

Akademie der Wissenschaften in Wien  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

---

# Mitteilungen der Erdbeben-Kommission

Neue Folge — Nr. 52

Das Erdbeben von Rann an der Save  
vom 29. Jänner 1917

Erster Teil.

Von

Dr. A. Tornquist

(Mit 1 Karte und 14 Textfiguren.)

Wien, 1918

Aus der Staatsdruckerei

Die »Mitteilungen der Erdbeben-Kommission« erschienen bisher in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I. Von nun an werden sie als besondere Ausgabe veröffentlicht werden.

Bisher sind folgende Nummern der »Mitteilungen« ausgegeben worden:

- I. Bericht über die Organisation der Erdbeben-Beobachtung nebst Mitteilungen über während des Jahres 1896 erfolgte Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 60 h.
- II. Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 50 h.
- III. Bericht über das Erdbeben vom 5. Jänner 1897 im südlichen Böhmerwalde, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft III) . . . . . — K 40 h.
- IV. Bericht über die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben am 15. Juli' 3. August und 21. September 1897, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft IX) . . . . . — K 40 h.
- V. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft V) . . . . . 3 K 40 h.
- VI. Die Erschütterungen Laibachs in den Jahren 1851 bis 1886, vorwiegend nach den handschriftlichen Aufzeichnungen K. Deschmanns, von Ferdinand Seidl (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) . . . . . — K 50 h.
- VII. Verhalten der Karlsbader Thermen während des voigtländisch-westböhmisches Erdbebens im Oktober—November 1897, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) . . . . . 2 K 60 h.
- VIII. Bericht über das Graslitzer Erdbeben vom 24. Oktober bis 25. November 1897, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VII) . . . . . 5 K 40 h.
- IX. Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. April 1898, von Johann N. Woldfich (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft X) . . . . . — K 90 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft IV) . . . . . 3 K 20 h.
- XI. Die Einrichtung der seismischen Station in Triest und die vom Horizontalpendel aufgezeichneten Erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Februar 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . 1 K — h.
- XII. Übersicht der Laibacher Osterbebenperiode für die Zeit vom 16. April 1895 bis Ende Dezember 1898, von Ferdinand Seidl (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . — K 70 h.
- XIII. Bericht über das obersteierische Beben vom 27. November 1898, von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . 1 K 10 h.
- XIV. Bericht über die obersteierischen Beben des ersten Halbjahres 1899 (zumal über die Erschütterungen vom 1., 7. und 29. April), von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft VIII) . . . . . 2 K 10 h.
- XV. Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster, von Franz Schwab (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . 1 K 10 h.
- XVI. Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11. Juni 1899, von F. Noë (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 60 h.
- XVII. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel vom 1. März bis Ende Dezember 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 90 h.
- XVIII. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft III) . . . . . 3 K 30 h.

- XIX. Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens nach den Aufzeichnungen eines dreifachen Horizontalpendels zu Triest, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I., Heft VII) . . . . . 3 K 20 h.
- XX. Über die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I., Heft IX) . . . . . — K 80 h.
- XXI. Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I., Heft IX) . . . . . 1 K — h.
- XXII. Bericht über die seismologischen Aufzeichnungen des Jahres 1902 in Lemberg, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 70 h.
- XXIII. Über die Verwendung der Erdbebenbeobachtungen zur Erforschung des Erdinnern, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 40 h.

### Neue Folge.

- I. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg, von W. Láska 1 K 90 h.
- II. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics . . . . . 2 K 30 h.
- III. Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens, von V. Uhlig . . . . . 3 K — h.
- IV. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900, von P. Franz Schwab . . . . . — K 60 h.
- V. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1900, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K — h.
- VI. Das nordostböhmisches Erdbeben vom 10. Jänner 1901, von J. N. Woldřich 1 K 60 h.
- VII. Erdbeben und Stoßlinien Steiermarks, von R. Hoernes . . . . . 2 K 10 h.
- VIII. Die Erdbeben Polens. Des historischen Teiles I. Abteilung, von W. Láska — K 80 h.
- IX. Bericht über die Erdbeben-Beobachtungen in Lemberg während des Jahres 1901, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . 1 K 10 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1901 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben von Edmund v. Mojsisovics 3 K 30 h.
- XI. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1901, nebst einem Anhang über die Aufstellung des Vicentini'schen Mikroseismographen, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K 20 h.
- XII. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1901, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 40 h.
- XIII. Das Erdbeben von Saloniki am 5. Juli 1902 und der Zusammenhang der makedonischen Beben mit den tektonischen Vorgängen in der Rhodopemasse, von R. Hoernes . . . . . 2 K — h.
- XIV. Über die Berechnung der Fernbeben, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 30 h.
- XV. Die mikroseismische Pendellunne und ihr Zusammenhang mit Wind und Luftdruck, von Eduard Mazelle . . . . . 2 K 60 h.
- XVI. Vorläufiger Bericht über das erzgebirgische Schwarmbeben vom 13. Februar bis 25. März 1903, mit einem Anhang über die Nacherschütterungen bis Anfang Mai, von J. Knett . . . . . — K 80 h.
- XVII. Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898, von Adolf Faidiga . . . . . 2 K 90 h.
- XVIII. Das Erdbeben am Böhmischem Pfahl am 26. November 1902, von J. Knett — K 80 h.
- XIX. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1902 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics. (Mit einem Anhang: Bericht über die Aufstellung zweier Seismographen in Přibram, von Dr. Hans Benndorf) . . . . . 2 K 60 h.
- XX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1902, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K 40 h.
- XXI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1902, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 50 h.

- XXIV. Berichte über das makedonische Erdbeben vom 4. April 1904, von Prof. R. Hoernes . . . . . 1 K — h.
- XXV. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1903 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisóvics . . . 3 K 40 h.
- XXVI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1903, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 40 h.
- XXVII. Bericht über das Erdbeben in Untersteiermark und Krain am 31. März 1904, von Prof. Dr. R. Hoernes und Prof. F. Seidl . . . . . 1 K — h.
- XXVIII. Jahresbericht des Geodynamischen Observatoriums zu Lemberg für das Jahr 1903, nebst Nachträgen zum Katalog der polnischen Erdbeben, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 60 h.
- XXIX. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (I. Mitteilung), von Dr. Hans Benndorf . . . . . — K 60 h.
- XXX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlerst'schen Horizontalpendel im Jahre 1903, nebst einer Übersicht der bisherigen fünfjährigen Beobachtungsreihe, von Eduard Mazelle . . . . . — K 90 h.
- XXXI. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (II. Mitteilung), von Dr. Hans Benndorf . . . . . 1 K 50 h.
- XXXII. Über das Mürztäler Erdbeben vom 1. Mai 1885, von Dr. Franz Heritsch 2 K 40 h.
- XXXIII. Beschreibung des seismischen Observatoriums der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, von Dr. Viktor Conrad 1 K — h.
- XXXIV. Bericht über das Erdbeben vom 19. Februar 1908, von Dr. Franz Neü 1 K — h.
- XXXV. Über die pulsatorischen Oszillationen (mikroseismische Unruhe) des Erdbodens im Winter 1907/1908 in Wien, von Dr. Rudolf Schneider 1 K 50 h.
- XXXVI. Die zeitliche Verteilung der in den österreichischen Alpen- und Karstländern gefühlten Erdbeben in den Jahren 1897 bis 1907, von Dr. Viktor Conrad. 1 K — h.
- XXXVII. Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in verschiedenen Tiefen, von Prof. W. Trabert . . . . . — K 30 h.
- XXXVIII. Seismische Laufzeitkurven, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 40 h.
- XXXIX. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1909 (mit einigen Hilfstabellen zur Analyse von Bebenlagrammen), von Dr. V. Conrad . . . . . 1 K 30 h.
- XL. Das Scheibbs'er Erdbeben vom 17. Juli 1876, von A. Kowatsch . . 1 K 70 h.
- XLI. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1910, von Dr. Rudolf Schneider . . . 1 K 20 h.
- XLII. Bericht über das Erdbeben in den Alpen vom 13. Juni 1910, von Dr. Josef Schorn . . . . . 2 K — h.
- XLIII. Das mittelsteirische Erdbeben vom 22. Jänner 1912 von Dr. Franz Heritsch . . . . . 1 K 10 h.
- XLIV. Die zeitliche Verteilung der in den Jahren 1897 bis 1907 in den österreichischen Alpen- und Karstländern gefühlten Erdbeben (ein Beitrag zum Studium der sekundär auslösenden Ursachen der Erdbeben) (II. Mitteilung) von Prof. V. Conrad . . . . . — K 80 h.
- XLV. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1911, von Dr. Rudolf Schneider . . 1 K 30 h.
- XLVI. Über die Bestimmung von Azimut und scheinbarem Emergenzwinkel longitudinaler Erdbebenwellen, von H. Benndorf. . . . . — K 60 h.
- XLVII. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1912, von Dr. Rudolf Schneider . . 1 K 30 h.
- XLVIII. Seismische Aufzeichnungen in Laibach, gewonnen an der Erdbebenwarte im Jahre 1913, von Prof. A. Achitsch . . . . . — K 30 h.
- XLIX. Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916, von Dr. Franz Heritsch. — K 60 h.  
L. Vorrichtung zum mechanischen Auswerten von Bebenkurven, von Wilhelm Schmidt . . . . . — K 50 h.
51. Das Oderburger Erdbeben vom 28. Oktober 1916 und seine Nachbeben.

# Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917

Erster Teil

## Die Wirkungen des Erdbebens in der Stadt Rann und die Beziehung des Bebens zur Tektonik des Ostrandes des Uskokengebirges

Von

Dr. A. Tornquist in Graz

(Mit 1 Karte und 14 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. März 1918.)

Die nachstehende Folge von Einzelabhandlungen setzt sich das Ziel, das Ranner Erdbeben vom 29. Jänner 1917 durch den Zusammenschluß mehrerer Bearbeiter nach jeder Richtung hin erschöpfend zu behandeln. Es sind in diesem Fall nicht nur die eingelaufenen Berichte über das Erdbeben durch die betreffenden Herren Referenten bearbeitet worden, sondern die im epizentralen Gebiet entstandenen Erdbebenschäden sind auch an Ort und Stelle untersucht worden, vor allem wurden in diesem Falle aber, nachdem die tektonische Natur des Bebens erkannt worden war, versucht, die tektonische Erklärung des Vorganges zu erbringen, als dessen Begleiterscheinung das Erdbeben auftrat. Sofort nach dem Ereignis erteilte die k. k. Steiermärkische Statthalterei dem Unterzeichneten den Auftrag, die Erdbebenschäden in Rann zu studieren. Dem daraufhin gefaßten Plan, das Beben durch eine geologische Untersuchung des östlichen Uskokengebirges zu klären, stimmten die Herren Professor Dr. Heritsch, stän-

diger Erdbebenreferent für Steiermark und Herr Regierungsrat Dr. Seidl, ständiger Erdbebenreferent für Krain, mit Freuden zu. Die hohe Kaiserl. Akademie der Wissenschaften hatte nicht nur die Güte, ihren Referenten durch eine Subvention die Untersuchung der Erdbebenwirkungen in der Umgebung von Rann zu ermöglichen, sondern bewilligte auch den drei an der geologischen Untersuchung des Gebirges Beteiligten Beihülfen für diese Bereisung, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt wird.

### A. Tornquist.

Einleitung. I. Die Erdbebenerscheinungen in Rann und Umgebung.

1. Die Stadt Rann und ihre Umgebung.
2. Die Einwirkung auf die Bewohner der Stadt.
3. Die Wirkung auf die Gebäude.
4. Vergleich der Erdbebenwirkungen in Rann mit denen des Laibacher und Agramer Bebens.
5. Die Lage des Hypozentrums und der tektonische Charakter des Bebens.
6. Die Nah- und Vorbeben in Rann und die Registrierung.
7. Die mögliche Veranlassung des Bebens.

II. Der geologische Bau des östlichen Uskokegebirges und seine Beziehung zum Ranner Erdbeben.

1. Die ältere Literatur über die östlichen Uskoken.
2. Die Gliederung des östlichen Uskokegebirges.
3. Die Stratigraphie.
4. Die Tektonik:
  - a) des Nordrandes der östlichen Uskoken,
  - b) der Verlauf der Störung von Prilipe am Ostrand der Uskoken,
  - c) die Tektonik des Südrandes der Uskoken,
  - d) Zusammenfassendes Bild der pliocänen Tektonik der Ost-Uskoken.
5. Die dinarischen Störungen und die Mechanik des Erdbebens von Rann.

Am 29. Jänner 1917 wurde in Teilen der Südsteiermark, von Unterkrain und Westkroatien ein Erdbeben wahrgenommen, welches in der südsteirischen Stadt Rann an der Save zur größten erkennbaren Wirkung gelangte und dem-

nach auch zutreffend als Erdbeben von Rann bezeichnet worden ist.

Rann befindet sich ziemlich genau in der Luftlinie Laibach-Agram, beiläufig 85 *km* ost-südöstlich Laibach und 30 *km* west-nordwestlich Agram. Da sowohl Laibach als Agram bekannte Erdbebenstädte sind, welche im Laufe der letzten Jahrzehnte durch heftige Erdbeben heimgesucht sind, so ist die Lage von Rann als innerhalb eines habituellen Erdbebengebietes gelegen, von vornherein gekennzeichnet.

Sowohl das letzte große Beben von Laibach am 14. April 1895 als auch das letzte große Agramer Beben vom 9. November 1880 hat eine sehr eingehende und ausgezeichnete Beschreibung erfahren. Das erstere durch F. E. Suess<sup>1</sup>, das letztere durch Fr. Wähner.<sup>2</sup> Es verstand sich daher für den Verfasser von selbst, daß die in Rann festgestellten Erdbebenwirkungen in einen näheren Vergleich zu den von diesen Autoren erzielten Resultaten zu bringen waren, und daß damit die folgende Darstellung als ein weiterer Beitrag zur Kenntnis jener Erdbebenerscheinungen zu gelten hat, welche in bestimmten Intervallen in diesem Gebiet allerjüngster intensiver Gebirgsbildung, d. h. in dem Gebiet zwischen dem Laibacher Einbruchsfeld im Westen über die Bucht von Rann bis in das Gebiet der kroatischen Inselberge im Osten, auftreten.

Das Studium der Erdbebenerscheinungen an Ort und Stelle muß jeweils möglichst bald nach dem Eintreten des Ereignisses beginnen, so daß der Beobachter allermeist keine Zeit mehr findet, sich vor der Ausreise die vorliegende Literatur bis in jede Einzelheit zu eigen zu machen. Er wird dann erst später auf Gegensätzlichkeiten mancher seiner Auffassungen mit denen früherer Forscher aufmerksam. In den vielen strittigen Fragen des Erdbebenproblems wird aber gerade die unbefangene Beobachtung der Arbeit und ihren Resultaten zugute kommen.

---

<sup>1</sup> Fr. E. Suess, Das Erdbeben von Laibach am 14. April 1895. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, 1896, p. 411.

<sup>2</sup> Fr. Wähner, Das Erdbeben von Agram am 9. November 1880. Sitzungsber. der math.-naturw. Kl. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, 1883, Bd. 88, I. Abt.

Der erste Abschnitt meiner Untersuchung stellt die bei und in Rann — im Epizentralgebiet — stattgehabten Ereignisse und Bebenwirkungen dar, sie berücksichtigt vor allem diejenigen Befunde, welche eine Bedeutung für die geologische und tektonische Klärung des Phänomens besitzen. Eine vollständige Zusammenstellung sämtlicher Meldungen und Berichte auch aus dem Epizentralgebiet enthalten die später folgenden Erdbebenberichte von Prof. Dr. Heritsch und Dr. Seidl.

Die Veranlassung der folgenden Untersuchung war ein mir am 3. Februar erteilter Auftrag von der k. k. steiermärkischen Statthalterei, dem sofort meine Ausreise nach Rann folgte. Leider wurden meine Beobachtungen durch eine in diesem südlichen Gebiete sehr selten anzutreffende, hohe Schneedecke sehr behindert, so daß ich nach Aufnahme der Wirkungen des Erdbebens an den Gebäuden von Rann und der nächsten Umgebung und der Entgegennahme vieler Schilderungen der Bewohner zunächst am 10. Februar nach Graz zurückkehrte, um die weiteren Feststellungen vor allem über die Beziehungen des Bebens zum geologischen Aufbau des Gebietes bis nach der Schneeschmelze zu verschieben. Am 24. Februar, ferner im April, Juni, August habe ich mich dann erneut nach Rann begeben.

Für den mir von Seiner Exzellenz dem Herrn k. k. Statthalter Dr. Clary v. Aldringen über Ermächtigung des Ministeriums für Kultus und Unterricht erteilten Auftrag, sage ich auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank.

Herr Statthaltereirat v. Costa-Rossetti hatte nicht nur die Freundlichkeit, mir auf schnellem Wege die für die Be- reisung des weiteren und engeren Kriegsgebietes erforderlichen Pässe zu verschaffen, sondern führte mich auch bei der Bezirkshauptmannschaft in Rann sowie auch bei der k. k. Landesregierung in Laibach und bei der königlich kroatischen Landesregierung in Agram ein. Seiner freundlichen Förderung ist die anstandslose Durchführung meiner Arbeiten zu danken.

Dank schulde ich ferner Herrn Landeskonservator Dr. v. Semetkowski für die Überlassung der in dieser Abhandlung wiedergegebenen photographischen Aufnahmen.

Ebenso bin ich dem Amtsleiter der Bezirkshauptmannschaft Rann, Herrn Dr. V. Neuwirth, Herrn Statthaltereingenieur Steininger, Herrn Gemeinderat Dr. Leuschner, Herrn Oberingenieur R. Sernec und vor allem Herrn Distriktsarzt Dr. Jokits für die Führung und für die Erläuterungen an Ort und Stelle zu großem Dank verpflichtet. Herr Böhler in Rann hatte späterhin die große Freundlichkeit, mich über die Nachbeben zu informieren.

Das Ereignis des Bebens wurde in Rann von mehreren Personen in Rann etwa folgendermaßen in allgemeiner Weise beschrieben:

Am 29. Jänner früh um 9<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> erfolgte plötzlich ein heftiger Erdbebenstoß, zunächst senkrecht aus der Tiefe, dem heftige, horizontal gerichtete, sehr schnelle Schwingungen folgten. Ein gleichzeitiges donnerähnliches Geräusch wurde durch das Gepolter von den Dächern stürzender Rauchfänge, einstürzender Mauern, auseinanderreißender Mauern und springender Decken übertönt. Wer sich auf der Straße befand, geriet in höchste Lebensgefahr, die in den Häusern Befindlichen waren in dichte Staubwolken gehüllt, da ununterbrochen Mörtel und Mauerwerk herabprasselte. Kästen stürzten um oder wurden verrückt, Bilder fielen von den Wänden, alle Gegenstände pendelten stark hin und her. Alles war aus den Häusern geeilt. Nach einer Viertelstunde erfolgte ein zweiter Stoß, welcher die wenigen, welche in die Wohnungen wieder eingedrungen waren, um Gegenstände zu bergen, schleunigst wieder ins Freie eilen ließ. Dieses zweite Beben kam dem ersten an Stärke nahezu gleich, seine Stöße verursachten aber an den schon brüchig gewordenen Gebäuden den größeren Schaden und erforderten auch ein Menschenopfer. Die Bevölkerung hatte bis zum zweiten Beben noch Ruhe und Mut bewahrt. Wäre die Katastrophe aber bei Nacht eingetreten, so wären die Verluste an Menschenleben wahrscheinlich recht bedeutend gewesen. Im Laufe des gleichen Tages erfolgten noch einige starke Beben und nunmehr hatte sich der Bevölkerung ein hoher Grad von Unsicherheit und Furcht bemächtigt, der noch wochenlang anhielt,

Die Nacht vom 29. auf den 30. Jänner wurde von der Bevölkerung in Kleidern wachend, zumeist auf dem Marktplatz, teilweise am offenen Feuer, teilweise in Zelten zugebracht. Nur wenige gingen in noch bewohnbare Häuser zurück. Unaufhörlich wurden schwache Nachbeben gespürt. Am Morgen des 30. um 6<sup>h</sup> erfolgten neue heftige Stöße, nach denen der größte Teil der Bewohner im Laufe des Tages in die Umgebung oder zu auswärtigen Angehörigen flüchtete.

Behörde und Gemeinde haben sofort alle Maßregeln getroffen, um der Bevölkerung die Rückkehr in die Stadt möglich und ratsam erscheinen zu lassen. Am 31. Jänner begannen Sappeure Sicherungsarbeiten vorzunehmen, Zelte und Eisenbahnwagen wurden zum Nächtigen der Einwohner aufgestellt, von denen sehr viele nicht zu bewegen waren, selbst innerhalb der folgenden Wochen, die nur leichte Nachbeben zeigten, ihre Schlafstelle in den Häusern wieder aufzusuchen. Bereits am 31. traf der Statthalter Clary v. Aldringen und am 2. Februar Seine Kaiserliche Hoheit der Erzherzog Max in Rann ein, um die Bevölkerung zu beruhigen und sie der Teilnahme zu versichern.

## I. Die Erdbebenerscheinungen in Rann und Umgebung.

### 1. Die Stadt Rann und Umgebung.

Rann, nördlich der Einmündung der Gurk an der Save gelegen, ist die südlichste und am tiefsten gelegene Stadt Steiermarks (165 *m* über dem Meere) unter der Breite von 45° 55', also etwas südlicher als Görz und als Bellagio am Comosee. Sie befindet sich in jenem südöstlichen Gipfel der Südsteiermark, der im Osten von Kroatien und südlich von Krain begrenzt wird. Als Sitz der Bezirkshauptmannschaft zählt Rann 1200 Einwohner und 150 Realitäten. Das Haupterzeugnis der Umgebung ist ein Wein von vorzüglicher Qualität, jedoch gedeihen auch Obst, Getreidearten, Hülsenfrüchte und Gemüse in der Umgebung vorzüglich.

Zu Rann gehört eine neuausgebaute Ziegelei und eine Stockfabrik. Von anderen Baulichkeiten seien das große

Landeskrankenhaus, das Deutsche Haus und der schöne Wasserturm hervorgehoben. Unweit der Save steht das Wahrzeichen der Stadt, das weitläufige, mit großem Mittelhof erbaute Attems'sche Schloß, dessen Errichtung vor Mitte des 13. Jahrhunderts fällt. Der große, mit imposanten Deckenfresken versehene Rittersaal und die breite Stiege zu diesem, sowie alte, neuerdings unter Verputz wieder aufgefundenene Fresken bilden die wertvollsten Teile des Baues, der aber, wie besonders die durch das Erdbeben angerichteten Zerstörungen gezeigt haben, wiederholt umgebaut sein muß.

Die Stadt ist überwiegend zu beiden Seiten der durch sie ziehenden Reichsstraße Laibach—Agram angelegt. Nur nach Osten ist sie besonders durch neue Bauten erweitert worden. Sie enthält drei Kirchen, die Pfarrkirche, die Kapuziner- und die St. Rochuskirche. Der Bahnhof befindet sich ziemlich weit nördlich der Stadt.

Die ganze Stadt überhöht das weite Inundationsgebiet der Save und liegt auf diluvialem Tegel. Erst der Bahnhof und die Stockfabrik befinden sich auf einer Saveterrasse; bei letzterer steht der Tegel erst 18 *m* unterhalb des Saveschotters an. Auch der Abfall vom Attems'schen Schloß besteht aus dem Tegel.

Im Süden der Stadt beginnen die ersten Höhen des Uskokengebirges steil von der Save anzusteigen. In 384 *m* Höhe ist die St. Veit-Kapelle<sup>1</sup> weithin sichtbar, weiter südlich befindet sich der 624 *m* hohe Goli Cirnik, dem als östlichste Kuppe der Uskoken die 730 *m* hohe Plešivica südlich folgt. Auf der Krainer Seite südlich der Save liegt am Fuß des Gebirges das Dorf Čatež (vgl. Kartenskizze p. 25).

Östlich von Rann beginnt in größerer Entfernung die kroatische Marija Gorica anzusteigen, der jenseits des berühmten Krapinabaches der Slema Vrh oder Agramer Berg folgt. Nördlich Rann, ebenfalls in größerer Entfernung, beginnt das Gebirge zwischen dem Gurk- und Sotlatal.

Rann befindet sich demnach in einer Ebene, der Ranner- oder Landstraßer Ebene, aus der einzelne Tegelkuppen aus

<sup>1</sup> Auf der Spezialkarte St. Johann irrtümlich benannt.

dem Alluvialboden der Save aufragen. Die Save ist dabei früher zeitweise weiter nördlich der Stadt, unterhalb der südlichen Abdachung des Gurkfelder Gebirges geflossen. In die Ranner Ebene fließen aus Westen die Gurk, dann die Save, welche im Nordwesten bei Videm unweit Gurkfeld aus dem Gebirge austritt, und im Nordosten die Sotla aus nördlicher Richtung.

Über die Bildung der Ranner Ebene ist bisher eine Ansicht nicht geäußert worden, meist ist sie wohl unberechtigterweise als ein Einbruchskessel angesehen worden. Im Laufe der Untersuchung wird es aber klar werden, daß die umrandenden Gebirge um sie emporgestiegen sind.

In Rann sind bislang auch von der heutigen Bevölkerung vielfach Erdbeben verspürt worden. Es ist hierüber aber nichts allgemein bekannt geworden. Auch das große Agramer Beben vom 9. November 1880 muß in der Stadt Rann stark gewirkt haben, da der Wähner'sche Bericht<sup>1</sup> Meldungen und Zerstörungen benachbarter Gemeinden anführt, es ist aber auffallenderweise gerade aus Rann keine Mitteilung darüber erfolgt. Nur aus dem benachbarten Čatež konnte ich von heute dort Ansässigen noch Mitteilungen über dieses Erdbeben entgegennehmen.

## 2. Die Einwirkungen auf die Bewohner der Stadt.

Ohne Ausnahme empfanden die Bewohner von Rann das Erdbeben als ein äußerst schweres Naturereignis. Die psychologischen Wirkungen waren so stark, daß sie auch durch eine noch schwerere Katastrophe kaum hätte überboten werden können. Das plötzliche Eintreten des starken Erdbebens brachte allermeist eine Ausschaltung jeder verlässlichen Beobachtung mit sich. Die in den Innenräumen Weilenden hatten, wie ich aus sehr zahlreichen Einzelschilderungen entnehme, die Vorstellung, daß alles um sie herum in Trümmer ginge und über sie einstürze. Nur auf das instinktive Bestreben, möglichst bald ins Freie zu gelangen, war jeder Sinn

---

<sup>1</sup> Siehe später,

gerichtet. Durch die später zu erörternde komplizierte Art der Erschütterungen und da die Türen vielerorts durch den herabstürzenden Schutt verrammelt worden waren, gelang es aber den meisten erst nach dem Erdbeben aus den Häusern zu gelangen. Schließlich fand sich alles schreiend auf der Straße ein, und viele besaßen einige Zeit nach dem Eintreten der Ruhe den Mut und die Fassung, Kleidungsstücke und Wertgegenstände aus den Erdgeschoßwohnungen zu holen. Die meisten wurden aber hierbei durch das zweite Beben überrascht und flüchteten nun wiederum mit größtem Schrecken. Daraufhin wagten sich nur noch wenige in die Häuser zurück und als  $\frac{1}{2}12^h$  wiederum ein starkes Beben folgte, war die Entmutigung vollkommen und das Vertrauen auf die Sicherheit der Gebäude allgemein verloren. Die meisten verließen jetzt die Stadt, und viele Wohnungen sind längere Zeit unversperrt im Stich gelassen worden. Durch die sich ständig wiederholenden, wenn auch schwächeren weiteren Nachbeben in der Nacht zum 30. Jänner wurde das allgemeine Gefühl der Unsicherheit hochgradig. Ein großer Teil der Bevölkerung lehnte es — soweit er auch in Rann verblieben war — selbst nach Wochen noch ab, wieder in den aus Ziegel aufgeführten Gebäuden zu übernachten und suchte seine Schlafstellen in bereitgestellten Eisenbahnwagen auf. Eine Anzahl geflüchteter Personen konnte auch nur mit Widerstreben andere Städte betreten. In dem an der Peripherie der Stadt gelegenen Landeskrankenhaus wurden die Kranken — die gelähmten und mit immobilen Verbänden versehenen Patienten — aus dem stark beschädigten ersten Stock in das Erdgeschoß gebracht und verblieben hier unter der Pflege der bei ihnen ausharrenden Schwestern, während die Pfleger noch längere Zeit außerhalb des Hauses nächtigten. Im Krankenhaus befindliche Soldaten schilderten den Erdbebenschrecken als furchtbarer als das Trommelfeuer im Schützengraben, vor allem, da sie das Bewußtsein des vollständigen Mangels einer Selbsthilfe gegen das Ereignis empfanden. Anderen Bewohnern zitterten bei jedem späteren Nachbeben die Beine, und sie empfanden in ihnen eine besondere Abgeschlagenheit und Unsicherheit. Alle waren selbst gegen sehr geringe Erschütterungen äußerst sensibel geworden.

Am Ende der ersten Februarwoche waren immer nur erst 300 von 1200 Bewohnern in Rann anwesend.

Bei dem durch die Schwere des Ereignisses fast allgemein ausgeschalteten Beobachtungsvermögen kann den meisten Schilderungen der Betroffenen kein besonderes wissenschaftliches Interesse entgegengebracht werden. Um so wertvoller sind die Beobachtungen jener, bei denen das Interesse für den Vorgang die fürchtbaren Eindrücke des Ereignisses doch zu überwinden vermochte. Es wird daher auf die Wiedergabe einer möglichst großen Anzahl von Schilderungen des Ereignisses, wie es wohl sonst bei Erdbebenbeobachtungen geschieht, verzichtet, und nur jene Beobachtungen sind hier wiedergegeben, welche in einwandfreier Weise über die Stoßrichtung, ihre Dauer und über die beobachtete Wirkung auf die Umgebung Aufschluß geben.

Die wertvollsten Beobachtungen stellte Herr Gemeinderat Dr. Leuschner, Verwalter des Schlosses Attems, an. Derselbe befand sich im Erdgeschoß seines besonders massiv gebauten und verhältnismäßig wenig beschädigten Wohnhauses gegenüber dem Schloß. Mit dem Rücken fest gegen die Wand gestemmt, nahm er in der ersten Sekunde des Bebens einen deutlich vertikal gerichteten Stoß wahr, dem dann acht bis zehn Sekunden hindurch andauernde, starke, sehr schnelle, wellenförmige Schwingungen folgten, von denen etwa zehn Schwingungen auf die Sekunde kamen. Mit der Bodenbewegung war starkes, aus der Erdtiefe kommendes, rollendes Donnergeräusch verbunden. In den meisten Fällen wurde der Erdbebendonner durch das Krachen der Wände und das Zerreißen und Auffallen des Deckenputzes übertönt. Auch die Stöße 9<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> und 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> wurden von dem gleichen Beobachter mit starkem Poltern in der Tiefe vernommen. Die späteren Nachbeben sind aber ebenfalls ohne Ausnahme von Geräuschen begleitet gewesen, welche, wie ich selbst mehrfach vernahm, bei den schwachen Nachbeben als kürzerer, hellerer Knall dem in Unter- und Mittelsteiermark vernehmbaren Kanonendonner von der damaligen Julischen- und Isonzofront nicht unähnlich war, sich von diesem aber durch das Fehlen der eigentümlichen Schwebungen unterschied.

Daß die erste Bewegung des Erdbebens ein Stoß vertikal aus der Tiefe war und daß auf ihn vor allem die Beschädigungen der Gebäude von Rann zurückzuführen sind, ergab sich aus den weiteren Feststellungen mit absoluter Sicherheit. Personen, welche am Schreibtisch gesessen hatten, erhielten die Vorstellung, daß der Tisch vor ihnen in die Tiefe versänke, andere beobachteten im oberen Stockwerk (die meisten Häuser von Rann haben nur Erdgeschoß und ein Stockwerk), daß sich der Dachstuhl nach oben von den Zimmerwänden erhob, so daß sie zwischen beiden ins Freie sehen konnten, während die Wände selbst in Schwingungen gerieten. Es wurde beobachtet, daß sich schwerere Gegenstände von den Kredenzen und Tischen erhoben, aber kleinere anscheinend stehen blieben. Während der dem ersten Stoß folgenden Horizontalschwingungen wurden dann alle unverschlossenen Schubläden in den Kästen und Schränken aufgerissen, alles durcheinandergeworfen. Die meisten Bilder fielen zu Boden.

Der erste Vertikalstoß besaß aber ein auch für die Bewohner besonders empfindliches Drehmoment. Eine Anzahl vor Tischen sitzende Personen wurden seitlich geschleudert und fielen sogleich zu Boden, andere, welche zur Türe eilten, erreichten diese nicht, sondern gerieten vor das an der Nebenwand befindliche Fenster. Sie verloren also die Richtung. Wenn auch aus den Eindrücken über die Natur der Einzelbewegung des Vertikalstoßes kein so sicheres Resultat gezogen werden kann, wie aus der Betrachtung der Gebäudeschäden, so geht aus diesen Schilderungen doch auch schon hervor, daß der Vertikalstoß neben seiner nach oben gerichteten Bewegung noch ein seitliches Drehmoment besaß. Die Personen wurden in die Höhe gestoßen und gelangten in anderer Orientierung wieder fest auf den Boden zurück.

Viele Personen stürzten zu Boden, nach ihrem Empfinden infolge der heftigen Schwingungen des Fußbodens, andere wurden die Treppenstufen hinabgeschleudert. Wie weit diese Vorgänge in der Tat auf die später einsetzenden Schwingungen zurückzuführen sind oder ob sie eine Folge des Vertikalstoßes waren, ließ sich mit Sicherheit nicht ermitteln.

Jedenfalls wird die starke psychologische Wirkung des Erdbebens, welches auf die gesamte Bevölkerung von Rann ausgeübt worden ist, erst aus diesen beiden Vorgängen verständlich.

Bei meinem Verweilen während des Februars 1917 in Rann konnte ich feststellen, daß alle äußerst sensibel gegen selbst sehr schwache Nachbeben geworden waren. Nachbeben, welche ich nicht fühlen konnte, wurden von stehenden aber auch von sitzenden Personen, die sich in meiner Umgebung befanden, gleichzeitig sehr deutlich empfunden. Mir als stark gemeldete Stöße empfand ich und auch gleichzeitig mit mir zugereiste Personen sehr schwach oder überhaupt nicht.

Das Beben hatte nirgends eine Abstumpfung gegen die Erdbebenbewegung, sondern ohne Ausnahme eine äußerst gesteigerte Empfindlichkeit hervorgebracht. Dieser Umstand machte es unmöglich, über die Intensität der späteren Erdbebenstöße aus den Beobachtungen der Anwohner ein richtiges Bild zu gewinnen, so daß zur Weiterbeobachtung der Nachbeben die Aufstellung von Seismographen für Ortsbeben sehr erwünscht war, die dann am 9. Februar auch auf meinen Antrag in Rann von Herrn Prof. Belar aus Laibach aufgestellt worden sind.

Zum Schluß sei die einzige vorliegende Beobachtung angeführt, welche außerhalb Rann im Anblick der Stadt von Norden her auf der Reichsstraße gemacht wurde. Der Beobachter fuhr der Stadt im Schlitten zu und verspürte einen heftigen Stoß, der den Schlitten seitwärts warf, so daß er fast umfiel. Beim Anblick auf die Stadt hatten sich die Häuser zunächst nach links gegen Osten geneigt, und zwar auf beiden Straßenseiten gleichmäßig. Es folgte dann ein heftiges Zittern, das der Beobachter auch selbst verspürte und auch an den Häusern beim Wiederaufrichten beobachtete. Diese Schilderung könnte auf einen Vertikalstoß und darauf folgenden Horizontalstoß von links nach rechts, also aus beiläufig östlicher Richtung, hinweisen.

Ein Bauer von Prilipe, südlich Čatež, befand sich beim nördlichsten Haus dieser Ortschaft, von der er sowohl den Abhang der von der Wallfahrtskirche St. Veit (auf der Karte

St. Johann genannt) gegen Zerina sowie diese Ortschaft selbst als das Gelände gegen Prilipe übersehen konnte. Er beobachtete ein heftiges Zittern der Erde, so, daß der Schnee aufstäubte. Er will bestimmt beobachtet haben, daß die Bewegung zuerst Zerina betraf und daß dann erst das vor ihm gelegene Haus erschüttert sei und daß die Bewegung dann weiter gegen Südost gezogen sei; diese Beobachtung könnte aber auf einer Sinnestäuschung beruhen, welche vermutlich aus dem Wenden des Kopfes des Bauern während des Vorganges zurückzuführen ist. Zerina war von seinem Standpunkt 1 *km* entfernt und diese Strecke muß das Beben, sofern es wirklich diesen Weg gemacht hätte, in höchstens einer Viertelsekunde zurückgelegt haben, so daß der Bauer den Vorgang wohl unmöglich in dieser Weise hätte verfolgen können. Das vor ihm liegende aus Holz gebaute Bauernhaus soll so stark nach verschiedener Richtung verbogen worden sein, daß er zum größten Erstaunen wahrnahm, daß es noch in so gutem Zustand stehen geblieben und daß seine in ihm befindlichen Angehörigen mit dem Schrecken davongekommen waren.

### 3. Die Wirkungen auf die Gebäude.

Die Häuser von Rann sind im engeren Stadtteil vorwiegend Steinhäuser mit Erdgeschoß und einem Stock und parallel zur Straße gestelltem Dachfirst, im nördlichen Stadtteil überwiegend aber alte Holzhäuser mit Strohdächern. Die drei Kirchen und das große Schloß Attems im Süden der Stadt, unweit der Save sind aus groben Ziegeln und Steinen aufgeführt. Dieses ebenso wie die Wohnhäuser sind mit wenigen Ausnahmen (das Krankenhaus) mit recht schlechtem Mörtel gebaut, in dem zu wenig Kalk und ein zu feiner Savesand enthalten ist. Nur wenig Häuser besitzen getäfelte Holzdecken, einige aus Ziegeln hergestellte Bogendecken zwischen eisernen Trägern. In den Umgebungsgemeinden überwiegen die alten Holzhäuser.

Das Ausmaß der angerichteten Zerstörungen hat sich in hohem Maße abhängig von der Güte und der Art des Baues erwiesen, so daß es für die Gewinnung eines Bildes von der

Ausbreitung der Erdbebenbewegung oder der Auszeichnung von Isoseisten von entscheidender Bedeutung ist, nicht die Größe des Gesamtschadens einer Gemeinde, sondern die Zerstörungen bestimmter Bautypen oder die Art der Beschädigung zu Grunde zu legen. Die alten Holzhäuser mit Strohdach und vielfach ohne Rauchfang auf dem Dach wurden durch das Erdbeben am wenigsten angegriffen, in ihnen zeigen vielfach nur die Zimmerkamine den Grad der Erdbebenwirkung an.

Es stellte sich bei dem größeren Durchschnitte der Steinhäuser eine sehr schwache Bauweise der Dachgiebelwände heraus. Die Erdbebenschäden in Rann haben auch sonst grobe Baufehler zutage gefördert, und es unterliegt keinem Zweifel, daß die großen Schäden der Stadt durch die schlechte Bauweise gefördert worden sind.

Die großen Unterschiede, welche in der Beeinflussung gut und schlecht gebauter, nach alter oder moderner Bauweise aufgeführter oder mit mehr oder weniger leicht zerstörbarer Architektur versehener Gebäulichkeiten besteht, macht der Auswertung der Angaben der einlaufenden Erdbebenbeobachtungen äußerst unzuverlässig. Eine Nachprüfung an Ort und Stelle führt den Erdbebenforscher selbst meist zu völlig anderer Auffassung.

Wer Rann kurz nach dem Erdbeben vom Bahnhof her betrat, konnte zunächst feststellen, daß die Dächer auch der Steinhäuser verhältnismäßig gelitten hatten, daß aber vielfach im ersten Stock die Giebelwände eingestürzt waren. Bei näherer Betrachtung zeigte sich dann außen und innen ein allgemein starker Abfall des Mauerputzes und bestimmte für die meisten Objekte besonders bezeichnende Schäden.

So hatten Fenster- und Türumgebungen der einzelnen Häuser stark durch entstandene Sprünge und Verstürze gelitten, im Hausinnern waren die Kamine zusammengefallen oder wenigstens stark demoliert. Die Rauchfänge auf den Dächern waren sehr verbreitet zerrissen, verstürzt oder vollständig herabgefallen.

Im Innern der Kirchen und des Schlosses hatten die Gewölbe und Bogen besonders in den oberen Stockwerken starke

Sprünge erhalten oder waren total zerborsten und teilweise herabgestürzt. Viele besonders interessante kleine Einwirkungen sind am Hausgerät und auf den Altären der Kirchen wahrnehmbar, soweit diese nicht gänzlich von ihrem Sockel gestürzt sind.

Im großen und ganzen treten in Rann die vertikal gerichteten Sprünge und Risse gegen horizontale Zerreißflächen oder schiefe Mauerrisse zurück und der Beobachtung drängen sich gewisse Einzelheiten auf, von denen im folgenden besonders die Rede sein wird.



Fig. 1. Vertikalriß zwischen dem Haupttor des Attems'schen Schlosses und dem Kreuzgang des Mittelhofes.

Allgemein verbreitet sind Risse in den Hohlkehlen der Decken, welche aber nicht immer auf den Verputz beschränkt

sind, sondern vielfach die Decke vollständig von ihrer Unterlage getrennt haben.

Sodann sind allgemein alle weniger tiefundamentierte und weniger solide gebaute Vorbauten der Gebäude vom Hauptgebäudeteil losgerissen. So sind die Kreuzgänge im innern Schloßhof vom Hauptteil des Schlosses durch tiefe Mauerpalten abgerissen worden. (Fig. 1.) Hausvorbauten mit Säulen-träger sind an ihrem Ansatz am Hause zerrissen.

Ferner sind ältere Gebäudeteile von späteren Zubauten und vermauerte Türen stets durch Risse auseinandergesprengt und die neueren Bauteile vielfach verstimrt worden.

Besonders charakteristisch sind in Rann und in seiner Umgebung ferner die tiefen diagonalen Mauerrisse, welche sowohl an einzelnen Wänden der Zimmer als auch an ganzen Häusermauern ausgebildet sind. Die Stärke dieser von den vier Ecken der Mauern ausgehenden und sich in der Mauermitte kreuzenden Risse nimmt nach der Mitte der Mauer an Intensität zu. Hier am Schnittpunkt der Risse ist die Zerstörung am intensivsten und in einzelnen Fällen sind dort die Ziegel herausgebrochen, auch kann der Mittelziegel allein herausgeschleudert sein. Eine durchaus zutreffende Erklärung für diese Erscheinung hat Herr Regierungsrat Seidl gegeben. Die Mauer hat zwischen ihren schwerer beweglichen Randpartien wie eine Membran geschwungen. In die stärkste Bewegung gerieten dabei die Mauerteile der Mitte, hier war die Zerstörung am intensivsten und führte unter besonders günstiger Bedingung sogar zu einem Herausschleudern des Mittelziegels.

Die bemerkenswertesten Erscheinungen zeigen die Rauchfänge auf den Dächern. Soweit sie nicht herabgestürzt sind, sind sie häufig gedreht worden. Das heißt, sie sind an einer mehr oder weniger hoch gelegenen horizontalen Mauerfuge in einen oberen und unteren Teil durchgehends zerrissen und der obere Teil steht jetzt in einer gedrehten Stellung zum unteren Teil. Wir erblicken hierin die Wirkung des ersten Vertikalstoßes, der den oberen Kaminteil emporgeschleudert hat, ihn aber erst nach Ausführung einer Drehung wieder auf den unteren Teil zurücksinken ließ. Ganz regelmäßig ist

diese Drehung an den Rauchfängen der Stadt Rann stets im Sinne umgekehrt der Bewegung des Uhrzeigers, also von rechts nach links erfolgt. Der erste Vertikalstoß besaß also innerhalb der Stadt Rann ein Drehungsmoment im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers. (Fig. 2.) In gleicher Weise sind in Rann die oberen Teile vieler Kachelöfen gedreht. Die Drehung erreichte am später herabgestürzten Rauchfang des Hauses von Anton

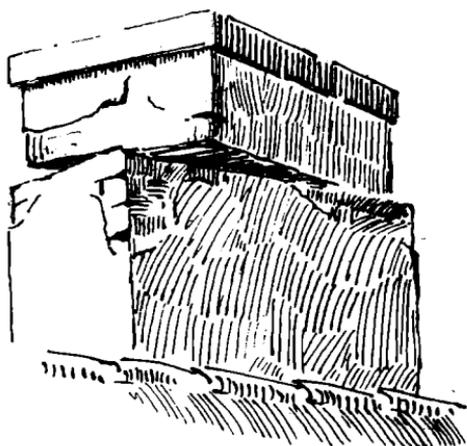


Fig. 2.

Glančar  $90^\circ$ , geht aber allermeist nicht über  $10^\circ$  hinaus. Die Stärke des Drehmoments war dabei nicht allein entscheidend für das Ausmaß der tatsächlich eingetretenen Verkantung, sondern je stärker das Objekt durch den Vertikalstoß von seiner Unterlage losgelöst wurde, um so ergiebiger konnte es dem Drehungsmomente folgen. Die infolge des Vertikalstoßes ausgeführte Drehung aller emporgeworfenen Gegenstände ließ sich auch an zahlreichen anderen Beispielen ständig wiedererkennen. In der Hauskapelle des Schlosses Attems befanden sich auf dem oberen Gesims zweier Seitenaltäre je zwei schwarze Marmorvasen. (Fig. 3.) Je eine, und zwar von dem rechten Altar die vordere, von dem linken die hintere, sind vom Gesims losgelöst und fortgeschleudert worden. Die Bewegung der starken

Mauer ist auf die Altargesimse mit dem Drehungsmoment so übertragen worden, daß nur diese beiden von der Wand in das Innere des Raumes geworfen worden sind. (Fig. 4.)

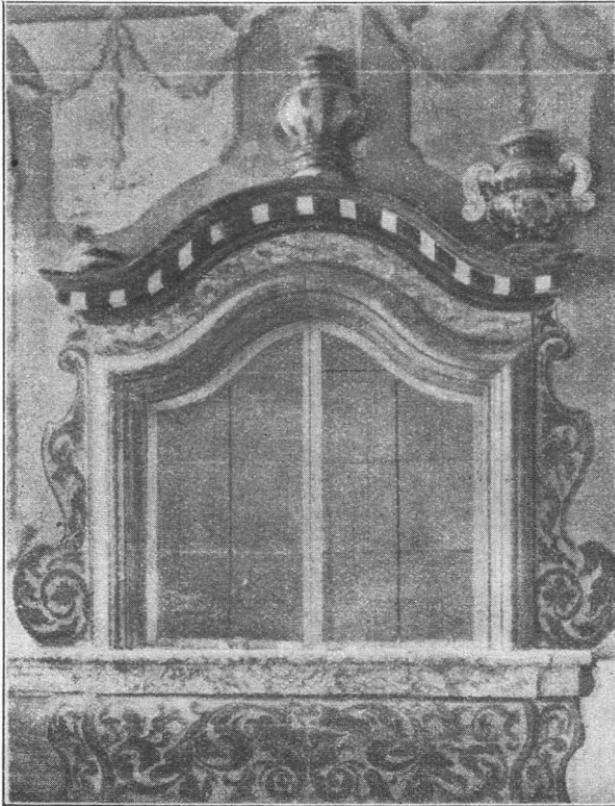


Fig. 3. Linker Seitenaltar im Attems'schen Schloß. Die linke Vase ist herabgeschleudert.

Andere schwere Gegenstände, wie die Schülertische in der Schule sind im Sinne dieser Drehung bewegt worden. Andererseits sind schwere Rauchfänge von dem Dachfirst mancher Häuser, wie auch des Deutschen Hauses herabgeworfen, ohne daß sie das Dach beschädigt hätten, sie sind im Bogen über die Dachkante hinaus auf das Pflaster geworfen.

Eine andere Wirkung des drehenden Vertikalstoßes zeigte der runde, massive Wasserturm von Rann, an ihm

ist ein spiral von rechts unten nach links oben emporsteigender, durch die dicke Mauerung bis ins Innere reichender, teilweise klaffender Mauersprung ausgebildet, dem sich unten ein schwacher, in umgekehrter schräger Richtung verlaufender kurzer Riß anschließt. (Fig. 5.)

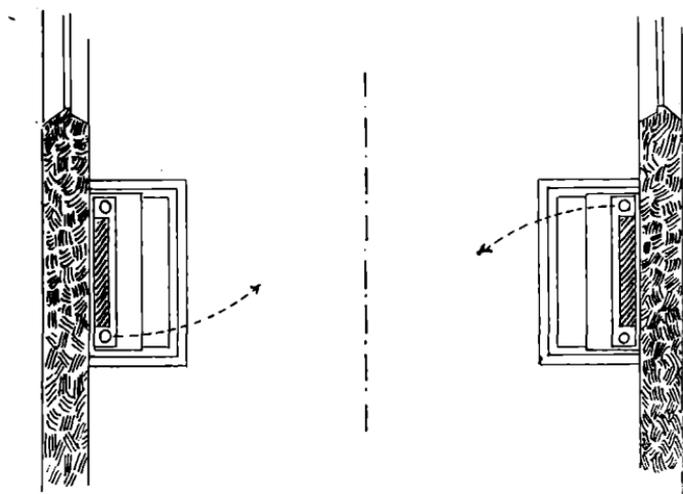


Fig. 4. Schematische Zeichnung zu Fig. 3. Beide Seitenaltäre.

Als Beweis für die vertikale Stoßrichtung ist ferner die Ausbildung von sich kreuzenden Mauersprüngen an dem oberen Teil des Turmes der Pfarrkirche und der Franziskanerkirche anzusehen. Der obere Teil der Türme ist an den vier Turmseiten am oberen Ende der Eckpfeiler losgelöst und zugleich mit einem spitz nach unten verlaufenden Teil einer jeden Seitenwand der Türme von der tieferen Partie der Türme abgerissen worden. (Fig. 6.)

Es ist leicht ersichtlich, daß diese Sprünge durch besonders bemerkenswerte Punkte der Türme hindurchgehen. Die äußeren oberen Enden der Sprünge beginnen am oberen und demnach schwächsten Teil der Turmecken, dort wo der obere, sich verjüngende Turmteil beginnt. Von hier aus verlaufen die Sprünge schräg nach unten zum oberen Turmfenster, wo sich die je von rechts und links schräg herabkommenden Sprünge wiederum an einer besonders schwachen Stelle des Turmbaues kreuzen. Wären die Sprünge durch

horizontale Schwankungen zustande gekommen, so hätten sie nicht gerade hier, sondern in erster Linie an den Knotenpunkten der Eigenschwingungen entstehen müssen, und wären wie es die Feststellungen anlässlich anderer Erdbeben häufig

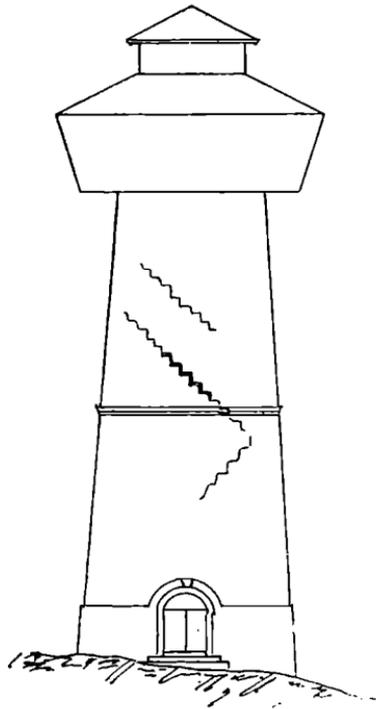


Fig. 5. Diagonalsprünge am Wasserturm in Rann.

genug gezeigt hat, als Vertikalsprünge ausgebildet. Die Ausbildung der Diagonalsprünge sind daher als Folge des drehenden Vertikalstoßes zu deuten. Die obere Turmpartie ist in der Bewegungsrichtung nach oben von dem massiven Hauptteil des Turmes emporgestoßen worden.

Eine Drehung hat bei diesen sich kreuzenden Diagonalsprünge aber natürlich nicht stattfinden können. Türbögen, die aus vertikalen Marmorfeilern mit auf ihnen ruhendem Marmorbogen bestehen, sind an der Verbindung beider zerissen. Die Pfeiler sind von ihrer Last befreit nach der Türöffnung zu schief gestellt, bevor der Bogen auf sie zurück-

fallen konnte. Aufgemauerte Ziegelsäulen größerer Gartenzäune sind auf horizontale Flächen zerrissen und in einzelnen Fällen auch links verdreht.

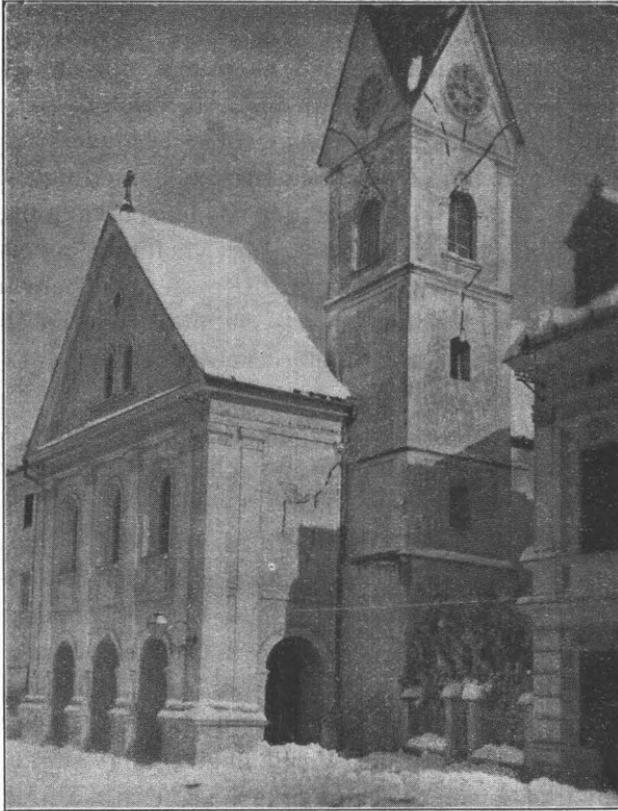


Fig. 6. Diagonalsprünge am Turm der Franziskanerkirche.

Eine wichtige Beobachtung wurde in der Stockfabrik nördlich der Bahnstation Rann gemacht. Aus einem in der Küche befindlichen Brunnen, dessen Wasserspiegel normal 3 m unter der Bodenfläche steht, wurde das Wasser beim Erdstoß momentan so stark vertikal emporgeschleudert, daß die Küche unter Wasser stand. Dann fiel das Wasser sofort wieder in die Tiefe zurück.

Auf den Vertikalstoß und auf die durch ihn erfolgte Ablösung der Dachstühle von den Hauswänden ist aber zum

Teil auch der häufige Zusammensturz der Giebelwände zurückzuführen, aus deren meist gegen Süden und Norden gerichteter Lage, demnach wohl kein Schluß auf einer in dieser Richtung horizontal verlaufenden Stoßkraft gezogen werden kann.

Durch den Vertikalstoß ist allerdings nur die Ablösung des Dachstuhles von den Hausmauern erfolgt, so daß die hierdurch freistehenden Giebelmauern in besonders exponierte Stellung gerieten. Ihr Zusammensturz selbst erfolgte dann im wesentlichen durch die folgenden Bodenschwingungen, und zwar zum Teil erst im Verlaufe des heftigen zweiten und dritten Erdbebenstoßes. Der Einsturz der Giebelwände ist, wie bereits hervorgehoben, durch die minderwertige Bauweise vieler Ranner Häuser stark gefördert worden.

Im ganzen sind Vertikalsprünge an den Häusern von Rann selten, Horizontalsprünge die Regel. Sie und die an den Kirchtürmen oben geschilderten schiefen und ferner die Spiralsprünge an hohen Schornsteinen, wie an dem der Ziegelei und ebenso am Wasserturm sind die weitaus überwiegenden und für Rann durchaus bezeichnenden.

An manchen Einzelheiten ist ferner erkennbar, daß die Vertikalbewegung in sehr viel verstärktem Maße durch stärker belastete Bauteile in die Höhe geleitet worden sind als durch schwächere und wenig belastete. In den Gebäuden wurde die Vertikalbewegung stärker durch die festen und dicken Außenwände als durch die Innenwände aufgenommen und nach oben geleitet. Hierdurch sind die unmittelbar an den Wänden befindlichen Gegenstände eher gehoben als die mehr im Innern stehenden und auf den an der Wand stehenden Tischen die Gegenstände stets in das Innere der Zimmer gefallen. Hierfür ist unter anderem der Befund innerhalb der Franziskanerkirche von Interesse, den ich zwar nicht mehr selbst vorfand, der mir aber vom Herrn Ingenieur Steininger mitgeteilt und der allseitig bestätigt worden ist. Es befinden sich hier beiderseits des Hauptaltars zwei Seitenaltäre. Auf allen drei Altären sind die großen Leuchter in das Innere der Kirche, also nach ganz verschiedenen Himmelsrichtungen umgestürzt.

Die Leuchter stürzten auf allen drei stets nach dem Innern der Kirche zugeneigten Flächen um. Die Neigung der Flächen entstand dadurch, daß die Außenmauer der Vertikalbewegung des ersten Erdbebenstoßes in stärkerem Maße nachkam als die inneren Kirchenteile. Wie dieser Vorgang zu denken und zu erklären ist, wird weiter unten erläutert werden.

Auf die intensive Aufnahme der Vertikalbewegung ist zum Teil wohl auch das fast ausnahmslose Loslösen der Zimmerdecke von den Seitenwänden entlang der Deckenhohlkehle zurückzuführen, und der regelmäßig starke Verbruch der Stukkatur der Hohlkehlen. Beides mußte aber durch die folgenden Bodenschwingungen noch verstärkt werden. Bei größeren Pendeluhren sind ferner die Pendel ausgehängt und herabgefallen.

In Rann selbst haben die auf den Stoß folgenden Bodenschwingungen den Einsturz der durch den Vertikalstoß gelockerten oder exponiert gewordenen Bauteilen verursacht. Besonders charakteristisch ist es, daß in allen Häusern dort Lockerungen im Mauerwerk eingetreten sind, wo verschiedene Bauarten zusammenstoßen. Unter der Verkleidung bislang unbekannt gewesene, verbaute Türöffnungen sind in den dicken Mauern des Schlosses Attems ebenso wie in vielen Häusern vom Verbande mit den Wänden gelöst worden. Im Schloß sind spätere Fensterverbauungen eingestürzt, so daß ältere Fensteröffnungen wieder sichtbar wurden. Inwieweit hierfür der Vertikalstoß oder die darauf folgenden Schwingungen verantwortlich zu machen sind, bleibt dahingestellt.

Ein Blick in die noch mit dem Haushalt gefüllten Innenräume der Ranner Wohnungen zeigte allermeist eine starke Verschüttung der durcheinander geratenen Möbelstücke durch von der Decke herabgefallenen Schutt und die Trümmer der zerstörten Kachelöfen.

Die an den Gebäuden entstandenen Erdbebenschäden ließen demnach vor allem die Wirkung des durch die direkte Beobachtung festgestellten Vertikalstoßes sehr deutlich erkennen und daneben an den Diagonalrissen und den Giebel-einstürzen, die nur stellenweise intensive Wirkung der schnellen Horizontalschwingungen des Erdbodens. Bei der Be-

trachtung der sämtlichen entstandenen Schäden und ihrer Auswertung unter Berücksichtigung der mehr oder weniger guten Bauart der einzelnen Objekte ergab sich sehr klar, daß die Erdbebenwirkung in der Stadt aber nicht an allen Stellen die gleiche Intensität besessen haben kann. Die Schäden sind im nördlichen Teil der engeren Stadt, in der Umgebung der St. Rochuskirche und des Franziskanerklosters, die intensivsten gewesen. Sie nehmen nach Süden ab. Im Franziskanerkloster ist ein breiter, durch zwei Stockwerke hindurch laufender Mauerriß entstanden und zugleich an dem ganzen Gebäude trotz der besonders soliden Bauart die weitaus stärkste Erdbebenzerstörung verursacht worden. In der Umgebung der St. Rochuskirche befindet sich das Haus Nr. 66 mit zerstörter Giebelwand, starken Sprüngen über dem Haustor und sehr deutlichen Diagonalsprüngen. Gleich östlich St. Rochus ist an einem kleinen Haus und am Haus Nr. 113 die Giebelwand vollständig herausgeworfen. Gegenüber St. Rochus sind die Villa Livada und eine andere Villa im Innern besonders stark mitgenommen worden. Je weiter wir der Hauptstraße von Rann gegen Süden folgen, um so mehr nehmen die Zerstörungen ab. Nur das vielfach umgebaute und mit besonders schlechtem Mörtel errichtete Attems'sche Schloß hat die oben bereits geschilderten Abtrennungen des inneren Säulenganges vom Hauptgebäude, Ausrisse alter, später verbauter oder teilweise zugebauter Tür- und Fensteröffnungen erhalten. Ein großes Turmfenster war in der First zusammengefallen. Demgegenüber haben das Haus des Herrn Schloßverwalters und viele benachbarte besser gebaute Häuser beim Schloß fast gar nicht gelitten.

Es ist in Rann demnach recht deutlich ein Unterschied in der Intensität der Erdbebenwirkung festzustellen. Von den seitlich der Ranner Hauptstraße gelegenen Gebäuden haben wiederum die östlichen bedeutend mehr gelitten als die westlichen, so vor allem das öffentliche Krankenhaus, östlich St. Rochus. Hier fallen diagonale und horizontale Fenstersprünge vor allem auf. Andere kleine Häuser, die östlich der Hauptstraße mehr im Süden liegen, sind besonders durch vertikale Risse über den Fenstern und Türen ausgezeichnet



Friedhöfen. Östlich St. Rochus befindet sich der alte Friedhof und ganz im Süden der Stadt, ebenfalls östlich, aber in größerer Entfernung in östlicher Richtung der neue Friedhof.

Auf dem alten Friedhof war vor allem die im oben bereits beschriebenen Sinne umgekehrt dem Gange des Uhrzeigers gerichtete Verdrehung an vielen Objekten ganz ausgezeichnet zu beobachten. Die teilweise schweren Grabsteine bestehen aus mehreren übereinander und über der Grabplatte aufgerichteten Gesteinsquadern und Kreuzen. In vielen Fällen waren Verschiebungen dieser Quader erfolgt, die offensichtlich nur durch die nicht mehr völlig horizontal liegende Grabplatte verursacht waren. Die Steine sind dann in der Richtung der Neigung der Grabplatte verschoben (Grab Karl Kalb), es ist aus diesem Umstand also kein Schluß auf die Erdbebenbewegung zu ziehen. Ein schwerer Grabstein (Grab Luziza Razlag) war auch völlig heruntergefallen. Aber auf nicht weniger als 13 Grabsteinen konnte die Drehung umgekehrt im Sinne des Uhrzeigers festgestellt werden. (Gräber: Georg Wogruz, Aurelia Glaser, Liza Pfeiffer, Marija Brezvik, Ungenannt, Dr. Karl del Cott, Annerl, Anna Laeder, Michael Lipsa, Stenko, Ignaci Leisker, Ignaz Neller, Jozé Cvirn).

Alle diese Grabsteine bestehen aus schweren, nicht durch vertikale Eisenstifte miteinander verbundenen Quadern. Nur an einem gestifteten, leicht mit der Hand drehbaren Steinkreuz der Therese Hübschman kann vielleicht eine Drehung in umgekehrtem Sinn erfolgt sein, jedoch ist in diesem Fall die Bewegung nicht wie bei den übrigen Monumenten eine freie, sondern eine durch den Stift veränderte gewesen.<sup>1</sup> Am alten Friedhof tritt die Richtung des Drehmoments demnach mit einer völligen Regelmäßigkeit auf. Dagegen war es nun von besonderer Bedeutung, daß die Verhältnisse am neuen Friedhof wesentlich andere waren. Hier ist die Verdrehung ebenfalls sehr verbreitet, ungefähr ein Viertel aller Grabsteine sind gedreht, aber neben der bisher

<sup>1</sup> Dieses leichte Grabkreuz habe ich bei späteren wiederholten Besuchen stets in anderer Lage gesehen.

festgestellten Linksverdrehung treten auch Rechtsverdrehungen (im Sinne des Uhrzeigers) auf. Und zwar verteilen sich die Verdrehungen so, daß am Ostrand des Friedhofes die Rechtsverdrehungen und am Westrand die Linksverdrehungen vorherrschen.

Ich fand das folgende: Unmittelbar an der Ostmauer des Friedhofs sind vier Grabsteine rechts gedreht (Franziska Krofel, Johann Polscheg, Janaz Savnik, Joze Gerce (stark), nahe dem Mittelgang im östlichen Friedhofsteil drei weitere rechtsgedreht (Josef Pustak, Otto Chiggo, Janaz Stegar), im östlichen Friedhofsteil vier wenig linksgedreht (P. B. Vovk, Ide Mikole, Karl Leiter, Neze Kene); im westlichsten Teil einer schwach linksgedreht (Bartelmä Klamoschak), im westlichen Mittelgangteil einer schwach rechts gedreht (Franziska Stegar).

Aus diesen am neuen Friedhof beobachteten Erscheinungen ergibt sich zweierlei, nämlich erstens, daß hier weit im Osten der Stadt die Hauptherdbebenzone von Rann in Anbetracht der starken Wirkungen dem Friedhof näher gelegen hat, als der Ranner Hauptstraße und ferner, daß der Vertikalstoß hier ein umgekehrt gerichtetes Drehmoment besessen hat als in dem westlich gelegenen Rann. Ich glaube aus diesen Verhältnissen nur den Schluß ziehen zu dürfen, daß die beiden Flanken der von St. Rochus gegen SSE ziehenden Erdbebenzone entgegengesetztes Drehmoment besessen haben. Innerhalb der östlich der engsten Erdbebenzone gelegenen Erdscholle besaß der Vertikalstoß ein von links nach rechts gerichtetes Drehmoment und innerhalb der westlichen ein von rechts nach links gerichtetes Drehmoment. Am nächsten dürfte der westliche Teil des neuen Friedhofs der engsten Erdbebenzone gelegen haben, denn hier ist das Drehmoment unentschieden. Der alte Friedhof dürfte aber seinerseits westlich der Zone gelegen sein (vgl. Kartenskizze p. 25).

Diese Ergänzung des bisher bei vielen älteren Erdbeben bereits beobachteten Drehphänomens ist natürlich für die Erklärung desselben von höchster Bedeutung und erzielt, wie wir sehen werden, auf geologische Vorstellungen aufgebaut, eine recht einfache Erklärung der genannten Erscheinung.

Auf die älteren Erklärungen der Verdrehungen will ich nur kurz eingehen. Suess hat bereits bei Gelegenheit der Bearbeitung des Laibacher Bebens die Mallet'sche Erklärung, daß die Verdrehung dadurch erzeugt wird, daß der gedrehte Teil an einem Punkte mit seiner Unterlage länger in Verbindung gestanden habe als mit allen anderen, abgelehnt. Die regional gesetzmäßige Drehung der Objekte von links nach rechts in Rann verbietet diese Erklärung hier ebenso wie in Laibach, da doch nicht alle Objekte zufällig an einer gleich orientierten Stelle mit der Unterlage besonders fest verbunden gewesen sein können. Dagegen will Suess die Erklärungsweise von Gray<sup>1</sup> als zutreffend erachten. Gray faßt die Verdrehungen als Einwirkungen horizontaler Stöße auf, welche weder in der Richtung der Seitenfläche noch in der Richtung der horizontalen Diagonalen auf vierkantige Säulen oder Rauchfänge ausgeübt worden sind. Aus der Konstruktion der Parallelogramme der Kräfte ergibt sich sodann, daß eine Drehung im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, wenn die Stoßrichtung im linken Teile des durch die Diagonalen gebildeten Quadranten und im umgekehrten Sinne, falls sie im rechten Teile des Quadranten einsetzt. Auch diese Erklärung kann aber nach den in Rann gemachten Beobachtungen nicht mehr als gültig angesehen werden, denn das Drehmoment war bei jedem Rauchfang und Ofen ganz unabhängig von seiner Orientierung zur Himmelsrichtung gleichgerichtet und das Drehmoment kam außerdem auch noch an anderen Gegenständen wie an den Vasen in der Kapelle des Attems'schen Schlosses und durch direkte Beobachtung zur Wirkung. Die Gray'sche Erklärung befriedigt in der Tat ebenfalls wenig. Den bisherigen Erklärungen steht vielmehr zunächst der Schwierigkeit gegenüber, daß die einzelnen Objekte und demnach auch ihre Unterlagen um einen Punkt gedreht sein sollten. Wenn aber eine große Anzahl benachbarter Objekte, wie die Grabsteine des alten Friedhofs jeder um einen Punkt für sich gedreht sein sollte, so ist die Erscheinung überhaupt nicht zu verstehen, vielmehr wird das Phänomen erst dann verständlich,

---

<sup>1</sup> Transactions of the Seismolog. soc. Japan. 1880. I. 20, p. 33.

wenn wir annehmen, daß eine ganze Region, auf der alle diese Objekte stehen, ein gleichartiges Drehmoment erhalten, und zwar so, daß die gemeinsame Unterlage, also die ganze Erdscholle, sich nicht um einen Punkt, sondern in kreisförmige Bewegung dreht, so daß kein Drehpunkt existiert, sondern ein Drehkreis. Um sich den Vorgang verständlich zu machen, drehe man ein horizontal liegendes Blatt Papier kreisförmig so, daß die vier Ränder des Papiers sich während der Bewegung stets parallel bleiben. Dann vollführt jeder Punkt des Papiers die gleich gerichtete und gleichstarke kreisförmige Bewegung.

Die Erdscholle hat während des Vertikalstoßes in dieser Weise eine spiral nach oben gerichtete Bewegung (vielleicht ein Zehntel eines Kreises) ausgeführt und ist beim Wiederherabfallen auf gleicher Spirale nun also im umgekehrten Drehmoment in die alte Lage zurückgefallen mit Ausnahme der obersten durch den Vertikalstoß abgelösten Gebäudeteile, welche nur den ersten Teil der Drehung ausführten, ohne die Rückdrehung mitzumachen.

Beiderseits der engsten Erdbebenzone ist die Bewegung aber eine entgegengesetzte gewesen. Nehmen wir die Bewegung beider Erdschollen gegeneinander auf der Fläche eine Verwerfung an, so kann diese entgegengesetzte Bewegung durch eine Unebenheit dieser Fläche erzeugt sein, an der beide Schollen natürlich in umgekehrter Drehung vorüber geglichen sind.

Gemäß der Arbeitsteilung zwischen die eingangs genannten Bearbeitern des Ranner Erdbebens habe ich meine Beobachtungen nur in den unmittelbar auf das Erdbeben folgenden Tage auf die Umgebung von Rann ausgedehnt. Ausführlicher werde Professor Heritsch und Regierungsrat Seidl die Erdbebenwirkungen dieser Gebiete behandeln. Aber auch auf die Gefahr der Wiederholung sei das folgende mitgeteilt. Im Süden von Rann zeigten das stark beschädigte Čatež, südlich der Save in Krain, ferner im Gebirge Prilipe und Dobenu interessante Einzelheiten, welche für die geologische Erklärung des Erdbebens von besonderer Wichtigkeit sind.

Die hier hervorgetretenen Wirkungen gleichen durchaus denen von Rann. Dagegen weicht der Typus der Erdbebenschäden in dem südwestlich zwischen Save und Gurk gelegenen Munkendorf und in dem östlich gelegenen Brükel, Dobova, Klein Obresch und Kapellen von jenen ab.

In Čatež und Prilipe sind alle in Rann beobachteten Wirkungen des Vertikalstoßes sichtbar. Auch hier sind Drehungen an verschiedenen Objekten ausgebildet. In Prilipe ist der nördliche Rauchfang des Hauses von Martin Bongarschitz sehr schön links verdreht worden, nachdem er an horizontaler Fläche zerrissen worden war. Das gleiche gilt von einem Kachelofen in der Wohnung des Herrn Bezirksarztes Dr. Jokits. Beide Objekte sind, wie in Rann, von rechts nach links verdreht. Ein anderer Kachelofen in der letztgenannten Wohnung ist aber als einziges Objekt in weitem Umkreise in umgekehrtem Sinn von links nach rechts gedreht. Für diesen nach allem immerhin erstaunlichen Befund habe ich vergeblich an Ort und Stelle nach einem besonderen Grunde gefahndet. Am gleichen Hause ist ferner der schwach fundamentierte, von zwei Säulen getragene, aber durch die Deckenbalken mit dem Hauptbau verbundene, offene Vorbau am Hauseingang von dem Hauptbau abgerissen worden. Man erkennt deutlich, daß dieser stärker gehoben worden ist als jener, als weiterer Beweis, daß hier der Vertikalstoß von dem fester fundamementierten Hauptbau stärker in die Höhe geleitet worden ist, als von dem lose auf den Boden gestellten Vorbau. Dabei sind die Säulen des Vorbaues an Horizontalflächen ziemlich glatt abgerissen worden. Diese Abreißflächen befinden sich oberhalb des runden Säulensockels. Im Innern des Hauses ist die zwischen Erdgeschoß und erstem Stock befindliche Holzdecke vollständig vom Unterbau abgerissen worden. Die inneren Gipswände stehen oben frei in den Räumen. Bei den später einsetzenden Nachbeben sind diese Schäden ganz erheblich vergrößert worden. Auffallenderweise sind dann die durch das Hauptbeben schief gestellten Säulen des Vorbaues aber wieder aufgerichtet worden.

Die Beschädigungen der Gebäude von Munkendorf zeigen einen abweichenden Typus, der vor allem in der fast aus-

nahmslosen Ausbildung von Vertikalsprüngen und durch das Fehlen von Verdrehungen ausgezeichnet ist. Das große Bauernhaus an der Munkendorfer Brücke zeigte allerdings ebenfalls starke horizontale Mauersprünge, die Nachfrage ergab aber, daß diese an der Grenze eines später erst hergestellten neuen Aufbaues gelegen sind. In Munkendorf sind die Häuser dabei aber auch soweit sie aus Stein bestehen, stark mitgenommen worden. Am meisten haben die Kamine und Kachelöfen im Innern gelitten. An der auf einer kleinen Anhöhe stehenden Kirche zeigen die Wände parallele Vertikalsprünge, jedoch scheinen die breiten, gegen NW und SO gerichteten Mauern stärker mitgenommen zu sein als die anderen. Im Gebirge sind hier die Bauernhäuser von Dobenu (341 m) und Sobenovas am Nordabfall des Coli Cirknik im allgemeinen wenig beschädigt. Nur in baulich bedenklichem Zustand befindliche Objekte sind stärker angegriffen. Das gilt vor allem von dem Haus des Josef Bongarschitz, das dem Zusammenbruch nahe ist. Hier ist auf den alten, schwachen Holzwänden erst neuerdings ein allzu schwerer Dachstuhl aufgesetzt worden. Die Außenwände des Hauses sind auseinander gedrückt und teilweise über das Steinfundament hinausgedrückt worden, im Innern des Hauses ist an diesem ein breiter Bodenriss entstanden. Türstöcke und Kamine sind zugleich verstürzt und vollständig zerstört. In der Nähe befindliche, ganz gleich gebaute Häuser mit altem leichten Dachstuhl, wie das große Bauernhaus des Franz Wolk sind außer einigen Spalten im äußeren Verputz vollständig unversehrt geblieben. Das Bemerkenswerteste am Haus von Josef Bongarschitz war aber, daß es deutlich auf seinem Fundament gedreht ist, und zwar im Sinne des Uhrzeigers, besonders am östlichen Hausteil ist diese Drehung vollständig einwandfrei festzustellen. Das Haus bietet demnach wiederum für die Schlußfolgerung, daß besonders stark beschwerte Gebäude stärker beeinflußt sind, einen guten Beweis. Von der Ranner Erdbebenzone liegt Dobenu weit entfernt, die geologische Aufnahme ergab aber, daß hier eine deutliche junge Störung — die im geologischen Teil als Malenzestörung bezeichnete — hindurchgeht, die der Ranner Erdbebenzone parallel verläuft. An jener ist gleichzeitig mit der Be-

wegung an der Ranner Zone eine Bewegung erfolgt und die Verdrehung des Hauses von Dobenu ist nicht auf die Schollenbewegung an der Ranner Linie, sondern auf die an der Malenzelinie zurückzuführen. Die an der Malenzelinie weit im Gebirge entstandenen Erdbebenwirkungen sind natürlich auch wieder weit nördlich vor dem Gebirgsrand eingetreten, es hatte daher zunächst den Anschein, als ob gleichzeitig der Gebirgsrand an einer von W nach E laufenden Zone erschüttert sei.

Von dieser letzten Ansicht bin ich erst später durch die Resultate der geologischen Aufnahme abgekommen. Die Befunde in Dobenu hatten bereits vorher dagegen gesprochen. Die Erdbebenbewegung ist an mindestens zwei parallelen Linien, an der Ranner und der Malenzer aufgelöst worden, beide verlaufen aus NNW gegen SSE. Die Beschädigungen in Malenze und Skopiz werden von Herrn Regierungsrat Seidl behandelt werden.

Im Osten von Rann, in Brükel, Dobova, Mihalovetz und Selo sind die Schäden nur gering. Hier sind stets nur Objekte mit konstruktiven Mängeln erheblich angegriffen worden. Die Sprünge sind wie im Westen ausnahmslos vertikal gestellt. Das gleiche gilt von den bereits sehr unerheblichen Sprüngen, welche noch an Häusern in dem entfernteren Radkowitz und Kapellen beobachtet werden konnten. Das Jagdhaus bei Kote 165 an der Straße von Rann nach Zupeleve und die Häuser von Bresina weisen bereits keine Einwirkung mehr auf.

In größerem Abstand von Rann sind ferner in nordwestlicher Richtung innerhalb der Ortschaften Niederdorf, Loibenberg und Videm am südlichen Abfall der die Ranner Bucht im Norden begrenzenden Höhen Bauschäden zu erkennen, während Pochanza bereits unbeeinflusst geblieben ist. Die dort auftretenden Mauersprünge halten sich an die Linie der schwachen Widerstände, an Tür- und Fensterbrüstungen, und lassen demnach keine Entscheidung zu, ob sie dem Habitus der Ranner oder der Munkendorfer Schäden zuzurechnen sind.

Im großen und ganzen kann gesagt werden, daß die starken Zerstörungen an den Gebäuden auf ein eng begrenztes Gebiet, auf die Stadt Rann und auf Čatež, beschränkt geblieben sind. Die zwischen beiden gelegene große Eisenbrücke über die Save und Gurk weist dabei keine Beschädigungen auf. Das am stärksten beeinflusste und damit als Epizentralgebiet des Ranner Erdbebens zu bezeichnende Gebiet stellt eine schmale, von SO nach NW verlaufende Zone dar.

Der Umstand, daß die Erdbebenwirkungen im östlichen Teil der Stadt Rann bereits teilweise der östlich und teilweise der westlich der Erdbebenzone gelegenen Erdscholle zugewiesen sind, beweist sehr klar die außerordentlich geringe Tiefe des Erdbebenherdes.

Eine zweite Erdbebenzone verläuft mit gleicher Richtung durch Malenze nach Dobenu.

#### **4. Vergleich der Erdbebenwirkungen in Rann mit denen des Laibacher und Agramer Erdbebens und die sich ergebenden Folgerungen.**

Fr. E. Suess<sup>1</sup> berichtet, daß die Bewohner von Laibach nach der Katastrophe am 14. April 1895 ebenfalls längere Zeit unter dem Eindruck des Ereignisses standen und vor allem nicht wieder in die Häuser gehen wollten.

Die von diesem Autor geschilderten Zerstörungen an den Laibacher Gebäuden besitzen für unsere Betrachtung deshalb großes Interesse, als sie in sehr hohem Grade denen in Rann gleichen. Wohl mag die Intensität des großen Laibacher Bebens eine etwas größere gewesen sein und die hervorgerufenen Sachschäden in der größeren Stadt absolut erheblich höhere gewesen sein, aber eine überraschende Übereinstimmung ist in dem Charakter der Bauschäden vorhanden, so daß es klar ersichtlich ist, daß beide Städte unter den Wirkungen von ihrer Art nach sehr miteinander übereinstimmenden Erdbebenstößen gestanden haben müssen. Das wird durch die Beobachtungen und Erzählungen der das

---

<sup>1</sup> Das Erdbeben von Laibach am 14. April 1895. Jahrb. der geol. Reichsanstalt. 1896, p. 411.

Erdbeben Miterlebenden vollauf bestätigt. In Rann trat zuerst ein Vertikalstoß mit einem von rechts nach links gerichteten Drehmoment auf und dann ein sehr schnelles Schwingen des Bodens (acht bis zehn Schwingungen in der Sekunde). In Laibach bestand das Erdbeben ebenfalls aus zwei Phasen. Nachdem das Erdbebengeräusch durch einige Sekunden zu vernehmen war, erfolgten einige stärkere Stöße von unten und darauf eine langsame aber auch mehr rüttelnde, schaukelnde Bewegung, welche die Gebäude in Schwingungen versetzte, und zwar erfolgten die Schwingungen nach verschiedenen Richtungen nacheinander. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Erdbebenbewegungen besteht demnach lediglich darin, daß die horizontalen Schwingungen in einem Fall sehr schnell und in dem anderen langsam verlaufen sind.

Wir haben die Wirkungen, vor allem des Vertikalstoßes in Rann als sehr erheblich kennen gelernt, in der gleichen Weise waren sie nach der Darstellung durch Fr. E. Suess in Laibach, wenn auch dieser Autor eine große Anzahl von Beschädigungen der Gebäude nicht wie wir auf den Vertikalstoß, sondern auf die horizontalen Schwingungen zurückführen will. Ich bin aber überzeugt, daß das in dem Maße, wie Suess es tut, nicht zugänglich ist und werde in dieser Ansicht darin bestärkt, daß die an den Gebäuden von Agram und Umgebung während des großen Agramer Bebens vom 9. November 1880 angerichteten Zerstörungen einen vollständig anderen Typus zeigen und daß bei diesem Erdbeben in Agram zugleich eine Vertikalbewegung nicht eingetreten war.

Zurückgreifend wiederhole ich diejenigen Wirkungen, welche ich dem Vertikalstoß zuschreibe und welche ich als besonders deutliche Äußerungen seiner Stoßrichtung ausspreche: 1. Horizontale Zerreißungsflächen, an Säulen, Mauern und Pfeilern, vielfach begleitet von Linksverdrehungen der oberen Teile. 2. Kreuzende Diagonalsprünge am oberen Teil der Kirchtürme. 3. Spiral gedrehte Sprünge an hohen Fabriken und am Wasserturm, und zwar von links oben gegen rechts unten, der obigen Drehung wieder entsprechend.

Das Laibacher Erdbeben hatte die einzelnen Gebäude sehr verschieden intensiv betroffen, Die auf diluvialen

Schotter stehenden Baulichkeiten waren viel stärker betroffen worden als die auf festem Fels stehenden. Es ist das auch sonst allgemein beobachtet worden und wird angenommen, daß besonders der von Wasser durchtränkte Schotter stark federnd wirkt, die Amplitude der Stöße vergrößert und die Stöße nicht immer in der gleichen Richtung fortleitet. Da die Häuser der Stadt Rann selbst ohne Ausnahme auf Tegel gebaut sind, dessen Rigidität zwischen der des Schotters und des festen Felsens steht, so darf wohl angenommen werden, daß das Erdbeben hier Bodenverhältnisse vorfand, in denen die Bewegung in einer Weise aufgenommen wurde, welche zwischen der Fortleitung durch Schotter und derjenigen durch festen Felsen steht. Daraus, daß die Beschädigungen in Rann erheblicher waren als diejenigen an auf Fels errichteten Gebäuden, in Laibach aber geringer als die der Schotterdecke aufruhenden bei Laibach, kann im großen und ganzen geschlossen werden, daß die zerstörende Kraft des Ranner Bebens diejenigen des Laibacher nahezu erreicht haben muß.

Eine weitgehende Übereinstimmung beider Erdbeben besteht demnach sowohl in der Art als auch in der Intensität der Stöße im Herdgebiet.

Die Wirkungen des Vertikalstoßes waren bei Laibach ebenfalls sehr deutlich wahrnehmbar. Fr. E. Suess führt mehrere besonders klare Fälle an. So wurden die schweren Bahnwechselkolben am Bahnhof Pirnitsch in der Laibacher Ebene emporgeworfen und die Wechsel hierdurch verstellt. Als Wirkungen des Vertikalstoßes wären aber im Gegensatz zu der Annahme von Suess auch die Diagonalsprünge an den oberen Teilen der Türme der Jakobskirche in Laibach, ferner die Diagonalsprünge oberhalb der Fensternischen am Zivilspital und andere ähnliche Erscheinungen (vgl. Fig. 5 des Turmes in Koses bei Laibach, p. 490 bei Suess) anzusehen. Recht verbreitet sind ferner horizontale Sprünge, die von Verdrehungen begleitet waren, vorgekommen, diese ebenfalls von links nach rechts gerichtet.

In Laibach waren auffallenderweise viele hohe Fabrikschornsteine stehen geblieben, andere waren abgebrochen und ihr oberer Teil gegen den unteren verschoben und gedreht.

Die Spiralsprünge am Ranner Wasserturm und der gleichgerichtete Spiralbruch an der Esse der Ranner Ziegelei stellen das Pendant hierzu dar.

Ebenso wie in Rann traten auch in Laibach selbst sich kreuzende Diagonalsprünge an den oberen Teilen der Kirchtürme in der Weise auf, daß die oberen Enden dieser Sprünge oberhalb der Ecksäulen und der Schnittpunkt in der Uhr oder in vorhandenen Fensteröffnungen gelegen waren. In der weiteren Umgebung zeigen die Kirchtürme dagegen Vertikalsprünge. Die Abbildungen 5 und 6 bei Suess sind sehr bezeichnende Wiedergaben dieser Erscheinungen.

Ebenfalls schließe ich aus Beobachtungen von Suess, daß die Erdbebenbewegung — in Rann die vertikale — stärker von schweren Säulen und anderen Gegenständen aufgenommen wurden als von leichteren.

Hierher gehört in gewissem Sinne der von Suess besonders hervorgehobene Umstand, daß »in Laibach und Cilli merkwürdigerweise viele hohe, stangenförmige Gläser und schlanke Vasen unversehrt stehen geblieben sind, während in der Umgebung von Laibach hohe und starke Steinsäulen, Grabmonumente und Schornsteine in Menge umgestürzt wurden«. Suess will diese auffallenden Erscheinungen daraus erklären, daß diejenigen Gegenstände fielen, deren aus ihrer Höhe sich ergebendes Schwingungsmoment der Schwingungsperiode horizontal gerichteter Erdbebenstöße angepaßt war. Die in der Franziskanerkirche zu Rann und bei Vorbauten von Häusern in Rann und Čatež beobachteten Verhältnisse weisen aber mit zwingender Beweiskraft darauf hin, daß gut fundamentierte, schwere und belastete vertikale Mauern und Säulen Vertikalstöße schneller leiteten als leichtere Objekte. Durch horizontale Erdwellen können diese Befunde in Rann und Umgebung nicht erklärt werden. Diese Feststellung wird am besten durch die folgende Überlegung erklärt. Wird ein longitudinaler Stoß auf eine besonders starre oder stark belastete Säule in ihrer Längsrichtung ausgeführt, so wird die Bewegung in kleinerer Amplitude aber zugleich mit intensiverer Bewegung jedes longitudinal schwingenden Teilchens fortgeleitet, dagegen würde sich der gleiche Stoß in einer in

der Längsachse leichter deformierbaren oder unbelasteten Säule alsbald in longitudinale Schwingungen mit größerer Amplitude und kleinerem Bewegungsmoment (geringerer Beschleunigung) umsetzen. Bei gleicher Länge beider Säulen würde die Bewegung durch die elastischere Säule selbst bald aufgezehrt, von der starreren Säule aber weit fortgeleitet werden. Ein gespannter Strick leitet die Schallwellen weit, während ein lose hängender die Schallwellen in geringer Entfernung in sich verzehrt. Der Versuch über das Fortleitungsvermögen von Schallwellen in einer mehr oder minder gespannten Schnur ist leicht mittels des bekannten Faden-telephons zu erbringen. Je stärker die Spannung des Fadens ist, um so höher werden zugleich die Töne, also um so kürzer die Amplituden der geleiteten Schallwellen.

Wenn in der bisherigen Erdbebenliteratur auf dieses Phänomen noch nicht hingewiesen worden ist, so hat das seine Ursache darin, daß fast immer die Einwirkung horizontal gerichteter Erdbebenschwingungen als vorwiegende Zerstörungsursache angesehen worden ist. Auch W. H. Hobbs<sup>1</sup> hat neuerdings noch seine Ansicht dahin zusammengefaßt, daß »die Bewegung, die bei der Zerstörung von Gebäuden die größte Wirkung auslöst, die horizontale ist, und wie immer die Richtung der Stöße sein mag, stets es die horizontale Komponente der Bewegung ist, mit der wir in erster Linie zu rechnen haben«. Da dies für die Beschädigungen in Rann in keiner Weise zutrifft und nach meiner Ansicht auch für die sehr ähnlichen Beschädigungen von Laibach keine Gültigkeit hat, nehme ich an, daß die Wirkung von Horizontalschwingungen gegenüber derjenigen von Vertikalstößen auch für manch anderen Erdbebenort nicht so ausschließlich Geltung hat, wie es in der Literatur angenommen worden ist.

Besonders aufgefallen ist es Suess und in der Tat schwer verständlich erscheint es dabei, daß sich Beispiele für vertikale Stoßwirkung beim Laibacher Erdbeben noch in großer Entfernung vom Herd gezeigt haben. So wurden nach

---

<sup>1</sup> Hobbs-Ruska, Erdbeben. Leipzig 1910, p. 168.

Angabe dieses Autors solche Beobachtungen aus Oberburg bei Cilli und aus Serpenizza bei Flitsch gemeldet. Möglicherweise liegen hier aber Wirkungen von Relaisbeben vor, deren Herd ein anderer war als derjenige des eigentlichen Laibacher Bebens.

Aus der Bearbeitung des Agramer Erdbebens vom 9. November 1880 durch Fr. Wähner ergibt sich sehr klar, daß sich dieses Beben vollständig anders in Agram gezeigt hat, wie das Laibacher in Laibach und das Ranner in Rann. Das Erdbeben wurde in Agram als ein lange Zeit (10 Sekunden?) anhaltendes starkes Schütteln aus verschiedenen Richtungen (beuteln!) empfunden. Das Schütteln erfolgte in horizontaler Richtung, »als wenn ein kräftiger Mann sich mir vis-à-vis stellen, mich bei den Schultern packen und kurz schütteln würde. Aus der Tiefe kam kein Stoß«. Es fanden rüttelnde schnelle Bewegungen als wellenförmige Schwingungen statt.

Diesen Bewegungen entsprechend zeigten die Gebäude Agrams vorwiegend vertikale Sprünge, wie sie das Ranner Erdbeben in Munkendorf hervorgerufen hatte. Sprünge an der Markuskirche in Agram reichten vom Boden bis zum Giebel. Vielfach waren die Sprünge nach oben klaffend, jedenfalls am weitesten. Kirchenleuchter waren nach verschiedenen Richtungen gefallen. Auch über den Fenstern und oben an den Kirchtürmen hatten sich senkrechte Sprünge, nirgends Diagonalsprünge ausgebildet. Während des Bebens wurde wiederholt das Auseinandergehen und Wiederschließen der Mauersprünge direkt beobachtet. Verdrehungen von Gebäudeteilen wurden in Agram nicht beobachtet, wenn auch gelegentlich Kästen (p. 42) nur mit einer Seite von der Wand abgerückt waren.

Fr. Wähner hat aus vielen dieser Beobachtungen schon den richtigen Schluß gezogen, daß alles auf das Fehlen eines Vertikalstoßes in Agram schließen läßt. Horizontal gestellte Sprünge sind dagegen in Stenjevac, hier auch schiefe Sprünge und Verdrehungen beobachtet worden, ähnliches in Kraljev-Vrh und Zlatar, und von Interesse ist es, daß in Stenjevac auch Berichte von einem vertikal gerichteten Stoß aus der

Tiefe vorliegen. Die Verdrehungen waren dabei sowohl in Stenjevac als auch in Zlatar wiederum von links nach rechts, also umgekehrt im Sinne des Uhrzeigers erfolgt.

Wenn wir aus diesen Berichten erfahren, daß in Rann ebenso wie in Laibach ein senkrechter Stoß die beiden Erdbeben einleitete und daß mit ihm in beiden Fällen alle die anfangs als besonders bezeichnend aufgeführten Merkmale an den Gebäudeschäden auftreten, während in Agram selbst beim Ausfall eines vertikal gerichteten Stoßes ganz anders geartete Schäden in die Erscheinung traten, so dürfen wir hieraus die folgenden Schlüsse ziehen.

1. In Laibach und Rann sind durch die nach diesen Städten genannten Erdbeben Beschädigungen gleicher Art hervorgerufen, da in beiden Fällen die erste und Hauptwirkung durch einen starken Vertikalstoß ausgeübt worden ist.

2. In Agram sind wie neuerdings in Munkendorf und in den östlich und westlich Rann gelegenen Ortschaften Beschädigungen wesentlich anderer, unter sich aber von gleicher Art ausgelöst worden. Hier sind starke horizontale »Schüttel«bewegungen die Ursache vertikal gestellter Mauerbrüche gewesen.

3. Da der starke Vertikalstoß auf die epicentrale Lage von Laibach und Rann schließen läßt, ist der Erdbebenherd in beiden Fällen annähernd unter diesen Städten gelegen gewesen. Nicht der Fall war das in Agram beim Auslösen des Agramer Erdbebens.

##### **5. Die Lage des Hypozentrums und der tektonische Charakter des Ranner Erdbebens.**

Die Beobachtungen in Rann und Umgebung haben ergeben, daß das Gebiet starker Erdbebenwirkung verhältnismäßig eng umgrenzt ist. Die stärkste Zerstörung wurde an den im nördlichen Teil von Rann gelegenen Gebäuden verursacht. Von diesen zieht sich eine aus NNW gegen SSE verlaufende Zone stärkster Erdbebenwirkung östlich der Stadt hin, die östlich des Attems'schen Schlosses bereits vor diesem

in einer Entfernung von beiläufig 350 *m* verläuft und weiter bis Čatež (genauer östlich Čatež) weitergeht, um bei Prilipe in das Uskokengebirge einzutreten. Diese Zone hat die erstaunlich geringe Breite von annähernd 100 *m*. Beiderseits von ihr sind die durch den ersten Vertikalstoß ausgelösten Drehmomente entgegengesetzt, d. h. östlich von ihr im Sinne und westlich im umgekehrten Sinne der Bewegung des Uhrzeigers. Es ergibt sich schon aus dieser Feststellung, daß nur eine tektonische an einer Vertikalebene gebundene Dislokation als Sitz der Schollenbewegung in Betracht kommen kann, deren Begleiterscheinung das Erdbeben war. In welcher Weise die Entstehung von Drehmomenten an einer solchen Linie zu denken wäre, ist schon auseinandergesetzt worden.

Im allgemeinen wurde weiter festgestellt, daß die Erdbebenwirkungen gegen NE von Rann schneller abnehmen als gegen SW. Die bei Munkendorf, Zirkle, Skopiz, angerichteten Zerstörungen ließen zunächst die Vermutung aufkommen, daß gleichzeitig mit der Bewegung auf der von NNW gegen SSE verlaufenden Ranner Linie eine solche längst des W—O verlaufenden Gebirgsrandes erfolgt sei. Die Beobachtungen bei Dobenu sprechen dagegen, vielmehr besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß außer Bewegungen an der Ranner Linie auch solche an anderen Parallellinien erfolgt sind.

Die stärkste Erdbebenwirkung ist aber ohne Zweifel an der Ranner Linie ausgelöst worden und wenn wir von einem Hypozentrum des Bebens reden wollen, so wäre dieses unter dem nördlichen Stadtteil von Rann gelegen.

Da die festgestellte Ranner Erdbebenlinie das Aussehen einer Vertikaldislokation besitzt und eine solche bei dem Verlauf des östlichen Randes des Uskokengebirges auch vorliegen konnte, so war der weitere Gang der Untersuchung gegeben. Die Dislokation mußte sich beim Eintritt ins Gebirge in der Lagerung der Gesteine auch geologisch feststellen lassen. Daß das in der Tat und in überraschender Weise auf sehr große Erstreckung nachweisbar war, wird der Verfasser im zweiten Kapitel behandeln.

Die Erdbebenwirkungen lassen aber auf eine sehr geringe Tiefe des »Erdbebenherdes« schließen. Es muß aber bemerkt

werden, daß als Erdbebenherd in diesem Fall — und wohl auch bei tektonischen Beben im allgemeinen — keineswegs der Herd des tektonischen Vorganges bezeichnet werden kann, welcher die Bewegung erzeugt hat. Die tektonische Schollenbewegung erfolgte nach langsamer Akkumulierung einer Spannung, deren Auslösung in Form der Schollenbewegung durch einen an der Bewegungsfläche befindlichen Widerstand verhindert wurde. Erst in dem Moment des Brechens dieses Widerstandes durch die Erdkrustenspannung entstand die Schollenbewegung und das Erdbeben. Die Erschütterung ging daher von dem Sitz dieses Widerstandes aus. Während die Erdbebenbewegung sich auf einer in großer Tiefe durchgehenden Ebene vollzieht, kann der Widerstand in größerer oder geringerer Tiefe gelegen sein. In diesem Falle lag er entschieden sehr seicht, wohl innerhalb der sedimentären Gesteine, vielleicht innerhalb der spröden Triasdolomiten oder der festen carbonischen Konglomerate des Untergrundes.

Beweise, daß das Ranner Erdbeben ein rein tektonisches war, sind auch sonst vorhanden. Trotz der geringen Tiefenlage des Auslösungsvorganges ist das Beben mehrerenorts in Graz gespürt worden. Herr Oberbaurat Dobai hatte die Freundlichkeit, mir mitzuteilen, daß er die beiden ersten Stöße im zweiten Stock der Burg zu Graz deutlich als Schwingungen des Gebäudes empfunden und sofort als Erdbeben angesprochen hat. Herr Landeskonservator Dr. v. Semetkowski hat den ersten Stoß im ersten Stock des Landeshauses wahrgenommen.

Im Anschluß an diese Schlußfolgerungen sei nun noch hervorgehoben, daß die eingangs geschilderte Lage von Laibach—Rann—Agram auf einer annähernd von West gegen Ost gelegenen Geraden, demnach nicht so gedeutet werden darf, daß die durch diese drei Orte zu ziehende Linie eine Erdbebenlinie ist, so daß jedes der drei großen Beben seinen Herd auf einer gemeinsamen Erdbebenlinie besessen hat, wie man anfangs vielleicht anzunehmen geneigt sein könnte.

Sowohl das Laibacher als auch das Agramer Beben sind schon fast allgemein auch auf tektonische Ursachen zurückgeführt worden, nur Gorjanović-Kramberger ist neuerdings für die vulkanische Natur des Agramer Bebens eingetreten.<sup>1</sup> Wie dieser Autor die Entstehung des Agramer Gebirges (Sljeme) auf vulkanische Kräfte zurückführt, so nimmt er das gleiche für alle Agramer Erdbeben an. »Die Serie sehr heftiger und zahlreicher Erdbeben sind der Ausdruck der in diesem Gebirge so eigentümlich verquickten Umstände, nämlich ein durch tiefe Spalten zu einem gefalteten und zerbrochenen Horste reduziertes Inselgebirge von teilweise vulkanischer Herkunft, dessen ersterbende Wirkungen noch vorhanden sind. Erstere Verhältnisse, nämlich die Brüche, machen das Agramer Gebirge zu einem idealen Terrain für tektonische Beben, die vulkanischen Erscheinungen aber liefern wahrscheinlich den öfteren Impuls zur Auslösung der in diesem zerbrochenen Felsgerüst stets vorhandenen Spannungen«. Als »vulkanische Beben im weiteren Sinne (nach der Bezeichnung von Branca)« sollen demnach die Agramer Beben der Grundursache nach vulkanischer Natur sein, welche erst in ihrem weiteren, d. h. höheren Verlauf in der Nähe der Erdoberfläche den Charakter von Dislokationsbeben annehmen.

Dieser Erklärung würde demnach meine entgegengesetzte Annahme gegenüber stehen, daß die Erdbeben von Agram Bewegungen auf vorgezeichneten, tätigen Bruchlinien darstellen und daß die vulkanischen Erscheinungen nur sekundäre Vorgänge auf eben diesen noch aktiven Bruchlinien darstellen. Gorjanović-Kramberger führt für seine Erklärung vor allem die Tatsache an, daß die Agramer Beben stets im Untergrund von Planina ihr Hypozentrum besitzen. Gegen die vulkanische Natur spricht aber vor allem die weite Fühlbarkeit der Agramer Beben, deren Registrierung sogar auf fast allen kontinentalen Erdbebenstationen Europas gelang, und zwar trotz ihrer erwiesenermaßen geringen Herdtiefe.

Schließlich würde die Intensität des Ranner Erdbebens nach der Mercalli-Cancani'schen Skala zu definieren bleiben.

---

<sup>1</sup> Erläuterungen zur geologischen Karte von Agram. Geologische Übersichtskarte des Königreiches Kroatien-Slavonien. Zagreb 1908, p. 62 f.

Nach der Art der angerichteten Zerstörungen dürfte es ziemlich genau in den VIII. Grad einzureihen sein, für den die Beschleunigung des Vertikalstoßes zwischen 250 bis 500 *sec./mm* fällt.

#### 6. Die Nach- und Vorbeben des Ranner Erdbebens und die Registrierung durch Seismographen.

Es liegen zahlreiche einwandfreie Beobachtungen dafür vor, daß dem Ranner Erdbeben vom 29. Jänner 1917 zahlreiche, auf mehrere Monate verteilte schwache Vorbeben vorausgegangen sind. Allermeist wurden diese Vorfälle aber nicht als Erdbeben erkannt. Viele Anwohner haben seit September des öfteren die jetzt als Erdbebengeräusche erkannten Knall- und dröhnenden Geräusche, auch vereinzelte Schläge, »als ob im Keller Holz gespalten würde« vernommen.

Herr Distriktsarzt Dr. Jokits will schon im Mai und Juni 1916 deutliche Erdbebenschwingungen in Čatež gespürt haben. Hier hatte 1880 beim großen Agramer Beben die Kirchenglocke angeschlagen und waren Kaffeeschalen vom Tische heruntergeschleudert worden, während auch im Wähner'schen Bericht aus Rann damals nichts überliefert worden ist. Dann wurde von mehreren Beobachtern in Rann und Čatež am Dienstag, den 23. Jänner 1917 ein deutlich fühlbares Schwingen des Bodens wahrgenommen.

Nach den drei starken Beben am Vormittag des 29. Jänner sind dann, wie oben schon berichtet, dauernd häufige, meist schwache Stöße erfolgt, die seither ziemlich gleichmäßig an Intensität und damit auch an Zahl der bemerkbaren Bodenbewegungen abgenommen haben, ohne aber auch zur Zeit der Niederschrift dieses Berichtes (Ende Februar) ganz aufgehört zu haben.<sup>1</sup> Ab und zu, so am Vormittag des 15. Februar, traten fühlbarere schwache Stöße in dieser Folge wiederum auf. Nach meinen Feststellungen an Ort und Stelle — die große Sensibilität der Ranner Bevölkerung für diese schwachen Nachbeben ist bereits hervorgehoben worden — traten ein wenig fühlbarere Stöße nach längerer (fünf- bis sechsständiger) Ruhezeit auf, so daß ich die Bevölkerung,

<sup>1</sup> Vgl. auch später p. 113.

die bis Mitte Februar hochgradig besorgt war, in dem Sinne beruhigen konnte, daß ein weiteres Abklingen der Erdbebenerscheinung unter dem Auftreten möglichst vieler und häufiger kleiner Erschütterungen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten neuer starker Stöße herabmindert.

In den ersten Wochen nach dem 29. Jänner mögen für die Anwohner bemerkbar etwa sechs bis acht Beben in 24 Stunden erfolgt sein. Da die Zeiten dieser Stöße von verschiedenen Beobachtern nach verschiedenen Uhren aufgenommen worden sind, also recht ungenau sind, so glaube ich, von ihrer Wiedergabe Abstand nehmen zu sollen. Ein etwas fühlbarer Stoß erfolgte noch am 15. Februar, 9<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> abends.<sup>1</sup>

Zahlreicher wie die fühlbaren Stöße sind aber die von den Seismographen in Agram registrierten Nachbeben, die später von seismologischer Seite publiziert werden sollen.

Auch diese schwachen Nachbeben sind übrigens sehr weit geleitet worden und im folgenden kann ich die vom Grazer Wiechert'schen Seismographen registrierten Einzelbeben bis zum 7. Februar wiedergeben, deren Ausrechnung und Zusammenstellung ich Herrn Dr. Stücker, Assistenten an der Erdbebenstation des physikalischen Instituts der Grazer Universität, verdanke.

#### 29. Jänner:

1. *P* 9.23.18.5 ( $A_N = +70 \mu$ ,  $A_E = -14 \mu$ ), *i S* 9.23.35 ( $A_N = +240 \mu$ ,  $A_E = -260 \mu$ ). Ortsbeben, beide Zeiger abgeworfen. Wahre Bodenbewegung = 0.26 mm.
2. *e* 10.10.38, *F* 10.10.50.
3. *e* 10.14.58, *F* 10.15.13.
4. *e* 11.26.41, *F* 11.26.47.
5. *P* 11.29.43.5 ( $A_N = +12 \mu$ ,  $A_E = -2\frac{1}{2} \mu$ ), *i S* 11.30.00,  $M_E$  11.30.06 (+70 $\mu$ ),  $M_N$  11.30.13 (-60 $\mu$ ), *F* 11.41. Ortsbeben. Wahre Bodenbewegung 0.07 mm.
6. *P* 11.57.37, *S* 11.57.53, *M* 11.57.56, *F* 11.58.9.
7. *e* 14.01.57, *F* 14.02.04.

<sup>1</sup> In Graz ganz schwach registriert:

$P = 21^h 13^m 06^s$ ,  $S = 21^h 13^m 22^s$ ,  $F = 21^h 14.4^m$ .

8.  $P$  22.19.01,  $S$  22.19.17,  $M_E$  22.19.18 ( $-7 \mu$ ),  $M_N$  22.19.25 ( $+5 \mu$ ),  $F$  22.22.9. Wahre Bodenbewegung  $0.007 \text{ mm}$ .
9.  $P$  23.17.31  $\pm 1$ ,  $S$  23.17.48,  $M$  23.17.49,  $F$  23.19.2.

## 30. Jänner:

10.  $e$  0.50.25,  $M$  0.50.37,  $F$  0.51.7.
11.  $e$  5.14.43,  $F$  5.14.50.
12.  $e$  6.09.17,  $M$  6.09.42,  $F$  6.11.5.
13.  $e$  10.58.34,  $F$  10.57.8.

## 31. Jänner:

14.  $P$  4.12.30  $\pm 1$ ,  $S$  4.12.46,  $M_N$  4.12.53,  $F$  4.13.6.
15.  $eP$  4.22.20,  $M$  4.22.37,  $F$  4.23.8.
16.  $e$  9.15.25,  $F$  9.16.3.

## 1. Februar:

17.  $e$  15.38.41,  $F$  15.38.54.

## 4. Februar:

18.  $e$  5.44.38,  $F$  5.45.07.

## 5. Februar:

19.  $P$  21.28.36  $\pm 1$ ,  $M$  21.28.55,  $F$  21.30.4.

## 7. Februar:

20.  $P$  9.37.05,  $M$  9.37.23,  $F$  9.37.6.

Die Angaben beziehen sich auf mitteleuropäische Zeit.

Von nicht minder großem Interesse sind die Versuche des Herrn Prof. Dr. Mohorovičić in Agram und von Herrn Dr. Stücker in Graz, aus den Registrierungen in Agram, Graz, Pola und Wien, die Lage des Epizentrums vom 29. Jänner zu errechnen.

Die  $P$ -Wellen gelangten an in

Agram	30 km....	9 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 0.9 <sup>s</sup>	—	0 <sup>m</sup> 02.7 <sup>s</sup>
Graz	129 km....	9 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 18.5 <sup>s</sup>	—	0 <sup>m</sup> 20.3 <sup>s</sup>
Pola	183 km....	9 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 27	s	— 0 <sup>m</sup> 28.3 <sup>s</sup>
Wien	264 km....	9 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 37	s	— 0 <sup>m</sup> 38.7 <sup>s</sup>

Herr Prof. Mohorovičič berechnet hieraus die Herdzeit mit  $9^h 22^m 58 \cdot 4 \pm 0 \cdot 2^s$ .

Es würde nach dieser Berechnung der Herd des Erdbebens 3 *km* nordöstlich Rann gelegen sein. Man erkennt damit zwar keine vollständige aber eine doch genügende Übereinstimmung mit den von mir im Epizentralgebiet gemachten Beobachtungen und ersieht den Grad von Genauigkeit, der durch die Erdbebenregistrierungen auf teilweise größere Entfernung vom Epizentrum erreicht werden kann.

### 7. Die mögliche Veranlassung des Erdbebens.

Im vorstehenden sind die vorliegenden Anhaltspunkte für die tektonische Natur des Ranner Erdbebens angeführt worden.

Die Ursache des Erdbebens wären dann Spannungen im Untergrund von Rann, die an der Berührungsfläche zweier Gebirgsschollen langsam angewachsen sind und welche durch die dann von dem Erdbeben begleiteten Bewegungen der Schollen gegeneinander zum Ausgleich gekommen sind (vgl. später im Abschnitt 5, p. 113 ff).

Diese Spannungen müssen langsam angewachsen und schon vor dem 29. Jänner nahezu »reif« geworden sein. Das heißt einen solchen Grad erlangt haben, daß die dem Ausgleich entgegenstehenden Widerstände nahe davor standen, den Spannungen nachzugeben.

Wie bei anderen Erdbeben, so muß auch hier ein kleiner Anstoß die Veranlassung zum Ausgleich der bestehenden reifen Spannung, also zur Erdbebenbewegung selbst, abgegeben haben.

Die Veranlassung des Erdbebens könnte mit allem Vorbehalt, da ein strikter Beweis unmöglich erscheint, in dem am 29. Jänner bestehenden Barometerstand erblickt werden.

Die Barometerstände des 29. Jänner waren nach einer mir von Herrn Dr. Stücker gemachten Zusammenstellung die folgenden (um 7<sup>h</sup> früh):

Jänner	Graz	Laibach	Agram
22.	775·1	773·7	774·4
23.	772·9	772·2	771·7
24.	768·5	765·6	765·6
25.	764·0	763·6	762·6
26.	760·9	762·0	760·4
27.	761·7	758·8	761·6
28.	760·7	758·7	759·4
29.	755·5	754·2	754·8

Die Temperatur lag stets zwischen  $-4^{\circ}$  und  $-10^{\circ}$  bei schwachem Nordostwind (Bora).

Aus der Zusammenstellung ist zu entnehmen, daß der Luftdruck vom 22. Jänner bis zum Erdbebenmorgen ständig gesunken war und daß das Gefälle vom 28. zum 29. Jänner ein besonders großes war.

Es erfolgte demnach zum Morgen des 29. Jänner, verglichen mit dem vorhergehenden Tage, eine besonders starke Senkung des Barometerstandes; am Morgen des 29. Jänner bestand demnach wohl eine Prädisposition zur Auslösung des Erdbebens im Atmosphärendruck, so daß die Möglichkeit jedenfalls vorliegt, daß der Zeitpunkt, zu dem das Erdbeben stattfand, hierdurch bestimmt worden ist.

## II. Der geologische Bau des Ostrandes des Uskokengebirges und seine Beziehung zum Ranner Beben.

Die vorstehenden Beobachtungen der Erdbebenwirkungen in Rann hatten mich sehr bald überzeugt, daß das Beben auf tektonische Vorgänge längs der Strukturlinien zurückzuführen sei, die in dem geologischen Bau des unmittelbar südlich Rann, jenseits der Save, emporsteigenden Uskokengebirges zu erkennen sein könnten. Da der nördliche, zu Krain gehörende Teil der Uskokan nahezu als terra incognita gelten konnte, so war hier zur Aufklärung der Tektonik eine eingehende Untersuchung erforderlich, welche dann auch gemeinsam vom Verfasser, Herrn Prof. Dr. Heritsch und von Herrn Regierungsrat Dr. Seidl vorgenommen wurde. Die Durchführung der

Arbeit wurde dadurch möglich, daß die hohe Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien eine namhafte Subvention aus der Boué-Stiftung zu bewilligen die Güte hatte, wofür der Verfasser auch an dieser Stelle seinen besten Dank abstattet.

Die geologische Untersuchung des in Betracht kommenden Gebietes wurde in der Weise ausgeführt, daß Herr Prof. Dr. Heritsch und Dr. Seidl die Begehung des Nordteiles der Uskoken, westlich der Linie Malenze-Globoschitza und der übrigen Umrandung des Landstrasser Beckens, westlich Rann vornahm, während sich meine Begehung auf den kleinen Teil des Nordrandes der Uskoken zwischen Malenze—Čatež, ferner auf den gesamten Ostrand von Čatež über Samobor bis Sv. Martin und schließlich von hier aus auf den Südrand des Gebirges über Jaska, Plešivica bis zum Dorf Ivančici erstreckte. Im Innern des Gebirges bildete ungefähr die Linie Plešivica—Rude—Gabrovica—Stojdraga—Globoschitza—Malenze die Westgrenze meiner Untersuchung. Ich hatte mich teilweise der Begleitung und Unterstützung durch Herrn Dr. Seidl zu erfreuen, dem ich hierfür herzlichen Dank schulde.

Die Resultate, zu denen alle drei Bearbeiter gelangt sind, stimmen in erfreulichster Weise überein; es stellte sich aber das unerwartete Ergebnis ein, daß die Schichtenausbildung und die Tektonik im westlichen Uskokengebirge eine wesentlich andere ist als im östlichen Gebirge, so daß die Abgrenzung der beiden Arbeitsgebiete sich als eine natürlichere herausstellte als anfangs angenommen werden konnte.

Indem ich für den westlichen Gebirgstheil auf die später folgenden gesonderten Darstellungen durch Heritsch und Seidl verweise, betone ich noch, daß die vorliegende und diejenigen dieser beiden Autoren vollständig getrennt voneinander durchgeführt worden sind und daß die so gewonnenen Resultate erst nach dem Abschluß der Untersuchungen als sehr gut miteinander übereinstimmend festgestellt worden sind.

## 1. Die ältere Literatur über das östliche Uskokengebirge.

Der krainische Anteil des Uskokengebirges ist seit vielen Jahrzehnten nicht mehr der Gegenstand geologischer Forschung

gewesen. Besonders der von mir behandelte östliche Teil ist seit dem Jahre 1857 nicht mehr von Geologen eingehender bereist worden. Dagegen hat der kroatische Anteil des Gebirges im Jahre 1894 durch Prof. Gorjanovič-Kramberger eine vorläufige geologisch-kartographische und beschreibende Darstellung erfahren. Für die nunmehr angestrebte Aufklärung tektonischer Detailfragen war aber auch diese Grundlage nicht ausreichend, wir werden auf sie zurückkommen.

Im Jahre 1857 hatte M. V. Lipold<sup>1</sup> teilweise gemeinsam mit Guido Stache Unterkrain bereist. In den beiden von Lipold aus diesen Jahren stammenden Abhandlungen finden sich nur Angaben, welche sich gegen Osten bis Landstraß und Gurkfeld erstrecken, auch auf der beigegebenen Übersichtskarte von Unterkrain sind südlich von Rann keine geologischen Einzeichnungen vorhanden. Diesem Verfasser war es vor allem aber bereits im Jahre 1857 gelungen, im wesentlichen das Triasprofil von Unterkrain zutreffend zu deuten und vor allem die von ihm so benannten Gurkfelder und Großdorner Schichten stratigraphisch richtig zu definieren.

Geologische Beobachtungen über das Tertiär der östlichen Uskokon sind im gleichen Jahre von G. Stache<sup>2</sup> veröffentlicht worden. Hier wird zuerst des Tertiärzuges zwischen Malenze und Čatež am Nordabfall des Gebirges Erwähnung getan. Es wird ferner die Tertiärbucht von Groß-Dolina am Ostrand des Gebirges und der hier vorkommende fossilreiche Kalksandstein beschrieben. Auch die bei Čatež eingelagerten, bläulich-grauen, sandigen Tegel wurden beobachtet. Dagegen konnten von mir die von Groß-Dolina beschriebenen Konglomeratbänke nicht wiedergefunden werden. Im Jahre 1860 behandelte Stache<sup>3</sup> eine im Tertiär von Čatež gefundene Krabbe sowie andere Fossilien<sup>4</sup>. Im Jahre 1862

<sup>1</sup> Die Eisenstein führenden Diluviallehme in Unterkrain. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A., 9, 1858, p. 246. — Bericht über die geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857; ib. p. 257.

<sup>2</sup> Die neogenen Tertiärschichten in Unterkrain. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 1858, p. 366.

<sup>3</sup> ibidem 1860, 6, p. 139.

<sup>4</sup> p. 155.

bespricht sodann T. v. Zollikofer das Becken von Rann in einer ausgezeichneten Abhandlung über die geologischen Verhältnisse des südöstlichen Teiles von Untersteiermark<sup>1</sup>. Seine Beobachtungen haben aber von der nördlichen, steirischen Umrandung des Beckens nicht auf die südliche, auf das krainische Uskokegebirge, übergegriffen.

Später wird noch einmal im Jahre 1890 von Fr. Kinkelin unseres Gebietes Erwähnung getan<sup>2</sup>. Seine Reise galt besonders der bei St. Barthelmae in miocänen Letten vorkommenden Gastropodengattung *Pereiraia*. Von einer Fahrt über Munkendorf nach Čatež berichtet er das Vorkommen eines Kreideklotzes bei Čatež. Kreide ist hier aber nicht vorhanden, der von ihm besuchte Steinbruch steht in miocänen Kalksandsteinen, aus dem sehr grobbankigen und gleichmäßigen, mittelkörnige Material ist auch nicht das Wiener Hofmuseum gebaut worden, sondern eine Anzahl von Innenskulpturen dieses Museums sind damals aus dem Čatežer Kalksandstein hergestellt worden. Herrn Baron v. Gagern auf Schloß Mokritz verdanke ich die Berichtigung dieser Angabe von Kinkelin. Aus jener Zeit stammen auch eine Anzahl in diesem Schloß befindlicher schöner Büsten, welche der damalige Besitzer, Vater des derzeitigen Besitzers des Mokritzer Schlosses und seiner weiten Umgebung mit den Steinbrüchen bei Čatež, zu jener Zeit anfertigen ließ.

Später ist der Geologie des krainischen Gebirgsanteiles keine Erwähnung mehr getan worden. Wohl sind wichtige Arbeiten über das Tertiär bei Landstraß erschienen, welche in das Untersuchungsgebiet von Prof. Heritsch fallen, es ist auch das unterstierische Gebirge nördlich der Ranner Bucht von Dr. Dreger kartiert worden und der kroatische Teil des Uskokegebirges von Prof. Gorjanovič durchforscht worden, der verhältnismäßig schmale Zipfel von Krain, südlich und westlich der Save bis zum Breganatal im Süden, blieb aber unberücksichtigt.

---

<sup>1</sup> Jahrb. d. k. k. R. A. 1860, p. 322.

<sup>2</sup> Fr. Kinkelin. Eine geologische Studienreise durch Österreich-Ungarn. Berichte der Senkenberg. Naturforsch. Ges. Frankfurt a. M. 1890, p. 82 ff.

Die Geologie des kroatischen Anteils ist in der kroatisch geschriebenen Abhandlung von D. Gorjanovič-Kramberger, *Geologija gore Samoborski i Žumberačke. Rad jugoslavenski Akademije znanosti i umjetnosti. CXX. Agram, 1894* veröffentlicht. Wir verdanken dem Verfasser zahlreiche geologische Spezialkarten Westkroatiens mit den Erläuterungen. Diesen schönen Darstellungen gegenüber stellt die vorliegende Untersuchung, welche allerdings ebenfalls von einer geologischen Karte im Maßstab 1 : 75.000 begleitet ist, nur eine mehr vorläufige Bearbeitung des interessanten und geologisch äußerst vielseitigen Gebirges dar. Für die Einzelfragen, welchen von mir nachgegangen worden ist, enthält die Gorjanovič'sche Studie nicht genügend Einzelheiten. Eine kleine Anzahl von Berichtigungen, welche ich im Laufe meiner Begehung Gelegenheit hatte, festzustellen, ist dem Nachfolgenden zu entnehmen. Der Verfasser hat, wie ihm bereits selbst bekannt ist, die Großdorner Schichten mancherorts nicht erkannt, an anderen Stellen für Kreide gehalten, die von ihm festgestellten Strukturlinien mußten auch eine Verschiebung erfahren. Die Arbeit bot aber eine vortreffliche Einführung in das Gebiet.

Der gleiche Verfasser hat sodann im Jahre 1907 eine Studie über »Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit denselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen« (Abhandlung der kgl. preuß. Akad. 1907) erscheinen lassen, welcher die in vorerwähnter Arbeit festgestellten Strukturlinien zugrunde gelegt sind. Eine dementsprechende Umdeutung mußte also, was die Uskokten betrifft, auch diese Arbeit erfahren.

## 2. Die Gliederung des östlichen Uskokengebirges.

Das Uskokengebirge besitzt sowohl im Norden gegen die Ranner Niederung mit der Gurk und der Save als auch im Osten gegen die weite Saveniederung einen stellenweise steilen, überall aber deutlich ausgebildeten Gebirgsabfall. Am Nordrand erhebt sich über das bei 138 *m* gelegene Denudationsgebiet der Gurk und der Save der bei 384 *m* kulminierende Höhenzug von St. Veit (die Kapelle ist auf der Spezialkarte irrtümlich als St. Jakob bezeichnet). Die Axe dieses Höhenzuges ist von WSW gegen ONO gestellt.

Das Dorf Čatež liegt an der Nordostecke des Gebirges, von hier aus verläuft der Ostrand des Gebirges aus NNW gegen SSO ziemlich regelmäßig über Prilipe—Bregana—Samobor bis Kladje. Von der letztgenannten Ortschaft sendet das Gebirge eine sehr auffallende Fortsetzung gegen NO bis Sv. Nedelja, die wir als Sporn von Sv. Nedelja bezeichnen wollen. Von Sv. Nedelja über Rakovpotok bis zum Distrikt von Korvalj fällt die Ostabdachung des Spornes sanft an einer fast genau von N nach S verlaufenden Linie gegen eine beiläufig 15 *m* über der Saveniederung gelegenen Flußterrasse ab. Ich verweise auf die beigegebene Karte am Schluß der Abhandlung.

Südlich Čatež ist der Ostrand des Gebirges in der südlichen Ausbreitung des Tertiärgebietes von St. Veit bis Prilipe durch die Abrasion der Save etwas gegen Westen verschoben.

Südlich Prilipe, wo sich zunächst triadische Dolomite am Aufbau des Gebirges beteiligen, im Triasgebiet des Klezник (378 *m*), springt der Gebirgsrand dagegen gegen Nordosten vor, um jedoch von Ober-Ribenza ab über Mokritz bis zur Mündung des Breganatales, d. h. bis zur krainisch-kroatischen Grenze, wieder etwas zurückzuweichen. Hier befindet sich auf der Triasunterlage die Tertiärbucht von Groß-Dolina.

Südlich des Breganatales verläuft der Gebirgsrand sodann auffallend gradlinig, trotzdem hier bis Kladje stellenweise weichere Tertiärgesteine und stellenweise feste Triasdolomite am Rande auftreten. Von Bregana bis St. Helena nördlich Samobor treten Tertiärgesteine in der Tertiärbucht von Jazbina an die Ebene, dann folgt von St. Helena bis Samobor der Triasdolomitzug von Samobor. Unmittelbar südlich dieses Ortes bis Kladje tritt die weite Tertiärbucht von Rakovica an die Ebene.

Der Sporn von Sv. Nedelja wendet gegen Nordwest einen zirka 160 *m* hohen Steilrand, während er nach Süd und Ost flach abfällt.

Der Südrand des östlichen Uskokengebirges wird westlich des dem Gebirge aus Nord entströmenden Kupcinabaches

durch ein tertiäres Hügelland gebildet, das durch zahlreiche Bäche aus Nord gegen Süd zertalt ist und von Nord gegen Süd langsam an Höhe verliert.

Nördlich dieses tertiären Hügellandes erhebt sich der tertiäre Kern des Uskokengebirges unvermittelt in Gestalt einer teilweise felsigen, steil aufsteigenden triadischen Bergflanke, die im Plesivica Berge, nordöstlich der gleichnamigen Ortschaft bei 780 *m* kulminiert. Dieser Gebirgsflanke gehört auch der steile, überaus malerische und weithin sichtbare Dolomittfelsen der Burg Okić an; der vorher genannte, ebenfalls triadische Gesteine zeigende Nordwestabfall des Sporns von Sv. Nedelja liegt ebenfalls in der östlichen Fortsetzung dieses Gebirgskammes.

Von den vier Tertiärbuchten am Ostrand der Uskokten, derjenigen von St. Veit, von Groß-Dolina, von Jazbina und von Rakovica reichen die beiden nördlichen ungefähr 4 *km* weit ins Gebirge hinein, die Tertiärbucht von Jazbina dagegen nur  $1\frac{3}{4}$  *km* und diejenige von Rakovica  $2\frac{1}{4}$  *km*. Alle vier Buchten sind durch nur niedere Höhen ausgezeichnet. Zwischen ihnen erhebt sich der triadische Kern des Gebirges dagegen bis zu ansehnlicher Höhe und am Westrand der Buchten schließt sich das Gebirge zu einem ansehnlichen Bergland zusammen. Nördlich der Tertiärbucht von Groß-Dolina geht der Höhenzug des Kleznik in die größte Erhebung des Randgebirges, in den Goli Cirnik (624 *m*) über, dieser sendet hinter dem Westrand der Groß-Dolinabucht, einen gegen Südost gerichteten Rücken im Dugi-Herbet (463 *m*) gegen das Breganaknie. Der Kozlak (377 *m*) zwischen den Tertiärbuchten von Groß-Dolina und von Jazbina hat im Süden im steilen Reber und Lave drage (436 *m*) seine Fortsetzung. Das Triasdolomitgebiet von Samobor, zwischen den Tertiärbuchten von Jazbina und Rakovica, erstreckt sich bis zum Veliki Cernes (608 *m*) und bildet über das tiefingeschnittene Tal von Rude eine Gebirgsmasse bis zum erwähnten südlichen Triasabfall der Plesivica.

Der Ostrand des Gebirges ist durch eine Anzahl von aus dem Gebirge austretenden Flüssen, die in tiefen, steilen Tälern fließen, zergliedert. Auffallenderweise durchbrechen

diese Täler nicht die niederen, mit weichen Gesteinen ausgefüllten Tertiärbuchten, sondern sind gerade in die widerständigen festen Triaszonen eingensagt, in welchen sie in Anbetracht der größeren Höhe gerade dieser Zonen steilwandige, schroffe, felsige Täler eingensagt haben, die wegen ihres auffallend geringen Gefälles bis relativ weit ins Gebirge hinein eine besonders interessante geomorphologische Bildung darstellten von der später die Rede sein wird. Bei Prilipe mündet derart im Randgebiet des Kleznik der Prilipebach, bei Bregana das breite, ebene und ansehnliche Breganatal, bei Samobor das ähnliche Samoborertal. Daß sich auch weiter im Gebirge, in dem nicht mehr von mir begangenen Anteil, diese von WSW gegen ONO gerichtete Talrichtung immer wieder neben der NNW bis SSO gerichteten vorfindet, sei nur nebenbei erwähnt.

Während die Landschaften der Tertiärmulden und der südlichen Tertiärabdachung außerordentlich fruchtbar und daher dicht besiedelt sind, ist das Gebirge der mesozoischen und alten Gesteine ein meist mit dichten Buchen-, Nadel- und Kastanienwäldern bedecktes, schwer zugängliches und wenig besiedeltes Gelände. Auf der Spezialkarte sind besonders am Südrand des Gebirges diese Unterschiede der Besiedelung so scharf gegeneinander abgegrenzt, daß hieraus schon auf der Spezialkarte die Tertiärgebiete sehr scharf und leicht in die Augen springend, von dem Gebiete der mesozoischen und paläozoischen Gesteinen erfolgt werden kann.

### 3. Die Stratigraphie.

Die Stratigraphie des behandelten Gebietes sollte nur insoweit untersucht werden, als sie zum Verständnis der Tektonik erforderlich ist. Die angetroffenen Triasprofile ergaben aber darüber hinaus manches Neue.

Im krainischen Gebirgsanteil liegen die Verhältnisse für die stratigraphische Forschung als jungpaläozoische und mesozoischen Gesteine insofern ungünstig, als die betreffenden Gebirgsstücke dicht bewaldet sind und nur Waldpfade mit schlechten Aufschlüssen besitzen. Zudem erlangt der

Belvedereschotter dort eine relativ große Ausbreitung. Im kroatischen Anteil liegen die Verhältnisse erheblich günstiger, hier führen breite, frequentierte Fahrwege durch das Gebirge, die gute Schichtentblößungen zeigen. Die Abhänge sind steiler und der Belvedereschotter fehlt.

Von besonderem Interesse für diese Untersuchung ist die lithologische und stratigraphische Entwicklung des Tertiärs, so daß von ihm eingehend die Rede sein wird.

### Carbon.

Carbonische Quarzkonglomerate, Sandsteine und schwarze Schiefer sind in erheblicher Ausbreitung vorhanden. Nach Gorjanovič<sup>1</sup> treten in schwarzen Schiefeln, die im Schichtverband mit Sandsteinen stehen, Spuren von Sigillarien auf. Die Konglomerate und Sandsteine fand ich teils in fester, felsiger verquarzter Gesteinsausbildung, stellenweise unter der Trias durch die Verwitterung tiefgründig in lose, lichtgelbe und graue Sande und Bänke von Quarzkonglomeraten zerfallend. Auf große Erstreckung sind diese Gesteine von der Gipfelpartie des Lave drage über den Reber, am Westabfall des Kozlak bis zum Breganatal aufgeschlossen. Westlich, unterhalb des Kozlak-Gipfels, der selbst aus gegen das Carbon verworfenem Triasdolomit besteht, fallen diese Sandsteine mit 50° gegen SE.

Ein weiterer bemerkenswerter Aufschluß des Carbons befindet sich auf der Kuppe, die zwischen Reinz und Neudorf nördlich des Austritts des Breganatales gegen das Dorf Bregana vorspringt. Diese aus besonders festverbackenen verquarzten Konglomeratbänken bestehende Felspartie kann als südwestliche Verlängerung des großen Carbongebirges der Marija Gorica jenseits der Save angesehen werden. Im Grunde des Rudetales zeigt sich das Carbon in Form fester Quarzite und schwarzer Schiefer.

Ob die carbonen Gesteine dem unteren oder oberen Carbon angehören, ist stratigraphisch nicht zu entscheiden. Da

---

<sup>1</sup> Geologije gore Samoborske i Zumberačke. L. c. p. 51.

die überlagernden Werfener Schichten am Kozlak und am Südabfall des Lave draga oberhalb des Gehöftes von Resetari discordant liegen, so hat das von Gorjanovič angenommene Alter als Kulm oder Untercarbon viel für sich.

### Die Trias.

In der Trias des untersuchten Gebietes konnten eine Anzahl von Fossilfunde gemacht werden, welche in Anbetracht der Fossilarmut dieser Schichten in den umgebenden Gebirgen als besonders erfreulich anzusehen sind. Außerdem konnte südlich Rude ein sehr vollständig aufgeschlossenes Triasprofil aufgenommen werden, welches manches Neues bietet. Ich traf hier eine Entwicklung der Trias an, welche nicht unwesentlich von derjenigen des nordwestlichen Gebirges bei Landstraß und von der nördlich des Landstraßer- und Ranner Beckens abweicht und durch eine Annäherung an die generelle Facies der Ostalpen, also auch der Julischen Alpen auffällt.

Untere Trias. Die Werfener Schichten besitzen eine geringe Mächtigkeit, sie sind besonders günstig oberhalb Resetari am Südostabfall des Lave drage in einem Hohlweg aufgeschlossen, wo unter den Dadocrinuskalken eine Partie weicher roter Schiefer und lichtgrauer Glimmersandsteine mit einem Einfallen von  $25^{\circ}$  N über dem von dort erwähnten Carbon ansteht. Die Sandsteine sind von Limonitzügen durchsetzt. Im Hangenden der Werfener Schichten tritt hier ein Horizont von Limonitknollen, das Ausgehen einer Roteisen-Lagerstätte auf. Dieses Lager besitzt die gleiche stratigraphische Stellung, wie das mächtige, teilweise stark kiesel-säurehaltige Roteisensteinlager von Rude, auf dem dort ein alter Bergbau umgeht. Es kann kein Zweifel darüber obwalten, daß dieses Lager sich im Niveau eines ursprünglich überall vorhanden gewesen Gipslayers gebildet hat, das wie überall in den Süd- und Nordalpen an die Grenze des Buntsandsteins zum Muschelkalk zu stellen ist. Das Gipslager selbst ist in unserem Gebiet auch noch an zwei Punkten nachzuweisen. Durch einen 150 m langen Stollen ist es unterhalb Rude

im Rudetal zur Zeit aufgeschlossen und steht hier im Abbau. Ferner konnte es nördlich des Breganatales oberhalb Neudorf in der westlichen Umrandung des von dort erwähnten Carbonfelsens neu aufgefunden werden. Hier enthalten die um neu angelegte Weinberge errichteten Weinbergmauern in großer Anzahl Blöcke eines grauen bis schwärzlichen Gipses, der dort bei der Anlage des Weinberges aus dem Untergrund gebrochen worden ist.

Die Bildung des Roteisensteinlagers erscheint daher an der gleichzeitigen Auslaugung dieses Giphorizontes gebunden zu sein, also ähnlich wie beispielsweise das Roteisensteinlager des Rötelsteines bei Aussee als metasomatische Bildung sein stratigraphisches Niveau an der oberen Grenze der unteren Trias zu besitzen.

Über Tage anstehend konnte ich dieses Lager in vollkommen deutlicher stratigraphischer Stellung beim Anstieg vom Bergwerk Rude gegen SE zum Höhenzug von Manjevas nach Cerje beobachten.

Man gelangt hier über sandig zerfallene Carbonsandsteine in sandige und tonige rote Werfener Schiefer, über die hier unmittelbar unter dem Muschelkalk das Roteisensteinlager in einer Mächtigkeit von  $\frac{1}{2} m^1$  angeschürft ist.

Da dieses Schichtprofil bis auf die Höhe von Manjevas-Cerje auch die mittlere und obere Trias in ausgezeichneter Vollständigkeit entblößt, so sei es später im Zusammenhang mitgeteilt.

Mittlere Trias. Über den Werfener Schiefeln, beziehungsweise dem Gips- oder Eisensteinlager tritt im Rudetal und an vielen anderen Stellen der sich gegen den Samoborbach öffnenden Seitentäler ein etwas mergelig-sandiger, grauer bis graugelber Kalk auf, der überall voller Fossilien ist. Das Leitfossil bilden *Dadocrinus*-Stielglieder, so daß er als *Dadocrinuskalk* bezeichnet werden kann. Dieser Kalk ist mir von Exkursionen aus den nördlich von Rann gelegenen Gebirgen ebenfalls fossilreich von mehreren Stellen am Wachberg

<sup>1</sup> Die Mächtigkeit in der Grube, in der auch Gips aufgeschlossen ist, ist viel bedeutender.

bekannt, dagegen haben Heritsch und Seidl ihn weder im westlichen Uskokengebirge noch nördlich der Landstraßer Ebene rechts der Save beobachtet. An den folgenden Lokalitäten habe ich den fossilreichen Dadocrinuskalk angetroffen: Nördlich der Bregana, westlich des letzten Hauses von Ponique, am Riegel der von Dugi Herbet östlich führt, hier auch im liegenden die Werfener Schiefer, ferner im südlichen Teil des Parkes des Schlosses Mokritz bei Groß-Dolina, südlich der Bregana, im Ludovitstal westlich Samobor<sup>1</sup> vor dem Anstieg nach Resetari, ferner unmittelbar oberhalb dieses Gehöftes, schließlich beim Anstieg vom Bergwerk Rude gegen die Höhe Manjevas—Cerje. Die Kalke enthalten in allen Fällen massenhaft Dadocrinusglieder, ferner überall *Natica Gaillardoti*, Myaciten und bei Ponique auch Loxonemen.

Bei Resetari und im Profil Rude—Manjevas folgen übereinstimmend im Hangenden feste, graue Muschelkalkbänke, in denen *Pentacrinus*-Stielglieder nicht selten sind und sodann weiße geschichtete Dolomitbänke.<sup>2</sup>

Diese lichten Dolomite sind dem Trinodosus-Niveau gleichzusetzen, denn in ihrem Hangenden beginnen sofort rote und grüne tuffige Kalkknollenschichten mit Hornsteinen, in sie sind zwischen Manjevas und Cerje rote Porphyrite eingeschaltet.

Diese Schichten, welche den sogenannten Gurkfelder Schichten bei Gurkfeld entsprechen, besitzen bei Rude vollständig die Buchensteiner Facies. Daß sie der unterladinischen Stufe, den Reitzi-Schichten entsprechen, wird durch eine kleine Fauna bewiesen, welche Herr Dr. Salopek<sup>3</sup> in Agram aus ihr von der Lokalität von Gregurić brijeg beschrieben hat.

Salopek konnte 31 Cephalopodenarten in einem triadischen Knollenkalk sammeln, welcher dem Grenzniveau der

<sup>1</sup> Hier von Gorjanovič als Seisser Schichten angesprochen.

<sup>2</sup> Am Wachberg nördlich Rann beobachtete ich dagegen über den Dadocrinuskalken graue bis dunkle Kalkstücke vom Habitus der Gutensteiner Kalke.

<sup>3</sup> O srednjem trijasu Greguric-Orjega au Samoborskoj gori i o njevojoj fauni-Jugoslav. Akademija, znanosti i umjenosti. 20. Agram. 1912.

Reitzi- und der Wengener Schichten entspricht. Von besonderem Interesse ist es, daß dieses Niveau nach Salopek am Gregurić Rücken transgredierend jungpaleozoischen Quarzsandsteinen und Quarzkonglomeraten auflagert.

Obere Trias. Von besonderem Interesse ist es, daß auf dem Höhenzug Manjevas—Cerje im Hangenden der Gurkfelder Schichten sich lichte Massenkalke vorfinden, die mit anscheinend schnell an- und abschwellender Mächtigkeit das Liegende der Großdorner-Schichten bilden. Diese lichten Kalke entsprechen in ihrer Facies und in ihrer Stellung vollständig den Südtiroler Riffkalken aus dem oberen Wengener und S. Cassianer Niveau. Trotz eifrigem Suchens war es mir leider nicht beschieden, in diesen Kalken Fossilien aufzufinden.

Es folgen in ihrem Hangenden gegen Cerje die Großdorner Schichten, in ihrer Sohle mit Kalkschiefer mit Hornsteinen beginnend, denen einzelne Dolomitschichten eingelagert sind. Sie werden von grünlichen, tuffigen, sandigen Schichten in größerer Mächtigkeit überlagert, denen noch Sandsteine im Hangenden folgen. Bei Cerje selbst erscheinen dann im Hangenden Brecciendolomite. Für die Großdorner Schichten ist seit dem Funde von Teller<sup>1</sup> das Raibler Alter erwiesen. Die Brecciendolomite sind als das Liegende des Hauptdolomits anzusprechen. Die bei Cerje den Schluß des Profils bildenden dunkeln Dolomite stellen die Hauptmasse des Hauptdolomits dar.

Dieses ausgezeichnete Profil zeigt demnach die Ausbildung der Trias im östlichen Uskokeengebirge von der Basis bis zum Hauptdolomit. Mit seiner Hilfe gelingt es, auch an jenen vielen Stellen, an denen eine Schichtenfolge nicht wahrgenommen werden kann, die stratigraphische Stellung der Triasgesteine vorzunehmen. Zugleich gelang es in der Triaspartie südlich Kleznik eine weitere Ergänzung und Bestätigung dieses Profils zu erlangen.

Der gleiche, graue, in gewissem Sinne grau geflammte oder gebänderte Dolomit von Cerje, vom Charakter eines

---

<sup>1</sup> Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, cit. s. o.

Massendolomites ist in der Schlucht nördlich Mokritz (bei Groß-Dolina in Steinbrüchen) gut aufgeschlossen. Hier wurden in ihm mehrere Exemplare von *Worthenia solitaria* gefunden, die eine Altersbestimmung als Hauptdolomit bestätigen. Nach dem Ausgang des Tales gegen das kleine Gasthaus von Ribenza an der Reichsstraße nach Samobor treten im Hangenden 45° gegen N fallende, gebankte, lichte Dolomite auf, welche auch unterhalb des Wirtshauses saveabwärts bis Jessenitz den Rand der Abrasionsterrasse unmittelbar an der Save bilden. Diese Dolomite dürften dem Rät angehören.

Es ist in diesen beschriebenen Aufschlüssen die gesamte Ausbildung der Trias in den östlichen Uskoken klargestellt worden.

Die größte Ausbreitung besitzen jedenfalls der Hauptdolomit und die Großdorner Schichten. Die Wengen — St. Cassia-Kalke sind nur gelegentlich angetroffen worden, so in größerer Mächtigkeit, südwestlich Soic, südlich Kladje, wo der Höhenrücken von der Mühle im Tal gegen Terhay im oberen Konščica aus diesem Kalk in größerer Mächtigkeit aufgebaut ist. Andere Vorkommen sind der Gipfel des Goli Cirknik, ferner am Südfuß des Dugi Herbet oberhalb der zerfallenen Fabrik, ferner bei Podgai östlich Stoydraga.

Das Auftreten der Gurkfelder Hornsteinkalke wurde nur noch an der schönen Fahrstraße aus dem Grunde des Breganatal nach Stoydraga festgestellt. Hier ist eine wenig mächtige Partie dieser Knollenkalke kurz unterhalb der ersten Straßenserpentine in Dolomit eingeklemmt zu beobachten.

Die Groß-Dorner Schichten, welche Herr Prof. Heritsch in breitem Zuge von Stoydraga bis zur Gurk nach Norden verfolgt hat, treten in den östlichen Uskoken besonders südlich des Bregana auf, sie besitzen hier eine ganz erheblich größere Verbreitung als es die Gorjanovič'sche Karte erkennen läßt. Sie sind nördlich des Samoborer Tales bei Vrhovcal, ferner vor allem im breiten Zuge mit eingeschalteten Melaphylagern nördlich des Plešivica-Berges über St. Leonhard-Terhay bis Klake und Konščica ausgebreitet.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Diese Gesteine sind von Gorjanovič für Kreide gehalten worden,

Am Nordostabfall des Duga pec (östlich der Plešivica) ziehen sie über Okic—Podgradje bis zum Koscica-Bach, ferner bilden sie bei Soič eine schmale, aus der Tertiärbedeckung herausschauende Zone, die über Kladje den ganzen Nordabfall des Sporns zusammensetzend, in SW bis NE. Streichen bis Sv. Nedelja selbst verfolgt werden kann.

### Jura.

Vollständig neu für das Uskokengebirge ist der Fund von Aptychenkalken des obersten Jura. Wenn auch die Aufschlüsse in diesen Gesteinen überall zu wünschen übrig lassen, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß sie diskordant auf verschiedenen Triasstufen auftreten.

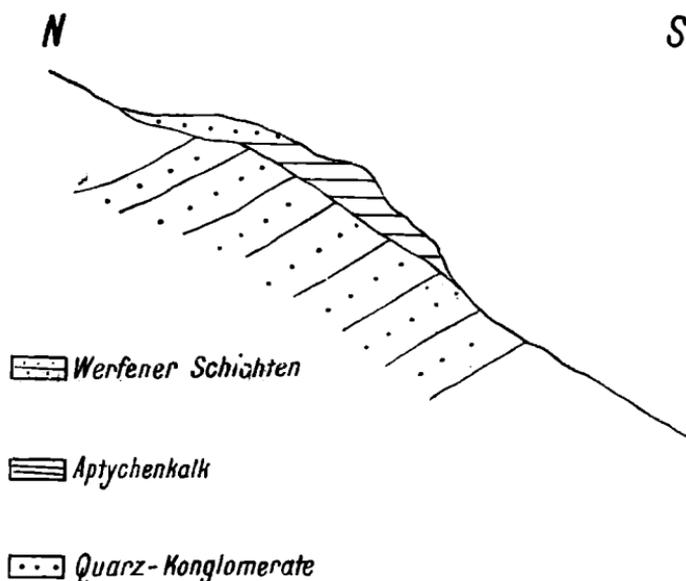


Fig. 8.

Die diskordante Auflagerung der Aptychenkalken auf Untertrias bei Groß-Zirnik.

Der erste Fundpunkt und zugleich der einzige Fossilpunkt befindet sich etwas westlich des obersten Hauses von Groß-Zirnik. An dem sich hier zunächst etwas senkenden Pfad nach Heiligenkreuz treten zuerst Werfener Schiefer

auf, welchen weiter unterhalb gelbe, teilweise etwas rötlich geflammte, sehr feinkörnige plattige Kalke mit Hornsteinknollen angelagert sind, welche Aptychen enthalten. Das Einfallen scheint  $30^\circ$  in N zu sein. Etwas oberhalb dieser Aptychenkalke, anscheinend in ihrem Hangenden sind brecciöse, grob- und feinkörnige, verkieselte Konglomerate zu beobachten, welche an keiner anderen Lokalität des Gebirges angetroffen werden und deren Stellung mir zweifelhaft geblieben ist. (Fig. 8.)

Die zirka 2 cm hohen Aptychen gleichen *Aptychus lamellosus* in ihrer schmalen hohen Form.

Diese Aptychenkalke sind von mir noch an drei anderen Lokalitäten angetroffen worden. Eine derselben liegt noch im Krainischen, also nördlich des Breganats, und zwar im oberen Dolinski jarak, d. h. im Grunde des tief eingeschnittenen Tälchens, welches vom Südfuß des Goli Cirknik gegen Osten zieht. Knapp oberhalb des felsigen Pfades der quer durch das Tälchen Koritno mit Lase verbindet, beobachtet man die gelben Hornsteinplattenkalke in großen Mengen als Blöcke im Bachbett. Der Dolinski jarak ist hier im Tertiär der Groß-Dolinabucht eingeschnitten, und schauen die Juraschichten nur als eine Kuppe aus der Tertiärdecke heraus. Der Schichtenverband ist hier daher nicht zu erkennen.

Eine weitere Stelle, an der die Aptychenkalke angetroffen worden sind, befindet sich südlich des Breganaknies unmittelbar hinter den Resten der ehemaligen Glasfabrik Grdainci auf kroatischem Gebiet. Hier finden sich auf der Halde des alten Braunkohlenstollens in großer Zahl die Bruchstücke der leicht erkennbaren, gelben Hornsteinplattenkalke zusammen mit gelben und rötlichen weichen Mergelschiefen. Leider konnte ich auch hier nichts Anstehendes beobachten, so daß der Schichtverband mit dem die benachbarte Bergflanke aufbauenden Triasdolomit zweifelhaft bleibt. Bei einer späteren Wiederaufwältigung des Kohlenstollens sind gerade hier wichtige Ergebnisse über das Verhältnis der Kohle zu den jurassischen Plattenkalken und beider zur Trias zu erwarten.

Von dieser Stelle tut auch Gorjanovič<sup>1</sup> der Plattenkalke Erwähnung, ihm sind diese Gesteine jedenfalls aufgefallen. Ihm sind sie aus den kroatischen Uskokon von Selcu bei Grandovice und aus dem Breganabach unterhalb Tuščakom bekannt. Da Gorjanovič aus diesen Kalken keine Fossilien bekannt waren, rechnet er sie zur oberen Trias, betont aber gleichzeitig, daß sie bei Gradovica mit triadischen Mergeln zusammen vorkommen (wohl Groß-Dorner Schichten?). Auch aus diesen Angaben ergibt sich daher, daß die Juraschichten in den Uskokon sehr verschiedenen Triashorizonten aufgelagert sein können. Bei dem vollständigen Fehlen unter- und mitteljurassischer Gesteine dürften die Aptychenkalke zumindest einem alten, zur Jurazeit **ausgearbeiteten** Gebirgsrelief auflagernd. Die jedenfalls bei Groß-Zirnik zu beobachtende Diskordanz zwischen Werfener Schichte und den Aptychenkalken läßt aber sogar eine Diskordanz der Schichtenlagerung der Trias und des Oberjura durchweg vermuten.

Schließlich finden sich unmittelbar oberhalb des südlichsten Hauses von Čatež lichte, grünliche und gelbe Hornsteinplattenkalke in einem kleinen, nahezu verwachsenen Steinbruch ein Stückchen oberhalb der oberen Straße. Diese Kalke besitzen durchaus den Charakter der Aptychenkalke und gehören ihnen sehr wahrscheinlich an. Sie bilden eine unter dem Tertiär hier aufsteigende Felsklippe, so wie es deren auch weiter westlich am Nordabfall des St. Veiterberges gibt.

### **Kreide.**

Kreidesedimente sind in unserem Gebiet nicht vorhanden, Die bei St. Leonhard nördlich der Plešivica auftretenden Schiefer und Melaphyrbänke gehören den Groß-Dorner Schichten an.

### **Tertiär.**

Die Ausbildung der tertiären Sedimente besitzt für unsere Untersuchung das größte Interesse, da die für das Erd-

---

<sup>1</sup> L. t. 1894, p. 23.

bebenproblem am wichtigsten jungen Störungen und Diskordanzen als solche nur dort erkannt werden können, wo sie innerhalb der jungen Sedimentfolge auftreten.

Eine ausgezeichnete Charakteristik des Tertiärs im krainischen Gebirgsanteil hat Stache bereits im Jahre 1858 gegeben; derselbe Autor hat dann im Jahre 1863 das Tertiär am Südrand des Gebirges beschrieben.

Eine stratigraphische Gliederung der tertiären Sedimente, die für das gesamte untersuchte Gebiet Gültigkeit besitzt, geht über die Einteilung in größere Etagen nicht hinaus. Innerhalb dieser wechselt die Gesteinsausbildung — besonders in der II. Mediterranstufe — außerordentlich schnell von Aufschluß zu Aufschluß.

Es treten in den östlichen Uskoken nur Gesteine des Miocän und Pliocän auf. Vertreten sind die II. Mediterranstufe, die sarmatische Stufe, ferner das Pliocän durch die pontische (Congerien-) und tracische (Belvedereschotter-) Stufe. Die Sedimente der Mediterranstufe und der sarmatischen Stufe und der pontischen Stufe sind am Südwestrand des innerungarischen-kroatischen oder pannonischen Meeresbeckens zur Ablagerung gelangt, während die Belvedereschotter der tracischen ostalpinen Pliocän-Schotterdecke angehören.

### Das Mediterran.

Im Krainischen ist das Miocän ganz vorwiegend durch Kalksandsteine von gelblich-weißer bis schmutzig-gelblicher Färbung vertreten, in welche gelegentlich bläulich-graue sandige Tegel eingelagert sind. In bestimmten Bänken des Kalksandsteines treten kleine Lithothamnienskolonien versprengt auf. An bestimmten Lokalitäten können sich ferner kleinere und größere Lithothamnienskolonien in großer Menge im Gestein einstellen, so daß dann ein Lithothamnienskalk von deutlich krystallinem Habitus vorliegt. Am kroatischen Südrand des Gebirges lagert ein schmales Band solchen Lithothamnienskalkes dem triadischen Kern des Gebirges auf, im Hangenden folgen Kalkmergel.

Die einzelnen Aufschlüsse im Norden, Osten und Süden des Gebirges zeigen, daß sich die Facies der Gesteine lokal schnell ändert und daß die einzelnen bereits unterschiedenen Tertiärbuchten des Gebirges jeweils eine besondere Gesteinsausbildung und Folge besitzen. Schon aus diesem Verhalten ist zu schließen, daß die heute noch durch gebirgige Triasgesteinszonen getrennten Tertiärgebiete bei der Ablagerung der tertiären Sedimente schon von einander getrennte Meeresbuchten dargestellt haben, in denen die Tiefen- und Strömungsverhältnisse und damit auch die biologischen und sedimentbildenden Vorgänge jeweils verschiedene waren.

Die vorerwähnten verschiedenen Sedimente der beiden Mediterranstufen zeigen demnach keine Anordnung nach dem Alter an, aber jede Gesteinsfacies besitzt ihren besonderen faunistischen Charakter. Die Kalksandsteine ohne erkennbare Lithothamnienkolonien sind im allgemeinen fossilarm; einen sehr bemerkenswerten Fossilfund machte ich in ihnen aber oberhalb Globoschitza am Südwestrand der nördlichen Tertiärbucht. Hier fand ich viele wunderbar fein erhaltene, 1 cm große Exemplare der *Heterostegina*. Man kann den Kalksandstein daher als Heterosteginenkalk bezeichnen. Dieser Kalk enthält, wie es bei seiner Lösung in Salzsäure deutlich wird, einen nicht unbeträchtlichen Teil feinsten Quarzsandes, der vermutlich auf äolischem Weg in das Sediment gelangt ist. Ein Dünnschliff zeigt im wesentlichen eckige und kantige, winzig kleine Bruchstücke von klarem Quarz.

Bei Groß-Dolina ist der Heterosteginenkalk auch reich an Steinkernen von *Lucina*, *Cardium* und *Pecten*, er enthält auch Spatangiden, worauf Stache schon hingewiesen hat. Im allgemeinen ist ferner zu beobachten, daß das Kalksediment bei zunehmender Anteilnahme von Lithothamnien auch an Fossilien aus der Klasse der Mollusken zunimmt und daß zugleich das Gefüge krystalliner wird, so daß sich auch vollständig krystalline fossilreiche Lithothamnienkalke einstellen können, das ist vor allem am Ostrand des Gebirges, am Aufstieg nach Groß-Zirnik der Fall. Besonders bemerkenswert sind schließlich noch feste, krystallinische Lithothamnienkalke mit *Orbitoides* und *Amphistegina*, die ich

an zwei Lokalitäten aufgefunden habe: Unterhalb Globoschitzta, wo sie Heritsch später an meinem Fundpunkt ebenfalls sammelte und erwähnen wird, und am Aufstieg von Zerina nach Zejno. An der ersten Lokalität treten im Liegenden der mächtigen Heterostegienkalke im Süden lichte, fast rein kalkige Lithothamnienkalke auf, die sehr reich an Amphistegien sind. Besonders die angewitterten Blöcke zeigen bis zu 3 mm große, ausgezeichnet erhaltene Exemplare der *Amphistegina Haueri* und bis 6 mm große *Orbitoides*, daneben treten Lithothamnienkolonien auf. Seltener und nur im Durchschnitt erkennbar treten Orbitoiden oberhalb Zejno in festen, krystallinen Kalksteinbänken auf.

Die stratigraphische Gliederung der Mediterranschichten ist allein in der nördlichen Tertiärpartie soweit durchzuführen, daß eine genauere Altersbestimmung möglich wird. Wie das nebenstehende Profil (Abb. 9) zeigt, gehen die am Nordabfall

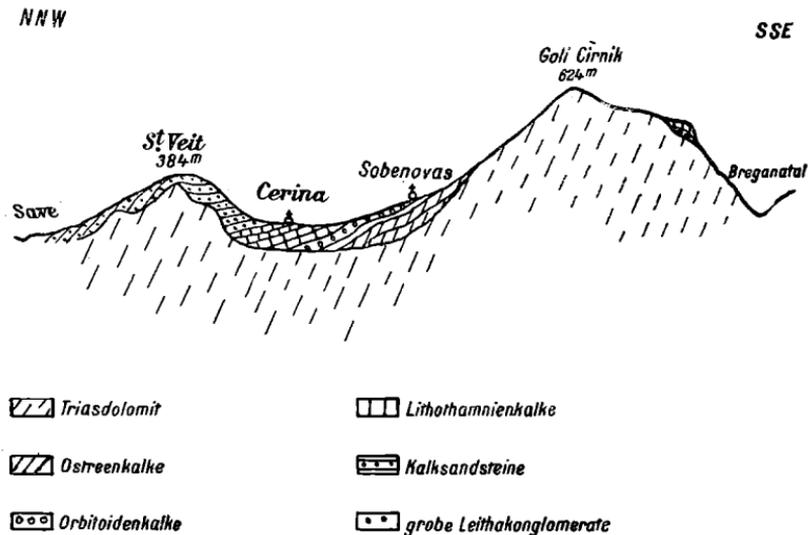


Fig. 9.

Profil durch den nördlichen Tertiärrand der Ostuskoken.

des Gebirges stark aufgerichteten Tertiärschichten weiter im Süden hinter dem St. Veiter Bergzug in eine leicht gefaltete Lagerung über. Es befinden sich dabei die ältesten Sedimente

am Südrand der Tertiärbucht, während die jüngsten Sedimente den stark aufgerichteten Nordzug zusammensetzen. Trotzdem besitzen diese jüngsten Sedimente auf der St. Veiter Höhe nur eine geringe Mächtigkeit, sie werden am Nordabfall der St. Veiter Höhe an mehreren Punkten von Aufragungen triadischer Dolomite durchstoßen. Die tertiären Gesteinsarten sind in diesem Gebiet folgendermaßen verteilt. Am Nordabfall der St. Veiter Höhe stehen durchwegs Kalksandsteine an, in dem weiche Mergel gelegentlich auftreten. Am Südrand der Höhe gegen Zerina gelangt man in schwach nördlich fallende tiefere Horizonte, die bei Zerina selbst reicher an Lithothamnienkolonien werden. Beim Aufstieg nach Dobenu werden wieder in tieferem stratigraphischen Niveau die beschriebenen krystallinen Orbitoideskalke sichtbar, die vereinzelt Amphisteginen führen. Diese festen Leithakalke gehen dann noch weiter südlich in Ostreenkalke über. Diese letzteren stellen brecciöse Kalke dar mit großen Ostreen, sie überlagern am Weg von Sobenovas nach Klein Zirnik am Nordabfall des Goli-Cirnik verkieselte Triasdolomite.

Die stratigraphisch bemerkenswerteste Einlagerung in diesem Profil stellen wenig mächtige, schmutzigtrotbraune Tuffbeimengungen in den Kalksandsteinen der St. Veiter Höhe dar. In dem ziemlich weit westlich der St. Veiter Kirche von der Gurk herauf die Höhe erreichenden Hohlweg stehen diese bunten, teilweise durch Quarzgerölle auch etwas konglomeratischen Kalksandsteinbänke an, in denen auch Lithothamnien und Korallen beobachtet wurden. Diese von vulkanischem Tuffmaterial durchsetzten Lithothamnien führenden Kalksandsteine sind an keiner anderen Stelle des Gebirges beobachtet worden. Man wird zunächst dazu verführt, sie den nördlich der Ranner Bucht verbreiteten Tuffen des Andesitniveaus gleichzustellen. Diese liegen aber an der Basis der Sandsteine von Gouze, also weit unterhalb der jüngeren Lithothamnienkalke. Teller<sup>1</sup> beschreibt von St. Katharina ob Ratschach ein durch sein buntfarbiges Gemenge auffallendes Konglomerat unmittel-

---

<sup>1</sup> Die miocänen Transgressionsrelikte bei Steinbrück und Ratschach a. d. Save. Verh. d. k. k. geol. R. A. 1898. p. 284. Ferner Aufnahmebericht 1896, p. 19.

bar über der Trias, ferner beim Gehöft Javornik im Niveau der Sandsteine von Gouze poröse, feinsandige Tuffe vom Aussehen des Andesittuffes, der bei Römerbad am Saan über marine Tegeln gelagert ist. In Verbindung mit diesen Ablagerungen steht der Leithakalk von St. Katharina. Diese Ablagerungen stellt Teller aber in das untere Miocän. Die Tuffbeimengungen im Lithothamnienkalk des St. Weiterberges in den Uskokon sind im Vergleich mit diesen Vorkommnissen aber nur unbedeutend und ihre Stellung in die I. Mediterranstufe erscheint ausgeschlossen. Vor allem stellen sie trotz ihres Vorkommens unmittelbar über den Triaskuppen des St. Weiterberges nicht das stratigraphisch älteste Glied der Kalksandsteine dar. Das ergibt sich klar aus dem oben wiedergegebenen Profil. (Abb. 9.) Das Liegende der Kalksandsteine bildet aber in der Tertiärbucht von Jazbina, wie wir weiter unten sehen werden, ein Grunder Tegel. Hieraus ergibt sich die Unmöglichkeit, den tuffigen Lithothamnienkalcken des St. Weiterberges ein Alter der I. Mediterranstufe zuzuschreiben. Die Ablagerung dürfte demnach weder den Andesittuffen des Tüffererzuges noch dem Tuffer von Ratschach äquivalent sein. Auf alle Fälle verdient das Vorkommen aber eine besondere Beachtung. Vermutlich handelt es sich um sekundär umgelagerte ältere Tuffe, die auf einzelnen Teilen des Gebirges von Eruptionen aus der älteren Mediterranzeit niedergefallen sein mögen und bei der späteren Meeresdeckung zur II. Mediterranzeit in die basalen Transgressionsschichten hineingerieten oder den älteren Andesiteruptionen folgte jüngerer vulkanischer Paroxysmus, von dem allerdings sonst nirgends etwas in den Schichten erkennbar ist.

Im Slemegebirge bei Agram beschreibt Gorjanovič<sup>1</sup> aus »Schlier«-Schichten von Čučerje weiße tuffige Mergel, die Sandsteinen eingelagert sind. Es sind das Gebilde eines submarinen Andesit-Ausbruches. Dieser dürfte wohl jünger als die Andesitergüsse der Tüfferer Züge sein, denn nach Hilbert<sup>2</sup> ist der steirische Schlier wenigstens den Grunder Schichten

<sup>1</sup> Erläuterungen zur geologischen Karte von Agram. 1908, p. 35.

<sup>2</sup> Das Alter der steirischen Braunkohlen. Mitt. d. Wiener geol. Ges. I. 1908, p. 74, oben.

gleichzustellen, also über das I. Mediterran zu stellen. Falls die bunten Tuffe des St. Weiterzuges nicht sekundär verschleppt sein sollten, so würden ihnen die Tuffe von Čučerje dem Alter nach am nächsten stehen, aber auch sie wären noch älter als jene, da sie immer noch unter dem Niveau der Leithakalke des II. Mediterran liegen würden. Die Tuffe von St. Veit stellen auch ohne Zweifel vulkanische Asche eines Inselvulkanes dar, sie sind nicht submarin abgelagert, sondern unmittelbar auf den Triaskalk niedergefallen. Da die Aufrichtung der Inselberge in ihrer heutigen Gestalt erst in späterer Zeit erfolgt ist, könnte die zu ihm gehörige Ausbruchsstelle ebensogut in der Tiefe des Ranner Beckens begraben sein, wie auf einem Inselberg gelegen sein. Am wahrscheinlichsten bleibt aber immer noch die Annahme, daß die Tuffe ihrer Entstehung nach der I. mediterranen Stufe angehören und daß sie durch spätere Umlagerung in die jüngeren Lithothamnienkalke von St. Veit hineingeraten sind.

Das beste Tertiärprofil am Ostrand des Gebirges befindet sich nördlich des Ausganges des Breganatal bei Neudorf in Krain.

Hier ist das Tertiär in einer kleinen Bucht zwischen der oben beschriebenen Carbonkuppe mit dem am Rande aufgelagerten Werfener Schiefer und Gips im Osten und Muschelkalken im Westen in söhlicher Lagerung in der folgenden Schichtenentwicklung ausgezeichnet aufgeschlossen: Zu unterst lagern wenig mächtige Konglomeratschichten, denen ein muschelreicher Kalksandstein mit wenig Lithothamnien auflagert. Dieser dichte, feste, krystalline Kalk enthält besonders *Ostrea crassissima*, Pectiniden und Turritellen. Es folgen dann 7 m über der Auflagerungsfläche feste, echinidenreiche Kalke mit Lithothamnien. Ein großer *Echinoclypeus* wurde hier gefunden. Diese Kalke werden nach oben reicher an Lithothamnien und werden 10 m höher von Kalksandsteinen abgelagert, in denen ich große Spatangiden auffand. Ihnen folgen weiche, mergelige Kalke, die nach oben an Lamellibranchiaten reicher werden, vor allem sind in ihnen Lucinen im Steinkerne leicht an dem charakteristischen Muscheleindruck erkennbar. Das Hangende und zugleich der Untergrund der

Verebnungsfläche von Perische bilden lithothamniereiche, lichte Kalke. Ähnliche Profile sind am Ostrand der Tertiärbucht von Groß-Dolina, vor allem oberhalb der Reichsstraße bei Ribenza sichtbar. Hier sind in alten Steinbrüchen Lithothamnienkalk, welche zwei dicht mit großen Austern (*Ostrea crassissima*) gepflasterte Bänke einschließen, direkt der Trias angelagert. Konglomeratische Bildungen fehlen an dieser Anlagerungsfläche, dürften aber im Liegenden der sählig gelagerten Kalke vorhanden sein. Im Hangenden sowohl dieses Kalkes als auch der Lithothamnienkalk von Perische befinden sich die Kalksandsteine von Groß-Dolina.

Die Zuteilung der gesamten Kalke zur II. Mediterranstufe findet durch einen Fund von *Pereiraia Gervaisii* Vez. sp., von Gorjanovič-Kramberger<sup>1</sup> ihre volle Bestätigung. Nördlich Samobor auf dem Plateau von Dubrava, am Südrand der Tertiärbucht von Jazbina wurden nach diesem Autor in einem kleinen Schächtchen unter Lithothamnienkalk hellgelbe, kalkige Mergel, bituminöse Schiefer und sodann eine mächtige Lage eines grauen Tegels, der viele Mollusken geliefert hat, schließlich ein mit Ton verunreinigtes Kohlenflöz angetroffen. Inmitten der reichen marinen Fauna der Tegel fand sich die *Pereiraia*, eine Leitform der Grunder Schichten. Diese Grunder Schichten, ebenso wie die von Landstraß, rücken damit an die Basis des »älteren Nulliporenkalkes«. In dem Tegel von Dubrava ist übrigens auch die Gattung *Heterostegina* festgestellt worden. Ihr Vorkommen hier und bei Globoschitza spricht somit auch für die Richtigkeit der Parallelisierung der Heterosteginenkalk von Globoschitza mit dem tieferen Niveau der älteren Lithothamnienkalk.

Nicht unwesentlich anders zeigt sich das Tertiär am Südrand des Uskokengebirges. Die Riedel, welche von Jaska aus gegen Nord zum triadischen Steilabfall des Gebirges hinführen, bieten zusammenhängende vorzügliche Aufschlüsse vom Belvedereschotter durch die pontischen Congerienschichten und durch die sarmatische Stufe, nur die am Steilabfall der Triasschichten unmittelbar südlich vorgelagerten mediterranen

<sup>1</sup> Über das Vorkommen der *Pereiraia Gervaisii* Vez. sp. in Kroatien. Verh. d. k. k. geol. R. A. 1896. p. 142—143.

Ablagerungen sind vielfach überrollt und von mächtigem Gehängeschotter bedeckt, wenig günstig aufgeschlossen. Gorjanovič hat aus diesem Tertiärgebiet eine große Anzahl von Fossilien angegeben und die Aufschlüsse auch bereits beschrieben. Die Abgrenzung der sarmatischen gegen die Mediterranstufe ist besonders auf Grund von sehr schönen Funden von fossilen Fischen bei Jurjevčana östlich Plešivica abgegrenzt worden. Es ist dort auch eine sonst im Horizont der sarmatischen Schichte aufgefundene Art festgestellt worden. Da dieser Fundpunkt nur 300—400 m von dem Triasrand entfernt liegt, so ist durch ihn bewiesen, daß die mit 50—70° südlich einfallenden, also sehr steil gestellten Schichten der mediterranen Stufe nur ein sehr schmales Band um den triadischen Südrand des Gebirges bilden. Gut aufgeschlossen sind dabei nur die liegendsten Schichten, es sind das stellenweise Lithothamnien-Konglomeratbänke, stellenweise feste Lithothamnienkalke. Die ersteren sind vor allem westlich Plešivica außerordentlich fossilreich, ja stellenweise vorwiegend aus Turritellen- und Cerithienschalen zusammengesetzt. Nicht unerwähnt darf da bleiben, daß in den auf diese Weise zu den sarmatischen Schichten gestellten Kalkmergelbänken von St. Anton im Hangenden der Fischechiefer unterhalb der Ortschaft Plešivica noch Lithothamnienkolonien in ziemlicher Verbreitung auftreten, die auch noch in den bei Plešivica selbst anstehenden Bänken erkannt worden sind. Die Entscheidung, ob nicht diese von Gorjanovič bereits zu den sarmatischen Schichten gestellten Lithothamniengesteine doch noch dem tieferen Niveau der II. Mediterranstufe angehören, kann hier vorläufig nicht erbracht werden. In Anbetracht, daß sehr fossilreiche marine Schichten auch in diesem Komplex vorliegen, erscheint die Untersuchung dieser Molluskenfauna wünschenswert.

Das den Südabfall des Sporns von Sv. Nedelja bildende Tertiär bildet die östliche Fortsetzung der Tertiärzone von Plešivica. Lithothamnienkalke treten hier in söhlicher Lagerung auf der Höhe des Spornes bei Breg auf, sie tauchen gegen Süden unter Lithothamnien führende, in Mergel eingeschaltete Kalke hinab. Auch hier bleibt die Altersbestimmung dieses

Schichtglieders vorläufig zweifelhaft. Sowohl die Turritellenkonglomeratbänke als auch die massigen Lithothamnienkalke im unmittelbaren Hangenden der Trias gehören hier der II. Mediterranstufe an und stellen die oberen Leithakalke dar.

In besonders interessanter Auflagerungsform finden sich Lithothamnien führende Kalksandsteine, ferner südöstlich des Gipfels des Goli Cirnik, an dem Fußpfad von Dren aus gegen Westen, also mitten im Triasgebirge. Hier sind in 500 *m* Höhe triadische Dolomite von groben Kalksteinkonglomeratbänken überdeckt. Die bis faustgroßen, gerundeten Kalkgerölle sind zum Teil durch terra rossa verbunden. Die Ablagerung erinnert in ihrem Aussehen an die Gosaukonglomerate des Salzkammerguts. Die in die Konglomeratbänke eingeschalteten charakteristischen, lichtgelben Kalksandsteine enthalten aber nicht selten unter dem Mikroskop im Dünnschliff sichtbare, kleine Lithothamnien neben einem Zerreibsel von Muschelschalen. Die Ablagerung stellt einen in großer Höhe befindlichen Erosionsrelikt der oberen Leithakalkstufe dar, und zwar in der Ausbildung eines Basalkonglomerats.

Überblicken wir die betrachteten einzelnen Profile der zweiten Mediterranstufe am Ost- und Südabfall des östlichen Uskokengebirges so ergibt sich das Folgende: Die Ablagerung liegt einer alten Landform auf, welche der jetzt vorhandenen ähnlich ist. Nur in den tief gelegenen Buchten innerhalb des Triasgebirges am Ostrand sind die ältesten Sedimente der II. Mediterranschaft, Braunkohlen, Tone und Mergel des Grunder Niveaus ausgebildet. Zur Leithakalkzeit breiteten sich die Sedimente weiter in das Gebirge hinein aus. Es treten nunmehr unmittelbar über der Trias verbreitet konglomeratistische Bildungen voller großer Ostreen, im Süden auch Quarzkonglomerate auf. Innerhalb des Gebirges, das mindestens bis in die heute 500 *m* hoch gelegenen Teile vom Meer bedeckt war, wurde mit Kalk- und Dolomitgrundkonglomeraten auf flachem Untergrund die kontinentale terra rossa auch aufgearbeitet. Den so wechselvoll ausgebildeten tiefsten Horizonten folgten zunächst lithothamnienreiche Kalke und dann eine mächtige Folge von Kalksandsteinen (Heterosteginenkalken). Am Nordrand greifen die Kalksandsteine von Globoschitza

auch westlich als unmittelbar am Küstenrand abgelagerte Heterosteginenkalke deutlich über die Lithothamnien reichen Kalke landeinwärts.

Als das pannonische Meer die Lithothamnienkalke auf der Linie Prilipe—Dobenu—Globoschiza ablagerte, befand sich nördlich vorgelagert eine Landzunge oder langgestreckte Insel, ein kleiner Teil davon bildet heute den St. Veiter Höhenzug, welcher von vulkanischer Asche bedeckt war und erst zur Zeit der Ablagerung der Kalksandsteinstufe vom Meer und vom Sediment eingedeckt worden ist (vgl. Profil p. 66).

### Die sarmatische Stufe.

Die Riedel nördlich Jaska schließen besonders gut die sarmatische Stufe auf, das gleiche gilt von den aus Norden gegen Süden ziehenden Höhen des Spornes von Sv. Nedelja. Hier am Südrand des Gebirges liegen zugleich die einzigen Aufschlüsse in diesem Niveau. In der häufig zitierten Abhandlung Gorjanovič's über die kroatischen Uskoken ist dieses Gebietes bereits Erwähnung getan und sind auch sarmatische Fossilisten gegeben. Zur Feststellung der Lagerungsverhältnisse innerhalb dieser südlichen Tertiärzone sind besonders das Gebiet nördlich Jaska, und zwar der bereits soeben erwähnte Riedel Jaska—Rieka—Plešivica und der von diesem westlich gelegene Riedel Jaska—Hrastje—Draga—Ivančici untersucht worden, wo hervorragende Aufschlüsse angetroffen wurden, deren Beschreibung hier kurz folgen soll. Wenig günstige Schichtentblößungen befinden sich dagegen im Westen auf der Linie Ivančici—Sv. Jana—Srednjak—Tacini und im Osten auf der Linie Podgradje—Desence. Es sei bemerkt, daß die Untersuchung sich naturgemäß vor allem auf die Lagerung der Schichten bezog und daß zu einer erschöpfenden stratigraphischen Bearbeitung der sarmatischen Stufe, vor allem die Aufsammlung und Bestimmung der zahlreichen Fossilien notwendig wäre, auf die verzichtet worden ist.

Nördlich Jaska beginnt bei der Kote 326 bei Ober-Rieka unter den bis dorthin reichenden Congerien-Mergeln die Schichtenfolge des Sarmatikums aufzutauchen. Es sind dies hier 45° gegen Süd fallende, gelbe, braunverwitternde Sand-

steine mit Tongallen; die Sandsteine sind von Fragmenten mariner Molluskenschalen erfüllt. Es folgen im Liegenden bald ein kalkreicher Sandstein, dann graue Mergelschiefer und feste Steinmergel, die bestimmten Bänken der Congerienschichten ähneln. Etwas höher am Riedel stehen dann Kalksandsteine, die mit 20° gegen Süd fallen, an und dann beginnen die charakteristischen feinblättrigen Mergelschiefer vom Charakter der bekannten Radobojer Insektenmergel, in ihnen sind bei Sv. Anton Gramineen enthalten, auch sind sie durch Kalkkonkretionen ausgezeichnet. Die etwas tieferen Lagen der Mergel enthalten dann Sandsteinbänke, die mit Bruchstücken von Cerithien, kleiner Gastropoden und Pectiniden erfüllt sind, auch mittelgrobe Konglomeratbänke mit *Strombus* und Cerithien stellen sich ein. Im Liegenden setzt oben eine neue Folge von Blättermergel ein. Eine auffallende Schichtenfolge tritt bei Sv. Anton unter diesen tiefsten Blättermergeln hervor, es sind das rote und gelbe Letten, die mit sehr fein zerfallenden Blättermergeln wechsellagern und in denen Kalkplatten voller gut erhaltener Fossilien sowie Lithothamnienkolonien auftreten. Von Sv. Anton bis Plešivica sind die Schichten unvollkommen aufgeschlossen, aber Plešivica steht auf 30° südlich fallenden Kalkmergeln, in denen Bänke einer Muschelbreccie eingelagert sind, auch in einzelnen Schichten dieser Mergelkalke fallen Lithothamnien auf. Es erscheint daher zweifelhaft, ob in den Schichten um Plešivica noch die sarmatische Stufe vorliegt oder ob wir es mit einer mergeligen Facies der oberen Nalliporenkalke der Savefalten zu tun haben. Gegen diese letztere Ansicht sprechen allein die oben erwähnten Fischfunde in den Mergelkalken von Jurjevčana, welche noch im Liegenden der bei Plešivica aufgeschlossenen Gesteine zu stellen sind. Nach Gorjanovič gehört aber diese Fischfauna der sarmatischen Stufe Kroatiens an.

Analog, wenn auch nicht so vollständig entblößt, stellt sich die sarmatische Stufe im Westen südlich Ivančici und bei Draga dar.

#### **Die Congerienschichten.**

Wie die sarmatischen Schichten treten auch die Congerienschichten nur am Südrand des Gebirges auf. Sie bilden

hier südlich Jaska bis zum Südfuß des Spornes von Sv. Nedelja eine breite von W gegen O verlaufende Zone, welche im Norden gegen die sarmatischen Schichten begrenzt ist und im Süden allmählig unter dem Belvedereschotter verschwindet.

Nordwestlich Jaska beginnen die Congerienschichten bei Hrastje, es sind lichtgraue, tonige Mergel, die hier reich an kleinen Congerien sind und im Liegenden sandig werden, sie zeigen eine flach ( $15^\circ$ ) gegen SO einfallende Schichtung. Nördlich Jaska an der vorbeschriebenen Fahrstraße nach Plešivica sind die Congerienschichten zuerst bei der Ziegelei, westlich Zdihovo sichtbar, sie sind hier fast ungeschichtet und enthalten nur wenig Congerien. Einzelne Partien sind wie bei Hrastje von weichen Limonit-Adern durchzogen und ihre Verwitterungsoberfläche bildet ein brauner limonitischer Lehm, der von kleinen Limonitkügelchen durchsetzt ist. Bis Ober-Rieka sind wiederholt Entblößungen in dieser pontischen Stufe vorhanden. Im allgemeinen konnte festgestellt werden, daß die hangende und die liegende Partie der Congerienschichten allein geschichtet ist, besonders gut die hangende, während die mittlere Schichtenfolge keine Schichtung aufweist. Congerienschalen treten ganz vorwiegend in den geschichteten Partien auf. Da die Breite der Congerienzone zirka 3 *km* beträgt und die gesamte Schichtenfolge mit  $15^\circ$  gegen Süden einfällt, muß die Mächtigkeit eine erhebliche, zirka 800 *m*, sein.

Lagerung und Ausbildung dieses Horizontes ist am Südfuß des Spornes von Sv. Nedelja die gleiche.

### Der Belvedereschotter.

Die jungpliocänen Belvedereschotter sind in eine Anzahl von mehr oder minder ausgedehnten Resten inmitten des östlichen Uskokengebirges erhalten. Ursprünglich dürfte der größte Teil dieses Gebirges von ihnen bedeckt gewesen sein. Stellenweise findet sich wie auf dem Höhenzuge von St. Veit, und zwar oberhalb des vorher besprochenen Hohlweges, in dem die tuffigen Lithothamnienkalke anstehen, als Reste dieser Decke nur noch einzelne besonders große Quarzgeschiebe, die ihrer zentralalpinen Provenienz nach und in Anbetracht

ihres ortsfremden Aussehens auf der Höhe der jungtertiären Kalke außerordentlich auffallen. Der südliche Saum der Ost-Uskokon ist von einem breiten Bande von Belvedereschotter in größerer Mächtigkeit umgürtet, die sich hier überall auf die Congerienmergel legen. Am Galgono bei St. Martin erreichen die Schotter auch hier eine größere Höhenlage. Die Schotter enthalten vorwiegend Milchquarze und im Süden viele Kieselgesteine aus den Großdorner Schichten. In dem untersuchten Gebiet sind die höchstgelegenen Reste auf dem Dugi-Rücken vorhanden. Ihre besonders große Ausdehnung in der Senke zwischen dem Goli Cirknik im Osten und den Höhen von Stoydraga im Westen läßt der Vermutung Raum, daß diese bei Klein-Zirnik (467 *m*) heute ihre größte Höhe erlangende Senke als ein pliozänes Talgebiet einst eine Eingangsstraße eines Belvederesflusses aus dem Norden gewesen ist.

Die Lagerung des Belvedereschotter im Gebirge ist für die Auffassung des Aufstieges der Inselberge von hervorragender Bedeutung, hat bisher aber nur wenig Beachtung nach dieser Richtung gefunden. Es wird später ausführlich davon die Rede sein. Am nördlichen Rand des Gebirges sind Belvedereschottermassen offenbar sekundär in tieferer Lage verlagert worden, das gilt von den Resten westlich Cerina, und von dem als Gurkhochterrasse östlich Malenze am Gebirgsfuß gelagerten Schotter, die außerdem durch den Einschub erheblicher Mengen von Triaskalkgeröllen ausgezeichnet sind.

#### Quartär.

Der Untergrund der Stadt Rann besteht aus blauen, wahrscheinlich quartären Tegel, welche im Westen an einer Steilkante zu den Altwässern der Save steil abfallen. Gegen Norden schieben sich in diesen Tegel Kalkschotter ein, bis der nördlichste Teil der Stadt auf einer Schotterterrasse gelegen ist. Im Erdbebenbarakenlager wurden im März 1917 Brunnenschächte ausgehoben, in denen in  $\frac{1}{2}$  *m* Tiefe bereits Geröllschichten und unter ihnen eine gelbe Lehmdecke angetroffen worden sind. Der nördliche Steilrand trägt schon 3 *m* groben Schotter über dem blauen lettigen Tegel. Die

Ablagerung beweist, daß gewisse Teile der Saveniederung zur Quartärzeit seenartige Altwässerausbreitungen aufgewiesen haben, deren mergelig-sandige Sedimente durch eine Tieferlegung der Erosionsbasis, neuerdings vom Fluß tief angeschnitten und stark abgetragen wurden.

#### 4. Die Tektonik.

Das Uskokengebirge besitzt in seinem östlichen Teil alle strukturellen und morphologischen Eigentümlichkeiten der sogenannten kroatischen Inselberge. Wie bei diesen ist ein älterer mesozoisch-jungpalaeozoischer Gebirgskern und ein jungtertiärer Mantel ausgebildet. Besonders scharf ist eine **ältere** und eine **jüngere** Tektonik zu unterscheiden. Die ältere, abgesehen von der palaeozoischen, die alpine, ist teilweise prae-kretacisch, teilweise alttertiär; die jüngere hat das Miocän und sogar das Pliocän noch stark disloziert und stellt daher eine der allerjüngsten Gebirgsbildungen dar. Während die ältere Tektonik natürlich nur im Inselkern beobachtet werden kann und schon wegen ihres viel stärkeren Ausmaßes hier die jüngeren Dislokationen fast vollständig überdeckt, liegt uns im jungtertiären Mantel des Gebirges die junge Tektonik rein vor Augen. Die Erdbebenercheinungen besitzen naturgemäß nur Beziehungen zur **jungen** Tektonik; unsere Untersuchung erstreckt sich daher auch fast ausschließlich auf diese und daher auf die Tektonik des jungtertiären Mantels des Gebirges.

Zur Einführung in das tektonische Gesamtbild des Gebietes diene zunächst die folgende Schilderung: Wir befinden uns im steirisch-krainer-kroatischen Grenzgebiet am westlichen Rand des jungtertiären pannonischen Meeres. Dort, wo die Ablagerungen desselben vorhanden sind, läßt sich die jüngere Tektonik genau verfolgen. Es ist das vor allem nördlich des Ranner Beckens, in dem Gebirge östlich des Saandurchbruches zwischen Cilli und Steinbrück, im Gebiet des untersteirischen Berglandes südlich St. Georgen—Grobelno, ferner südlich des Ranner Beckens im Uskokengebirge und östlich der steirischen und Krainer Grenze in den Zügen der kroatischen Inselbergen der Fall.

Die geologischen Spezialkarten Cilli-Ratschach und Rohitsch-Drachenburg, deren Aufnahme wir Teller und Dreger verdanken, zeigen zwischen im wesentlichen triadischen Kerngebirgen lange Zonen jungtertiärer Gesteine. Im ganzen können wir hier südlich St. Georgen und Cilli und nördlich des Ranner Beckens, d. h. der Linie Videm a. d. Save—Artisch—Globoko von Norden nach Süden die folgenden sich aus West gegen Ost hin ausdehnenden älteren Gebirgskerne unterscheiden. Südlich Cilli der breite, hohe, der Hauptsache nach aus karbonischen Gesteinen aufgebaute Gosnik-Dost-Zug, dessen östlichem Ende der kleine, steile Aufbruch von Klanschegg vorgelagert ist. Ein weiter südlich gelegener Zug, welcher aber nur im Osten eine Aufragung der mesozoischen Kerngebirge zeigt, stellt die Rudenza dar. Südlich der Tüfferer Mulde folgt dann das von der Save durchquerte ausgebreitete Triasgebirge des Kopitnik—Velke Hozie—Laisberg—Wachberg, welches nördlich Hörberg seine östliche Ausspitzung erfährt. Noch weiter südlich befindet sich dann der Orlica-Zug, der nicht mehr rein westöstlich, sondern gegen ONO gerichtet im Königsberg bei St. Peter das Sotlatal und damit die kroatische Grenze erreicht; jenseits derselben bildet der Cesarsko brdo die östlichste Spitze. Alle diese Bergzüge zeigen eine ältere nach meiner auf Grund einiger Exkursionen in ihnen gemachten Erfahrungen vorwiegend von SW gegen NO streichende Faltung und eine jüngere Tektonik, welche dem Verlauf der Bergzüge entspricht, also vornehmlich W-O gerichtet ist. Die zwischen den Zügen befindlichen Gebiete werden von in steile Falten gelegte jungtertiäre Gesteine eingenommen, und zwar sind Ablagerungen der I. und II. Mediterränstufe sowie sarmatische und auch noch pontische Schichten an der Faltung beteiligt. Zwischen den einzelnen Kerngebirgszügen ist das Jungtertiär auch nicht nur in eine einfache Mulde gelegt, es sind vielmehr mehrere dicht zusammengepreßte, auch unregelmäßige Mulden und Sättel vorhanden<sup>1</sup> An diese sehr junge Tektonik des untersteirischen

---

<sup>1</sup> So zeigt sich der Aufbau wenigstens an der von mir begangenen Querlinie St. Georgen—Montpreis—St. Peter—Dobrova.

Berglandes knüpft A. Winkler<sup>1</sup> bei seiner Darstellung der Tektonik des Jungtertiärs in der Mittelsteiermark an. Es sei nur kurz hervorgehoben, daß dieser Autor ausführlich geschildert hat, daß die starke Faltung des Jungtertiärs gegen Norden nur bis zum Bacher reicht, nördlich des Bacher, in den Windisch-Büheln und im Posruk herrscht eine sehr viel geringere Faltung und nördlich Ehrenhausen bis ins Grazer Feld, vor allem auch bei Wildon ist diese jüngere Faltung überhaupt nicht mehr vorhanden. Nur junge Brüche sind hier noch zur Auslösung gelangt. Von den chronologischen Phasen der Gebirgsbewegung wird später am Schluß der Besprechung der Tektonik des Uskokengebirges noch die Rede sein.

Aus dem untersteirischen Gebirgsland entwickeln sich gegen Osten die nördlichen Züge der kroatischen Inselberge, die Ivanščica bei Krapina, das Kalnikgebirge und die Kuna Gora. Diese unterscheiden sich von den Kerngebirgen der steirischen Züge nur dadurch, daß sie durch breite ungefaltete tertiäre Tiefländer getrennt sind.

Professor Gorjanovič hat die Zusammenhänge der kroatischen Inselberge mit den Auffaltungen des untersteirischen Berglandes bereits in einer von mir als vollständig zutreffend erkannten Skizze in den Erläuterungen zum geologischen Blatt Zlatar-Krapina (Agram, 1904). Geolog. Übersichtskarte des Königreiches Kroatien-Slavonien. Zone 21. Col. XIV) klargestellt.

Die junge Tektonik ist in den Inselbergen nur an den Rändern, in den jungtertiären Mänteln der Inselberge intensiv entwickelt. Bei genauerer Betrachtung zeigt es sich zwar, daß das Tertiär der Senken allerdings nicht vollständig ungefaltet ist, sondern wie beispielsweise zwischen der Ivanščica und dem Sleme noch in dem kleinen Triasaufbruch der Strugaca nördlich Orchovica eine deutliche Aufsattlung be-

---

<sup>1</sup> Untersuchungen der Geologie und Palaeontologie des steirischen Tertiärs. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 63. 1913, p. 503ff. und Versuch einer tektonischen Analyse des mittelsteirischen Tertiärgebietes und dessen Beziehungen zu dem benachbarten Neogenbecken. Verh. d. k. k. geol. R. A. 1913, p. 311 ff.

sitzt<sup>1</sup>. Im grossen und ganzen sind aber die tertiären Zwischengebiete sehr viel leichter gefaltet als im Westen im untersteierischen Gebirgsland.

Das dritte Gebirgsstück stellt das Uskokengebirge dar, dessen Tektonik, wie es Gorjanovič<sup>2</sup> bereits dargestellt hat, vom Südrand, vom Samborsker Gebirgsstück zum großen Slemeggebirge nördlich Agram hinüberführt, während das nördliche Uskokengebirge durch die alte Tektonik mit der südöstlich des Orlicazuges befindlichen Marija Gorica in Verbindung steht, wie es Professor Heritsch ableiten wird. Eine westliche Verbindung des Uskokengebirges ist nicht vorhanden. Von Karlstadt ab grenzt es unvermittelt an das dinarische System des Gotscheergebietes. Herr Dr. Seidl wird diese Verhältnisse behandeln. Ich betone daher noch einmal, daß nur der von mir untersuchte östliche und südliche Teil der Uskoken den Charakter der Inselberge besitzt.

#### a) Tektonik des Nordrandes der östlichen Uskoken.

Die beträchtliche Ausbreitung des Tertiärs im nördlichen Gebirgstheil südlich der Linie Malenze-Čatež ist aus der beigegebenen Karte ersichtlich. Von der Gurk erstreckt sich das Tertiär  $3\frac{3}{4}$  km weit über Sobenovas hinaus gegen Süden. Die südliche Begrenzung bildet eine geschwungene von Globoschitza — südlich Sobenovas — Dobenu gegen Prilipe am östlichen Gebirgsrand verlaufende Linie. Die Südgrenze bildet der natürliche Auflagerungsrand auf die Trias, zumeist auf triadische Dolomite. In der Auflagerung erscheinen die bereits von Sobenovas erwähnten konglomeratischen Ostreenkalk, nur bei Globoschitza transgrediert der höhere Kalksandstein als Heterosteginenkalk. Auch am Westrand erscheint das Tertiär meist als regelmäßige Auflagerung in Form von Lithothamnien- und Amphisteginenkalk. Während aber die südliche Auflagerungsfläche wohl steil, die angelagerten Tertiärschichten aber nur wenig aufgerichtet sind, befindet

<sup>1</sup> Vgl. das geol. kolorierte Blatt Krapina-Zlatac.

<sup>2</sup> Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges u. s. w. Abh. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. 1907.

sich der westliche Auflagerungsrand erheblicher gestört. Es verläuft hier ein NNW gegen SSO verlaufender Bruch durch das Tertiär, der bei Malenze das Tertiär gegen Westen an Großdorner Schichten abschneidet, dann aber gegen Zejno zu sich weiter vom westlichen Tertiärrand entfernt. Ein Parallelbruch tritt aus der Saveniederung bei Prilipe ins Gebirge und östlich des Kleznikgipfels in die Trias hinein. Den westlichen Bruch wollen wir die Störung von Malenze, den östlichen die Störung von Prilipe nennen.

Im Innern des großen nördlichen Tertiärgebietes ist die Lagerung der Gesteine am besten auf der Linie und auf dem Wege von der St. Veiter Kirche nach Zerina, von hier nach Zejno, Dobenu und am Pfad nach Klein-Zirnik festzustellen. Auf der St. Veiterhöhe stehen westlich der Kirche annähernd sählig (hier und da ein wenig nördlich oder südlich fallende) massige Kalksandsteine an. Unterhalb der Höhe, vor allem an dem von Rann aus sichtbaren großen Felsabsturz unterhalb der Kirche stehen 30° südlich fallende brecciöse, stark zerklüftete Kalksandsteinbänke mit kleinen Lithothamnienkolonien an. Das Gestein ist von NNW—SSO streichenden, schwach westlich fallenden Klüften durchzogen, andere Klüfte, welche dem Abhang parallel verlaufen, durchkreuzen sie. Zwischen diesen Klüften stehen zerbrochene Gesteinsstücke. Im Verlauf des Erdbebens war hier ein erheblicher Gesteinsfall erfolgt. Ich fand auf der vorhandenen Schneedecke hier eine herabgebrochene Blockmasse von 120 m<sup>3</sup>. An der Basis dieser Gesteine am Hohlweg 700 m westlich der Kirche treten die auf S. 67 behandelten tuffigen Einlagerungen auf. Am Abfall gegen Norden sind die Aufschlüsse im Walde sehr ungünstig. An einer Stelle tritt Triasdolomit zutage, wenig über der alten Römerstraße von Čatež werden wenig darüber nördlich fallende kalkige Lagen mit Pectiniden und Dentalien sichtbar. Das allgemeine Einfallen der Tertiärschichten ist mit 30° gegen Nord gerichtet. So ist es an der Römerstraße gegen Malenze und an mehreren Stellen im Walde zu beobachten. An dem Steilhang des Gebirges unmittelbar an der Reichsstraße am Ufer der Gurk zwischen der Ranner Brücke und Čatež ist das Einfallen

der teilweise mergeligen Kalksandsteine wechselnd. Bei dem zu beobachtenden starken Wasseraustritt dürften hier Gehäuserutschungen eingetreten sein. An der Savebrücke beobachtet man  $15^\circ$  östlich fallende Kalksandsteine mit Mergelzwischenlagen, dann 400 *m* weiter gegen Čatež  $40^\circ$  gegen SW fallende weiche Mergelgesteine. Vor Čatež legen sich die Schichten dann am nördlichsten Teil des Gebirges fast söhlig mit geringem nördlichen Einfallen. Am Wege von St. Veit nach Zerina, welcher andauernd mit  $20^\circ$  gegen NNW fallende Kalksandsteinbänke durchquert, gelangt man also andauernd in tiefere Schichten. Der tiefste Horizont wird von einer festen Lithothamnien enthaltenden Muschelbreccie gebildet, die sehr dick und feinkörnig ist. Umittelbar oberhalb Zerina legen sich die Schichten söhlig. Beim alten Kloster von Zerina stehen  $10^\circ$  in NNW fallende Lithothamnienkalke an. Am Pfade nach Zejno steigen wir ungefähr innerhalb dieses Horizontes mit dem etwas steiler ansteigenden Kalke empor. Es folgt bald oberhalb Zerina der Hohlweg, in dem die erwähnten krystallinen Orbitoidenkalke aufgefunden wurden. In Zejno selbst erreichen wir die Malenze-Störung, die Schichten fallen dort mit  $30^\circ$  gegen SW. Aus diesem Querprofil von Norden gegen Süden erkennen wir demnach gemäß dem auf Seite 66 mitgeteilten Profil, daß die jüngeren Leithakalke hier normalerweise fast überall nach NNW einfallen, vom südlichen Auflagerungsrand des Tertiärs bis gegen den St. Weiterberg stellen sich jeweils jüngere Schichten ein. Die Schichtenfolge vom südlichen Auflagerungsrand bis zur Höhe des St. Weiterberges ist dabei durch keine von W gegen O ziehende Verwerfung gestört. Der Umstand, daß die Triasunterlage am St. Weiterberg mindestens 250 *m* höher liegt als bei Zejno, ist eine Folge des vormiocänen Reliefs des Untergrundes. Die St. Weiterhöhe stellte einen Teil einer triadischen Höhe dar, über welche erst die höheren Kalksandsteine transgredierte. Das Aufsteigen des Kalksandsteins bis zu 384 *m* am St. Weiterberg und bis zu 420 *m* oberhalb Sobeňovas beweist, daß das Gebirge sich um mehr als diesen Betrag nach der Ablagerung der Kalksand-

steine gehoben hat. Diese Hebung war im Süden von Cerina, wo die stratigraphisch tieferen Horizonte in größerer Meereshöhe auftreten als die stratigraphisch höheren im Norden auf der St. Veiter Höhe, eine stärkere als im Norden. Hiermit steht das ausnahmslose Einfallen der Schichten gegen NNW aufs beste im Einklang. Da keine Längsbrüche auftreten, muß sich das gesamte von N nach S  $3\frac{3}{4}$  km breite Gebirgsstück in vollkommenem Zusammenhang gehoben haben. Nun wird auch das Auftreten des Seite 72 erwähnten Basalkonglomerates der Kalksandsteine hinter dem Goli Cirk am Dren in 500 m Meereshöhe verständlich. Wir befinden uns hier in einem noch weiter südlich gelegenen Gebiet, in dem die spätere Hebung eine noch stärkere gewesen ist. Zugleich wird durch diesen interessanten Erosionsrelikt bewiesen, daß das ältere Gebirge noch viel stärker vom Jungtertiär eingedeckt gewesen ist, als es heute der Fall ist. Von besonderer Bedeutung ist es ferner, daß die Kalksandsteine am Nordabfall steiler nach NNW einfallen als sonst in diesem Tertiärgebiet. Darin erkennen wir, daß sich der Aufstieg des Gebirges am Nordrand der St. Veiter Höhe gegen die Ranner Ebene vollzogen hat.

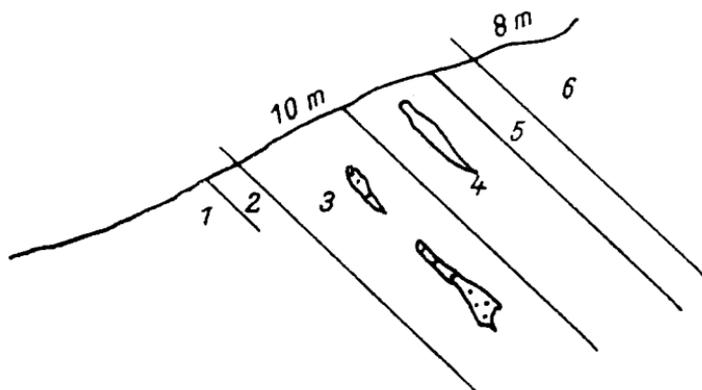
Diese festgestellte normale Lagerung der zweiten Mediterranstufe wird nun durch die Störung von Malenze und durch die Störung von Prilipe sehr stark verändert. Die Störung von Malenze kommt in der Ausbildung des Ostrandes des behandelten Tertiärgebietes zum Ausdruck. Der Gebirgsabfall westlich von Malenze besteht aus Triasgesteinen, zunächst bis vor Piroshitz aus Großdornerschichten. Das Miocän traf Prof. Heritsch ungestört und nur in sehr geringer Höhenlage an. Daraus ergibt sich schon, daß die in unserem Gebiet festgestellte Art der Hebung des östlichen Gebirgsteiles nicht für das Gebiet westlich Malenze in gleicher Weise Gültigkeit besitzt. Die Störung von Malenze ist südöstlich Malenze im Talgebiet bis Merslavavas in mehreren Aufschlüssen sehr gut aufgeschlossen. Beim nördlichsten Haus von Merslavavas sind noch normal mit  $35^\circ$  gegen N fallende Muschelbreccienbänke, in dessen Hangendem sich Kalksandsteine mit blauen, tonigen Zwischenlagen

vorfinden, vorhanden. Dann gelangt man aber bald am Pfad weiter gegen Westen an steil gestellte Kalksandsteine, welche mit  $65^\circ$  in ENE fallen. Dieses Fallen und das zugleich entlang der Störung von NNW gegen SSE gehende Streichen hält entlang der Störung bis Malenze an. Südlich Merslavavas verläßt die Störung den Westrand des Tertiärgebietes und streicht nach Zejno hinüber, wo ebenfalls im Ort von NNW gegen SSE streichende Kalksandsteinbänke sichtbar sind. Am Pfad von Merslavavas gegen Globoschitzka ist die normale Auflagerung des Tertiärs im Westen der Störung mehrfach gut wahrnehmbar. In Ober-Globoschitzka stehen nach  $20^\circ$  E fallende Triasdolomitbänke an, tiefer fallen die Bänke mit  $15^\circ$  in ESE ein. Bis zur Tomseo-Mühle erscheint dann als Basis des Tertiärs Lithothamnienkalk auf einer Basis von Konglomeratbänken, die durch teilweise hohle Gerölle auffallen. Die Auflagerung erfolgt hier auf einer mit  $30^\circ$  gegen NNE fallenden Fläche. Bei Merslavavas folgen dann einmal südlich fallende Kalksandsteine und feste Muschelbreccienbänke mit Amphisteginen. Die Störung von Malenze tritt südlich Zejno in die Trias des Goli Cirknik ein und verläuft über diesen bis zu den steilen, außerordentlich stark verwitterten Dolomitwänden an der Einmündung der Gabrovica in das Breganatal. Nördlich Malenze dürfte die Störung aber bis Skopiz durchsetzen. Mit ihr hängen hier die beim Ranner Erdbeben erfolgten starken Erschütterungen zusammen (vgl. p. 32 f.).

Sehr viel wichtiger für das Ranner Erdbebenproblem ist aber die Störung von Prilipe. Die im ersten Teil dieser Abhandlung aufgedeckte Erdbebenstoßzone bei Rann besitzt einen von NNW gegen SSE gerichteten Verlauf. Sie läuft demnach östlich Čatež im Bereich der Saveniederung, und müßte man bei Prilipe ihren Eintritt in das Gebirge erwarten. Es ist im ersten Teil der Arbeit bereits hervorgehoben, daß die dort geschilderten Erdbebenwirkungen bei Prilipe auf den Eintritt der Störung hier mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit hinweisen, um so mehr mußte es überraschen, daß sich bei Prilipe eine Schichtenstörung erkennen läßt, welche sich andauernd in ihrem Ausmaß verstärkend bis weithin in

den kroatischen Gebirgsanteil verfolgen läßt. Auf eine Phasenbewegung der Prilipe-Störungszone konnte daher das Ranner Erdbebenphänomen direkt zurückgeführt werden.

Betrachten wir zunächst die Lagerung des Tertiärs in der Umgebung von Prilipe (Fig. 10), wo ältere und große von der Save-Regulierungskommission neu angelegte Steinbrüche unterhalb und südlich von Prilipe im Prilipetalchen vorhanden sind. Etwa 1·5 km südwestlich Prilipe ist in einem großen Steinbruch die Auflagerung des Tertiärs auf Trias-



1. Triaskalk. 2. Krystalliner Lithothamnienkalk. 3. Dentalienkalke mit Gerölllinsen. 4—5. Feste Lithothamnienkalke. 6. Kavernöse Lithothamnienkalke.

Fig. 10. Die Auflagerung des Tertiärs auf Triaskalk im großen Steinbruch westlich Prilipe.

kalkbänke sehr schön aufgeschlossen. Den hier mit 30° gegen N fallenden, zuckerkörnigen, krystallinen Kalkbänken sind feste, gleichfalls etwas krystalline Tertiärkalke aufgelagert, denen bald im Hangenden feste Lithothamnienkalke mit Dentalien und Crinoidenstielglieder folgen. In ihnen treten feingeschichtete Mergellinsen und kleine, schnell auskeilende Bänkchen von Kalkgeröll auf. 10 m über der Auflagerungsfläche folgen Lithothamnienkalke, welche auf Klüften Kalkgerölle führen und ihrerseits von kavernösen Lithothamnienkalcken überlagert sind.

Im östlichen Teil des ausgedehnten Steinbruchs bleibt das Einfallen und Streichen der Lithothamnienkalkbänke das

gleiche, es setzen hier aber mehrere — ich könnte sechs zählen — saiger stehende aus NNW gegen SSE streichende offene Klüfte durch das Gestein, die aber anscheinend keine Verwerfer sind, aus ihnen ist durch das Erdbeben die terra rossa herausgeschüttelt worden und die Kalksinterbildungen zerrissen, keine Stalaktiten abgebrochen herabgefallen.<sup>1</sup> In den weiter östlich gelegenen älteren Steinbrüchen beobachtet man nun, daß sich Fallen und Streichen der Lithothamnienkalkbänke stark ändert und daß im großen und ganzen hier eine gegen das Savetal im Osten zu gerichtete Schichten-

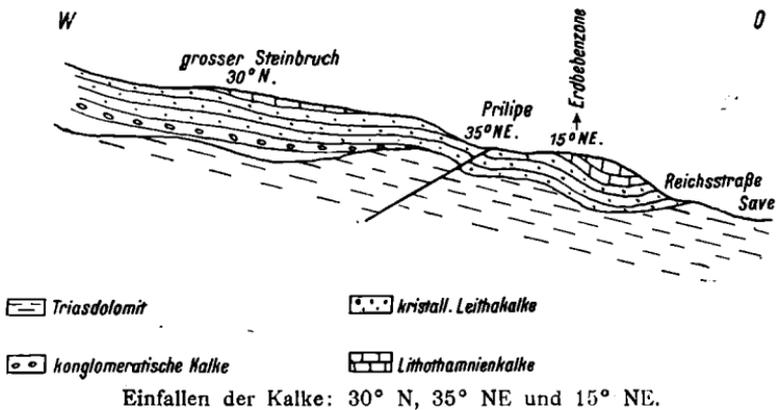


Fig 11. Profil durch die Flexur von Prilipe.

abbiegung, eine Flexur, entwickelt ist, die ihre Hauptabiegung kurz vor dem Ausgang des Tälchens unterhalb Prilipe hat. Östlich des großen neuen Steinbruchs werden zunächst im Talgrund 35° gegen ENE fallende Kalke sichtbar, dann an der unteren Brücke stratigraphisch höhere Lithothamnienkalke mit *Spondylus* und *Ostrea crassissima*,

<sup>1</sup> In dem südlich des Prilipetälchens gelegenen kleinen Paralleltal sind die Lithothamnienkalke an niederen natürlichen Steilabfällen aufgeschlossen. Hier ist das verwitterte Gestein durch das Erdbeben in ausgedehntem Maße herabgebrochen. Die Schutthalden befanden sich hier auf der vor dem Erdbeben gefallenen Schneedecke und boten einen sehr überraschenden Anblick, da die Gesteinsentblößungen an sich wenig für derartige Abbrüche prädestiniert sind.

die nordöstlich einfallen. In dem kleinen alten, am weitesten zum Talausgang zu gelegenen, verwachsenen Steinbruch auf der rechten Bachseite sind NNW—SSE streichende, mit  $22^\circ$  in ENE fallende krystalline Tertiärkalke sichtbar, die von verwitterten Lithothamnienkalken überlagert sind. Der Beginn der Schichtenabiegung befindet sich demnach etwas östlich des großen Steinbruches und verharren die Schichten bis zum Talausgang in ostnordöstlichem Einfallen. Auf der Höhe von Prilipe befinden sich westlich der Ortschaft mehrere tiefe Dolinen, welche die Störung hier anzeigen. Unmittelbar an der Reichsstraße am Fuße des Gebirges vor dem Ausgang des Prilipetälchens scheint die Schichtenabiegung wiederum eine geringere zu werden, denn hier beobachtet man mit  $15^\circ$  in NE einfallende feste Triaskalkbänke.

Aus dieser Lagerung der jungen Abiegung der Lithothamnienkalke ergibt sich, daß der Ostabfall der Uskokon zwischen Čatež und Prilipe westlich der Erdbebenzone und der Schichtenflexur gelegen ist, wie es auch aus den Erdbebenerscheinungen in der Ortschaft Čatež gefolgert werden kann. In der Tat sehen wir hier auch nirgends etwas von einer Abiegung der Schichten gegen die Save oder von einer Störung. Am Gehänge oberhalb eines der südlichsten Häuser von Čatež sind in einem kleinen verwachsenen Steinbruch  $40^\circ$  NNW fallende Hornsteinkalke, die im stratigraphischen Teil erwähnten Aptychenkalke, aufgeschlossen. Es handelt sich hier um einen östlichsten Ausläufer der am St. Weiterbergzug erwähnten Durchragungen älteren Gesteines durch das Tertiär. Weiter südlich vor dem Gasthaus Radaj sind an einem Austritt einer  $25^\circ$  warmen Quelle, die in einem kleinen Tümpel zum Waschgebrauch aufgefangen wird,  $25^\circ$  gegen SE fallende lockere Mergelkalke aufgeschlossen. Auch weiter südlich treten Thermen auf, die für den ganzen Ostrand des Gebirges so überaus charakteristisch sind. Südlich des Gasthauses Radaj befindet sich dann der große, nicht mehr in Betrieb stehende Steinbruch, den Kinkelin besucht hat und aus dem die schönen Skulptursteine des Wiener Hofmuseum stammen. Es sind hier derzeit grobbankige, schalig verwitterte Kalksandsteine

sichtbar, die im Bruch s6hlig liegen, aber vorne durch Verst6rzung und Abrutsch 6stlich und s6dwestlich fallen. Es folgt dann bald der nach Zerina emporf6hrende Karrenweg, an dem das Terti6r vortrefflich in nahezu flacher Lagerung ein wenig gegen S und SO fallend aufgeschlossen ist.

#### b) Der Verlauf der St6rung von Prilipe am Ostrande der Uskokten.

Die bei Prilipe im wesentlichen als Flexur nachgewiesene St6rung lie6 sich bei der Begehung des Gebirges 6ber 17 km L6nge bis zum S6drand der Uskokten verfolgen. Es ist dies nur dadurch m6glich gewesen, da6 sie die im Beginne dieser Abhandlung unterschiedenen drei Terti6rbuchten von Gro6-Dolina, von Jazbina und von Rakovica schneidet und demnach auf lange Erstreckung in dem sonst wenig gest6rten Mioc6n verl6uft. Es bestehen auch sp6ter zu besprechende Anzeichen daf6r, da6 sich die St6rung von Malenze ebenso weit verfolgen l66t. Diese verl6uft aber s6dlich des Goli-Cirnik andauernd in der Trias, wo sie neben der 6lteren Tektonik des Gebirgskernes nur sehr schwer innerhalb der st6rker gest6rten Triasgesteine aufgedeckt werden kann und in den meisten F6llen vollst6ndig problematisch bleiben w6rde. Eine neue Frage tritt aber zu den bisherigen, ob weiter im Osten der Prilipest6rung noch andere Parallelst6rungen nachweisbar sind. Besonders dort, wo am Sporn von Sv. Nedelja ein weites Ausgreifen des Gebirges nach Osten stattfindet, konnte dieser Frage mit Erfolg nachgegangen werden.

Die St6rung von Prilipe setzt 6ber den Triaszug des Kleznik 6stlich Koritno in die Terti6rbucht von Gro6-Dolina hinein. Am Kleznik sind inmitten des dichten Waldbestandes nahezu keine Aufschl6sse vorhanden. Innerhalb der Terti6rbucht herrschen im allgemeinen recht einfache Lagerungsverh6ltnisse. Die Auflagerungsfl6che des Terti6rs befindet sich im allgemeinen 6ber der Reichsstra6e, nur bei Ribenza reicht das Terti6r bis zu dieser hinab. An der Steilkante der Terrasse, auf welcher die Stra6e verl6uft, tritt aber un-

mittelbar über dem Inundationsgebiet der Save bei Jesseniz bis Ribenza hin Triaskalk und Dolomit zutage. Beim Gasthause Ribenza stehen  $45^\circ$  gegen N einfallende, geschichtete Dachsteindolomite an. Über ihnen erscheinen beim Anstieg gegen Dolina  $10^\circ$  in ESE fallende Lithothamnienkalke, über ihnen an Lithothamnien arme feste Zweischalerschichten und darüber lockere Lithothamnienkalke, die von mergeligen Kalksandsteinen überlagert werden. Derartige Lithothamnienkalke, die weiß verwittern und dann die Lithothamnienkolonien schön ausgewittert zeigen, sowie mergelige Kalksandsteine überwiegen auf der ganzen Hochfläche von Groß-Dolina bis Ponique am Abfall des Dugi Herbet. Das Einfallen des Tertiärs ist ganz allgemein nördlich, so steht Koritno auf schwach nördlich fallenden Lithothamnienkalken; nördlich Koritno am Vickovinapäß sind  $20^\circ$  N fallende blätterige Mergelkalke mit Gramineeneinschlüssen zu beobachten, welche an die sarmatischen Schichten erinnern, aber ihrerseits wiederum von Lithothamnienkalken überlagert werden. Vom Südrand der Tertiärbucht von Groß-Dolina ist das Neudorfer Profil durch das Tertiär im stratigraphischen Abschnitt bereits beschrieben worden. Die Schichten liegen hier fast söhlig, das sehr flache östliche Einfallen kann ursprüngliche Ablagerungsneigung auf dem alten Relief sein. Abweichungen von der ruhigen Lagerung zeigt das Tertiär nur bei St. Jakob, wo die Kalksandsteinbänke mit  $30^\circ$  in ENE einfallen. Die hiermit aufgeschlossene Störung hat hier den steilen Westabfall des Kirchenhügels hervor gebracht, man kann die Störung an den Terrainformen von hier aus besonders deutlich nach SSE verfolgen. Es ist dies die südliche Verlängerung der Prilipestörung und als solche ist sie ebenfalls sehr klar östlich Koritno zu erkennen, dort, wo sich die beiden von Gaj und von Groß-Dolina heranzuführenden Wege vereinigen. Beide Wege verlaufen bis zu ihrer Vereinigung im Belvedereschotter, der am nördlichen und am südlichen Rand der Hochebene eine erhebliche Ausbreitung besitzt. Der Weg von Gaj tritt allerdings auf größere Erstreckung auch in den liegenden Triasdolomit (Einfallen  $35^\circ$  WEW) ein. Dort, wo beide Wege sich vereinigen, treffen

sie gegen Westen auf eine durch die NNW—SSE-Störung scharf begrenzte Triasdolomitpartie. Diese auch auf der beigegebenen Karte sichtbaren Verhältnisse beweisen zunächst, daß sich die östliche Scholle an der Prilipe-Störung in tieferer Lage befindet als die westliche, schon hier wird es ferner wahrscheinlich, daß nicht nur die II. Mediterranstufe, sondern auch der jung-pliocäne Belvedereschotter mitbewegt ist. Daß das in der Tat der Fall ist, zeigte die Begehung der Umgebung von Bresie. Diese Ortschaft befindet sich auf einer ziemlich ausgebreiteten Belvedereschotterpartie, welche einer mittelpliocänen Verebnungsfläche auflagert. Der Belvedereschotter bildet eine kleine Hügellandschaft, auch seine Ausbreitung ist aber gegen WSW auf einer sehr scharfen Linie an der hier hindurchlaufenden Störung von Prilipe abgeschnitten. Nordwestlich Bresie, am Wege nach Ponique ist der Belvedereschotter gegen Lithothamnienkalk verworfen. Der letztere tritt zum Teil in höherer Lage auf als der Belvedereschotter, westlich und südwestlich Bresie tritt westlich des Belvedereschotters Großdorner Schiefer auf und nur ganz südlich gegen Hruskovje zieht ein schmales Band von Belvedereschotter noch gegen Westen. Der Schotter erreicht in dem letztgenanntes Waldrevier 80 m über Bresie eine größere Ausbreitung. Das Schotterband am Aufstieg dürfte daher nur verschwemmter Abhangschutt der höheren Decke von Hruskovje sein. Hieraus würde sich die Sprunghöhe der Störung mit annähernd 100 m ergeben.

Die Untersuchung der Tertiärbucht von Groß-Dolina hat demnach zu folgenden interessanten Resultaten geführt: Die Prilipe-Störung setzt quer durch das Tertiär hindurch und verwirft nicht nur den jüngeren Leithakalk sondern auch noch die Belvedereschotter. Die Sprunghöhe beträgt in den Belvedereschottern beiläufig 100 m. Die Dislokation ist also erheblich größer als bei Prilipe.

An keiner Stelle der Uskoken zeigt sich ferner der Unterschied zwischen der jüngeren und älteren Tektonik so deutlich wie an der Umrandung der Tertiärbucht von Groß-

Dolina. Im Südosten ist der Leithakalk auf Carbon, im Osten auf unterer Trias (im Park des Schlosses Mokritz), im Nordosten auf Dachsteindolomit, im Nordwesten auf jurassischen Aptychenkalken und auf Werfener Schichten und im Westen auf Großdorner Schichten und Muschelkalkdolomit und Kalk aufgelagert.

Südlich des Breganatales tritt die Prilipe-Störung über dem Kozlak-Lave drage bis ins Samobortal in das ältere Gebirge ein. Sie bildet nur bei der Höhe 320 südlich Hrusovac die östliche Begrenzung der Tertiärbucht vor Jazbina. Hier im kroatischen Gebirge ist sie aber auch im älteren Gebirge außerordentlich scharf zu verfolgen, ihre tektonische Bedeutung und damit ihre Sprunghöhe hat unverkennbar wiederum stark zugenommen. Das Triasgebirge dieses nördlichen kroatischen Gebirgsstückes streicht beiderseits der Störung aus SW gegen NO. Das Einfallen ist aber östlich der Störung ganz vorwiegend gegen NW, während westlich derselben auch anderes Einfallen auf größere Erstreckung herrscht. Vom Kozlak aus bis über den Rebar im Südosten bringt die Störung ein im Westen sehr ausgebreitetes Carbon mit oberer Trias in Berührung.<sup>1</sup> Zwischen Kozlak und Rebar beobachtete ich einmal 60° nordöstliches Einfallen des Carbon. Das Carbon ist hier an der Verwerfung geschleppt. In größerer Entfernung von der Störung westlich des Kozlakgipfels wurden Carbonsandsteine mit 50° gegen SE fallend festgestellt, das dürfte die normale Lagerung sein, denn südlich des Gipfels des Lave drage erscheint westlich der Störung die normale triadische Überlagerung des Carbons, rote Sandsteinmergel und lichte Glimmersandsteine, denen bei dem Gehöft Reschetari (südliche Häuser) Dadocrinus-kalkbänke, die auch Pentacriniten-Stielglieder enthalten, als unterer Muschelkalk auflagern. Zwischen beiden treten in

<sup>1</sup> Nach der Karte von Gorjanovič, wo der Verwurf des Carbons gegen die Trias gut sichtbar ist, soll die Trias östlich der Störung das Carbon regelmäßig überlagern. Das ist ausgeschlossen, da die Werfener Schichten und der Muschelkalk zwischen beiden fehlen und da es sich ferner um oberste Trias handelt. Bei Bregansko selo sind die Großdorner Schichten ausgezeichnet entblößt.

diesem Gebiet Roteisenstein-Anreicherungen (bis 2·5 *m* mächtig) teilweise limonitisiert und Knauern als Rudimente des ausgelösten Gipslayers auf, beides Repräsentanten des Eisensteintypus von Rude. Dieser abwechslungsreichen Schichtenfolge im Westen der Störung steht im Osten auf der ganzen Erstreckung nur obertriadischer, gegen NW fallender Dolomit gegenüber. Die kleine Leithakalkbucht von Jazbina erhebt sich bei Dubrava bis zur Höhe von 332 *m*.

Hier, also in verhältnismässig großer Meereshöhe, befindet sich die Lokalität, von der die tiefsten Horizonte unseres Tertiärs, Grunder Tegel und Braunkohlenflötze von Gorjano-

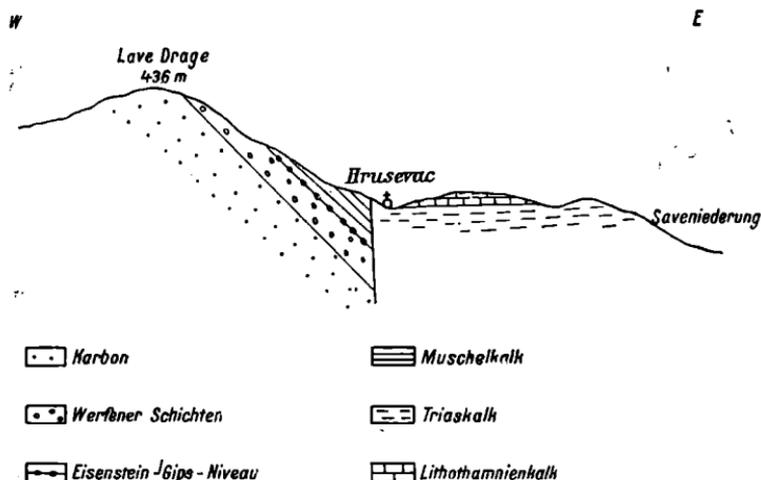


Fig. 12. Die Prilipe-Störung am Westrand der Tertiärbucht von Jazbina.

vič beschrieben worden sind. (Vgl. stratigraphischen Teil dieser Arbeit Seite 70.) Aus diesem Befund ergibt sich, daß hier, nördlich Samobor eine weitaus stärkere Hebung des Gebirges vorliegen muß als im nördlichen Teil der Uskokan. Die Grunder Schichten fehlen im nördlichen Gebiet überhaupt, erst der jüngere Leithakalk transgrediert, seine Basis befindet sich bei Groß-Dolina an der tiefsten Stelle in 150 *m* Meereshöhe, in dem nördlichen Tertiärgebiet südlich Čatež unterhalb der Save (hier 140 *m*). Das Tertiärbecken von Jazbina muß demnach mindestens um zirka 200 *m* stärker gehoben sein als das Tertiär von Čerino-Prilipe. Das kommt im Tertiär

um und südlich Jazbina dadurch zum Ausdruck, daß hier eine nur verhältnismäßig dünne Leithakalkdecke über dem bis zu 300 *m* sich erhebenden zur Saveniederung vorgelagerten Triasgebirge erhalten ist.

Auf der östlich der Störung gelegenen Gebirgsscholle treten ferner sowohl bei Verhovcal als auch im Ponikvawald südwestlich Bregana kleine Reste von Beivedereschotter auf. Auch diese befinden sich in größerer Höhe als bei Bresie. Sie liegen bei zirka 350 *m*.

Südlich Samobor verläuft die Störung inmitten von massigem Triasdolomit, dessen Einfallen mit Sicherheit meist schwer festzustellen ist. Das Gebirge ist von mir nicht eingehend genug untersucht worden, um ein Urteil darüber zu gewinnen, ob sich die Störung in dieser Trias erkennen läßt. Die sich südlich Samobor bis Kladje ausdehnende Tertiärbucht von Rakovica wurde erst wieder genauer begangen. Am Ostrand der Bucht, in den Hügeln westlich der Fahrstraße Samobor—Mala Rakovica—Kladje, reichen Lithothamnienkalke bis zur Saveniederung herab, sie befinden sich also in wesentlich tieferer Lage als in der Bucht von Jazbina. Die Straße selbst steigt auf einem Abschwemmungsdelta langsam empor, bis sie bei der Kote 168 in Großdorner Schichten<sup>1</sup> gelangt. Im weiteren Anstieg zur Höhe zwischen Kladje und Molvica legt sich mit südöstlichem Fallen die sarmatische Stufe des vom Südrand der Uskokon zum Sporn von Sv. Nedelja hinziehenden Tertiärzuges auf diese. Der Westrand der Tertiärbucht kann auf dem Höhenweg von der Kote 449 südlich Cerje nach Samobor, der östlich unterhalb der St. Georgs-Kapelle und später östlich der Kote 293 verläuft, gut studiert werden. Bei Cerje stehen söhlig gelagerte Muschelkalkschiefer an, bald unterhalb der Kote 449 beginnt die Auflagerung von Lithothamnienkalk, am Fußpfad bis zur Kote 293 bewegen wir uns immer auf der Auflagerungsfläche, auch das östliche Gehänge der Höhe bis Slavagora stellt diese tertiäre Auflagerungsfläche dar, wir

---

<sup>1</sup> Auf der Karte von Gorjanovič irrtümlich für Kreide gehalten.

treffen immer wieder kleine Fetzen von Lithothamnienkalk, zwischen denen Triaskalk herauschaut. Erst vor der Häusergruppe bei Kote 293, welche zu Rakovica gehört, ändern sich die Verhältnisse und wir gelangen nunmehr in ENE fallende Lithothamnienkalkbänke. Wir befinden uns unmittelbar westlich unserer Störung, welche hier auch durch einen in der ganzen Umgebung bekannten, ausgezeichnet frisches Wasser führenden Brunnen und durch zwei Dolinen angezeigt wird. Unterhalb des Brunnens beobachtet man am Wegeinschnitt Kalkmergelbänke von der Ausbildung der sarmatischen Schichten, welche erst tiefer wieder von Lithothamnienkalken unterteuft werden. Die Störung kommt sodann auch westlich der Kuppe 293 zum Ausdruck, wo die wahrscheinlich sarmatischen Kalkmergel mit liegenden Lithothamnienkalken bedeutend weiter nach Westen ausgreifen und tiefer in das Tälchen reichen, wie südlich der Dolinen.

Von dieser Lokalität aus nach SE durchquert die Störung zum Übergang bei Soic die ganze Tertiärbucht. Sie scheidet im Westen das soeben beschriebene Gelände der tertiären Auflagerungsfläche von dem östlichen Gebiet, in welchem das Tertiär tief in den Untergrund reicht. Es fällt auf, daß die Tertiärbucht von Rakovica im Gegensatz zu dem Tertiär nördlich des Breganatal ausschließlich durch lithothamnienreiche Kalke ausgefüllt ist und daß die Kalksandsteinfacies hier fehlt. Das Hangende dieser Lithothamnienkalke bilden Kalkmergel, die sehr wahrscheinlich bereits als sarmatisch anzusprechen sind. Die geringe Mächtigkeit der Kalke und das Fehlen der Kalksandsteine entspricht schon der Ausbildung des Leithakalkhorizontes an der Südflanke der Uskoken.

Die Ausbildung des Tertiärs läßt den Schluß zu, daß die Prilipestörung innerhalb der Bucht von Rakovica wiederum an Sprunghöhe verloren hat. Es ist hier zwar nicht möglich gewesen, diese selbst an irgend einer Stelle zu messen, aber der hohe Betrag der Sprunghöhe nördlich des Samoborer Tales ist südlich von Samobor sicher nicht mehr vorhanden.

Am Paß von Soic schneidet die Störung auf eine kürzere Strecke in die Trias ein. Hier scheidet sie im Westen

anstehende Triasdolomite von östlich entwickelten Großdorner Schichten. Nur östlich von ihr befindet sich hier in 400 *m* Höhe auch ein kleiner Rest von Belvedereschotter, auch dieser erscheint an der Störung abgeschnitten, also verworfen. Die Störung läuft dann vom Paß von Soic in das sich gegen Süden öffnenden Koscicatal hinab, welches ihr bis Sv. Martin folgt. Ob sie noch weiter gegen Süden zu verfolgen ist, bleibt unentschieden. Hier in dem großen Gebiet des Belvedereschotters habe ich keine Anzeichen für ihr Vorhandensein mehr erhalten. Bei Sv. Martin wird sie aber von der in dem nächsten Abschnitt zu behandelnden, aus SW kommenden Plesivicastörung geschnitten.

Das Resultat dieses Teiles der Untersuchung lautet demnach, daß die bei Prilipe in den Ostrand des Uskokengebirges eingetretene Störung über 20 *km* nach SSE bis Sv. Martin am Südrand der Uskokoken verfolgt werden kann. Da die Prilipe Störung aber die Fortsetzung der Ranner Erdbebenzone darstellt, so ist die Störung, wenn wir auch die Erdbebenzone ihr zurechnen, über 30 *km* Länge ausgebildet. Die Störung bildet bei Prilipe nur eine Flexur innerhalb des Leithakalkes, sie erreicht in der Tertiärbucht von Groß-Dolina den Charakter einer Verwerfung, ihre Sprunghöhe kann dort mit 80 *m* angenommen werden. Weiter im Süden jenseits des Breganatals auf der kroatischen Seite nimmt ihre Sprunghöhe weiter zu und erreicht am Lave drage ihr Maximum. Dort ist sie durch intensive Verschiebung auch des alten Gebirges ausgezeichnet. Südlich Samobor innerhalb der Bucht von Rakovica nimmt ihre Sprunghöhe wiederum ab, um bis Sv. Martin immer mehr an Bedeutung einzubüßen. Das sehr jugendliche Alter der Störung wird deutlich dadurch bewiesen, daß die Belvedereschotter an ihr noch mit stark verworfen sind, das Ranner Beben stellte die jüngste Teilbewegung an ihrem nördlichen Ende dar. Das östlich der Störung ge-

legene Gebirge befindet sich überall in tieferer Lage als das westlich gelegene.

Da die Bedeutung der Störung sich nur aus der gesamten jungen Tektonik der Ostuskoken ableiten läßt, so wurde von mir der Südrand des Gebirges ebenfalls in die Untersuchung einbezogen.

### c) Die Tektonik des Südrandes der Uskoken.

Der Südrand des Uskokengebirges fällt südlich Sv. Martin im Osten und westlich bis zum Austritt der Kulpa bei Ozalj-Pozun aus dem Gebirge zur nur wenig über 100 *m* hoch gelegenen Kulpaniederung ab. Nordöstlich bildet der schon eingangs erwähnte Gebirgssporn von Sv. Nedelja die Fortsetzung dieses Südrandes, dem hier aber überraschenderweise das nördlich vorgelagerte Gebirge fehlt. Dieser Umstand erheischt noch eine besondere Klärung.

Der sehr regelmäßig auf die Gesamterstreckung des Südrandes des Gebirges und des Sporns ausgebildete tertiäre Mantel ist an scharfer Grenze im Norden gegen das ältere Gebirge abgesetzt, was schon auf der topographischen Karte sehr scharf hervortritt. Von Norden nach Süden folgt vom Südrand des alten Gebirgskernes ab oberer Leithakalk, teils konglomeratisch, teils als Lithothamnienkalk ausgebildet, dann die sarmatische Schichtenfolge, die Congerienmergel und schließlich Belvedereschotter mit an der Niederung abstoßender Diluvialterrasse (vgl. Profil 13). Im vorausgeschickten stratiographischen Abschnitt sind die Schichten aus dieser Region bereits beschrieben worden, ihre Lagerungsverhältnisse seien nun besprochen. Ihr ausnahmsloses Einfallen gegen Süden ergibt sich bereits daraus, daß der Leithakalk das nördlichste Schichtenband am Rand des alten Gebirges bildet, über ihm erscheint weiter südlich die Zone der sarmatischen Schichten, dann diejenige der Congerienmergel und schließlich der Belvedereschotter. Der Auflagerungsrand der Leithakalke oder Konglomerate liegt im Osten, unmittelbar unter dem Abfall des Plesivicaberges bei 500 *m* am höchsten, weiter bei Prodindol liegt er bei 366 *m*, auf dieser Höhe hält er sich

einige Kilometer weit, um aber schon bei Dagovanscak auf 300 *m* und bei Okrug-Dol auf 216 *m* zu fallen. Dann fällt der Rand zum Kupcinabach auf 160 *m* hinab. Der Rand stellt im westlichen Teil und zwar von dem Distrikt von Ivančiči gegen Westen keine reine Auflagerung sondern eine Störung dar, die an vielen Stellen, wie bei Draga-Ivančiči, die Veranlassung zum Austritt starker Druckquellen ist. Diese Störung ist schräg zum normalen Gebirgsrand gestellt, sie verläuft aus WSW gegen ENE und soll die Plesivicastörung genannt werden. Es ist das die gleiche Störung, von der vorher schon angegeben wurde, daß sie bei Sv. Martin die Prilipestörung trifft. Es soll davon später noch die Rede sein. Bei Draga grenzen ein zerklüfteter Dolomit und saiger stehende Konglomeratbänke von Triasgesteinen (Großdorner Konglomerat) an eine sehr schmale Zone von Lithothamnienkalk, in die auch einzelne größere Gerölle eingeschlossen sind. Weiter westlich keilt der Leithakalk an der Störung vollständig aus, und die sarmatischen Schichten treten direkt an die Trias.

Bemerkenswert und allgemein gültig ist, daß die am Rand der Trias auftretenden Leithakalke stets stärker aufgerichtet sind als die vom Rand in größerer Entfernung gelegenen sarmatischen Schichten und diese wieder stärker als das am entferntesten liegende Band der Congerierschichten. So beobachtete ich nordnordwestlich Jaska in den Congerierschichten ein Einfallen von 15° in SE, weiter nördlich bis Malinje immer das gleiche Einfallen, vor Draga in den sarmatischen Schichten aber 20°.

Sehr viel genauer waren die an der schönen Straße von Jaska nach dem Orte Plešivica gemachten Beobachtungen. Von ersterem Ort gelangt man über eine diluviale Aufschüttung bei der Ziegelei südlich Rieka in die Congerierschichten, die meistens ungeschichtet sind, in den Ziegeleigruben aber an einer Stelle ein flaches südliches Einfallen erkennen lassen. Nordwestlich Kote 263 erscheinen die sarmatischen Sandsteine mit Tongallen und Schalenzerreibsel, das Einfallen ist hier 45° in Süd. Diese ausnahmsweise starke Aufrichtung ist hier aber durchaus lokal. Weiter höher

erscheinen kalkreiche Sandsteinbänke, Mergelschiefer und Steinmergel die andauernd mit  $20^\circ$  südlich fallen. Die gleiche Neigung zeigen die dann folgenden feinblättrigen Insektenmergel mit Kalkkonkretionen und einzelnen Konglomeratbänken mit Schalenbruchstücken, Cerithien und *Strombus*. Die zweifelhaften sarmatischen Mergel (s. o. Seite 71) oberhalb der Ortschaft Plešivica zeigen bereits ein Einfallen von  $30^\circ$  südlich und die an der großen Straßenbiegung der zum Paß nach Sv. Leonhard hinaufführenden Straße anstehenden Lithothamnienkalke fallen mit  $50^\circ$ . Der Schluß, daß sich aus dieser Zunahme des Einfallens ableiten ließe, daß die Hebung

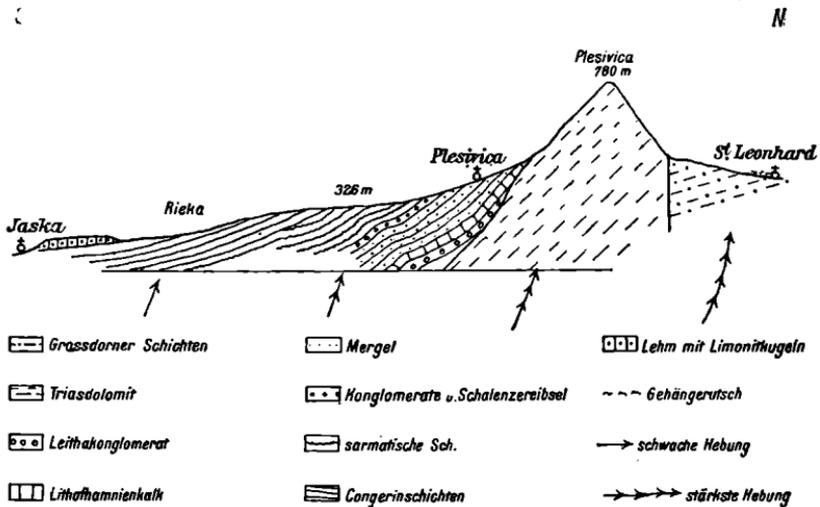
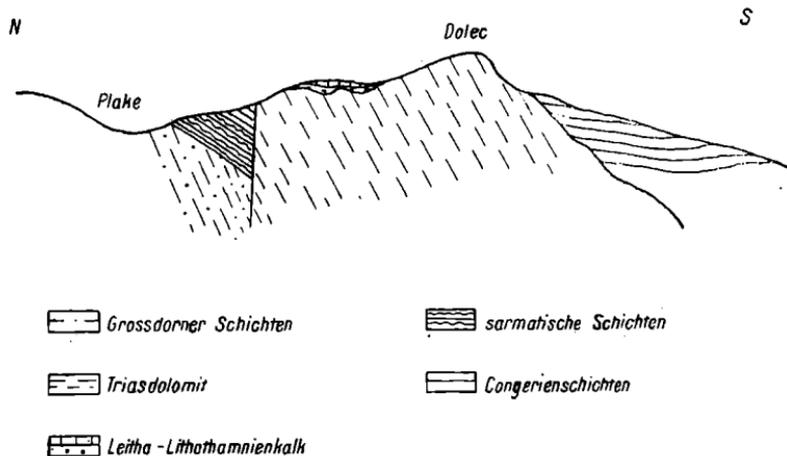


Fig. 13. Profil am Südrand bei Plešivica.

des Gebirges bereits zur Zeit der Leithakalkbildung begonnen hat, zur sarmatischen und Congerienzeit angedauert oder immer wieder begonnen habe, erscheint mir unzulässig, so wenig er allerdings durch andere Befunde widerlegt werden könnte. Die natürlichste Erklärung bleibt die, daß sich das Gebirge am Rande des alten Triaskernes am stärksten gehoben hat und daß der südlich davon liegende Saum, je weiter wir uns von diesem Rande entfernen, um so weniger mit in die Höhe geschleppt worden ist. Nun ist aber die derzeitige Begrenzung des tertiären Mantels am triadischen Kern sicher in sehr erheblichem Maße durch Erosion bereits abgetragen worden. Man

muß also annehmen, daß das Tertiär einst erheblich höher als 500 m an dem Gebirgsrand hinaufgehoben worden ist. Die ursprüngliche Auflagerungsfläche würde dann der heute steil gestellte Abfall des Plešivicaberges, des Draga pec und seiner östlichen Verlängerung über Okic hinaus gewesen sein. Anders westlich von Ivančići, wo die vorerwähnte Störung mit Sicherheit als die Spur der Bewegungsebene des Gebirgsaufstieges an der Steilstellung der Leithakalke erkannt werden kann. Diese Plešivicastörung läuft aber über den Paß gegen Rude und nördlich des Plešivicaberges, ferner am Fuße der Ruine Okic durch das Triasgebirge. Daraus folgt, daß das Gebirge unter Bildung von mindestens zwei Randschollen in die Höhe gestiegen ist, die hintereinander liegen.



• Fig. 14. Verwerfung nördlich Dolec-Hügel.

Die Frage, ob auch hier am Südrand der Aufstieg des Gebirges sich als jünger als die Belvedereschotterbildung vollzogen hat, konnte an der Südostecke des Gebirges nördlich Sv. Martin und an der Südflanke des Bergspornes von Sv. Nedelja entschieden werden. Eine besonders bemerkenswerte Lagerung des Tertiärs konnte zunächst westlich Sv. Martin nördlich der Häusergruppe Dolec festgestellt werden. Gegen Norden erhebt sich vor Dolec ein Hügel, der im wesentlichen aus Triasdolomit besteht, dem aber auf seiner Südflanke söhlig gelagerte Congerienschichten aufgelagert sind. Die Congerienschichten transgredieren also hier direkt über die Trias.

Allerdings erscheint es nicht ganz ausgeschlossen, daß unter dem Congerienmergel an einigen Stellen noch sehr kleine Reste von Lithothamnienkalk vorhanden sind. Nördlich des Gipfels des Hügels liegt ein kleiner Rest von Belvedereschotter. Hinter ihm wird wieder der Triasdolomit sichtbar, der aber bald durch die hier hindurchlaufende Plešivica-Störung gegen stark aufgerichtete und zerdrückte Großdorner Schichten abschneidet. Die Gorjanovič'sche Karte läßt von der hier weithin reichenden Trias nichts erkennen, auf ihr sind die im nordwestlich gelegenen Koscicadistrikte ausgebreiteten Großdorner Schichten auch irrtümlich als Kreide eingezeichnet. Innerhalb dieses Zuges der Großdorner Schichten ragen zwei anscheinend isolierte Dolomitkegel hoch empor: der äußerst malerische hohe Kegel der Burg Okic und westlich von ihm die Kote 353 m; die tektonische Klärung dieser landschaftlich äußerst bemerkenswerten Kegelberge wurde nicht angegangen. Weiter im Westen verläuft bei der Ortschaft Okic eine sehr bemerkenswerte Störung aus NW gegen SE, die den vorerwähnten Großdorner Zug gegen den Dolomit des Plešivicazuges sehr scharf abschneidet. Diese Verwerfung läuft dem Prilipesprung parallel und kann vielleicht vermutet werden, daß sie der im Norden der Uskokten verfolgten Malenzestörung, die innerhalb des Triaskernes auf die weite Strecke nicht verfolgt worden ist (vgl. Seite 83), entspricht.<sup>1</sup>

Östlich des Koscicatales befindet sich auf dem Anstieg der Talflanke die Ortschaft Sv. Martin. Im Gegensatz zu dem jenseits des Koscicatales gelegenen Dolehügels befinden sich die Congerenschichten hier in wesentlich tieferer Lage; sie bilden bis zum Talboden den unteren Teil der Höhe und tragen eine mächtige Decke von Belvedereschotter. Die verschiedene Höhenlage der Congerenschichten ist auf das Durchstreichen der Prilipe-Störung (vgl. Seite 95) zurückzuführen. Die

<sup>1</sup> Die Großdorner Schichten haben in der Nähe dieser Störung die Neigung zu starker Gehängerutschung, ähnlich wie bei Sv. Leonhard. Infolge einer solchen ist vor Jahren die Ortschaft Popovdol vollkommen zerstört worden. Sie wurde dann jenseits der Störung auf dem Triasdolomit neu aufgebaut, wo ihre Ziegelhäuser in der Landschaft sehr auffallen.

Gipfelpartie oberhalb Sv. Martin, der Galgovoberg, besteht bis zur Kote 287 aus Belvedereschotter. Die in der Umgebung des Golgovo sichtbaren Aufschlüsse lassen nirgends eine so deutliche Schichtung erkennen, daß die Lagerung der Belvedereschotter hätte ermittelt werden können. An der Fahrstraße nach Samobor stoßen nördlich der Kote 287 bald blätterige Congerienmergel gegen die Schotter ab, die ein südliches Einfallen von  $15^\circ$  zeigen. Die Gegensätze in der Höhenlage dieser Congerenschichten und der südlich bei Sv. Martin vorhandenen, zeigt an, daß an dieser Stelle der Straße die Plešivicastörung den Schotter von den Congerenschichten trennt.

An dieses Gebiet schließt sich im Osten der Gebirgssporn von Sv. Nedelja. Ihn finden wir auf der Karte von Gorganovic wenig zutreffend dargestellt. Der nordwestliche Steilabfall gegen die Saveniederung wird von Großdorner Schichten gebildet, die Gorjanovič hier ebenfalls für Kreide angesprochen hat; sie stellen die östlichsten Ausläufer der von der Störung von Okic über den Hügel nördlich von Dolec und ferner im Gebiet des oberen Koscica bereits mehrfach erwähnten Zuges von Großdorner Schichten dar. Schwarze sandige Tonschiefer herrschen am Abfall des Spornes unterhalb Breg vor. Über ihnen lagert auf der Höhe des Spornes söhlig gelagerter lithothamnienreicher Kalk von verhältnismäßig geringer Mächtigkeit. Beim Abstieg von Breg gegen die kleine Kirche Sv. Magdalena erscheinen sehr bald die mit  $35^\circ$  im Südost fallenden sarmatischen Kalkschiefer, welche bis zu dieser Kirche hin anhalten. Unmittelbar nördlich des Kirchenhügels setzt aber die Plešivicastörung durch das Tertiär hindurch<sup>1</sup>. Wir gelangen in  $15^\circ$  östlich fallende Congerenschichten, die, trotzdem unmittelbar nördlich von ihnen sarmatische Schichten die Höhe zusammensetzen, hier bis tief in die Talflanke hinabreichen. Unmittelbar an der Störung fallen die sarmatischen Schichten

---

<sup>1</sup> Gorjanovič läßt diese Störung irrtümlicherweise weit nördlich des Spornes in die Saveniederung eintreten und hat die Störung bei Sv. Madalena übersehen.

steil mit  $55^\circ$  in SSE ein. Den Gipfel des Kirchhügels bildet ein kleiner Erosionsrelikt der Belvedereschotter, in welchem lichte, schwarze und dunkle Quarzite besonders auffallen. Die Congerenschichten bilden sodann südlich der Kirche weithin das Hügelland. Ihr Einfallen läßt sich ein wenig südlich des Hügels von Sv. Madalena mit  $15^\circ$  O feststellen.

Die Ostgrenze des Sporns, die bei und südlich Sv. Nedelja einen ziemlich steilen Abfall zeigt, wird durch eine von NNW gegen SSE verlaufende Störung erzeugt. Nördlich der Kirche Sv. Nedelja sind  $30^\circ$  gegen ENE fallende sarmatische Kalkschiefer sichtbar, die auch weiter nach Osten den Rand des hier befindlichen Steilrandes einer Hochterasse bilden.

Hatte man vermutet, daß der steile Nordabfall des Gebirgssporns von Sv. Nedelja seine Entstehung einer Störung parallel dem Südrand des Gebirges verdankt, so zeigte die Untersuchung, daß das nicht der Fall ist, der Verlauf des Abfalls ist keinesfalls durch eine der jungen Störungen hervorgerufen, sondern könnte nur auf eine alte Tektonik zurückgeführt werden, die aber auch im Kerngebirge westlich Soic nirgends entdeckt werden konnte. Der Sporn erinnert vielmehr an den ebenfalls in die Niederung vorstoßenden östlichen Vorläufer des Kozlak südlich des Breganatales und an den steilen, nach Osten gerichteten Dolomitzug südlich Samobor, der dort südlich des Samoborer Tals die große Ruine der Burg Samobor und dann die Kirche trägt. Der Sporn dürfte demnach die stehengebliebene Südflanke eines alten, tief eingengagten Tales sein, das wie das Bregantal von SW aus dem Gebirge ausgetreten ist. Ob das von Manjaves östlich ziehende, ebenfalls äußerst tief und steilwandig eingengagte obere Koscica-tal zu diesem Talsystem gehört hat, kann nur vermutet werden. Ein Zusammenhang müßte dann südlich des Riedels von Soic durch das heute von sarmatischen Schichten ausgefüllte Tertiärgebiet von Kladje gesucht werden. Die Nordflanke des alten tiefen Tales nördlich des Gebirgssporns muß der Brandung des Miocänmeeres und schließlich der starken Flankenerosion der diluvialen Save, die zu jener Zeit die im Winkel von Samobor — Kladje und Sv. Nedelja

gelegene und weit nach Nordosten ausgedehnte, vollständig ebene Terrasse aufschüttete, zum Opfer gefallen sein.

**d) Die Morphologie und Tektonik des alten Gebirgskerns.**

Demgemäß können wir in der Bildung des Gebirgssporn von Sv. Nedelja den Beweis erblicken, daß die Bildung der tief in das alte Kerngebirge eingeschnittenen Täler eine alte ist und bis in die Zeit vor der Ablagerung des jüngeren Leithakalkes, wahrscheinlich bis ins Eocän zurückzuverlegen ist. Bereits in der topographischen Behandlung unseres Gebietes wurde auf das bis weit ins Gebirge tief auserodierte ebene und breite Breganatal hingewiesen, dessen Bildung unmöglich erst nach dem spätpliocänen Emporsteigen des Inselberges erfolgt sein kann. Das von dem Leithakalk und den fremden Schichten überdeckte Relief der Uskokon stellte ein altes, tief zertaltes Gebirgsland dar, welches mindestens im Eocän, wahrscheinlich aber auch im Oligocän ein hochgelegenes Gebirge dargestellt hat, das während dieser Zeiten seine äußerst tiefgehende Gliederung erhalten hat.

Im Hinblick auf diese Verhältnisse gewinnt auch das Vorkommen von Glanzkohle im Innern des Gebirges bei der Glasfabrik Grdaince südlich des auffallenden Knies des Breganatales Bedeutung. Gorjanovič hat diese Kohle den Congerenschichten zugezählt. Bei meinem Besuch dieser Lokalität, in der zur Zeit der Abbau eingestellt ist, konnte ich mich auf Grund der heute vorliegenden Aufschlüsse von der Richtigkeit dieser Auffassung nicht überzeugen. Ich habe aber auch keinen Grund an ihm zu zweifeln, jedoch mahnt das Vorkommen der hier nachgewiesenen Aptychenkalke doch zur Vorsicht und schließt es nicht völlig aus, daß die Kohle auch kretazisch oder alttertiär sein könnte. Sollte es sich in der Tat um alttertiäre Kohle handeln, so würde das hohe Alter des Breganatales durch sie besonders gut bewiesen werden.

Das allgemeine Streichen des alten Gebirgskerns im kroatischen Gebirgsanteil ist sowohl am Lave drage und nördlich des Samoborer Tales sowie in der Umgebung von

Rude und weiter südlich von SW gegen NE, also in der Richtung des alten Tales nördlich des Gebirgsspornes gerichtet. Die pliocäne Erhebung des Gebirges ist auch posthum in dieser alten Richtung wiederum erfolgt. Es muß aber hervorgehoben werden, daß sich weiter westlich nach den Untersuchungen von Prof. Heritsch — das von mir untersuchte östliche Stück des Krainer Gebirges zeigt inmitten des ausgebreiteten Jungtertiärs zu wenig zusammenhängende Trias — die alte Tektonik ganz abweichend zeigt. Prof. Heritsch fand in den nördlichen Uskoken ein vorwiegend nach Nord gerichtetes Streichen des alten Kernes. Und ich stimme seiner im nachfolgenden Aufsatz gegebenen Erklärung vollständig bei. Die alte Faltung der Trias schlingt sich um einen großen, im NE der Uskoken gelegenen alten carbonischen Horst, der in dem ausgebreiteten Marija Gorica-Gebirgsstock heute im Osten der Ranner Bucht herausragt. Den südwestlichen Zipfel dieses Horstes erblicken wir in den Ostuskoken in dem Carbonhügel nördlich des Ausganges des Breganatales und in viel größerer Ausbreitung östlich des Kozlak und im Lave drage. Südlich dieses Gebietes verläuft die alte Auf-faltung des Gebirgskernes der Südflanke des Carbonhorstes entsprechend nach NE und, an der Westflanke des Horstes gegen Norden um dann weiterhin ebenfalls in NE umzu-schwenken.

**d) Zusammenfassendes Bild der pliocänen Tektonik der Ostuskoken.**

Die im vorstehenden geschilderten stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse im Jungtertiär lassen sich zu dem folgenden Bild zusammenfassen.

Im Alttertiär muß im Gebiet der Inselberge ein hochgelegenes Gebirge emporgefaltet worden sein, dessen Streichen im wesentlichen von SW nach NO gerichtet war. Der Verlauf dieser Faltung ist in den östlichen Uskoken lokal durch einen im Gebiet der Marija Gorica bis zum Breganatal in den Uskoken vorhandenen Carbonhorst stark beeinflußt worden. Das alttertiäre Gebirge unterlag bis gegen das Ende

des Oligocäns einer außerordentlich tiefen Zertalung. Steile und tief eingengagte Täler zogen von Westen gegen Osten. Es folgte dann im unteren Miocän ein regionales Sinken des Gebietes und das pannonische Meer drang von Osten vor. In den tiefst gelegenen Stellen — bei uns nur bei Dubrawa-Vrhovcal — und in der Landstraßer Bucht kamen Braunkohlen und Grunder Tegel zur Ablagerung. Die obere Leithakalkstufe breitete sich weiter über das Gebirge aus. Zunächst und in großer Mächtigkeit im Gebiet der Norduskoken, nach und nach auch nach Süden in die drei am östlichen Gebirgsrand beschriebenen Tertiärbuchten, am spätesten und daher in geringster Schichtmächtigkeit innerhalb der Tertiärbucht von Rakovica und am heutigen Südrand des Gebirges. Im Norden sind konglomeratische Uferbildungen, Ostreenkalke transgredierend, welche nach oben in Lithothamnienkalke übergehen, alles überlagert von Kalksandstein. Diese oberste und mächtigste Stufe transgredierte erst über ein nördliches, heute noch teilweise im St. Veiter Zug erkennbares Gebirgsstück. Die Kalksandsteine transgredieren auch im Innern des Gebirges bei Globoschitza in großer Höhe als Heterosteginenkalk und sind schließlich noch als Transgressionsrelikt hinter dem Goli Cirknik nachgewiesen worden. Südlich des Breganatals treten die Kalksandsteine stark gegen die Lithothamnienkalke zurück, die hier in ruhigen kleinen Buchten des südlichen höheren Gebirges unberührt von den durch die großen Täler in das Meer geführten Sand gebildet wurden. Auch am Südrand fehlte der nördliche flachere Sandstrand. Lithothamnienkalke, an ihrer Basis Konglomerate, sind die wenig mächtigen Vertreter der jüngeren Leithakalkstufe.

Es folgten die sarmatischen Sedimente, dann die brakischen Congerienmergel und eine Trockenlegung. Nach dieser dürfte das alte vormiocäne, starke Relief des Gebirges in hohem Maße eingedeckt gewesen sein. Unzweifelhaft bedeutet schon die Congerienzeit eine Trockenlegung eines Teiles des Gebietes, welches von der letzten Phase der micänen Transgression unter das Meeresniveau geraten war. Eine weitere Erosion erfolgte in den weichen Congerienmergeln wohl ziemlich schnell.

Immerhin war das gesamte Gebiet von Mittel- und Untersteiermark und der kroatischen Inselberge, die heutigen Bergzüge und die zwischen ihnen gelegenen Täler und weiten Becken soweit einnivelliert, daß eine aus den Zentralalpen stammende Schotterdecke mit leichtem Gefälle gegen Süden sich deckenförmig ausbreiten konnte: die Bildung der Belvedereschotter. Zentralalpiner Quarz, Quarzphyllite sind in unserem Gebiet vergesellschaftet mit Geröllen aller Kieselgesteine der triadischen Sedimentreihe, vor allem mit Gesteinen der Großdorner Schichten. Daß der Ausbreitung der Schotterdecke eine teilweise Abtragung des Geländes vorangegangen war, ergibt sich aus der sehr verschiedenen Unterlage dieser Schotter, auch wenn zugegeben werden muß, daß erhebliche Teile des Gebirges selbst zur mittleren Miocänzeit als Inseln über das Meer geragt haben und keine miocäne Eindeckung erfuhren. Belvedereschotter finden sich im krainischen Anteil auf den triadischen Gipfelplateaus des Dugi Hrbet und südlich bei Hruškovje, am Kleznik, westlich des Goli Cirknik und bei Groß-Zirnik, im kroatischen Anteil auf dem östlichen Ausläufer des Kozak, südlich Samobor auf den Großdorner Schichten bei Verhovcal und auf dem Großdorner Zug von Okic bis Soic. Ausgebreitete Reste einer Belvedereschotterdecke überlagern aber auch die Heterosteginenkalke von Globoschitzka, die Lithothamnienkalke der Bucht von Groß-Dolina und in breiter Zone die Congerienschichten des südlichen Gebirgsrandes. Vielfach sind die Belvedereschotter auf sekundärer Lagerstätte auch später bis in die diluviale Zeit in tiefere Lagen verschleppt worden, so in die Mitte des großen nördlichen Tertiärgebietes und untermischt mit jüngeren Kalkgeröllen als Gurkhochterrasse östlich Malenze am Fuß des nördlichen Gebirgsabfalles.

Wären die Belvedereschotter auf einer vorwiegend ebenen, gegen Süden oder Südost geneigten Tafel abgelagert worden, könnte man aus der Höhenlage ihrer Basis die relative Hebung ihrer einzelnen Ablagerungsgebiete ermitteln. Das ist aber in strengem Sinne nicht der Fall gewesen. Die Schotter haben gewisse, schon vor ihrer Ausbreitung vorhanden gewesene, größere Talgebiete und Senken zunächst ausgefüllt

und sind dann erst — in Anbetracht der bedeutenden Mächtigkeit der Belvedereschotter am Südrand des Gebirges — in höheren Lagen ausgebreitet worden.

Ein Haupteinzugsgebiet der Schotter in das Innere der östlichen Uskoken ist ganz offenbar die Terrasse gewesen, von der in etwa 460 *m* Höhe noch Reste zwischen dem Goli Cirknik im Osten und der Mokrička gora und der Stojdragahöhe im Westen liegt, es ist das der Walddistrikt Podgaj, in welchem vielerorts Belvedereschotter vorhanden ist. Die Ausfüllung dieser hochgelegenen Bergsenke dürfte durch einen von Norden hergekommenen Belvederefluß erfolgt sein, der nach der Hebung des Gebirges in ein in der Tiefe gelegenes Höhlensystem versank. Die teilweise großen, sehr tiefen Dolinen dieses Gebietes legen davon Zeugnis ab und schließlich tritt dieser unterirdische Flußlauf auch heute noch in dem tief eingesenkten und eingebrochenen Dolinental nördlich Globoschitza aus der Trias als kräftiger Bach aus.

Wichtig für die spätere Gebirgserhebung ist es aber, daß die jungen Störungen die Belvedereschotter mitdisloziert haben und beiderseits der einzelnen Störungen ist aus der relativen Unterlage der Belvedereschotterbasis denn auch die Sprunghöhe der Störungen zu ermitteln.

Die Heraushebung der östlichen Uskoken und des Uskokengebirges überhaupt muß im wesentlichen nach der Ablagerung der Belvedereschotter erfolgt sein, da andernfalls das Vorhandensein der mit zentralalpinen Geröllen ausgestatteten Schotter auf den Höhen des Gebirges unverständlich wäre. Die NNW—SSE-Verwerfungen des östlichen Gebirgsrandes sind ebenfalls jünger. Es ließen sich von mir auch nirgends Beweise für eine Gebirgserhebung zur Zeit der sarmatischen oder altpliocänen Sedimente in Form von Diskordanzen oder Teiltransgressionen erbringen.

Daß die nun folgende jungpliocäne und wohl auch noch diluviale Hebung der Uskoken sowie des gesamten untersteirischen und westkroatischen Gebirges — eine solche und nicht etwa eine Absenkung der Ebenen und Tertiärbecken —

eingetreten ist, kann in Anbetracht der Höhenlage der Leithakalke und der sarmatischen Schichten im Norden und im Süden keinem Zweifel unterliegen. Sedimente, welche nicht einmal an der unmittelbaren Küstenlinie entstanden, wie die Kalksandsteine und Lithothamnienkalke reichen bis 450 *m* im östlichen, 500 *m* im südlichen und 400 *m* im nördlichen Gebirgstheil hinauf, wobei noch zu bedenken ist, daß das hochgelegene Jungtertiär der Erosion bereits in großem Ausmaße zum Opfer gefallen sein muß.

In welcher Weise erfolgte nun die Hebung des Gebirges, war es eine Faltung oder eine einheitliche Sockelhebung der einzelnen Einzelberge? Über die Frage gibt unsere durch das ganze Gebirge von Nord bis Süd ausgedehnte Untersuchung die präziseste Antwort. Auf p. 92 und p. 94 ist ausgeführt worden, daß die in den östlichen Tertiärbuchten vorliegenden Verhältnisse anzeigen, daß die Hebung der mittleren Tertiärbucht von Jazbina eine stärkere gewesen sein muß als diejenige von Groß-Dolina im Norden und von Rakovica im Süden. In der Bucht von Jazbina befindet sich die Unterlage des jüngeren Leithakalkes in Gestalt der Grunderschichten in einer Meereshöhe von beiläufig 300 *m*, während der Leithakalk bei Groß-Dolina bis 150 *m* hinabreicht und bei Mala Rakoviza ebenfalls mindestens noch bis zu dieser Tiefe hinabgeht. Der Gebirgstheil und die Bucht von Jazbina muß demnach mindestens um beiläufig 200 *m* stärker gehoben sein als das Gebiet von Groß-Dolina nördlich des Braganatales und als das Gebirge um und südlich Samobor. Die Tertiärbucht von Jazbina befindet sich aber etwa in der Mittelachse (die sich von WSW gegen ENE erstreckt) des Gebirges. In dieser am stärksten gehobenen Mittelachse des Gebirges befinden sich im Innern des Gebirges aber auch zugleich die höchsten Erhebungen.

Die Folgerungen, welche sich aus den Höhenlagen der Tertiärbuchten ergeben, sind nun allerdings in gewissem Sinne dadurch zu revidieren, daß es sich um ihre östlichen Teile handelt, die östlich der Prilipeistöörung gelegen sind, deren Sprunghöhe wechselt, wie es bereits auf p. 95 abgeleitet worden ist und worauf wir zurückkommen werden.

Die Verschiedenheit der Sprunghöhe ist aber in einer engeren Grenze gehalten als die soeben abgeleitete Zahl. Das Resultat bleibt, daß die Gebirgserhebung einer, wenn auch nur in geringerem Ausmaße als tatsächlich eingetreten nachweisbaren (da nur die Minimalzahl ermittelt werden kann) domförmigen Aufwölbung oder einer beginnenden Auffaltung entspricht.

Bei Betrachtung der Lagerung des Tertiärs am Nord- und Südrand des Gebirges ergab sich, daß das Gebirge beiderseits im wesentlichen jeweils an einer Linie, d. h. an einer Flexur, teilweise an einer Verwerfung in die Höhe gestiegen ist. Im Norden an einer am Nordabhang der St. Veiter Höhe aus WSW gegen ENE verlaufenden Linie und am Südrand an der Linie, an der die Lithothamnienkalke gegen die Trias abgegrenzt sind. Hier sind die tertiären Schichten am stärksten aufgerichtet. Das östliche Uskokengebirge ist demnach im wesentlichen als Sockel zwischen diesen beiden Linien emporgestiegen und hat daneben die schwachen, soeben beschriebene Aufwölbung erhalten. Diese Aufwölbung kommt im nördlichen Gebirgstheil durch das regelmäßig nördliche Fallen der südlich der St. Veiter-Höhe gelegenen Tertiärschichten bis zum Goli Cirnik deutlich zum Ausdruck. Komplizierter liegen die Verhältnisse am Südrand. Hier stößt das Tertiär westlich Ivančici schärfer gegen den alten Kern ab. Es ist hier die vom westlichen Triasrand in das Kerngebirge und dann bei Sv. Martin wiederum aus diesem heraus in den unteren Teil des Südfußes des Gebirgsspornes von Sv. Nedelja verlaufende Plešivica-Störung vorhanden. An dieser Störung hat sich der alte Kern des Gebirges besonders intensiv gehoben. Aber auch das südlich der Plešivica-Störung gelegene Triasgebirge hat auf seiner Südseite (vgl. Profil p. 92) seinen Tertiärrand, der, wenn auch schwächer aufgerichtet, die Tertiärschichten mit aufgeschleppt hat. Die Hebung des Südrandes ist daher also an zwei nebeneinander gelegenen, wenn auch nicht ganz parallel gerichteten Verwerfungen erfolgt. Die Aufrichtung des Tertiärs ist ferner am Sporn von Sv. Nedelja entschieden geringer erfolgt als im Westen, sie ist hier auch noch nördlich der Plešivica-Störung erkennbar,

so daß die Aufwölbung des inneren Gebirges wiederum deutlich wird.

Das Gebirge erscheint am Nord- und Südrand annähernd um den gleichen Betrag emporgestiegen zu sein, ein weiteres Verhalten, welches der Nordrand nicht erkennen läßt, zeigt aber der Südrand. Innerhalb der breiten Tertiärzone nimmt die Aufrichtung der Schichten nach Süden zur Kulpaniederung langsam ab, so daß wir hier die Vorstellung erhalten, daß der der Hauptverwerfung, d. h. der Haupthebungslinie vorgelagerte Rand in nach außen stetig abnehmender Stärke mitgeschleppt worden und schief gestellt ist.

Man kann nach dem Verlauf der Haupthebungslinien und der Achse der domförmigen Aufwölbung die durch die Gebirgsbildung eingehaltene Richtung als die alpine bezeichnen. Nahezu senkrecht zu ihr treten am Ostrand aus NNW nach SSE streichende Störungen, von denen eine, die sogenannte Prilipe Störung, in der vorliegenden Untersuchung eine möglichst eingehende Untersuchung erfahren hat, weil sie als die tektonische Linie erkannt worden ist, an der das Ranner Erdbeben vom 29. Jänner 1917 ausgelöst wurde. Parallel der Prilipe Störung verlaufen aber sicher noch andere, deren Nachweis aber nicht immer so vollständig erbracht werden kann und zwar weil die weiter östlich verlaufenden vom Alluvium der Saveniederung bedeckt sind und die westlichen nicht mehr oder in geringer Erstreckung im Tertiär verlaufen. Die Prilipe Störung ebenso wahrscheinlich auch die übrigen sind sehr junger Entstehung, sie sind heute noch in der Ausbildung begriffen. Es handelt sich bei Ihnen um aktive oder lebende Störungen.

Der geschwungene Verlauf der Prilipe Störung ist über zirka 17 *km* durch das gesamte Gebiet, rechnen wir die Länge der durch die Erdbebenerscheinung festgestellten Erdbebenzone unter Rann hinzu, über mehr als 25 *km* verfolgt worden. Es ergab sich, daß die östlich der Störung gelegene Gebirgsscholle sich in tieferer Lage befindet als die westlich gelegene. Die Störung hat eine recht verschiedene Sprunghöhe. Bei ihrem Eintritt in das Gebirge bei Prilipe besitzt sie

nur den Charakter einer einfachen Schichtenabbiegung, einer Flexur, am Südrand der Tertiärbucht von Groß-Dolina beträgt ihre Sprunghöhe bereits annähernd 100 *m*, sie hat südlich des Kleznik bereits den Charakter einer scharfen Verwerfung angenommen. Südlich des Breganatales verwirft die Störung auf eine erhebliche Strecke Carbon gegen Triasdolomit, sie prägt sich damit sehr scharf aus, so daß die Sprunghöhe wieder größer geworden ist. Nach Süden klingt die Dislokation aber wieder ab. Die Dislokation der Congerienmergel bei Sv. Martin dürfte kaum über 60 *m* betragen. Die Stellung der Verwerfungsfläche scheint nahezu saiger zu stehen. Auffallend ist nun, daß die Sprunghöhe der Störung dort am größten ist, wo wir die achsiale Aufwölbung in dem Kerngebirge der Ostuskoken feststellen konnten. Daraus erhalten wir die Vorstellung, daß diese Aufwölbung in der östlich der Prilipestörung gelegenen Randscholle nicht eingetreten ist. In der Tat ist die Hebung des Kerngebirges östlich der Prilipestörung eine geringere gewesen, denn die Tertiärschichten am Südfall des Gebirgsspornes von Sv. Nedelja zeigen eine erheblich geringere Aufrichtung wie die am südlichen Uskokenrand befindliche tertiäre Randregion. Beweisen läßt sich aber die geringere Hebung und Aufwölbung der östlichen Randscholle durch den Vergleich der Höhenlage der Belvedereschotterbasis auf dieser Scholle von Norden nach Süden nur unvollkommen. Die Belvedereschotter liegen sehr verschiedenen Höhen des alten Reliefs auf. Bei Groß-Zirnik liegt die Schollenbasis bei 400 *m*, westlich Groß-Dolina bei 300 *m*, westlich Bregana bei 200 *m*, bei Varhovcal bei 350 *m* bei Soic bei 330 *m* und am Galgovo bei 200 *m*.

Östlich der Prilipestörung ist bei der Kirche, von Sv. Nedelja an der Lagerung der sarmatischen Schichten der Durchgang einer Parallelstörung angezeigt. Würde diese Störung unter der Saveniederung ebenso weit gegen NW zu verfolgen sein, so müßte sie etwa bei Dobova östlich Rann verlaufen und das Hügelland von Kapellen im Süden abschneiden. Diese hierfür in Betracht kommenden Gebiete sind daraufhin nicht von mir untersucht worden.

Westlich der Prilipestörung ist am Nordrand die vollkommen gleichgerichtete Störung von Malenze bis zum nördlichen Cirkabfall verfolgt worden. Die außerordentlich mangelhaften Aufschlüsse in den dicht bewaldeten Kriener Bergen ließen von einer weiteren Untersuchung wenig Erfolg erwarten. Auch bei der Malenzestörung befindet sich der östliche Gebirgstheil in tieferer Stellung als der westliche. Das Uskokegebirge steigt also von ENE gegen WSW an Störungen stufenförmig an. Die Richtigkeit dieses rein auf tektonischer Basis gewonnenen Resultates läßt sich auch aus der morphologischen Betrachtung des Gebirges erhärten. Auf der Höhe der westlichen Uskokon liegt das große Gorianzer Hochplateau südlich Landstraß bei durchschnittlich 930 *m*, wir finden aber die östliche Fortsetzung dieser alttertiären Hochfläche noch an mehreren, wenn auch erheblich kleineren Plateaustücken bis in das in dieser Abhandlung betrachtete Gebiet in gegen Osten jeweils tieferer Lage. So erkennen wir auf der nördlichen Plešivica bei Noršičselo ein bei 700 *m* gelegenes Plateaustück, ferner bei Beder an der Vusica ein solches in der Höhe von 600 *m*. Das Plateau des Degi Herbet liegt bei 460 *m*, in gleicher Höhe das kurze Plateaustück westlich Vickowina östlich des Goli Cirkab. Diese beiden letztgenannten Plateaustücke treten im Gebirgsstück zwischen der Malenze- und Prilipestörung auf. Im Westen der ersteren befindet sich das Plateau östlich Stojdraga um 40 *m* höher bei 500 *m*, desgleichen bei Javorci östlich der Prilipestörung sind kleine Plateaubildungen am östlichen Kozlak und südwestlich weit oberhalb Jazbina bei 200 *m* gelegen.

Die Bildung dieser heute noch in Form einzelner voneinander getrennter Plateaustücke erkennbaren Einebnungsfläche dürfte in das Eocän zu verweisen sein. Der Verbruch, das Absinken der jeweils östlich gelegenen Stücke gegen die westlich gelegenen ist aber ebenso wie die Zertalung im Oligocän und Altmiocän erfolgt. Das Sinken des Gebirges unter das pannonische Meer trat im Jungmiocän ein, die Inselgebirgshebung im Spätpliocän.

Die junge Hebung erreichte nicht den Betrag der jungmiocänen Senkung, denn die E—W-Täler blieben ertrunken.

## 5. Die dinarischen Störungen und die Mechanik des Erdbebens von Rann.

Das Emporwölben der Ostuskoken wurde seinem Streichen nach als eine alpine Bewegung bezeichnet. Es ist nun klar, daß die Prilipe Störung und ihre parallelen Dislokationen nicht in dieser Richtung sondern in dinarischer Richtung verlaufen. Bewegungen, welche sich an ihnen vollziehen, stellen keine Phase einer weiteren Hebung des Inselberges unmittelbar dar, sondern bedeuten einen sehr viel komplizierteren Vorgang.

Erinnern wir uns zunächst, daß wir uns hier in großer Nähe dinarisch verlaufender Gebirgssysteme befinden. Aus Südosten läuft die bosnische Flyschzone auf den Südfuß der Uskoken zu. Allem Anschein nach wird die dinarische Faltung der bosnischen Flyschzone durch das vom Uskokenrand aus südlich sich ausbreitende Jungtertiär diskordant überlagert. Westlich Jaska im Kupcinatal, dann im Gebiet des Kulpadurchbruches befinden wir uns in einem Gebirgsstück, in welchem die dinarische Tektonik im alten Kerngebirge topographisch bereits sehr deutlich erkennbar ist. Einer näheren Untersuchung bleibt es vorbehalten, festzustellen inwieweit dort alpine Tektonik überhaupt noch erkennbar ist.<sup>1</sup> Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die Störungen am Ostrand der Uskoken und die Ranner Erdbebenzone dinarische Strukturlinien sind, welche in die vorwiegend alpine Tektonik eingreifen. Das Verhalten der Ranner Nachbeben lieferte von der Richtigkeit dieser Auffassung den exakten Nachweis. Die in der Ranner Erdbebenzone bis auf den heutigen Tag andauernden Nachstöße haben bis gegen den Herbst des Jahres 1917 eine nahezu ununterbrochene Aktivität der Erdbebenzone in der Weise gezeigt, daß täglich mehrere Lokalbeben von den in Rann durch Herrn Prof. Dr. Belar in Laibach aufgestellten Seis-

---

<sup>1</sup> Die Untersuchung der Interferenz der dinarischen und alpinen Tektonik dieser Gebiete verspricht besonders im Hinblick auf die grundlegenden Darstellungen Kossmat's am Südfuß der Julischen Alpen wichtige Resultate.

mographien aufgezeichnet worden sind. Nur einige Unterbrechungen traten ein und zwar immer dann, wenn in Westen, im dinarischen Gebiete, stärkere Erdbeben auftraten. Als im März 1917 auf der Insel Arbe ein Erdbeben verspürt wurde, verschwanden die Ranner Erdbebenstöße auf drei Tage. Als dann am 26. April desselben Jahres das große toskanische Erdbeben stattfand, zeigte die Ranner Zone während fünf Tagen vollständige Ruhe. Mit andern Worten die Erdbebenstöße während des ersten Halbjahres 1917 standen in deutlicher Relation zu den Bewegungen auf anderen auch entfernten dinarischen Linien.

Man erhält überhaupt den Eindruck, daß wenigstens in diesem Gebiet den dinarischen Linien zur Zeit die alleinige Aktivität zuzusprechen ist, denn auch das Agramer Beben vom Jahre 1880 erfolgte an einer dinarisch verlaufenden Linie östlich Agram.

Durch diese Beziehungen ist es auch außer Frage gestellt, daß das Ranner Erdbeben ein rein tektonisches gewesen ist, was im ersten Teil der Arbeit auch aus anderen Erscheinungen abgeleitet worden ist.

Wie überall, so müssen auch in diesem Fall die tektonischen Beben als die Begleiterscheinungen kleinster Teilverschiebungen auf geologischen Strukturlinien angesehen werden. Die Prilipestörung ist jüngster Entstehung, vielleicht erst diluvialen Alters; sie ist durch eine endlose Anzahl aufeinanderfolgender, jeweils kleinster Verschiebungen der beiderseitigen Schollen gegeneinander entstanden. Das Ranner Beben zeigte im nördlichen Teil der Störung den Eintritt einer wiederum kleinsten Gebirgsverschiebung an. Man könnte vermuten, daß die Störung an ihrem Nordende, wo ihre Sprunghöhe nachgewiesenermaßen die geringste ist, neuerdings in weiterer Ausbildung steht, unter gleichzeitiger weiterer Ausdehnung der Störung gegen NW.

Für das Zustandekommen von Verwerfungen überhaupt hat die vorliegende Untersuchung damit eine wichtige Erweiterung unserer Auffassung erbracht und zwar nicht nur darin, daß die Verwerfungen durch zahllose kleinste Bewegungsphasen, die in geologischen Zeiten aufeinanderfolgen

entstehen, sondern daß die Bewegungen auch nicht auf der ganzen Länge der Verwerfungen gleichzeitig zu entstehen brauchen, sondern an der Verwerfung wandern können. Auf P. 41 wurde betont, daß Erdbebenherd und Herd des tektonischen Vorganges zweierlei ist.

Denken wir uns in den physikalischen Vorgang der Bewegung einer Scholle gegen eine andere hinein, so muß ein solcher Vorgang auch durchaus verständlich erscheinen. Eine tektonische Bewegung geht dann auf einer Strukturlinie vor sich, wenn die Richtung der in der Lithosphäre anwachsenden Spannung auf in ihrer Richtung verlaufenden Linien zur Auslösung drängt und wenn zweitens, die vorhandenen Widerstände auf der Linie der Spannung dieser weniger gewachsen sind als auf anderen Parallellinien. Die gelegentlich im Gebiet der nördlichen Adria anwachsenden Spannungen bevorzugen zur Zeit erfahrungsgemäß die Auslösung auf dinarischen Linien; die Auslösung wird dort erfolgen, wo die Schollenwiderstände am geringsten sind. Schon vor kurzem dislozierte Schollen können somit so stark an Widerstand eingebüßt haben, daß sie durch weiterhin anwachsende Spannung immer von neuem bewegt werden; das scheint auf der Ranner Zone der Fall zu sein. Es kann aber auch die erste Bewegung der Schollen gegeneinander so weit erfolgt sein, bis ein sehr großer Widerstand erreicht worden ist, hervorgerufen vielleicht durch eine sehr große Unebenheit der Bewegungsfläche, dann springt die Auslösung auf eine nähere oder entferntere, gleichgerichtete Störungslinie des schwächsten Widerstandes über. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß nach starken Erdbeben und durch eine plötzliche starke Schollenverschiebung zugleich eine geringere Verschiebung auf anderen Linien (eine Relaisbewegung) eintritt. Damit wären viele Schollen gegeneinander, wie ein verschobenes Mosaik, in neue Lage zueinander gekommen und nun entsteht eine vollständig neue Linie des schwächsten Widerstandes, auf der die nächste Bewegung und das nächste Erdbeben ausgelöst wird. Die erwähnte Relation zwischen den Nachbeben bei Rann und unterdessen eingetretenen starken

Beben auf entfernten dinarischen Linien bietet in gewissem Sinne eine Illustration zu diesem Vorgang.

Nach dieser weitgehenden Klärung des Problems des Ranner Bebens vom 29. Jänner 1917 bleibt noch zu erörtern, in welcher Weise die Bewegung, als deren Begleiterscheinung das Erdbeben anzusehen ist, auf dem nördlichen Teil der Prilipe-Störung erfolgt ist, zunächst ob die westlich oder die östlich der Störung gelegene Scholle bewegt wurde. Sodann ob Hebung oder Senkung erfolgte.

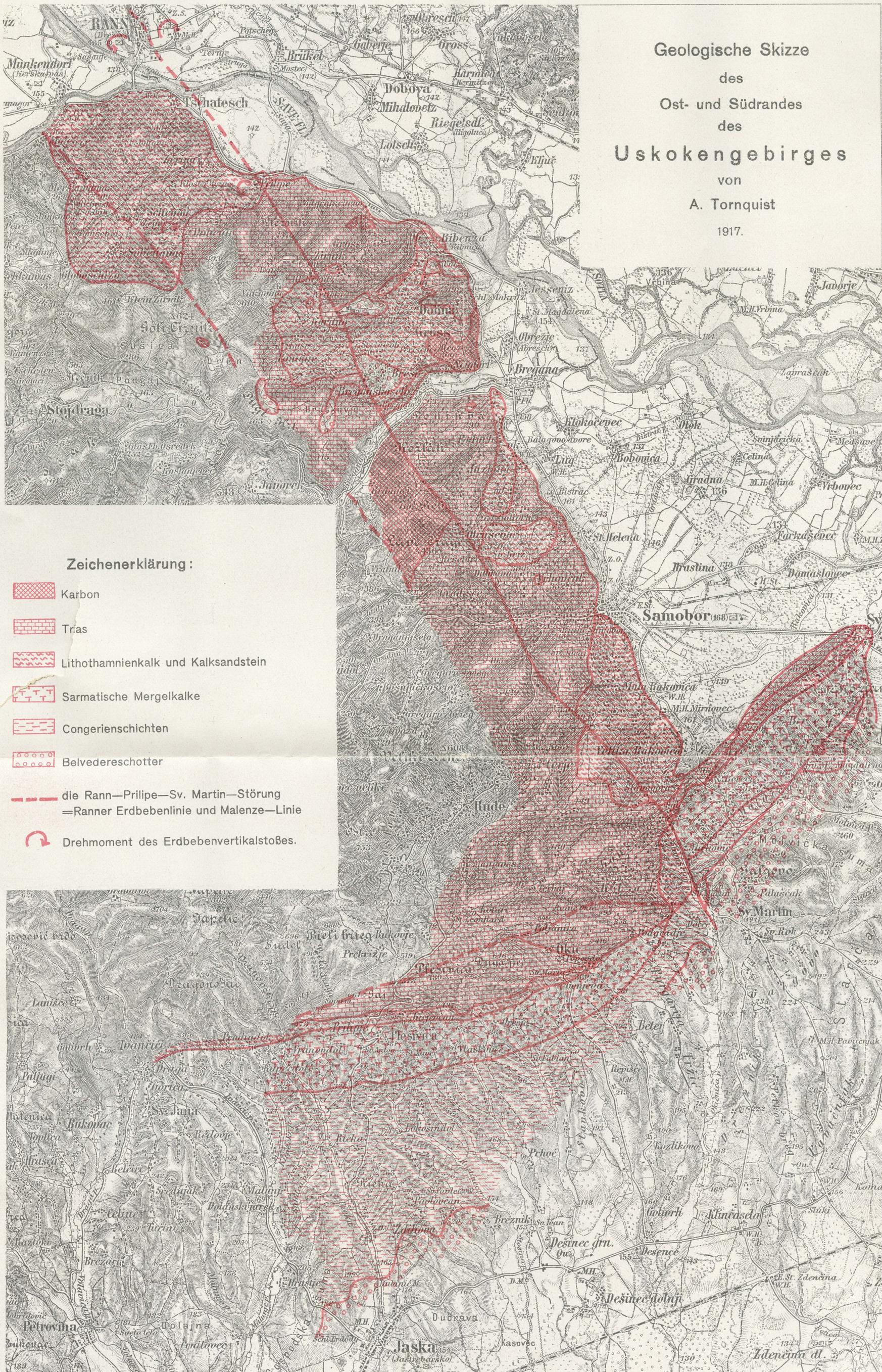
Zunächst ergibt sich aus den starken Erdbebenwirkungen in Munkendorf, Zirkle und Skoliz vor dem Gebirge, daß die Erschütterung in den engen Siedelungen am ganzen Nordrand stark aufgetreten ist. In Anbetracht dessen, daß aber auch im Gebirge Orte, die erheblich westlich der Prilipe-Störung liegen, ebenso stark erschüttert sind, daß vor allem in Dobenu die Verdrehung eines ganzen Hauses im Sinne des Uhrzeigers erfolgte, ist bewiesen, daß die vor dem Gebirge vor sich gegangene Bewegung nicht an der alpinen nördlichen Aufstiegslinie des Gebirges erfolgte, sondern daß außer der Prilipe-Störung, auch die Malenze-Störung und vielleicht eine noch weiter westlich gelegene Störung gleichzeitig bewegt worden sind. Die Bewegung stellt sich durchaus als eine rein dinarische dar. Daraus ergibt sich, daß das Phänomen allein mit der Bildung der von NNW gegen SSE streichenden Bruchschollen der Uskokon in Verbindung steht. Da die Intensität durchaus an diese Schollen gebunden war, so sind diese und nicht das westliche Gebirge bewegt. Am stärksten sind die Schollen östlich und westlich der Prilipe-Störung beeinflußt worden.

Eine weitere Frage ist die, ob an der Prilipe-Störung die östlich gelegene Scholle gehoben oder gesenkt worden ist und ob die östlich der Malenez-Störung gelegene ebenfalls eine, wenn auch noch geringere Hebung oder Senkung erfahren hat. Es wäre zunächst ebensogut denkbar, daß die östlichen Schollen gegen die Aufwölbung der Uskokon zurückgeblieben sind und diesen Emporstieg nun einzuholen bestrebt sind, als daß diese Schollen bereits früher mit emporgehoben wurden, aber nun nachträglich an dinarischen Linien wieder absinken.

Aus dem tektonischen Befund ergab sich nun, daß auch die östlich der Prilipe Störung gelegenen Schollen eine Emporwölbung in der Weise erkennen lassen, daß die mittlere Tertiärbucht von Jazbina stärker als die nördlich und südlich gelegene, gehoben worden ist. Aus diesem Grund ist es wahrscheinlicher, daß die dinarischen Störungen in der Tat eine Absenkung der östlichen Schollen hervorzurufen im Begriff sind, daß der Inselberg an ihnen keinen weiteren Aufbau sondern eine Zerstückelung also einen Abbau erfährt.

---

Geologische Skizze  
des  
Ost- und Südrandes  
des  
**Uskokengebirges**  
von  
A. Tornquist  
1917.



**Zeichenerklärung:**

-  Karbon
-  Trias
-  Lithothamnienkalk und Kalksandstein
-  Sarmatische Mergelkalke
-  Congerienschichten
-  Belvedereschotter
-  die Rann—Prilipe—Sv. Martin—Störung  
=Ranner Erdbebenlinie und Malenze—Linie
-  Drehmoment des Erdbebenvertikalstoßes.

Maßstab 1:75.000.

