des Westmosor ( $\underline{\bar{e}k}$ ) . . . . .	77

Neogen.		Seite
Trümmerbreccien ( $\overline{mb}$ ) . . . . .		79
Ceratophyllumschichten ( $\overline{mc}$ ) . . . . .		80
Schichten von Udovičič und Sušnevac ( $\underline{n}$ ) . . . . .		83
Melanopsidenschichten ( $\underline{np}$ ) . . . . .		84
Congerienschichten ( $\underline{np}_1$ ) . . . . .		87
Lignitführende Fossaruliden- und Congerienschichten ( $\underline{np}_2$ )		89
Jungpliocäne? Schotter ( $\overline{np}$ ) . . . . .		92
Quartär.		
Terra rossa ( $q$ ) . . . . .		93
Karstlehm ( $q_1$ ) . . . . .		94
Diluvium, Gehängeschutt, quartäre Breccien und Sande ( $qu$ )		95
Torrentischotter und Schwemmland ( $ra$ ) . . . . .		96
Kalktuff ( $rk$ ) . . . . .		97
Grundzüge der Tektonik . . . . .		98
Nutzbare Mineralien und Gesteine . . . . .		102
Quellen . . . . .		109
Berichtigungen der Karte . . . . .		112
Nachtrag zum Literaturverzeichnis . . . . .		113

