

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT IN WIEN

Erläuterungen
zur
Geologischen Spezialkarte
der
Republik Österreich

Blatt Gleichenberg
(Z. 18 Kol. XIV, Nr. 5256)

Von **A. Winkler**

(Mit 1 Tafel)



Wien 1927

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt,
Wien, III., Rasumofskygasse 23
Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Einleitung.

In dem vorliegenden Büchlein werden die Begleitworte zur geologischen Karte „Blatt Gleichenberg“ veröffentlicht. In einer — mit Unterbrechungen durch die Kriegszeit — auf acht Jahre sich erstreckenden, geologischen Aufnahme-tätigkeit wurden die Sektionen des Spezialkartenblattes Gleichenberg, soweit sie österreichisches Gebiet umfassen, zum Teil aber auch noch ein Stück darüber hinaus, einer geologischen Detailkartierung unterzogen. Ebenso wie auf die Gliederung der Schichten, ihre Gesteinsbeschaffenheit, die Lagerungsverhältnisse und den Fossilinhalt der Sedimente wurde die Aufmerksamkeit auch auf die Klarlegung der vulkanischen Erscheinungen und ihrer Bildungs-umstände sowie auf die morphologische Gestaltung des Hügellandes, auf seine Terrassenfluren, Ecktreppen und Rutschhänge gerichtet. In den hier vorliegenden „Erläuterungen“ kann nur eine knappe, auszugsweise Wiedergabe der Ergebnisse erfolgen.¹⁾

I. Orographischer (bergkundlicher) — hydrographischer (flußkundlicher) Überblick.

Das Blatt Gleichenberg umfaßt den Südostteil des oststeirischen Hügellandes, welches sich im großen und ganzen allmählich gegen die pannonische Ebene zu abdacht, und hier, zwischen Raab und unterer Mur, in große Terrassenfelder übergeht. Als sein Rückgrat zieht sich aus der Gegend östlich von Graz, vom Südgehänge des Schöckls (1446 m),

¹⁾ Eine ausführliche Darstellung der pontischen und sarmatischen Schichten und ihrer Tektonik erfolgt im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1927, Heft 3—4.

ein von tertiären Schottern, Sanden und Tonen aufgebauter Höhenrücken in südsüdöstlicher Richtung zur Laßnitzhöhe (546 *m*), weiters südostwärts zum Sengerberg (510 *m*) und zum Hocheck (471 *m*) und von hier in ost-südöstlichen Verlauf zum Wartberg (411 *m*) zwischen Feldbach und Gnas, wo er Blatt Gleichenberg erreicht. Am Blatt Gleichenberg behält der Haupthöhenzug seine ost-südöstliche Richtung bei und zieht, sich ein- und ausbuchtend, über den östlichen Gleichenberger Kogel (Bscheidkogel), über den Kapfensteiner Kogel (Windmühlkogel 471 *m*), über den Pelčarek (♠380) und über die Dreiländerecke (österreichisch-jugoslawisch-ungarischer Grenzpunkt ♠389) zum Silberberg (Srednji breg ♠404) und von dort gegen den Katharinaberg (♠365, südsüdwestlich von St. Gotthardt a. d. Raab). Auf der ganzen Erstreckung, vom Schöckl bei Graz bis zum Silberberge, bildet der genannte Höhenrücken die Wasserscheide zwischen Mur und Raab.

Dieser Kammrücken, das landschaftliche Rückgrat der Oststeiermark, erweist sich den beiden, ihn begrenzenden Flußsystemen gegenüber als durchaus asymmetrisch: Gegen Süden hin, zur Murebene, sind es langgestreckte Seitentäler von durchschnittlich 18—25 *km* Länge, die zum Haupttal herabziehen, auf der Nordseite sind es kurze Bäche von 5 bis 8 *km* Länge (südwestlich von Feldbach sogar von nur 4 *km* Länge), die zur nördlichen Sammelader der Raab in schmalen Tälern hinabfließen.

Östlich des Rückens von Straden, bzw. des Gleichenberger Sulzbachtales löst sich der regelmäßige Typus paralleler, nord-südlich verlaufender Täler und Zwischenrücken in etwas mannigfaltigere, orographische Formen auf; aber noch bleibt der Charakter nord-südlich gerichteter Entwässerung gewahrt. Erst vom Silberberg ostwärts vollzieht sich eine grundlegende Änderung in der orographischen Anordnung: Zwischen die auch hier noch der Raab genäherte Hauptwasserscheide und zwischen die weiter nach SO ausweichende Mur schaltet sich — inmitten einer niederen Hügel- und Plateaulandschaft — das ost-westlich gerichtete Flußsystem der Kerka ein, wodurch die Regelmäßigkeit in der landschaftlichen Gliederung ein Ende hat.

Die Nordostecke des Blattes Gleichenberg greift noch in das Einzugsgebiet der Lafnitz ein, die mit ihrem Haupt-

zuflüsse, der Feistritz, als Sammelader der Nordoststeiermark aufgefaßt werden muß. Die bei Fürstenfeld vereinigte Feistritz-Lafnitz behält ihren südöstlich gerichteten Verlauf bis zur Einmündung in die Raab bei St. Gotthard bei.

Auch die Lage des wasserscheidenden Rückens zwischen Lafnitz und Raab zu den zugehörigen Flußsystemen ist eine asymmetrische. An der unteren Lafnitz erscheint die Wasserscheide ganz der Lafnitz angenähert, während zur Raab mehrere kilometerlange Tälchen hinabführen.

Zusammenfassend kann über die Hydrographie auf Blatt Gleichenberg angegeben werden:¹⁾ Es sind drei ziemlich selbständige, hydrographische Systeme, die die Entwässerung des Hügellandes vollführen:

1. Das gegen OSO gerichtete System der unteren Mur mit den parallelen, ihr von Norden her zustrebenden Seitentälchen, ganz im O von der schräg zuscharenden Kerka begleitet.

2. Das ost-westliche System der mittleren Raab mit kleinen, beiderseitigen Seitenbächen und

3. das ziemlich selbständige, der Raab lange parallel laufende und erst in Ungarn ihr zufließende System der Lafnitz-Feistritz, welches von der Südostrichtung beherrscht wird und als Sammeltrichter der nordöstlichen Steiermark anzusehen ist.

Die zwischen diesen Flüssen gelegene Landschaft erscheint in ein stark modelliertes Hügelland, mit durchschnittlich 120—150 *m* relativen Höhenunterschieden, aufgelöst. Erst weit im O, im Raume südlich und westlich von St. Gotthard, geht das Hügelland in ausgedehnte Plateauflächen über, die die Raab um 60—80 *m* überragen.

Die orographische Gliederung zeigt insofern eine Abweichung von der durch das hydrographische System gegebenen einfachen Anordnung, als die höchsten Erhebungen nicht auf den Wasserscheiden, sondern besonders südlich der Hauptwasserscheide auf vorgeschobenen Positionen auftreten (Hochstraden, Gleichenberger Kogel, Kindbergkogel bei Klöchl).

¹⁾ Vgl. hierzu auch die Bemerkungen von N. Krebs (99).

II. Die Erforschung des oststeirischen Vulkangebietes auf Blatt Gleichenberg. (Mit Literaturverzeichnis.)

Vor mehr als 100 Jahren hat die geologische Erforschung des oststeirischen Vulkangebietes eingesetzt. Ein eingehender Überblick über ihren Entwicklungsgang, über das allmähliche Fortschreiten der Erkenntnis, über den Wandel der Anschauungen und nicht zuletzt über die gleichsam intuitiv gewonnenen, ihrer Zeit voraneilenden Schlüsse einzelner Forscher hätte gewiß einen großen Wert. Ich muß es mir hier aber — des beengten Raumes halber — versagen, näher darauf einzugehen, was ich um so eher tun kann, als ich in meiner Arbeit „Das Eruptivgebiet von Gleichenberg“ (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Wien, 1913) eingehend darüber berichtet habe. (94, S. 407—431.)¹⁾ Dort sind die Arbeiten der Pioniere der Erforschung Leopold v. Buch's, P. Partsch, F. Unger's, K. J. Andrae's und F. Stoliczka's u. a. eingehend gewürdigt und die Verdienste der Nachfolger (speziell D. Stur's, C. Clar's und A. Siegmund's) entsprechend hervorgehoben worden. Die erste und einzige geologische Aufnahme des gesamten österreichischen Anteils des Gebietes wurde im Jahre 1853 von Dr. K. J. Andrae durchgeführt (handkolorierte Originalblätter). Im ehemals ungarischen Teil geht die erste Aufnahme auf F. Stoliczka zurück (1862), worauf hier Ende der 70er Jahre eine neuerliche Aufnahme durch J. v. Matyosovszky erfolgte, worüber nur die Karte im Maße 1:144.000 (ohne Erläuterungen) vorliegt.

Im Jahre 1913 habe ich eine geologische Neuaufnahme des Sütteils des Eruptivgebietes im Maße 1:25.000 (94) veröffentlicht. In dem letzten Jahrzehnt haben sich außer mir (96—98, 112—120, 129—133)¹⁾ speziell J. Schadler (100), L. v. Jugovics (102), B. Kubart (127), F. Angel (123) und J. Stiny (105, 106, 107, 108, 109, 110) mit dem oststeirischen Vulkangebiet vom geologischen, petrographischen und paläontologischen, bzw. phytopaläontologischen Standpunkt aus beschäftigt. Die vorliegende Neuaufnahme wurde

¹⁾ Die Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schlusse dieses Abschnittes.

von mir in den Jahren 1912—1914 und 1920—1924 mit Revisionen im Jahre 1925 durchgeführt. Nachstehend folgt das ergänzte Verzeichnis der geologischen Literatur.

Verzeichnis der auf das Gebiet des Spezialkartenblattes Bezug nehmenden geologischen, paläontologischen, petrographischen und geomorphologischen Literatur.

1. Leopold v. Buch, Über einige Berge der Trappformation in der Gegend von Grätz. Aus den „Abhandlungen der königl. Akademie“, Berlin 1819. Abgedruckt in der „Steiermärkischen Zeitschrift“, 1821, Heft 3. und in Leonhards Taschenbuch 1821, S. 457—472.

2. C. Daubeny, Tabellarische Übersicht der vulkanischen Erscheinungen, enthaltend ein Verzeichnis der feuerspeienden Berge und ihrer Ausbrüche von der ältesten bis auf die gegenwärtige Zeit, nebst den damit zusammenhängenden bedeutendsten Erdbeben. (Aus dem Englischen übertragen.) Weimar 1819.

3. C. Daubeny, A description of active and extinct Volcanoes. London 1826.

4. M. J. Anker, Notice sur les contrées volcaniques de la Styrie. (Bemerkungen über die Vulkane in Steiermark.) In Boué: Journal de Geologie, Paris 1839, I, S. 156—159.

5. A. Sedgwick and R. J. Murchison, A Sketch of the Eastern Alps. (With Supplementary Observations, Sections and a Map by R. J. Murchison.) Aus den „Transactions of the Geol. Society“, Vol. III, 1831. Auszug in Leonhard und Bronns Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1831, S. 92.

6. M. J. Anker, Kurze Darstellung der mineralogisch-geognostischen Gebirgsverhältnisse der Steiermark. Graz 1835.

7. P. Partsch, Geognostische Skizze der Umgebung des Gleichenberger Sauerbrunnens. In L. Langer, „Die Heilquellen des Tales Gleichenberg in der Steiermark“. Graz 1836.

8. A. Boué, Aperçu sur la constitution géologique des provinces Illyriennes. Memoires de la Soc. géol. de France. Paris, II. Teil, I, 1835, S. 82.

9. Dr. Fr. Unger, Reisenotizen vom Jahre 1838. Steiermärkische Zeitschrift, 1838, 5. Jahrgang, 2. Heft. (Leonhard und Bronns Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1844, S. 226.)

10. Dr. K. L. Sigmund, Gleichenberg und seine Mineralquellen und der Kurort. Wien, Grätz 1840.

11. F. Unger, „Ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemälde dieser Stadt und ihrer Umgebungen“. Von G. Schreiner. Grätz 1843.

12. F. Unger, Chloris protogaea, S. 78—80, 1847, Leipzig, Wilh. Engelmann.

13. v. Morlot, Resultate der Analyse der Trachyte von Gleichenberg. Haidinger's Berichte der Freunde der Naturwissenschaften. Wien 1847, II. Bd., S. 236, 336.

14. v. Morlot, Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der nordöstlichen Alpen. Wien 1846.

15. F. v. Fridau, Skizze des Trachytvorkommens von Gleichenberg. Haidinger's Berichte, Wien 1849, S. 238. •

16. B. Cotta, Geologische Briefe aus den Alpen. Leipzig 1850.

17. C. Daubeny, Die noch tätigen und erloschenen Vulkane nach deren Verbreitung und wichtigsten Verhältnissen. Bearbeitet von Gust. Leonhard, Stuttgart 1850.

18. F. v. Fridau, Über einen Alaunfels von Gleichenberg. Wöhler und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmakologie, 1850, LXXVI, S. 106, und Leonhard und Bronns Jahrbuch, 1851, S. 593—594.

19. Dr. Fr. Unger, Die fossile Flora von Gleichenberg. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1854, IV. Bd., Abt. I, S. 73.

20. Dr. K. J. Andrae, Vorläufiger Bericht über die geologische Aufnahme der Sektionen XIV, XVIII und XIX der Generalquartiermeisterstabkarte von Steiermark und Illyrien. 4. Bericht des geognostisch-montanistischen Vereines für Steiermark. Graz 1854, S. 33 bis 41.

21. G. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, 1851, 2. Bd., 4. Abt., S. 2192—2194.

22. Dr. K. J. Andrae, Bericht über die Ergebnisse der geognostischen Forschungen im Gebiete der Sektionen XIV, XVIII und XIX der Generalquartiermeisterstabkarte von Steiermark. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1855, VI, S. 265—304.

23. B. Kopezyky, Übersicht der Mineralwässer und einfachen Mineralien Steiermarks. Graz 1855.

24. B. Kopezyky, Der Kurort Gleichenberg in Steiermark, Gleichenberg 1856.

25. Dr. S. Aichhorn, Geographische Verteilung des Schiefer-, Schicht- und Massengebirges in Steiermark. Graz 1856.

26. Dr. K. J. Andrae, Zur tertiären Flora von Gleichenberg. „Giebel und Heinz“, Zeitschrift, 1856, VI, S. 395.

27. M. Macher, Übersicht der Heilwässer und Naturmerkwürdigkeiten der Steiermark. Graz 1858.

28. A. v. Morlot, Augitandesit aus der Klamm bei Gleichenberg. In „Roth, Gesteinsanalysen“, I, 1861, S. 19.

29. Dr. Ferd. Stoliczka, Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna der Inzersdorfer Schichten des ungarischen Tertiärbeckens. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrgang 1862, XII, S. 531.

30. Dr. Ferd. Stoliczka, Bericht über die im Sommer 1861 durchgeführte Übersichtsaufnahme des südwestlichen Teiles von Ungarn. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1863, XIII, S. 1.

31. Dr. J. Gottlieb, Analyse der Konstantinquelle zu Gleichenberg in Steiermark und Analyse der Klausenquelle nächst Gleichenberg. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1864, XLIX, Abt. 2, S. 351.

32. Dr. J. Gottlieb, Analyse der Emmaquelle zu Gleichenberg. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 1867, LV. Bd., Abt. 2, S. 836.

33. F. Unger, Syllogae plantarum fossilium. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 1860, XIX. Bd., S. 8.

34. F. Ritter v. Hauer, Geologische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie, Blatt Nr. VI, östliche Alpenländer. Wien 1868, S. 42—44.

35. D. Stur, Beiträge zur Kenntnis der Flora der Süßwasserquarze, der Congerien- und Cerithienschichten im Wiener und ungarischen Becken. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1867, S. 77.

36. D. Stur, Pflanzenreste aus dem Mühlsteinbruch bei Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1867, S. 217.

37. Karl Reissacher, Der Johannisbrunn bei Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1867, S. 252.

38. Karl Reissacher, Der Johannisbrunn bei Gleichenberg. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1867, S. 461—464.

39. Dr. J. Gottlieb, Analyse der beiden Johannisbrunnen nächst Straden bei Gleichenberg in Steiermark. Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1869, LX, 2. Abt.

40. D. Stur, Geologie der Steiermark. Graz 1871, S. 603—615, 632 und 635—636.

41. K. Peters, Überreste von Dinotherium aus der obersten Miozänstufe der südlichen Steiermark. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1871, S. 369.

42. J. Untchj, Beiträge zur Kenntnis der Basalte Steiermarks usw. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1872.

43. K. Hofmann, Basaltgesteine des südlichen Bakony. Mitteilungen aus dem Jahrbuch der königl. ungarischen Geologischen Reichsanstalt, III. Bd., S. 236—238.

44. C. Clar, Neue Beobachtungen aus der Gegend von Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1874, S. 94.

45. F. A. Anger, Mikroskopische Studien über klastische Gesteine. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1875, S. 171.

46. J. v. Matyasovzky, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1876, S. 27, Jahresbericht.

47. J. v. Matyasovzky, Aufnahmebericht. Földt. Közlöny 1877 (ungar.).

48. K. Hofmann, Basalte des Bakony. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, XXIX. Bd., 1877, S. 185.

49. A. Smita, Analyse eines Trachyts von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1877, S. 277.

50. J. Utschik, Analyse eines Trachyts von Gleichenberg (Villa Schuh). Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1877, S. 277.

51. H. Frisch, Analyse des Quarztrachyts von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1877, S. 277.

52. F. Salzer, Analyse eines Andesits von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1878, S. 370.

53. M. Schuster, Analyse eines Halhopals, Klause bei Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 1878, S. 371.

54. C. Clar, Mitteilungen aus Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1878, S. 122.

55. E. Hussak, Der Trachyt von Gleichenberg. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1878, S. 102.

56. Dr. R. Hörnes, Zur Geologie der Steiermark. 1. Vorkommen von Leithakalk mit Congerienschichten bei Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1878, S. 304.

57. Dr. R. v. Fleischbacher, Das Vorkommen mariner Fossilien bei Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1878, S. 53.

58. Dr. A. Penck, Über Palagonit und Basalttuffe. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1879, S. 545—548.

59. Dr. R. Hörnes, Das geologische Alter der Eruptivgesteine von Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1880, S. 49—53.

60. Dr. C. Clar, Notiz über das Eruptivgebiet von Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1880, S. 152.

61. Dr. E. Hussak, Über Eruptivgesteine von Gleichenberg. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1880, S. 160—162.

62. Dr. C. Clar, Boden, Wasser und Luft von Gleichenberg in Steiermark. Eine balneologische Skizze. Graz 1881.

63. M. Kispatič, Über die Bildung der Halbopale im Augitanädit von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. IV 1882, S. 122—146.

64. Dr. C. Clar, Olivin von Fehring bei Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. V, 1883, S. 85.

65. Dr. C. Clar, Einwirkung CO₂-haltiger Wasser auf den Trachyt von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. V, 1883, S. 385—388.

66. Peters und Ilwof (Clar), Graz, Geschichte und Topographie der Stadt und ihrer Umgebung. Graz 1875, S. 430—433.

67. Ed. Suess, Anlitz der Erde. Bd. I, 1885, S. 177.

68. Dr. C. Clar, Der Kurort Gleichenberg in Steiermark. Wien 1886.

69. Dr. C. Clar, Über die Situation der in jüngster Zeit zur Süßwasserversorgung des Kurortes Gleichenberg herangezogenen Quellen. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1887, S. 354—355.

70. Dr. C. Clar, Zur Hydrologie von Gleichenberg. Vortrag. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1889, S. 148.

71. Dr. V. Hilber, Sarmatisch-miozäne Conchylien Oststeiermarks. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. Jahrgang 1891, Graz 1892, S. 235—248.

72. Dr. C. Clar, Der Verlauf der Gleichenberger Hauptquellspalte. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1895, S. 201.

73. A. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. 1. Das Basaltgebiet von Klöch. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XV, 1896, 5. und 6. Heft, S. 361—384.

74. Dr. C. Clar, Gleichenberger Wasserfragen. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Jahrgang 1896, Graz 1897.

75. R. Hörnes, Die Mineralquellen der Steiermark. Mitteilungen des steiermärkischen Gewerbevereines, III. Jahrgang, 1897, S. 13—16.

76. Al. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. 2. Der Nephelinit und Palagonittuff des Hochstraden. 3. Der Nephelinbasanit, der Palagonittuff, die Nephelinbasaltbomben und die Nephelinbasaltdecke des Steinbergs bei Feldbach. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XVI, 1897, S. 337.

77. Al. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. 4. Der Magmabasalt und basaltische Tuff bei Fürstenfeld. 5. Der Feldspatbasalt bei Weikendorf. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XVII, 1898, S. 526 bis 543.

78. Al. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. 6. Die Basalttuffe. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XVIII, 1899, S. 377—408.

79. Al. Sigmund, Die Eruptivgesteine bei Gleichenberg. (Mit einer geol. Kartenskizze.) Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XXI, 1902, 4. Heft, S. 261—307.

80. Prof. E. Ludwig, Chemische Untersuchung der Konstantinquelle in Gleichenberg (Steiermark). Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XVI, 1897, S. 140. (Mit einem Beitrage von C. Clar.)

81. Al. Sigmund und Dr. C. Clar, Führer zu den Exkursionen des Internationalen Geologenkongresses in Wien 1903, Führer Nr. V. Exkursion in das Eruptivgebiet von Gleichenberg.

82. Dr. R. Hörnes, Bau und Bild der Ebenen. Sonderabdruck aus Bau und Bild Österreichs. Wien 1903, S. 1098—1106.

83. C. Diener, Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Sonderabdruck aus Bau und Bild Österreichs. Wien 1903, S. 472 bis 473 (146—147).

84. Al. Sigmund und Fr. Becke, Gesteine von Gleichenberg. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XXII, 1903, S. 386—387.

85. Al. Sigmund, Ein neues Vorkommen von Basalttuff in der Oststeiermark. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, Bd. XXIII, 1904, S. 406—410.

86. H. Benndorf und A. Vellik, Über die Radioaktivität der Konstantinquelle in Gleichenberg. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Jahrgang 1907, Graz 1908, S. 195.

87. Dr. Osk. Preiß, Die Basalte vom Plattensee, verglichen mit denen Steiermarks. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Jahrgang 1908, S. 3—59.

88. Dr. F. Heritsch, Über einige Einschlüsse und vulkanische Bomben von Kapfenstein in Mittelsteiermark. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1908, S. 297—305.

89. Dr. K. Leitmeier, Eine Opalbreccie von Gleichenberg. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1908, S. 716.

90. H. Leitmeier, Berichtigung zu H. Leitmeier: Eine Opalbreccie aus Gleichenberg in Steiermark. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1909, S. 76.

91. J. Dreger, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1911, S. 14. Jahresbericht des Direktors.

92. Dr. B. Granigg, Mitteilungen über steiermärkische Kohlenvorkommen. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1912.

93. Jahresbericht des Landesmuseums Joanneum über die Jahre 1864 (53. Bericht), 1869, 1879, 1895, 1899, 1900, 1904, S. 17; 1902, S. 26; 1903, S. 19; 1908, S. 16.

94. A. Winkler, Das Eruptivgebiet von Gleichenberg in Oststeiermark. I. Der Werdegang der geologischen Forschung im Eruptivgebiet. II. Der geologische Bau der im Maßstabe 1 : 25.000 aufgenommenen, südlichen Region in der Umgebung von St. Anna, Hochstraden und Klöch (mit einer geol. Karte 1 : 25.000, drei Profiltafeln, einer Lichtdrucktafel, einer Profiltabelle und 19 Textfiguren), S. 403—503, Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1913, 63. Bd.

95. A. Winkler, Versuch einer tektonischen Analyse des mittelsteirischen Tertiärgebietes und dessen Beziehung zu den benachbarten Neogenbecken. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1913, Nr. 13, S. 311—321.

[96. A. Winkler, Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. Studie über Verbreitung und Tektonik des Miozäns von Mittelsteiermark (mit 2 Tafeln, 2 Übersichtstabellen und 7 Textfiguren). Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1913, 63. Bd., S. 503—621.

97. A. Winkler, Die Eruptiva am Ostrande der Alpen, ihre Magma-beschaffenheit und ihre Beziehung zu tektonischen Vorgängen. Zeitschrift für Vulkanologie, Bd. I, Berlin 1914, S. 167—196. (Mit einer Übersichtskarte.)

98. A. Winkler, Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrande der Zentralalpen. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 7. Bd., 1914, S. 256—312. (Mit einer Übersichtskarte.)

99. N. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913, Verlag von J. Engelhorn's Nachf., S. 381—384.

100. J. Schadler, Zur Kenntnis der Einschlüsse in den südsteirischen Basalttuffen und ihrer Mineralien. Tschermak's miner.-petrogr. Mitteilungen, 32. Bd., Heft 6, Wien 1914, S. 485—512.

101. L. v. Loczy, Die geologischen Formationen der Balaton-egend und ihre regionale Tektonik in „Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees“, I. Bd., I. Teil, I. Sekt., Wien 1916. In Kommission bei E. Hölzel. S. 479, 498, 505, 507, 684.

102. L. v. Jugovics, Die am Ostfuße der Alpen und in der kleinen ungarischen Tiefebene im Komitat Veszprem auftretenden Basalte und Basalttuffe. Jahrbuch der ungarischen Geologischen Reichsanstalt für 1916, Budapest 1919, S. 69—84.

103. A. Aigner, Geomorphologische Studien am Rande der Grazer Bucht. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt in Wien, 1916, 66. Bd., S. 301.

104. J. Sölch, Ungleichseitige Flußgebiete und Talquerschnitte. Petermann's geographische Mitteilungen 1918, 64. Bd., S. 252—255.

105. J. Stiny, Basaltglas vom Steinberg bei Feldbach. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrgang 1917, Nr. 6, S. 128.

106. J. Stiny, Fundorte tertiärer Mollusken in der Umgebung von Feldbach (Steiermark). Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. 1924, S. 75—97.

| 107. J. Stiny, Die Lignite der Umgebung von Feldbach. Bergbau und Hütte, 1918, Heft 10—11, S. 1—14.

108. J. Stiny, Gesteine vom Steinberg bei Feldbach. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1923, S. 132—140.
109. J. Stiny, Technische Geologie. Bei F. Enke, Stuttgart, 1922. (Siehe speziell S. 100, 141, 392, 436—440, 475—477, 707 und 747.)
110. J. Stiny, Die Schlammförderung und Geschiebeführung des Raabflusses. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, 1920.
111. J. Dreger, Aufnahmebericht im Jahresbericht des Direktors. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1914, Nr. 1, S. 16.
112. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Staatsanstalt, 1921, S. 18—20.
113. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Staatsanstalt, 1922, Nr. 1, S. 23.
114. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1923, Nr. 1, S. 24—25.
115. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1924, Nr. 1, S. 24—25.
116. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1925, Nr. 1, S. 27—31.
117. A. Winkler, Aufnahmebericht im Jahresberichte. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1926, Nr. 1, S. 35.
118. A. Winkler, Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliozäns. Jahrbuch der Geologischen Staatsanstalt, 1921, 71. Bd., S. 1—51.
119. A. Winkler, Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abt. 1, 132. Bd., Wien 1924, S. 343—430.
120. A. Winkler und K. Ehrenberg, Über einige neue fossile Knochenfunde aus dem oststeirischen Eruptivgebiet und die geologische Position der Fundstellen. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1924, Nr. 10/11, S. 173—177.
121. K. A. Bobies, Bryozoenführendes Obersarmat bei Kalch (Oststeiermark). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1924, Nr. 10/11, S. 177—179.
122. F. Heritsch, Geologie der Steiermark, Graz 1921. Herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein in Steiermark, bei Ulrich Moser, Graz, S. 209—216.
123. F. Angel, Die Gesteine der Steiermark. Herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein in Steiermark, bei Ulrich Moser, Graz 1924, S. 101—120.
124. J. Knett, Die Mineralquellenprovinz der Südoststeiermark. Internationale Zeitschrift für Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie, XXXII. Jahrgang, Nr. 1, 1. Jänner 1925, S. 4—8.
125. W. Petrascheck, Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. VII. Die tertiären Senkungsbecken am Fuße der Alpen. Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen, 73. Bd., Heft 3, S. 23—24.
126. B. Kubart, Ein tertiäres Vorkommen von Pseudotsuga in Steiermark. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien, Jahrgang 1919, Nr. 11.

127. B. Kubart, Beiträge zur Tertiärflora der Steiermark nebst Bemerkungen über die Entstehung der Braunkohle. Graz 1924, bei Leuschner und Lubensky.

128. J. Sölch, Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Randgebirges usw. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, 21. Bd., Heft 4, S. 400—402.

129. A. Winkler, Über die Basaltausbrüche im östlichen steirischen Becken, am Rande der kleinen ungarischen Ebene. Földtani Közlöny, LV. Bd., Budapest 1926, S. 379—384.

130. A. Winkler, Geologische und morphologische Entwicklungsgeschichte des Ostrandes der Zentralalpen in der Miozänzeit. Geologische Rundschau, 15. Bd., 1926, Heft 1, 3 und 4. (Heft 1, S. 36 bis 68; Heft 3, S. 196—217; Heft 4, S. 291—310.)

131. A. Winkler, Das Abbild der jungen Krustenbewegungen im Talnetz des steirischen Tertiärbeckens. Abhandlungen der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Berlin 1926, 4. Heft, S. 501—521.

132. A. Winkler, Die morphologische Entwicklung des steirischen Beckens. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, 1926, 9.—12. Heft, S. 501—521.

133. A. Winkler, Der junge Vulkanismus im steirischen Becken. Zeitschrift für Vulkanologie, 13. Bd., Berlin 1927 (im Erscheinen).

Nachtrag.

134. F. Bach, Mastodontenreste aus der Steiermark. Beiträge zur Geologie und Paläontologie Österreich-Ungarns, XXII, S. 105, Wien 1910.

135. F. Bach, Die tertiären Landsäugetiere der Steiermark. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Bd. 45, 1908, S. 82—83.

136. G. Schlesinger, Die Mastodonten der Budapester Sammlungen. Geologica Hungarica, Tom. II, Fasc. 1, Budapest 1922, S. 188.

137. J. Szabo, Bazalt és Trachyt Gleichenberg vidékén. Földtany Közlöny, 74. Bd., 1873, S. 163—168, Budapest.

138. A. v. Morlot, Bemerkungen zu der Analyse des Trachyts von Gleichenberg. Österreichische Blätter für Literatur, 1847, S. 438, Ref. in Leonh. und Bronns Jahrbuch 1847, S. 844.

139. M. Macher, Gleichenberg in Steiermark als klimatischer und Brunnenkurort, Graz 1873. Herausgegeben vom Gleichenberg-Johannisbrunn-Aktienverein.

140. C. Clar, Geologische Briefe über Gleichenberg. Grazer Tagespost vom 16., 19. und 20. April 1872.

141. Dr. Sigmund, Qualitative Analyse der Werlequelle. Österr. medizinisches Wochenblatt, Nr. 9, 1841.

142. W. W. Pražil, Der Kurort Gleichenberg und seine Umgebungen. Wien 1865. W. Braumüller balneologischer Verlag, 368 S.

143. J. Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1879, S. LVI und LVII.

144. F. Unger und F. Hruschauer, Beiträge zur Bodenstetigkeit gewisser Pflanzen. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, I. Bd., 1850, S. 83.

145. F. Heritsch, Beiträge zur geologischen Kenntnis der Steiermark. VI. Beobachtungen am Tuffkogel von Kapfenstein bei Fehring. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Graz 1918, 51. Bd.

146. A. Tornquist, Das Gesetz der Wasserbewegung im Gebirge. Graz, Leykam-Verlag, 1922.

147. J. Knett, Die geologischen und chemischen Verhältnisse der Heilquellen Österreichs. Sonderabhandlungen aus Jahrgang 1924, 88. von Österreichs Kurorten und Heilquellen. Beilage zu den Mitteilungen des Volksgesundheitsamtes im Bundesministerium für soziale Verwaltung in Wien, S. 4, 12 und 13.

148. E. Hotter, Der Kalkgehalt steirischer Böden. Graz, Landwirtschaftlich-chemische Untersuchungsstation.

149. E. Graf Braida, Über die Entsumpfungen zwischen Gleichenberg und Radkersburg. Steiermärkische Zeitschrift, Neue Folge, VII. Jahrgang, 1. Heft, Graz 1842, S. 40--52.

III. Die Schichtfolge (Stratigraphie).

A. Das vortertiäre Grundgebirge.

1. Die paläozoische Schieferinsel des Roten-
Stadelberges: **graue und grüne phyllitähnliche
Tonschiefer (*pa*), Diabas-Grünschiefer (*Di*), Kalk-
marmor, Kieselschiefer (*pk*).**

Das Blatt Gleichenberg wird fast ausschließlich von tertiären und quartären Bildungen sedimentärer und vulkanischer Natur eingenommen. Nur beiderseits des Lehm-
bach(Lendva)tals treten, wie seit langem bekannt ist, am Stadelberg und am Rotenberg¹⁾ ältere „Grund-
gebirgsgesteine“ hervor. Der durch den Lehm-
bach (südlich von Neuhaus) entzweigesechnittene Felskörper der alten
Gesteine erscheint im W und O noch von kleinen, paläo-
zoischen Aufbrüchen begleitet. Sie entsprechen durch die
Tertiärbedeckung abgetrennten Ausläufern der Hauptmasse.
Im W ist es die kleine, schon von P. Partsch im Jahre
1836 erwähnte Felsscholle östlich (unterhalb) von St. Anna
am Aigen mit dem im Volksmunde sagenumwobenen
„Teufelsstein“ (schwarzer Kieselschieferfels); im O ist es
der Erosionsanschnitt des Grundgebirges im Hintergrund
des Jarekgrabens (oberhalb Szottina) und eine von mir
noch weiter östlich aufgefundene Schieferscholle südlich

¹⁾ Auf der Spezialkarte als Stradel und Rotterberg bezeichnet.

des Windmühlberges (auf jugoslawischem Boden). Die ost-westliche Erstreckung der paläozoischen Aufbruchzone beträgt zirka 7 *km*, die Nord-Süderstreckung kaum 3 *km*.

Es ist unmöglich, auf Grund der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine und der Lagerungsverhältnisse in diesen fossilereen, schlecht aufgeschlossenen, vorherrschend aus einförmigen Tonschiefern zusammengesetzten paläozoischen Bildungen eine detaillierte Gliederung der Schichtenfolge zu entwerfen. Immerhin haben sich einige Anhaltspunkte ergeben.

Zunächst sollen die einzelnen Gesteinstypen kurz besprochen werden:

Tonschiefer und phyllitische Schiefer (*ps* der Karte). Das vorherrschende Gestein bildet ein grau-grüner, matter Tonschiefer oder ein schwach seiden-glänzender, phyllitischer Tonschiefer. Sehr häufig ist ein Kalkgehalt im Gestein vorhanden, so daß sich Übergänge zu Kalktonschiefen einstellen. Bei Kalch und im nördlichen Teil der Klause herrschen solche stärker kalkhaltige Gesteine vor. Auf der Südseite des Stadelberges und in den beiden östlichen Aufbrüchen fand ich dagegen normale Tonschiefergesteine. In dem Graben süd-östlich von Bonisdorf treten phyllitisch aussehende, glänzende Tonschiefer auf.

Das Ausgangsmaterial für diese Schiefergesteine müssen Tone und Tonmergel gewesen sein.

Grünschiefer und Diabase (*Di* der Karte). Die Tonschiefer zeigen Übergänge zu Grünschiefern und zu Gesteinen, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als Abkömmlinge von Diabasen erweisen. Zwischen den Grünschiefern und den an der Grenze kalkhaltigen Tonschiefern läßt sich eine scharfe Scheide nicht ziehen. In dieser Gesteinsgruppe treten auch grünliche, durch dunkle Tüpfel, die aus Chloritnestern bestehen, ausgezeichnete Schiefer auf. Die in einem Bruche auf der Westseite der Klause (am Ostabfall des Roten Berges) erschlossenen Grünschiefer haben sich im Mikroskop als metamorphe Diabase erwiesen. Es wird im petrographischen Teil ausgeführt, daß hier neben den Diabas-Grünschiefern auch kleine Linsen eines helleren Gesteins auftreten, die sich im Mikroskop durch das Fehlen der dunklen Gemengteile

auszeichnen. Es sind wohl die der Diabaseruption zugehörigen sauren Abspaltungsprodukte.

Die Grünschiefergesteine der Klause besitzen einen starken Pyritgehalt.

Kalke und Kalkschiefer (*pk* der Karte). Schon F. Stoliczka hat in den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts¹⁾ das Auftreten von Kalksteinen bei der Ortschaft Kalch im Leimbach(Lendva)tale erwähnt. Bei Kalch sind in einem Steinbruch helle, gelblichweiße und dunkle kristalline Kalke (unreine Marmore), die mit den auflagernden Kalkschiefergesteinen durch Wechsellagerung eng verknüpft sind, erschlossen. Die Gesteine erscheinen lagenweise schön gebändert (Bänderkalke). Ich konnte diese Kalkgesteine in Form einer steilen Auffaltung am Nordgehänge des Roten Berges (♠ 416) ziemlich hoch hinauf verfolgen. Diese Hauptfalte wird noch von kleineren Kalkfalten begleitet.

Kieselschiefer. In der Schieferscholle unter St. Anna am Aigen treten dunkle graphitische Kieselschiefer (schwarze Quarzite) auf. Sie werden von kalkhaltigem Tonschiefer begleitet. Schwarze Kieselschiefer fand ich auch in dem Graben oberhalb Guitzenhof.

Lagerung und Altersfolge der Gesteine. Die Aufnahme hat ergeben, daß der Bänderkalkzug von Kalch in Form einer Antiklinale aus den Kalkschiefern und Tonschiefern empor taucht und von diesen höher oben noch ummantelt wird. Die Kalke sind daher als das Liegende der mächtigen Schiefermasse aufzufassen. Auch die Kieselschiefer dürften einem tieferen Niveau in der Schichtenfolge angehören.

Im Bereiche der Grünschiefer-Diabasauflüsse herrschen kompliziertere Lagerungsverhältnisse vor. Ich vermute aber, daß hier die Kalkschiefer und Grünschiefer in Form einer steilen oder überkippten Antiklinale aus der Hauptmasse der Tonschiefer hervortreten, somit dem tieferen Teil der Gesteinsserie angehören. Die Schieferinsel des Roten-Stadelberges scheint daher einer Schichtenreihe zu entsprechen, die an der Basis aus Bänderkalken besteht,

¹⁾ 29, S. 4.

über welcher kalkhaltige Schiefer, Kieselschiefer und örtlich Diabas - Grünschiefer lagern, worüber noch mächtige Tonschiefer und phyllitähnliche Tonschiefer aufgehäuft sind.

Ich habe vor 13 Jahren in Anlehnung an die damals gerade von H. Mohr¹⁾ veröffentlichte Auffassung die Vermutung ausgesprochen (96, S. 506), daß in den Gesteinen der Schieferinsel vielleicht jungpaläozoische Bildungen vorliegen. Indessen möchte ich nunmehr — auf Grund des gegenwärtigen Standes der Frage — an dieser Vermutung nicht mehr festhalten. Dagegen muß die Analogie mit dem tieferen Teil des Grazer Paläozoikums in den Vordergrund gerückt werden. Die Bänderkalke wird man mit dem meist als Silur angesprochenen Schöcklkalk in Parallele setzen können, während die mächtigen Tonschiefer und Phyllite mit ihren Grünschiefern als Äquivalente der den Schöcklkalken aufgelagerten Semriacher Schiefer, die ebenfalls Diabase enthalten, aufzufassen sein werden. Ich glaube also, daß ein silurisches Alter für die Gesteine der Schieferinsel des Roten-Stadelberges am meisten Wahrscheinlichkeit für sich hat. Diese Annahme, welche ein altpaläozoisches Alter für die besprochene Schichtenfolge voraussetzt, erscheint insofern recht wahrscheinlich, als bei Güssing im südlichen Burgenlande und im Pinkadurchbruche über analogen Schiefergesteinen Dolomitgesteine des Devons auftreten.²⁾

1) Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostsporns der Zentralalpen. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 88. Bd., 1912.

2) In neuester Zeit hat R. Schwinner (Das Bergland nordöstlich von Graz. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 134. Bd., I. Abt., 8. bis 10. Heft, 1925) eine von den bisherigen Ansichten sehr abweichende Deutung der Altersfolge des Grazer Paläozoikums vertreten. Schwinner rechnet den Schöcklkalk zum Devon und hält die Semriacher Schiefer für viel älter, im wesentlichen für vorpaläozoisch und über den Schöcklkalk aufgeschoben. Gegen diese Ableitung hat H. Mohr in einem Aufsatz: Archaische Krinoiden? Eine kritische Würdigung B. Schwinner's „Bergland nordöstlich von Graz“, Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1926, Nr. 9) Stellung genommen. Solange in dieser Frage keine Klärung eingetreten ist, halte ich es für besser, bei der bisherigen Deutung zu verbleiben.

Die Umwandlungen der Schiefergesteine. Auf der Südseite des Paläozoikums stellen sich an mehreren Örtlichkeiten eigentümliche, tiefgreifende Umwandlungen im Bereiche der Tonschiefer ein, die zu weißen, weichen Zersetzungsrückständen geführt haben. Die weitestgehenden Veränderungen dieser Art lassen sich an der kleinen Schieferkuppe westlich von Guitzenhof beobachten, wo mächtigere, rein weiße Gesteinsmassen auftreten, die noch die Struktur des ursprünglichen Schiefergesteines erkennen lassen und in denen nur die Quarzadern unverändert erhalten geblieben sind. Ähnliche, in eine weiße Masse umgewandelte Tonschiefer beobachtete ich am Südwestgehänge des Stadelberges. Sie treten an den beiden erwähnten Örtlichkeiten an der unmittelbaren Basis der übergreifenden, sarmatischen Schichtenfolge auf.

Eine Analyse, durchgeführt im chemischen Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt von dem Vorstand desselben, Herrn Bergrat Dr. O. Hackl, ergab folgendes Resultat:

Glühverlust	3·84%
K ₂ O	5·85%
Na ₂ O	1·63%

Es handelt sich wohl um ein serizitisches Mineral. Zweifellos liegt hier eine durchgreifende Umwandlung der Schiefer vor, die etwas an jene eigentümlichen, weißen, talkähnlichen Zersetzungsprodukte kristalliner Gesteine erinnert, die im Wechselgebiete in weiter Verbreitung auftreten und in der Literatur die Bezeichnung Leukophyllit erhalten haben.¹⁾

Die über das Grundgebirge transgredierend übergreifenden Sedimente enthalten in ihren Schotterlagen am Südwestfuß des Stadelberges und bei Guitzenhof die zersetzten Schiefergesteine bereits als Einschlüsse. Dadurch ist das vorsarmatische (vormittelsarmatische) Alter der Umwandlungen festgelegt. Schon vor 14 Jahren hatte ich in dem Graben westlich von Guitzenhof (96, S. 512—513),

¹⁾ Indessen dürften die Gesteine von Guitzenhof nicht zu den Leukophylliten gehören, da die letzteren durch einen besonders hohen Mg-Gehalt ausgezeichnet sind, welcher für die Gesteine von Guitzenhof weder erwiesen noch ihrer Entstehung nach wahrscheinlich ist. Eine Prüfung auf Mg wurde an letzteren nicht vorgenommen.

der von \diamond 351 nach Süden geht, an der Basis der dort auftretenden tieferen sarmatischen Schichten Sandsteine mit weißem Bindemittel aufgefunden, in welchem ich damals — ohne Kenntnis des östlichen Paläozoikums — Tuffsandsteine vermutete. Es handelt sich aber hier sicherlich nur um umgelagerte Sandsteine, aus diesem serizitisch zersetzten Schiefermaterial gebildet. Die Entstehung der serizitisierten Gesteine kann wohl als vor-sarmatische, oberflächliche, tiefgreifende Zersetzung angesprochen werden, die unter dem Einfluß tertiären Klimas, aber wohl noch unter besonderen Bedingungen (starke Einflüsse humöser Substanzen? postvulkanische Einflüsse?) vor sich gegangen ist.

Eine ganz andere, ebenfalls beträchtliche, aber anscheinend weniger tiefgreifende Umwandlung zeigen die Schiefergesteine am Ostgehänge des Stadelberges bei Bonisdorf. Hier herrschen rötliche, eisenschüssige (hämatitisch umgewandelte) Schiefergesteine vor. Es ist offenbar eine Roterdeverwitterung unter dem Einfluß des warmen, tertiären Klimas gewesen, die hier diese Umwandlung der paläozoischen Gesteine bewirkt hat. Sie liegen unter pontischen Schichten begraben. Schon F. Stoliczka (29) hatte im Jahre 1863 auf diese eisenschüssigen Zersetzungsprodukte aufmerksam gemacht und betont, daß auch ein kleiner Kupfergehalt im Gestein enthalten sei. Auch hier liegen also tertiäre Verwitterungsrinden vor, die wohl als normale Zersetzungserscheinung unter dem Einfluß des damals herrschenden Klimas angesehen werden können.

2. Das Grundgebirge im Untergrunde des von tertiären Sedimenten eingenommenen Raumes auf Blatt Gleichenberg.

Man würde über die Beschaffenheit des tieferen Untergrundes im Bereiche des fast ganz mit tertiären Sedimenten zugedeckten Terrains am Blatte Gleichenberg völlig im unklaren sein, wenn nicht die jüngeren vulkanischen Ausbrüche, besonders die pliozänen Basalterruptionen, an über 40 Stellen bei Durchlöcherung der Erdrinde Fetzen von den den Untergrund bildenden Gesteinen an die Oberfläche mitheraufgebracht hätten. Die Untersuchung

dieser Einschlüsse ergibt, wie ich schon 1913 (96, S. 507—509) auseinandergesetzt habe, die überraschende Tatsache, daß nur ein kleiner Teil des oststeirischen Eruptivgebietes einen paläozoischen Untergrund, der ja auch in den Schieferhöhen des Roten- und Stadelberges zutage tritt, besitzt, sondern daß der Hauptsache nach granitische Gesteine und altkristalline Gneise und Amphibolite den Sockel zusammensetzen. Dabei kann das Fehlen paläozoischer Einschlüsse nicht etwa als durch den Zufall bedingt angesehen werden, da viele Hunderte von Einschlüssen geprüft wurden.

Am genauesten habe ich die Untergrundeinschlüsse im Tuff von Kapfenstein untersucht, in dem ich trotz der Nähe der paläozoischen Schieferinsel (zirka 6 km Distanz) nicht ein einziges paläozoisches Gesteinsstück angetroffen habe, wohl aber viele Hunderte von granitischen Einschlüssen im Laufe der Jahre beobachten konnte. Unter diesen herrschen normale, mittel- bis feinkörnige Granite bei weitem vor. Gelegentlich findet man Einschlüsse von grobkörnigen Graniten, die über zentimetergroße Feldspate (Karlsbader Zwillinge) enthalten. Helle aplitische und pegmatitische Einschlüsse, darunter solche mit schriftgranitischer Verwachsung, kommen ebenfalls nicht selten vor. Weiters fand ich Einschlüsse geschieferter Granite, biotitreicher Granite (basische Schlieren) und eines Granits mit einem grünen Mineral. Manche Einschlüsse zeigen eine schwache Schieferung (Gneisgranite). Echte Gneise sind mir aber nicht bekannt geworden.

Noch merkwürdiger ist das Fehlen paläozoischer Einschlüsse und das Auftreten granitischer Fremdlinge in einzelnen Durchbrüchen des Neuhauser Tuffgebietes, die kaum 3 km vom Rande des Paläozoikums entfernt liegen. Hier fand ich in der Tuffspalte östlich von Schloß Tabor Graniteinschlüsse. Bei Neuhaus selbst erscheint der Basalt mit mehr oder minder aufgeschmolzenen Einschlüssen, auch aus dem tieferen Untergrunde, reichlich gespickt, die zwar bei ihrer starken Veränderung schwer zu deuten sind, aber vermutlich teilweise auf Granite zurückgehen dürften.¹⁾

¹⁾ Im Tuff von Neuhaus fand ich aber auch einen großen Brocken eines Gesteins vom Aussehen eines von Quarzadern durchzogenen Grauwackensandsteines paläozoischen Alters.

Ausschließlich granitische Einschlüsse sammelte ich in dem südöstlich von Neuhaus und der Schieferinsel gelegenen Tuffgebiete von Oberlimbach. Der nordwestliche, dortige Tuffdurchbruch, jener des Cengerci breg, der nur 2 km vom Rande des Paläozoikums entfernt liegt, zeigt zahlreiche granitische Einschlüsse. Desgleichen beobachtete ich in dem südwestlichen Tuffvorkommen von Oberlimbach; jenem bei Iskala, aus der Tiefe geförderte Granite. Am Kaniza breg, dem ausgedehnten südöstlichen Tuffkörper des Oberlimbacher Gebietes, konnte ich in einem im Tuff eingeschlossenen Basaltblock Graniteinschlüsse feststellen. Hier fehlen nach meinen Beobachtungen paläozoische Einschlüsse vollständig.

Das ausgedehnte Basalt- und Tuffgebiet von Klöch zeigt Einschlüsse granitischer und altkristalliner Gesteine. In den Schlackenbasalten des Seindl konnte ich inmitten der porösen Lava zahlreiche Einschlüsse stark umgeschmolzener Granite feststellen. An der Westseite des Kindbergs sammelte ich in einer Basaltspalte Gesteinsstücke, die vermutlich Amphiboliten, die starke Umwandlungen erfahren haben, entsprechen. Vom Tuff des Zahrerberges (Zamberg der Spezialkarte) liegt mir ein Stück eines unveränderten Amphibolits vor. In der Basaltspalte von Plesch-Risola (nördlich des Klöcher Massivs) fand ich granitische Einschlüsse. Der Basalt des Hochstradens ist sehr einschlußarm, doch konnte ich kleine Granitfragmente beobachten.

Sehr reich an granitischen Einschlüssen ist das Tuffgebiet von Fehring. Hier sind es besonders die Aufschlüsse am Wachseneck, welche bis kopfgroße Blöcke von Granit und Granitgneisen enthalten. Ich fand ferner granitische Einschlüsse bei Hirtenstein, bei Leisten und an anderen Punkten.

In den Tuffen von Krieselstein (Jennersdorf NW) beobachtete ich speziell im südlichen Vorkommen Einschlüsse von Granitgneis. In dem nördlichen Tuffdurchbruch sammelte ich dagegen auch einen Schiefereinschluß von paläozoischem Aussehen.

In dem Tuffgebiet von Unterweißenbach, westlich von Feldbach, habe ich zahlreiche Gneiseinschlüsse aufgesammelt.

Der Tuff des Auersberges, westlich von Feldbach, zeigt eine besonders reiche Kollektion an Gneiseinschlüssen, worunter sich Gneise, Glimmerschiefer, Amphibolite und

granatführende Gneisgesteine (Eklogite) erkennen lassen. Hier sind es also typische Gesteine des Altkrystallins, die den Untergrund bilden.

In den miözänen Lipariten des Schaufelgrabens bei Gleichenberg habe ich ein Stück eines Schiefergesteines aufgesammelt, das vermutlich einem veränderten Amphibolit entspricht.

Überblickt man die Verbreitung der Einschlüsse, so ergibt sich das merkwürdige Bild, daß die paläozoische Schieferinsel des Roten- und Stadelberges anscheinend auf drei Seiten von Graniten umsäumt wird. Sie stellt offenbar eine Einfaltung oder Einsenkung paläozoischer Gesteine innerhalb eines von zahlreichen Granitstöcken durchschwärmten altkristallinen Gebietes dar. Aus der Verteilung der Einschlüsse läßt sich vermutungsweise ein nordnordöstlicher Verlauf der Einmuldung entnehmen. Speziell sei darauf verwiesen, daß ein ausgedehnter Granitkörper den Raum von Klöch, Kapfenstein, Neuhaus und Fehring einnehmen und daß ein zweiter den Untergrund der Oberlimbacher Gegend bilden muß. Dagegen ist in der Gegend von Felzbach und Gleichenberg anscheinend ein Bereich, in dem vorherrschend altkristalline Gesteine den Untergrund zusammensetzen. Man wird nicht fehlgehen, wenn man in letzterem die Fortsetzung jener Gesteinsmassen vermutet, die zwischen Hartberg und Weiz den Rand des Grazer Beckens bilden und die am Kulm spornartig in das Becken vorspringen. Auch ihnen sind mächtigere Granitstöcke eingeschaltet.

Die Untersuchung der Einschlüsse in den oststeirischen Basalttuffen hat keine Anhaltspunkte dafür ergeben, daß jungpaläozoische (karbonisch-permische Ablagerungen) oder altmesozoische (triadische) Bildungen, wie letztere am Südwestsaum des steirischen Beckens, am Poßbruckgebirge, auftreten, im Untergrunde verbreitet wären. Ebenso fanden sich keine Anzeichen für das Vorhandensein oberkretazischer (aus der Oberkreidezeit stammender) Bildungen, wie sie bekanntlich im Nordwestteil des steirischen Beckens in der Kainach auftreten. Schließlich wurden keine Einschlüsse alttertiärer Schichten festgestellt. Es scheint demnach im Untergrunde des Blattes Gleichenberg das Miozän unmittelbar über das altkristalline, granitische und altpaläozoische „Grundgebirge“ zu transgredieren.

B. Die stratigraphische Einreihung der Gleichenberger Trachyt- und Andesit-Ausbrüche.

(Tr) Trachyte und verwandte Gesteine (mit großen Sanidineinsprenglingen).

(An) Andesite und verwandte Gesteine (Andesitoide ohne Sanidineinsprenglinge).

(Rh) Quarztrachyt (Rhyolit).

Schwarze Häkchen auf Rot: **Trachytische Eruptivbreccien (Tuffe).**

Schwarze Häkchen auf Grün: **Andesitische Eruptivbreccien (Tuffe).**

Grün und weiß gestreift: **Vollkommen umgewandelte Andesite (mit größeren Opalmassen).**

Inmitten des oststeirischen Hügellandes erhebt sich, im N des Kurortes Gleichenberg, das schon vor mehr als hundert Jahren zum erstenmal wissenschaftlich untersuchte, erloschene Vulkanmassiv: der Trachyt-Andesitkörper von Gleichenberg, der in dem Gleichenberger Kogel (596 m) kulminiert. Der geschlossene Eruptivkörper beginnt am Schaufelgraben im O, wo er eine tiefer gelegene Kuppe bildet, nimmt den Absatzrücken ein, überschreitet den Eichgraben und baut den östlichen Gleichenberger Kogel (der den Namen Bscheidkogel führt) auf. Jenseits einer Mulde folgt sodann die Erhebung des eigentlichen „Gleichenberger Kogels“ (596 m), der über eine westliche Vorkuppe, die Birkblöße, westwärts steil zur Klausenschlucht abfällt. Der Gleichenberger Schloßbrücken bildet sodann den westlichen Abschluß des Eruptivmassivs. Von der Hauptmasse des Eruptivkörpers erscheint im Süden die Kuppe des Praterwaldes (Sulzkogl), im Bereiche des Kurortes gelegen, abgetrennt, im N die Kuppe von Gossendorf, tiefergehend, abgelöst. Die ostwestliche Erstreckung der oberflächlich zutage tretenden, geschlossenen Eruptivmasse beträgt etwa 4 km, die N-S-Ausdehnung 2.5 km. Rechnet man noch die nur durch seichtere Sedimentbedeckung abgetrennten vorgelagerten Kuppen hinzu, so ergibt dies eine (an der Oberfläche sich ausprägende) N-S-Erstreckung des Eruptivkörpers von 5 km Länge.

Die Gesteine, die sich am Aufbau der Masse beteiligen, sind trachytischer, andesitischer und quarztrachytischer

(liparitischer) Natur. Sigmund hat auf Grund genauer petrographischer Untersuchungen innerhalb der Trachyte und Andesite eine Anzahl spezieller Gesteinsvarietäten unterschieden und diesen Differenzen auch in der Nomenclatur (trachytoide Andesite, Andesitoide) Rechnung getragen, worauf ich im petrographischen Teile noch zurückkomme (79). Indessen glaube ich, daß eine so weitgehende Zerspaltung der Eruptivgesteine, so berechtigt sie auch vom mineralogisch-petrographischen Standpunkt erscheint, sich doch bei der geologischen Kartierung kaum scharf durchführen läßt. Ich habe mich daher entschlossen, bei der Aufnahme nur jene Eruptivgesteine voneinander abzuscheiden, die sich schon auf Grund der Beobachtung im Felde als deutlich verschiedene Typen zu erkennen geben: Es sind dies die durch große Sanidineinsprenglinge ausgezeichneten trachytischen Gesteine (= Sigmunds Trachyte und trachytoide Andesite), die Andesitgesteine (= Sigmunds Andesite und Andesitoide) und die Quarztrachyte. Die Verfolgung der drei Haupttypen dieser auf diese Weise vereinfachten Gesteinsfolge ergab zwar im großen und ganzen eine Übereinstimmung mit der Darstellung Sigmunds, im einzelnen aber stärkere Abweichungen.

So zeigte es sich, daß die Trachytgesteine noch einen großen Teil der Absetzkuppe bilden, wo Sigmund Andesite ausgeschieden hatte; ferner daß die Trachyte noch die Höhe westlich der südlichen Klause, auf welcher Schloß Gleichenberg steht, bilden. Isolierte Trachytreste wurden an den Gehängen westlich des Meierhofes von Schloß Gleichenberg (über Andesiten gelagert), dann inmitten des Andesitgebietes am tieferen Nordgehänge des Bscheidkogels (= östlichen Gleichenberger Kogels) angetroffen.

Von besonderer Wichtigkeit war die Auffindung und weitverbreitete Feststellung trachytischer und andesitischer Eruptivbreccien, die bisher nur von einer einzigen Stelle (in der Klause) bekannt waren und deren Eruptivnatur hier übrigens bestritten worden war. Es ergab sich nun, daß solche Eruptivbreccien, z. T. als gewaltige Trümmerbreccien entwickelt, den Trachyten und Andesiten eingeschaltet, am ganzen Südgehänge der Gleichenberger Kogeln von der Klause bis über den Eichgraben hinaus zu beobachten sind.

Gegen W hin, in der Richtung gegen Hofstätten, und besonders gegen NO, in der Richtung auf Gossendorf zu, fand ich das Andesitgebiet viel ausgedehnter, als es Sigmund eingetragen hatte. Allerdings ist im letzteren Raum die Darstellung auf der Originalaufnahmssektion 1 : 25.000 eine derart unvollkommene und unrichtige, daß auch nur eine annähernd zutreffende Eintragung der Gesteinsgrenzen hier unmöglich erscheint.¹⁾ In diesem Raume, südöstlich von Gossendorf, sind es sehr stark ungewandelte Andesitgesteine, die Schnüre von Halbopaln enthalten. (Näheres hierüber siehe im vulkanktektonischen Teil.)

Näheres über den Aufbau des Eruptivgebietes und über die relative Altersfolge der Eruptivmassen wird bei der Vulkantektonik auseinandergesetzt werden. Hier interessiert uns zunächst die Einreihung des Eruptivkörpers in das geologische Zeitschema und seine Beziehungen zu den tertiären Sedimentgesteinen.

D. Stur (40, S. 606) hatte die Meinung vertreten, daß die Gleichenberger Trachyt- und Andesitgesteine ihren Ausbruch in sarmatischer Zeit gehabt hätten. Im Jahre 1913 habe ich (96, S. 510—511) erwiesen, daß der Ausbruch in vorsarmatischer Zeit erfolgt ist und wahrscheinlich schon vor Ablagerung der zweiten Mediterranstufe vor sich gegangen ist. Die weiteren Studien haben das vormediterrane Alter der Ausbrüche mit voller Sicherheit ergeben.

Allenthalben legen sich die sarmatischen Schichten dem Trachytkörper auf, u. zw. nicht nur die „obersarmatischen“ Bildungen, sondern auch die tieferen Komplexe bei Dorf Gleichenberg und im Kurorte. Die Basis des Mittelsarmats, die bei Waldsberg in Form von Grobschottern abgeschlossen ist, enthält bereits Gerölle von Trachyt.

In den Basalttuffen von Unterweißenbach habe ich Einschlüsse von konglomeratischem Leithakalk der zweiten Mediterranstufe angetroffen, die einen wichtigen Aufschluß über das Eruptionsalter der Trachyte ergeben. Die Gerölle dieses konglomeratischen Leithakalkes bestehen zu gutem

¹⁾ Erst die Reambulierung des Spezialkartenblattes Gleichenberg, durch Herrn Oberkommissär Major Postl des Bundesvermessungsamtes 1925 durchgeführt, ermöglichte eine genauere Eintragung der Gesteinsgrenzen.

Teile aus grünen, feinkörnigen, Biotiteinsprenglinge enthaltenden Eruptivgesteinsbrocken, die schon makroskopisch vollkommen den „Gleichenberger Gesteinen“ gleichen. Im Mikroskop erwiesen sie sich als feinkörnige Trachyte, im wesentlichen aus Sanidinleistchen und Biotiteinsprenglingen zusammengesetzt. Das Meer der zweiten Mediterranstufe hat also bereits an dem Eruptivkörper gebrandet. Die Gleichenberger Trachyte und Andesite sind älter als die ältesten noch oberflächlich in der Oststeiermark zutage tretenden Miozänschichten. Vielleicht ist der Ausbruch — nach Analogie mit den untersteirischen Daziten und Andesiten — in das höhere Altmiozän hineinzuverlegen. Die Gleichenberger Trachytkegel bilden aber nur das Zentrum einer viel ausgedehnteren, jungen Eruptivmasse, über deren durch jüngere Miozän- und Pliozänabsätze verdeckte, unterirdische Ausdehnung zahllose Einschlüsse in den pliozänen Basalttuffen Kunde geben.

Daß wir in dem Basalttuffgebiet im O und SO des Kurortes Gleichenberg, an dem Höhenrücken des Röhrkogels (Albrechtshöhe, Hermannshöhe), der Sulzberge und Wirberge trachytische Einschlüsse in kleinen Stücken und bis über tischgroßen Blöcken antreffen, kann nicht wundernehmen, da ja die Trachyte noch an der Kuppe des Praterwaldes anstehen. Der Trachyt zieht hier also im Untergrund noch weiter nach S fort.

An der östlich der vorgenannten Höhen gelegenen Kuppe des Mohrenkogels (nördlich von Bayrisch Kölldorf) konnte ich sowohl Einschlüsse von Trachyt als auch solche von Quarztrachyt feststellen, welch letzteres Gestein nördlich des Mohrenkogels, im Schaufelgraben, zutage tritt.

Aus der Basaltspalte von Plesch-Risola (südlich des Hochstradenplateaus) liegen mir Gesteinsbrocken vor, die ich für Gleichenberger Trachyte halte.

In den Tuffen des Forschtkogels (bei Gossendorf) fand ich zahlreiche Andesite. Vor allem sind aber die Basalttuffe bei Feldbach (Unterweißbach, Auersberg) reichlich mit Einschlüssen andesitischer Gesteine versehen. Teilweise sind es normale graugrüne, mit Plagioklaseinsprenglingen versehene Andesite, teilweise glasreiche, rote und grüne, felsophyrische Varietäten (mit großen Plagioklaseinsprenglingen).

In den Tuffen von Fehring fand ich mehrere graue Andesiteinschlüsse. Aber auch noch im östlichen Teil des basaltischen Eruptivgebietes treten im Untergrund Andesitgesteine auf. Ich fand solche in mehreren Exemplaren im Tuff des Hofwaldes (nordwestlich von Neuhaus) und jenem des Burghügels von Neuhaus, hier an der Runse am Westgehänge. Es sind graue und rötliche Andesite, z. T. felsophyrische und poröse Laven.

Der Zusammenhang der andesitischen Laven im Raume von Feldbach mit der Hauptmasse des Eruptivkörpers ist durch die Einschlüsse vom Forschtkogel und durch die Gossendorfer Trachytkuppe gegeben. Die Andesiteinschlüsse in den Tuffen von Fehring und in jenen von Neuhaus könnten selbständigen Lavaherden entstammen. Doch möchte ich aus der Erwägung, daß der Gleichenberger Kogel, schon seinem Aufbau nach, einem mächtigen und viel höher aufragenden vulkanischen Eruptionszentrum entsprach, von dem größere Lavamassen nach den Flanken abgeflossen sein dürften, ferner aus der Tatsache, daß es gerade die dünnflüssigeren Andesite sind, die — vielfach als felsophyrische und poröse Laven — an der Peripherie des Eruptivmassivs auftreten (Neuhaus, Auersberg), schließen, daß hier Lavaströme vorliegen, die von dem Gleichenberger Kogel abstammen und bis zu 10 km weit davon abgeflossen sind. Die geringe Anzahl der Einschlüsse im Tuff von Neuhaus scheint anzuzeigen, daß es sich hier nicht mehr um besonders mächtige Laven im Untergrunde handeln dürfte.¹⁾

Berücksichtigen wir die im Untergrund des Tertiärbeckens feststellbare weite Ausbreitung trachytischer und andesitischer Lavamassen, so erhalten wir für die Ausdehnung des Eruptivkörpers eine nord-südliche Erstreckung von etwa 15 km,²⁾ die aber in Wirklichkeit noch beträchtlich größer sein mag. Im Untergrund des oststeirischen Beckens liegt also ein ausgedehnter, trachytisch-andesitischer Gesteinskörper begraben. In den „Gleichenberger“ Kogeln taucht nur die Zinne dieses tief versenkten vulkanischen Gebirges empor. Die Beziehungen zu den Sedimenten der Umhüllung zeigen, daß die Gleichenberger Laven die ältesten Tertiärbildungen darstellen, die wir im Bereiche des Kartenblattes Gleichenberg oberflächlich festzustellen in der Lage sind.

In den Basalttuffen von Altenmarkt bei Riegersburg (bereits am Nachbarblatt Fürstenfeld, hart an der Grenze gegen Blatt Gleichenberg gelegen), dann in den Tuffen von Edelsbach habe ich eigentümliche, körnige Gesteinsmassen in zahllosen Stücken angetroffen, die offenbar einer mächtigen, im Untergrunde anstehenden Eruptivmasse entnommen sind. Soweit die Untersuchung von

¹⁾ Es wäre aber auch möglich, daß die Basalttuffexplosion nur gelegentlich bis in den Bereich der Andesite, die an der Tertiärbasis liegen, hinabgegriffen hat.

²⁾ Hierbei ist die noch zu erwähnende grobkörnige Tiefengesteinsmasse, von der die Tuffe von Edelsbach und Altenmarkt bei Riegersburg Kunde geben, nicht berücksichtigt.

Dünnschliffen bisher ein Urteil erlaubt, scheint es sich um grobkörnige, dioritisch-gabbroide Massen zu handeln. Im Nordwestteil des Blattes Gleichenberg scheint also noch eine mächtigere junge Eruptivmasse zu liegen, die wohl einem selbständigen Lavaherd entstammt.¹⁾

C. Unter- und mittelmiozäne Absätze im Untergrund des Kartenblattes?

Erst Ablagerungen des tieferen Obermiozäns (der zweiten Mediterranstufe) treten am Blatt Gleichenberg — an einer einzigen Stelle — als älteste tertiäre Sedimentbildung oberflächlich zutage und erst jene des höheren Obermiozäns (der sarmatischen Stufe) nehmen in größerem Umfange am Aufbau der Landoberfläche Anteil. Unter- und mittelmiozäne Bildungen sind obertags nicht bekannt. Es ist aber möglich und bis zu einem gewissen Grad wahrscheinlich, daß dieselben teilweise — u. zw. im Südteil — im Untergrund des Kartenblattes verbreitet sind. Wir sehen solche in der Schlierfazies bei Mureck, etwa 12 km südwestlich der Kartengrenze, in großer Mächtigkeit am Rande der Windischen Büheln unter auflagernde jungmediterrane und sarmatische Ablagerungen hinabtauchen. Im Westen reichen die Absätze des Schliermeeres noch mindestens bis in den Raum von Leibnitz gegen Norden. Es ist demnach möglich und wahrscheinlich, daß die Schlierbildungen, verdeckt durch jüngere mediterrane und sarmatische Absätze, am Aufbau des Untergrundes im Südteil des Gleichenberger Eruptivgebietes Anteil nehmen. Andererseits bestand aber allem Anschein nach in dessen nördlichen, östlichen und auch südöstlichen Partien im älteren Miozän noch eine Gebirgsschwelle, die sich heute im Massiv des Roten- und Stadelberges markiert. Sie hat im älteren Miozän noch viel größere Ausdehnung besessen, da sie erst die Absätze des Jungmediterranmeeres mit Leithakalkriffen und Strandbildungen, jene des sarmatischen Meeres und des pontischen Sees, allmählich fortschreitend, verschüttet haben.

¹⁾ Ich habe seinerzeit diese Gesteine unter der Bezeichnung Gabbro in meinem Aufnahmsberichte angegeben. (113, S. 23.) Ich vermute in ihnen eine Intrusion, die dem Ausbruch der Basalte vorangegangen ist, vielleicht (?) gleichaltrig mit den Gleichenberger Andesiten.

Die Einschlüsse in den Basalttöffen haben bisher keine Reste von Schlier zutage gefördert. Auch in der ganzen Nordhälfte des Blattes Gleichenberg scheinen erst die Mediterran- und sarmatischen Bildungen über dem Grundgebirge zu transgredieren.

Ein Großteil des auf dem Kartenblatt Gleichenberg zur Darstellung gebrachten Terrains war daher noch unter- und mittelmiozäner Festlandsboden, der vielleicht nur am Südwestsaum mit Schlierabsätzen¹⁾ bedeckt wurde.

D. Die zweite Mediterranstufe.

(mk) Leithakalke (Nulliporenkalke).

Die Leithakalke der zweiten Mediterranstufe treten in einer einzigen Zone, im Pleschbachtal, unterhalb von St. Anna am Aigen, an dessen beiderseitigen Talflanken zutage. An dem Fahrwege, der von Aigen gegen Risola in das Tal hinabführt, findet man die jedenfalls in Strandnähe gebildeten Bänke mit *Pectunculus pilosus* aufgeschlossen. Leithakalke (Nulliporenkalke) sind speziell in einer Kalkgrube am Südennde des marinen Verbreitungsgebietes, bei der Klappinger Mühle (am linken Talgehänge), erschlossen. Ein 7 m mächtiger Leithakalk mit Bryozoenstöcken und mit Einzelkorallen wird von bituminösen Lagen eines Serpulakalkes (mit kleinen Cardien) überlagert. Ungeschichteter Leithakalk und grüne Mergel bilden das Hangende.

Ich glaube annehmen zu können, daß hier die paläozoische Küste, deren Gesteine jetzt bei St. Anna am Aigen — unmittelbar vom Sarmat überdeckt — schon 1—2 km nordöstlich dieser Leithakalkaufschlüsse hervortreten, von einem Riffgürtel begleitet war, an dem die bryozoenreichen Nulliporenkalke gewachsen sind.

So spärlich auch die obertägigen Aufschlüsse in den Jungmediterranschichten sind, so läßt sich aus der Verbreitung Leithakalk führender Einschlüsse in den Basalttöffen ihre große Ausdehnung im Untergrunde des Blattes Gleichenberg feststellen. Am Kindberg bei Klöch hat der Korrespondent der Geologischen Bundesanstalt,

¹⁾ Bzw. von deren Strandbildungen.

Herr Oberlehrer Josef Kolleritsch in Tischen, eine ganze Anzahl von Leithakalkblöcken im Laufe der Jahre gesammelt, die besonders am Südwestgehänge dieses Berges in den Tuffen auftreten. Eine große Scholle von Leithakalk, die ich auf der Karte besonders hervorgehoben habe, liegt inmitten des Basalttuffs an der Südostflanke des Kindbergkogels, hier ebenfalls zuerst von Herrn Kolleritsch beobachtet. Diese Einschlüsse zeigen an, daß die marinen Leithakalke aus der Gegend von St. Anna bis zur Murebene hin verbreitet sind.

Aus dem Tuffgebiete von Pertlstein erhielt ich durch die Freundlichkeit des Stiftes St. Gabriel einen aus dem Tuffe stammenden, sehr gut erhaltenen Rest eines Pecten zur Bestimmung. Im Tuff von Kapfenstein sammelte ich einen Brocken von Leithakalk und fand außerdem einen losen Block von Nulliporenkalk.

In den Tuffen von Unterweißenbach bei Feldbach sind zahlreiche Reste von Leithakalken, darunter die früher erwähnten konglomeratischen (mit Trachytgeröllchen), gefördert worden. Diese Funde zeigen an, daß man sich im Gebiete von Pertlstein und Feldbach bereits im Bereiche marinen Meeresbodens befindet, der sich nordwärts mindestens bis an die Raab herangereicht hat. In den Tuffen des Auersberges und von Edelsbach sowie in der benachbarten, auf Blatt Fürstenfeld (Riegersburg, Altenmarkt und Stadt- und Langberge) habe ich noch keine marinen Einschlüsse aufgefunden.

In den Tuffgebieten von Oberlimbach, Neuhaus, Krieselstein, bei Jennersdorf und Fehring habe ich ebenfalls keine Einschlüsse von Leithakalk feststellen können und doch hätten mir solche, wenn diese Schichten im Untergrund vorhanden wären, wenigstens da und dort auffallen müssen. Ich halte es daher für unwahrscheinlich, daß hier noch Leithakalke im Untergrunde verbreitet wären. Wir befinden uns hier offenbar schon im Bereiche der östlichen Küste.

Die von Süden her vordringende Meeresüberflutung der zweiten Mediterranstufe fand daher anscheinend an einer östlichen, nordöstlichen und nördlichen Festlandsschwelle ihre Grenze, deren Rand aus der Gegend von Edelsbach und Riegersburg nach Fehring, Neuhaus und

St. Georgen in Jugoslawien verlaufen sein dürfte.¹⁾ Aus diesem Meere erhoben sich die Gleichenberger Kogel als Insel oder Halbinsel.

Es erübrigt nunmehr, noch das Auftreten angeblicher Grunderschichten bei Gleichenberg zu erörtern.

Im Jahre 1878 hat R. v. Fleischhacker in einer kleinen Mitteilung das Auftreten von „Grunderschichten“ bei Gleichenberg angegeben (57, S. 53), welches Niveau gewöhnlich bekanntlich tiefer als die zweite Mediterranstufe eingereiht wird. Leider ist die Ortsangabe Fleischhackers sehr allgemein gehalten, indem es heißt, daß er die Fossilien in einem Weingarten „auf dem Höhenzug von Gleichenberg gegen den Hochstradenkogel zu“ gesammelt hat. Unmittelbar neben der Fundstelle sei ein Mergel mit *Cardium plicatum*, *C. obsoletum* und *Trochus* gelegen, also ein sarmatisches Gestein. Nach obiger Fundortsangabe, nach dem Mitvorkommen sarmatischer Schichten und nach genauer Kenntnis des Terrains bin ich überzeugt, daß die Aufsammlung auf dem Höherrücken der Wirberge (südlich von Gleichenberg) gemacht wurde, im Bereiche der breiten, vulkanischen Spaltenfüllung, welcher dieser Höherrücken entspricht. Es handelt sich also sicherlich nicht um anstehende „Grunderschichten“, sondern um eine Scholle, heraufgefördert aus der Tiefe. Auf Grund der wenigen von Fleischhacker erwähnten Fossilien wird es schwierig sein, die genaue Altersstellung der Schichten zu fixieren. Fleischhacker weist auf die vollkommene Analogie mit den „Grunderschichten“ des Labitschberges bei Gamlitz hin, die V. Hilber genau beschrieben hat. Alle bei Gleichenberg aufgefundenen Formen seien in der Fauna von Gamlitz vertreten. Nach meinen eigenen Studien im Gebiete von Gamlitz (bei Ehrenhausen in Weststeiermark)²⁾ handelt es sich bei den fossilführenden Ablagerungen des Labitschberges wohl nicht um genau das gleiche Niveau wie bei den typischen Grunderschichten Weststeiermarks (der Gegend von St. Andrä und St. Florian), sondern um einen etwas höheren Horizont, welcher als unmittelbare Basis der zweiten

1) Weitere Funde können naturgemäß noch eine Einschränkung dieser Auffassung mit sich bringen.

2) Vgl. meine Angaben in 130, S. 60—61.

Mediterranstufe, mit dieser eng verknüpft, hervortritt. Die Identität der bei Gleichenberg aufgefundenen „Gründer“-Fauna mit jener von Gamlitz spricht daher nicht unbedingt gegen das jungmediterrane Alter der ersteren. Ich halte es für möglich, daß die Grunderschichten von Gleichenberg der zweiten Mediterranstufe entsprechen und vielleicht deren Transgressionsbasis darstellen. Das Vorkommen mariner Schichten bei Gleichenberg ist von Interesse, da es uns zeigt, daß auf der Südabdachung der Gleichenberger Kogel schon im Jungmediterran die Strandlinie nicht weit vom heutigen Bergfuß entfernt lag.

E. Die sarmatische Stufe.

1. Allgemeines.

Der ganze Südwestteil des Blattes Gleichenberg wird von den Ablagerungen der sarmatischen Stufe eingenommen, welche bekanntlich den (halb ausgesüßten) Brackwasserschichten entsprechen. Nur ein Teil der sarmatischen Ablagerungen auf Blatt Gleichenberg war bisher in der Literatur dieser Stufe zugerechnet worden. Das Verbreitungsgebiet eines größeren Teils hingegen galt hier und im westlich angrenzenden Gebiete bisher im wesentlichen als jüngerer, pontischer Bereich. Die Ursache liegt darin, daß in Oststeiermark im allgemeinen nur der höhere Teil der sarmatischen Stufe (Obersarmatikum) in der aus dem Wiener Becken gewohnten, zwar artenarmen, aber sehr individuenreichen, fossilführenden Schichtenausbildung vorliegt, während die tieferen sarmatischen Sedimente sehr fossilarm entwickelt sind und daher leicht mit pontischen Bildungen verwechselt werden konnten.

Insbesondere hat es sich gezeigt, daß sich überall am Blatt Gleichenberg — und über dessen Grenzen hinaus — ein oberer Teil des Sarmatikums (Obersarmatikum) deutlich von den tieferen Komplexen (Unter- und Mittelsarmatikum) nach Gesteinsausbildung und Fossilführung abhebt, so daß dessen Abscheidung als eine natürliche und allgemein durchführbare anzusehen ist. Schwieriger gestaltete sich im weiteren Verlaufe der Aufnahmen die Scheidung eines unteren vom mittleren Sarmat, die nur dort ohne weiteres

gelang, wo ein durch charakteristische Geröllführung ausgezeichneter Schotterzug (= sarmato-karinthisches Delta) in die Schichtenfolge eingeschaltet ist.

2. Älteres Sarmat.

(sa) **Älteres (Unter- und Mittel-) Sarmat, Tone und Mergel, Sande und Schotter.**

Aufdruck mit roten Punkten: **Schotterzug mit kalkalpinen (südalpinen) Geröllan an der Grenze von Unter- und Mittelsarmat.**

Das ältere Sarmat wird im wesentlichen von feinen, tonig-mergelig-feinsandigen Ablagerungen gebildet, welchen ein Hauptschotterzug eingeschaltet erscheint. Charakteristisch für sie ist das vollkommene Fehlen kalkiger Gesteine und die Fossilarmut,¹⁾ speziell der nahezu vollständige Mangel an den für sarmatische Ablagerungen so charakteristischen Cerithien. Im Terrain hebt sich die Abgrenzung des älteren Sarmats von den auflagernden obersarmatischen Bildungen deutlich ab. Da die letzteren vorherrschend sandig-grob-sandiger Natur sind und außerdem häufig festere Kalkbänke eingeschaltet zeigen, so entspricht dem Ansetzen des Obersarmatikums meist eine deutliche Steilstufe im Terrain.

Im Südwestteil des Kartenblattes erscheint im älteren Sarmat ein sehr charakteristischer Zug groben Schotters, welcher gleichsam als Leithorizont dienen kann. Er taucht 3 km südsüdwestlich von Gleichenberg bei Waldsberg aus der Sohle des Sulzbachtales empor, läßt sich — stellenweise unterbrochen — über Straden und Waasen hinaus verfolgen. Die Geröllzusammensetzung des Schotters ist eine sehr eigentümliche. Neben reichlichen Quarzen und kristallinen Geröllan beteiligen sich daran mesozoische Kalke (Triaskalke und Dolomite, Kalke von Juraaussehen, Kreideruditenkalke usw.), paläozoische Kalke und Grauwacken (Kieselschieferkonglomerate des Karbons), Grödener Sandstein und Verrucanogesteine, Nummulitenkalke des Eozäns, sowie sehr reichlich Hornsteine (meozoischen Alters) und grüne und rote porphyrische und quarzporphyrische Eruptiv-

¹⁾ Bezüglich Fossilführung siehe Tabellen auf S. 94 und S. 95.

gesteine. Danach und nach seiner Verbreitung, die bei Waldsberg bis fast auf die Höhe von Gleichenberg hinaufreicht, halte ich diesen Schotterzug für ein altes Delta der Drau. (Austern- und Cardienfunde im Schotter bei Waasen.)

Dieser Schotterhorizont trennt eine tieferliegende Mergel-feinsandgruppe von einer petrographisch und faunistisch ähnlich entwickelten, hangenden Schichtfolge. Die Mächtigkeit der ersteren ist unbestimmbar, da ihr Liegendes hier nirgends erschlossen ist. Sie beträgt aber nach den Aufschlüssen bei Straden mindestens 100 *m*. Ich bezeichne sie als Untersarmat. Die dem Schotter auflastende Schichtenfolge, die sich zwischen dem Schotter und dem Komplex der obersarmatischen, grobsandigen Bildungen einschaltet, besitzt nach den Aufschlüssen bei Waldsberg-Trauttmansdorf eine Mächtigkeit von zirka 120 *m* (einschließlich des Schotters). Das sind die mittelsarmatischen Bildungen. Der Schotter selbst weist sehr schwankende Mächtigkeiten auf, die zwischen einigen Dezimetern und 30 *m* liegen.

3. Die obersarmatischen Schichten.

(*sa*) **Obersarmat, Sande, Kalke, Mergel und Tone.**

Aufdruck von unterbrochenen blauen Linien: **Mächtigere Kalk- und Kalksandsteinbänke (Oolithe).**

Aufdruck von roten Punkten: **Bänke von Kleinschotter in den höchsten sarmatischen Lagen.**

Man kann die obersarmatischen Sedimente im wesentlichen einem mächtigen Sandberg vergleichen, welcher der mergelig-feinsandigen, tiefersarmatischen Folge auflastet. Freilich stellen sich auch im Obersarmat Tegel- und Mergelagen ein, besonders im tieferen Teil und dann wieder in hohen Partien des Komplexes. Aber die Sande herrschen bei weitem vor. In den obersarmatischen Schichten treten ferner die charakteristischen Kalkbänke auf, oft in mehreren Lagen übereinander angeordnet, und schließlich auch Kies-, Kleinschotter- und Konglomeratlagen. Der Typus der obersarmatischen Schichten ist ein sehr einheitlicher und läßt sich in einem Bogen vom Rande der Murebene (nordöstlich von Radkersburg) zur paläozoischen Schieferinsel

des Roten-Stadelberges, dann jenseits derselben von Kalch über St. Anna am Aigen und Jamm zu den Gleichenberger Kogeln und schließlich, jenseits der letzteren, über Maierdorf in den Raum von Gnas und darüber hinaus verfolgen.

Während das Obersarmat auf der Strecke von der Mur ebene bis zu den Gleichenberger Kogeln ziemlich rasch, mit nicht unbedeutenden Neigungen, ostwärts und nordostwärts unter die pontischen Sedimente absinkt, erscheint sein Hinabtauchen im Raume südlich von Feldbach als ein flacheres, weshalb hier obersarmatische Schichten an der Basis der Höhenzüge — zuerst von Stiny erwiesen — sich nordwärts bis an die Raab hinauf erstrecken.

Die obersarmatischen Schichten stellen in fazieller Beziehung eine Ausbildung dar, die an jene des Wiener Beckens erinnert, charakterisiert durch fossilreiche Luma-chellensande, Muschel- und Cerithienkalke und durch fossilreiche Bivalven und Gastropoden enthaltende Tegellagen.¹⁾

Der allgemeine Charakter der obersarmatischen Schichtenfolge spricht für eine Seichtwasserbildung, die durch zyklische Sedimentation gekennzeichnet ist, indem mehrmals Systeme miteinander abwechseln, die aus den Gliedern Sand-, Kalk- und Tonmergel bestehen. Es konnte festgestellt werden, daß sich am Boden des seichten, obersarmatischen Meeres häufig regional Trockenlegungen eingestellt haben. Diese äußern sich als Erosionskerben in der Schichtenfolge, in dem Erscheinen fluviatiler Inundationslehme, in dem Auftreten von Schottern und feinkörnigen Konglomeraten und in der Einschwenmung von Süßwasserkonchylien und Landsäugerresten.

Ein isoliertes Vorkommen obersarmatischer Schichten liegt am Augenweidkogel, westlich von Waasen (Straden NW). Hier erscheinen in stark gestörter Lagerung — in Form einer antiklinal zusammengebogenen Schichteneinklemmung — fossilreiche, obersarmatische Bildungen inmitten des mittelsarmatischen Terrains. Es ist an einer Störungszone gelegen.

In der Umrandung des Gleichenberger Massivs läßt sich eine Brandungsterrasse ermitteln, die zu Beginn des Ober-

¹⁾ Siehe Fossillabelle auf S. 100--107.

sarmats angelegt, während des Obersarmats weiter ausgestaltet und mit mächtigen, sandig-tonigen Ablagerungen verschüttet wurde. Die Gleichenberger Kogel dürften 250 bis 350 *m* über den Spiegel des obersarmatischen Meeres, bedeutender über jenen des älteren Sarmats als Insel aufgeragt haben. Ähnlich lagen im Sarmat die Verhältnisse im Bereiche der paläozoischen Schieferhöhen, wo mittel- und obersarmatische Brandungsterrassen festgestellt werden konnten.

Über die weite Verbreitung obersarmatischer Schichten in dem oberflächlich von jüngeren (pontischen) Bildungen eingenommenen Terrain geben die Einschlüsse in den Basalttuffen von Kapfenstein, Neuhaus, Oberlimbach, Fehring, Perlstein, Forschkogel, Unterweißenbach und Auersberg bei Felzbach, Riegersburg und Edelsbach Kunde.

Nur in den nordöstlich gelegenen Tuffen von Krieselstein fehlen solche, andeutend, daß hier vermutlich schon sarmatischer Festlandsboden (nordöstliche Schwelle mit den Schieferaufbrüchen des Roten-Stadelberges und jenen von Sulz bei Güssing am Blatt Fürstenfeld) gelegen ist.

F. Die pontische Stufe (Congerienschichten).

1. Allgemeines.

Die pontischen Schichten nehmen den Hauptanteil am Aufbau des Blattes Gleichenberg. Sie bedecken den ganzen nördlichen, nordöstlichen und östlichen Teil des kartierten Gebietes. Freilich sind sie infolge ihrer einförmigen Gesteinsausbildung und geringeren Fossilführung nicht von gleichem Interesse wie die sarmatischen Bildungen. Bekanntlich sind die pontischen Schichten in einem großen, das ungarische Becken zur Gänze erfüllenden See zur Ablagerung gelangt, dem nur mehr ein sehr schwacher Salzwassergehalt beigemischt war. Bei Beginn meiner Arbeit waren etwa acht Fossilfundpunkte in den pontischen Schichten des Blattes Gleichenberg bekannt, die dann durch die Auffindung neuer Fundstellen auf zirka dreißig erhöht werden konnten. Die zusammenhängenden Begehungen, die sich auf die Randteile des ungarischen und jugoslawischen Gebietes erstreckten, ergaben die Möglichkeit,

die pontische Stufe auf lithologischer Grundlage, durch Verfolgung der Horizonte, in mehrere Unterabschnitte zu gliedern. Allerdings konnten diese, angesichts der Fossilarmut, in paläontologischer Beziehung noch nicht hinreichend charakterisiert werden. Es ist daher auch noch nicht möglich, die hier unterschiedenen Unterabschnitte des Pontikums mit jenen der ungarischen Gliederung und der Schichtenfolge im Wiener Becken in sichere Parallele zu setzen.

Bezeichnungen, welche hier für die Unterabschnitte des Pontikums angewendet werden: Unterpontikum, Mittelpontikum, Oberpontikum (höheres Pontikum), Jungpontikum, sind im Laufe meiner Studien entstanden. Hätte ich seinerzeit gewußt, es werde sich ergeben, daß sich über dem von mir als Oberpontikum bezeichneten Niveau noch jüngere pontische Ablagerungen werden nachweisen lassen, so würde ich für ersteres eine andere Bezeichnungsweise vorgeschlagen haben. Ich behalte aber diese Einteilung, wie sie sich im Laufe meiner Arbeiten ergeben hat, vorläufig bei, um so mehr, als sich bei weiterer Verfolgung der Frage wohl in absehbarer Zeit die Möglichkeit bieten wird, die Gliederung des steirischen Pontikums in jene des ungarischen Pontikums einzuordnen. Dann wird der Zeitpunkt gegeben sein, um die hier vorgeschlagene lokale Bezeichnung in einer regionalen Gliederung aufgehen zu lassen.

2. Älteres Pontikum.

(*np*) **Älteres Pontikum.** (Unter- und Mittelpontikum), Tone, Sande, Kiese und Schotter (Lignitlagen).

(*np*) Mit rotem Punktaufdruck: **Quarzschotterzug an der Grenze von Unter- und Mittelpontikum.**

(*np*) Mit roten Ringelchen: **Höhere Schotterlager im Mittelpontikum.**

(*np*) Mit schrägen roten Schraffen: **Brandungskonglomerate am Gleichberger Eruptivmassiv.**

a) Unterpontikum. Der Übergang der obersarmatischen Schichten in die pontischen ist ein durchaus allmählicher. Nirgends habe ich Anzeichen dafür gefunden, daß die

pontischen Grenzschichten diskordant ihrer Unterlage aufruhren würden. Über einer mehrere Meter betragenden Wechsellagerung meist fossilleerer Sand- und Tonschichten, welche die durch sarmatische Fossilien gekennzeichneten Lagen überdecken, stellen sich bläulich-grünliche Tegelmergel ein, die bereits Congerien enthalten. Gelegentlich liegen schon darunter Sande mit Melanopsiden. Das Gestein, mit welchem die pontische Schichtenfolge einsetzt, ist recht charakteristisch. Sein stärkerer Kalkgehalt, seine Färbung und die eingeschlossenen Fossilien, unter welchen Congerien, Cardien, Ostrakoden und auch Melanopsiden hervorzuheben sind, bilden einen deutlichen Unterschied gegenüber dem Sarmat. Die Basis des Unterpontikums stellt eine etwa 20 m mächtige Mergellage mit untergeordneten Sandstreifen dar, die sich in bogenförmigen Verläufe vom Raabtal, westlich von Feldbach, über die Gegend von Gleichenberg bis in das jugoslawische Gebiet hinein verfolgen läßt. In ihr treten ganz vorherrschend *Congeria ornithopsis*, dann *Melanopsis impressa* und *Martiniana* und kleine Cardien mit geradem Schloßrande sowie Ostrakoden auf. Diese Vergesellschaftung entspricht nach den Erfahrungen im Wiener Becken und anderwärts einem tiefpontischen Niveau. Über dem Mergel lagert ein verbreiteter Komplex vorherrschend sandiger bis feinkiesiger Schichten, welche meist fossilarm ausgebildet sind. Sie werden im Hangenden von einem Flußschotter überdeckt. Die Mächtigkeit der unterpontischen Schichten bis zum Hangendschotter beträgt 40—70 m.

b) Die Trockenlegung und Erosionsphase an der Basis des Mittelpontikums. Mit scharfer Grenze lagert über den unterpontischen Sanden ein Zug Grobschotter, den ich in einem mehrere Kilometer breiten Streifen aus der Gegend von Paldau (westlich des Kartenrandes), über dem Nordabfall der Gleichenberger Kogel, über Kapfenstein bis Neustift an der burgenländischen Grenze verfolgen konnte. Ich bezeichne ihn als „Kapfensteiner Schotterzug“. Er ist ein alter Flußabsatz, entstanden in einer von einem zentralalpiner Fluße (Quarz und Gneisgerölle!) eingenommenen Bett, welches in dem für eine kurze Zeitspanne trockengelegten pontischen Seegrunde zur Entwicklung gekommen war.

c) Das Mittelpontikum. In einer Mächtigkeit von über 100 m bauen sich über dem Basisschotter, bzw. wo er fehlt, über den unterpontischen Ablagerungen die Sedimente des Mittelpontikums auf. Es sind einförmige, vorherrschend feinsandige Schichten (Gries- und Mehlsande) mit Einschaltungen von Tonlagen. Natürlich wechseln diese Sedimente auch seitlich miteinander ab, doch ließen sich auf eine gewisse Distanz hin die Haupttegel- und Sandzonen verfolgen. Das beobachtete Auftreten von Deltaschichtung an der Basis und die Schichtfazies spricht für eine Entstehung in einem (vollkommen ausgesüßten) Seebecken.

In einem höheren Niveau des Mittelpontikums ist ein zweites Flußschotterniveau eingeschaltet, das sich besonders in der Gegend von Riegersburg und Edelsbach zu erkennen gibt. Auch dieses entspricht einem zentralalpinen Flußbett. Ich bezeichne diese Lagen als „Kärnerberger Schotter“. Ich vermute, daß die Lignite des Mittelpontikums, die in der Gegend von Fehring, Jennersdorf und Gillersdorf abgebaut wurden, auf dem austrocknenden Seegrund entstanden sind, auf welchem sodann in einer Rinne ein fluviatiler Schuttkegel vorgebaut wurde.

Fossilreste sind in den mittelpontischen Schichten eine große Seltenheit. Westlich von Kapfenstein (Sandgrub) wurden *Helix*reste, *Melanopsis* usw. gesammelt. Außerdem fand ich eine Lage mit gut erhaltenen Konchylienresten (*Cardium* cf. *secans* Fuchs) am Liedlberg nördlich von Neustift auf, wo ihre stratigraphische Position durch ihre Lagerung über dem Flußschotter als dem Mittelpontikum zugehörig festgelegt ist. Diesem Niveau können auch die von Stur erwähnten Reste von *Melanopsis Martiniana* angehören, die er von Petersdorf bei Fehring anführt.¹⁾ Schließlich vermute ich, daß auch die von J. Stiny (106) (westlich von Raabau) namhaft gemachten pontischen Reste dem Mittelpontikum entstammen.

d). Ältere pontische Brandungsterrassen am Gleichenberger Massiv und an den paläozoischen Höhen. Auf der Nordost- und Ostseite des Gleichenberger Massivs konnte ich an drei Stellen grobe Brandungs-

¹⁾ Sie stammen laut Joanneumsbericht aus einer Brunnengrabung.

konglomerate, die aus wohlgerundeten Trachyt- und Andesitmaterialien zusammengefügt sind, auffinden. Durch ihre ausschließlich aus Eruptivmaterial bestehende Zusammensetzung, durch ihre Höhenlage, durch die walzenförmig gestalteten Gerölle und gute Zurundung der Komponenten und durch ihre Anlagerung als „Strandhalde“ an ein Felsriff erscheint ihre Entstehung als Brandungsbildung sichergestellt. Sie liegen bis zu 100 *m* über der Hangendgrenze des Obersarmats und bis zu 200 *m* über dessen Basis; sie können daher nicht mit dieser Stufe, deren Brandungsterrassen in tieferem Niveau die Gleichenberger Kogel umsäumen, in Verbindung gebracht werden. Dagegen stehen die Brandungskonglomerate in deutlicher Beziehung zu den älteren pontischen Sedimenten.

3. Die höherpontischen Schichten.

(*np*) **Höheres Pontikum („Oberpontikum“), Sande, Kiese und Schotter, Tone.**

(*np*) **Mit roten Punkten: Hauptschotterlager (mittel- und feinkörnige Quarzschotter).**

Bei Beginn meiner Untersuchungen fiel es mir stets auf, daß man aus dem (mittel)pontischen Gebiet von Fehring und Kapfenstein, mit seinen vorherrschend feinkörnigen Sedimenten, gegen Osten wandernd, jenseits der burgenländischen Grenze wieder in einen Raum gelangt, in dem grobklastische Ablagerungen (grobe Sande, Kiese und Kleinschotter) vorherrschen. Die Aufnahme hat ergeben, daß hier, bei flacher, östlicher und nordöstlicher Absenkung der Schichtenfolge, jüngere pontische Horizonte sich auf die mittelpontischen Schichten auflegen. Ich habe sie seinerzeit (118) als oberpontisch bezeichnet und gebrauche hiefür jetzt höherpontisch als Synonym.

Das Hauptschotterlager an der Basis des Höherpontikums „Taborer Schotter“. Schon in hohen Lagen des Mittelpontikums stellen sich Kiesbänke häufiger ein. Dann aber erscheint ein durch seine grobe Beschaffenheit ausgezeichnetes, mächtiges Kieslager (Kleinschotter), das Gerölle bis über Nußgröße enthält und als Basis des Höherpontikums angenommen wird. Es liegt

auf burgenländischem Boden zwischen Lafnitz und Raab, weiters zwischen dem Raabtal, Neuhaus und Oberlimbach.

Auf wenigen hochgelegenen Punkten finden sich schon westlich des geschlossenen Verbreitungsbereiches der höherpontischen Schichten isolierte Denudationsrelikte derselben. Der westlichste Bereich liegt am Gleichenberger Massiv, speziell am Südabfall des Bscheidkogels. Hier liegen die bekannten Quarzkonglomerate des Mühlsteinbruches in 450—470 *m* Seehöhe; ein klassischer Fundort für fossile Hölzer, die schon in dem Werke von Unger eine erste, grundlegende Beschreibung erfahren haben. Neuerdings hat ein Schüler Professor Kubart's, Herr Steinböck, eine Neubearbeitung der fossilen Flora von Gleichenberg durchgeführt; leider ist sie aber noch nicht veröffentlicht worden.

Das Auftreten sehr grober Liegendschotter im Mühlsteinbruch zeigt an, daß hier ein Fluß mit kräftigem Gefälle geflossen sein muß. Daraus, dann aus der Geröllzusammensetzung und der immerhin nicht unbeträchtlichen Mächtigkeit der Schotter- und Kiesbänke kann geschlossen werden, daß es eine der Hauptentwässerungsadern des steirischen Beckens gewesen ist.

Im Gegensatz zu den älteren Grobschottern des Pontikums zeigt dieser „Basalschotter des Höherpontikums“, für den ich den Namen „Taborer Schotter“ vorschlage, eine einheitliche, flächenhafte Verbreitung bei durchschnittlich feinem Korn. Seine Entstehung ist wohl nur unter der Voraussetzung verständlich, daß hier von einem großen Flusse aus, dessen Mündung vielleicht am Nordgehänge des Gleichenberger Kogels sichtbar wird, ein ausgedehntes Kies- und Schotterdelta — zum Teil trockengelegt als Schuttkegel — weithin ausgebreitet wurde.

Höherpontische Sand- und Tonbildungen. Über dem Basisniveau baut sich nun eine an die 150 *m* mächtige limnische Folge feinkörniger, höherpontischer Ablagerungen auf. In ihrer faziellen Ausbildung macht sich gegenüber dem Mittelpontikum insofern ein Unterschied geltend, als nunmehr die Feinsande in stärkerem Maße, als es bei letzterem der Fall ist, gegenüber den Tonen vorherrschen, wengleich auch hier Toneinschaltungen nicht fehlen. Im

wesentlichen kann man aber die höherpontische Schichtenfolge als eine planparallel geschichtete Sand- und tonige Sandmasse charakterisieren. Vielleicht entspricht die Plateauhöhe des Gleichenberger Kogels einer höherpontischen Brandungsterrasse.

4. Jungpontische Ablagerungen.

(*np*) Jungpontikum (vorwiegend grobe Quarzschotter, „Silberbergsschotter“).

Das jüngste Schichtglied der pontischen Stufe sind grobe Flußschotter, die die vollständige und endgültige Verlandung des steirischen Beckens anzeigen. Von diesen jungpontischen Ablagerungen sind aber nur mehr wenig Reste erhalten; von solchen, die noch in Zusammenhang mit den älteren pontischen Bildungen stehen, überhaupt nur der Schotteraufrag am Höhenrücken des Silberberges, südlich von Jennersdorf (am jugoslawisch-ungarischen Grenzkamm). Schon Ludwig von Loczy (101, S. 498) hat die eigentümliche Position der Schotter am Silberberge erkannt, war sich aber über ihr stratigraphisches Niveau nicht im klaren.

Begehungen haben gezeigt, daß sich die „Silberbergsschotter“ konkordant und durch Wechsellagerung aus den höherpontischen Sandkomplexen entwickeln und wie diese noch am Aufbau der Landschaft Anteil nehmen. Ihre Mächtigkeit beträgt im Gebiete des Silberberges 80 m. Ihre Obergrenze ist eine Denudationsfläche, so daß ihre ursprüngliche Mächtigkeit wahrscheinlich beträchtlich größer gewesen ist. In bezug auf die Beschaffenheit gleichen die jungpontischen Bildungen mehr den Terrassen-schottern des höheren Pliozäns und des Quartärs, ihrer Lagerung nach schließen sie sich aber enge an das Pontikum an. Ich habe die Grenze zwischen dem „Höheren Pontikum“ und „Jungpontikum“ dort angesetzt, wo sich über den Sandlagen des höheren Pontikums mit ihren Kiesbänken kompaktere Geröllagen einstellen, die schon nuß- bis kindesfaustgroße Geschiebe enthalten. Nach anfänglicher Wechsellagerung mit Sanden setzt darüber eine fast einheitliche Schottermasse an, in welcher ich nur eine einzige Saudeinschaltung aufgefunden habe. (Im

Silberbergprofil.) Im tieferen Teil des Schotters herrschen Gerölle über Nußgröße vor, im höheren Teil solche bis über Kindesfaustgröße, wobei auch einzelne faustgroße Gerölle aufgesammelt werden konnten. So macht sich eine zunehmende Steigerung in der Transportkraft der Flüsse geltend.¹⁾ Als Gerölle sammelte ich am Silberberg ganz vorherrschend Quarze; daneben sind Kieselschiefer-, Gneis- und Schiefergerölle vorhanden.

Wie das höhere Pontikum so endet auch das Jungpontikum mit einem freien Schichtausstrich gegen Westen. Weiter westwärts ist es vollkommen der Denudation anheingefallen. Und doch haben wir sichere Anzeichen dafür, daß es einstens den ganzen, westlich anschließenden Raum von Oberlimbach, Neuhaus, Kapfenstein, Fehring und Jennersdorf bis über Feldbach und Riegersburg hinaus bedeckt hat. Denn die Basalttuffe der genannten Örtlichkeiten enthalten allenthalben nicht nur in Form einzelner Gerölle, sondern auch in zusammenhängenden, in die Tuffe eingebackenen Schollen Reste der jungpontischen Sedimentdecke, welche sie noch durchbrochen haben. Die Herkunft dieser Gerölle etwa aus tieferen Schotterlagen abzuleiten, geht nicht an.

An der Basaltdecke des Hochstradens und im Klöcher Massiv liegen jungpontische Grobschotter diskordant über Sarmat unter den vulkanischen Bildungen. Sie überdecken hier eine pontische Aufwölbung.

Im Jungpontikum war aus der Oststeiermark an Stelle einer von vor- und zurückweichenden Flußdeltas beherrschten Bucht des pontischen Sees ein von gefällsreichen Flußläufen durchzogenes Schotterfeld geworden, an dem sich, auf sinkendem Boden, wohl bis zu 200 m mächtige, grobe Schotterbänke übereinanderhäuften. Im Südwestteil (Südteil) des oststeirischen Beckens erhoben sich damals bereits Aufbiegungswellen,

¹⁾ Gemessen an der Geröllgröße, welche die Raab in der Nachbarschaft gegenwärtig, bzw. im Jungpliozän und Quartär mit sich geführt hat, war die Transportkraft ihres jungpontischen Vorläufers noch etwas geringer, da doppelfaustgroße Gerölle, wie sie heute Raab und Lafnitz bei Jennersdorf und St. Gotthard noch mit sich bringen, bzw. im Quartär und jüngsten Pliozän transportiert haben, in den Silberbergsschottern nicht vorkommen.

an denen Abtragung stattfand und in welchen sich ein Zentrum für vulkanische Tätigkeit vorbereitete. Tierische Fossilien sind aus den jungpontischen Schottern bisher leider noch nicht bekannt. Bezüglich der Holzreste vgl. S. 113.

5. Der basaltische Vulkanismus in der Oststeiermark und seine Einreihung in das geologische Zeitschema.

N, *Nb*, *M*, *Bf* = Basalt (*N* = Nephelinit, *Nb* = Nephelinbasanit, *M* = Magmabasalt, *F* = Feldspatbasalt).

Vertikale, violette Schraffur: Fladenlava, Schlackenpanzer der Lavaströme.

Violette Punkte: Basaltische Schlackenkegel (mit Schlacken, Fladenlava, Tuffen, festen Basaltlagen).

(*bt*) Basalttuffe, gröbere und feinere Lapillituffe (Palagonittuffe), geschichtet.

(*bt*) Mit Punkten: Basalttuffe, ungeschichtet, meist mit reichlichen bis vorherrschenden Sedimentschollen.

(*nt*) Tuffite (in Kraterseen eingelagerte Eruptivtuffe mit ausgeschlemmten Tonlagen).

(*Tg*) Saigere Tuffgänge.

An über 40 Stellen wurde in pliozäner Zeit der Boden der Oststeiermark von Basalt und Basaltdurchbrüchen durchlöchert; der Großteil derselben liegt auf Blatt Gleichenberg.

Für das Alter der Ausbrüche liegen folgende Anhaltspunkte vor: Die Einschlüsse von sarmatischen, fossilführenden Blöcken in einer großen Anzahl von Tuffdurchbrüchen erweisen das postsarmatische Alter. Die Einschlüsse unterpontischen Congerientegels, mittel- und oberpontischer Ton- und Sandschollen sowie der jungpontischen Schotterchollen in den Tufftrichtern und schließlich die Auflagerung der Basaltdecke des Hochstradens über einer jungpontischen Schotterdecke lassen erkennen, daß die Eruptionen frühestens am Ende der pontischen Zeit eingetreten sein können. Die diluvialen und jungpliozänen Terrassen schneiden ungestört in die vulkanischen Massive ein und übergreifen

deren Gesteine. Aber auch die bis zu 300 *m* Höhe über den benachbarten Talböden feststellbaren, höheren, mittelpliozänen (?) Terrassenlehme und Schotterdecken überdecken an den größeren Vulkanbergen bereits die vulkanischen Gesteine (Hochstraden, Klöcher Massiv usw.). Der Vulkanismus war daher im Verlaufe des Mittelpliozäns bereits völlig erloschen.

Das jüngstpontische Alter der Ausbrüche ist somit festgelegt und ihre Fortdauer höchstens noch am Beginn der levantinischen Zeit möglich. Auf paläontologischem Wege läßt sich zur Altersfrage der Vulkane wenig beitragen. Wohl sind Hunderte von Holzresten den Tuffen eingebettet und neuerdings von Prof. Kubart teilweise untersucht, aber die Auswertung der Ergebnisse für stratigraphische Zwecke ist noch nicht versucht worden. Auch stammen die Reste nicht aus der Zeit der Tuffe, sondern vermutlich aus der vorangehenden, jungpontischen Schotterepoche. (Siehe S. 113.)

In den tuffitischen Sanden des Maars von Fehring gelang es mir, einige Conchylienreste aufzufinden, über welche hier zum ersten Male berichtet wird: es sind die Reste einer Landschnecke, in Altwassern lebend, einer *Limnaea* [*Gulnaria*] cf. *ampla*, welche also an eine noch heute lebende Form erinnert, und eines kleinen *Planorbis*, der vollkommen mit *Planorbis baconicus* Halavats übereinstimmt. Diese letztere Form wurde von Halavats aus den oberpontischen Schichten des Platten-sees beschrieben, also einem Niveau, welches dem Alter nach mit jenem der Tuffite von Fehring übereinstimmt.

Hochgelegene Schottergerölle am Stradner Kogel. Die die Hochflur des Hochstradens (550—570 *m*) überragende Kuppe des Stradner Kogels (609 *m*) erscheint bis zum Gipfel mit Quarzgeröllen wie übersät. Dies zeigt an, daß dem Ausfluß der mächtigen Lavadecke eine Verschüttung mit Schottern nachgefolgt ist, deren genaues Alter — ob jüngstpontisch oder altlevantinisch — noch nicht angegeben werden kann. Vielleicht entsprechen sie der Schlußphase in der Förderung der „Silberberg-schotter“.

G. Die mittelpliozänen (levantinen) Ablagerungen.

(nl) Postbasaltische Lehme und Sande am Hochstraden.

In 540—570 *m* Höhe breitet sich am Hochstraden, wie angegeben, eine ausgedehnte Plateaufläche aus, auf welcher ich über oberflächlich stark verwittertem Basalt eine bis zu mehreren Metern mächtige Decke glimmerhaltigen, eisenschüssigen Terrassenlehms feststellen konnte, welcher mit Quarzgeröllen gespickt ist. Aus der zerstörten Lehmdecke sind auch die zahllosen Quarzgerölle abzuleiten, welche man auf der Plateaufläche des Hochstradens von Waldra im N bis westlich Gießelsdorf im S auf eine Länge von 6 *km* antrifft. Daraus folgt schon, daß die Terrassenoberfläche des Hochstradens, wie ich schon 1913 angab (94, S. 495), als fluviatile Denudationsfläche anzusehen ist, die heute 300 *m* über den angrenzenden Talböden gelegen ist. Ihrer Entstehung ist offenbar schon eine beträchtliche Abtragung der Lavadecke, speziell ihres oberflächlichen Schlackenhutes, vorangegangen. Daß hier tatsächlich eine Erosionsform vorliegt, beweist auch die Tatsache, daß am Nordabfall des Stradner Kogels, in annähernd gleicher Höhe, ein Gesimse auftritt, das ebenfalls eine quarzführende Lehmbedeckung¹⁾ aufweist.

Mustert man die meist durch kleine Quarze ausgezeichneten Lehmbildungen, die dieses so eindrucksvolle, morphologische Element überdecken, so kann man sich nicht dazu entschließen, hier Sedimente eines Hauptflusses vorauszusetzen; denn ein solcher hätte da und dort doch gröbere Schotterlager hinterlassen. Ich bin vielmehr geneigt, die Herausmodellierung dieser Plateaufläche der Tätigkeit von zwei Seitenbächen zuzuschreiben, welche den Gipfel des Stradner Kogels im NO und NW umgingen und, nach einer Erosionsphase, über dem abgetragenen Basalt bei Hochwasser ihre Glimmerlehm- und Kleinschotterdecke ausbreiteten.

Vielleicht war es einerseits der Bach, welcher seine Quellläste im Gebiet von Windisch-Kölddorf besessen hat, der heute südwestwärts zum Sulzbachtal abfließt, ander-

¹⁾ Auf der Karte nicht besonders hervorgehoben.

seits der oberste Lehm- (Lendva-) Bach, der jetzt bei Kölldorf (Windisch-Kölldorf) nach O und weiterhin nach SO abbiegt. Gegenwärtig weichen diese beiden Bäche gegen SW und SO dem Massiv des Hochstradens gewissermaßen aus. Wenn sie im mittleren Pliozän noch über ihn hinweggeflossen sind, so scheint daraus hervorzugehen, daß damals diese Landscholle gegenüber ihrer Umgebung eine relative Tiefenlage besessen hat.

Die Tatsache, daß die Ausbildung der hochgelegenen Plateaufläche am Hochstraden bereits an eine Zertalung der Landoberfläche anknüpft, macht ihr nachpontisches Alter sehr wahrscheinlich. Da sie anderseits noch bis zu 300 m den heutigen Talboden überragt und bedeutend über den jungpliozänen Terrassen gelegen ist, die Raab und Mur begleiten und am Ostabfalle des Hochstradens tiefer unten eingekerbt sind, so möchte ich ihr mittelplioziänes Alter für gesichert halten.

Die Oberfläche der Hochstradenterrasse zeigt eine ungleiche Höhenlage. Westlich des Ortes Hochstraden liegt sie über 570 m, nach Osten sinkt sie auf 530 m ab. Man gewinnt hier den Eindruck, daß die Scholle nachträglich verbogen wurde.

Die Hochstradenplatte sinkt, wie ich 1913 erwiesen habe (94, S. 484—487), an Brüchen staffelförmig gegen S ab. Für einen Bruch, welcher den Hochstraden in nordwest-südöstlicher Richtung quert, wurde erwiesen, daß er bereits älter als der Basaltausbruch ist. Es wäre nun naheliegend, an den weiter südlich folgenden Brüchen junge Schollenbewegungen vorauszusetzen, welche die hochgelegene levantinische Oberfläche des Hochstradens später zu der etwa 100 m tiefer gelegenen Plateaufläche des Rosenberges und zu der 150 m tieferen Niveaufläche des Neusetzrückens abgesenkt hätten.

Dennoch sprechen die Beobachtungen gegen ein ausschließlich jüngeres Alter der Brüche gegenüber der Hochfläche. Wäre dies der Fall, so müßte die von Terrassenlehm bedeckte Basaltplatte beiderseits der Brüche annähernd gleiche Mächtigkeit aufzeigen, was nicht der Fall ist. Ich halte daher die Niveauflächen von 470 m Seehöhe am Rosenbergrücken, die ebenfalls eine Lehm- und Schotterüberdeckung aufweist, für jünger. Es ist aber möglich und wahrscheinlich, daß noch nach Ausbildung der levantinischen Hochfläche des Stradner Plateaus Nachbewegungen eingetreten sind, welche durch stärkere Absenkung der südlichen Teile der Erosion für die Schaffung tieferer Terrassen gewissermaßen die Bahnen vorgezeichnet haben.

Weder im Klöcher Massiv noch an den übrigen Basaltbergen treffen wir Niveaus, die der Höhe des Stradner

Plateaus gleichkommen. Erst in 470 *m* Seelöhe finden wir am Steinberge bei Feldbach und am Kapfensteiner Kogel ebene Kammfluren (an ersterem Berge mit Quarzgeröllüberstreuung). Am Plateau des Kindberges sehen wir ein Niveau in 459 *m* ausgeprägt.

Man könnte nun vermuten, daß an den genannten Flächen des Steinberges und Kapfensteiner Kogels die tiefer abgobogene Fortsetzung der Plateaufläche des Hochstradens vorliegt, was möglich ist und wie ich es selbst vermutet habe. Doch sprechen auch gewisse Momente für die Selbständigkeit dieses Niveaus.

Das Gleichenberger Massiv zeigt ebenfalls hochgelegene Fluren, die teilweise als bloßgelegte, pontische Abrasionsflächen zu deuten sind. Sie wurden aber noch durch spätere fluviatile Erosion umgestaltet. So findet man am Nordende des Eichgrabens (im Nordostteil des Massivs) auf der Wasserscheide gegen das Gossendorfer Tal — über dem Andesit — eine Quarzgeröll führende Lehmbedeckung (470 *m* hoch), als Beweis dafür, daß hier ein von N kommender Bach über diesen Sattel geflossen ist. Weiters erscheint der nordöstliche Eckpunkt des Massivs, die Kuppe 471, oberhalb Absetz, von Quarzgeröllchen führenden Inundationslehmen überdeckt. Es sind offenbar Alluvialbildungen im Oberlauf von Nebenbächen, welche damals ihre Wasserscheide noch weiter im N besessen hatten. Somit glaube ich ein zweites, levantines Niveau¹⁾ herausgreifen zu können, das anscheinend durch jüngere Bewegungen, schräggestellt, zwischen 500 und 450 *m* gelegen ist. Nach seiner Höhenlage betrachte ich es ebenfalls noch dem mittleren Pliozän zugehörig.

Ein drittes Niveau, schon mit voller Sicherheit als ein noch jüngeres und selbständiges erkennbar, läßt sich in weiterer Verbreitung feststellen. Ich fand es auf der Hochfläche des Seindls in 420 *m*, mit Quarzgeröllen und von Lehmresten überzogen, und am südlichen Ausläufer des Hochstradens, auf der Plateaufläche des Neusetzberges (über 420 *m*) in einer prächtigen Terrasse. Deutliche Reste dieses Leitniveaus sind an den Hängen des Gleichenberger Massivs,

¹⁾ In 118, S. 20—21 habe ich es mit III bezeichnet (I entspricht der pontischen(?) Gipfelfläche des Hochstradens). Die Möglichkeit einer Identität mit II wurde bereits betont.

an den Tuffbergen von Fehring und vor allem an den paläozoischen Höhen des Roten- und Stadelberges festzustellen. Hier kappt eine tischplattenebene Oberfläche die Schiefergesteine und ihre pontisch-sarmatische Überdeckung. Auch hier ist die Entstehung dieser Landoberfläche durchaus jünger als die Störungen bedeutender Art, welche noch die pontische Schichtenfolge betroffen haben. Sie ist wohl durch die vereinigte Lateralerosion von Klausen- und Lendvabach geschaffen worden.

Dieses dritte Niveau liegt noch etwa 20 *m* über der durchschnittlichen Kammhöhe des aus lockeren, pontischen und sarmatischen Schichten aufgebauten Hügellandes. Es ist noch älter als die bis 120 *m* über dem Talboden Mur und Raab begleitenden Schotterterrassen. Seine Höhenlage kann mit 170 bis 180 *m* über den heutigen Alluvialböden angesetzt werden. Im Wiener Becken wird die 100 *m* über der Donau gelegene Laaerbergterrasse als mittelplozän (nach Säugetierresten) betrachtet. Dann erscheint es mir plausibel, das noch etwas höher gelegene dritte Niveau im Gleichenberger Eruptivgebiete ebenfalls schon als mittelplozän (levantin) anzusprechen.

Die Untersuchung hat somit ergeben, daß vermutlich mit drei mittelplozänen (levantinen) Niveaus zu rechnen ist, die in eine zuerst noch in stärkerer, dann aber in schwächerer Verbiegung begriffene Landscholle eingekerbt wurden. Das jüngste derselben läßt aber durch seine flächenhafte Verbreitung nur mehr das Eingreifen weiträumigerer Verbiegungen zu.

H. (Mittel(?)-) oberplozäne Terrassenschotter und Lehme.

- (p, p')** Höchstes Terrassenniveau des jüngeren Plozäns (und plozäne Terrassen im allgemeinen).
- (p, p')** Mittleres Terrassenniveau des jüngeren Plozäns.
- (p')** Tieferes Terrassenniveau des jüngeren Plozäns.
- (pq)** Tiefstes Terrassenniveau des jüngeren Plozäns (ältesten Quartärs?).

Wie die Auffindung mittelplozäner (levantinischer) Ablagerungen, so war auch die Feststellung der weiten

¹⁾ Ist gleich Niveau IV seiner Einteilung (118).

Verbreitung jungpliozäner Terrassenschotter und Lehme ein Ergebnis der Aufnahme. Im jüngeren Pliozän handelt es sich ausschließlich um Terrassenbildungen, die an die heutigen Hauptflüsse (Raab, Mur und Lafnitz) und teilweise auch an Nebenflüsse (speziell an den Sulzbach, an den Krieselbach und an die Lendva) geknüpft sind. Es konnten fünf Terrassenniveaus im Raab- und Murgebiete übereinander verfolgt werden und mit mehr oder minder großer Sicherheit miteinander parallelisiert werden. Bei diesem Altersvergleich mußte schon angesichts der Tatsache, daß noch mit schwächeren, jüngeren Verbiegungen zu rechnen ist, die Möglichkeit von Fehlerquellen in Rücksicht gezogen werden. Sollten daher da und dort zeitlich einander nicht entsprechende Terrassenbildungen miteinander in Vergleich gesetzt worden sein, so dürfte es sich doch hier um keinen großen Fehler handeln, indem erwartet werden kann, daß höchstens die unmittelbar aneinander anschließenden Terrassenniveaus miteinander vertauscht wurden.¹⁾

Die Frage der Abgrenzung der jungpliozänen Terrassen gegen die quartären kann nur als eine beiläufige und vorläufige gelten. Im Wiener Becken gilt das 50 *m* über der Donau gelegene Schotterfeld der Arsenalterrasse noch als oberpliozän (nach Säugetierfunden), dagegen die 15 bis 25 *m* über der Donau gelegene Stadterrasse bereits als quartär. Ich habe die maximal 50 *m* über dem Raabtalboden und 60 *m* über der Mur entwickelte Terrasse noch zum Quartär gerechnet und die 80 *m* über dem Murtal, 70 *m* über dem Raabtalboden entwickelte Terrasse als fraglich pliozän oder quartär bezeichnet, während ich die 90 *m* über der Raab und 100 *m* über der Mur auftretende Terrasse bereits in das Pliozän verwiesen habe.

Das Auftreten und die Zusammensetzung der pliozänen Terrassen ist eine sehr gleichartige. Es hat sich in Hunderten von Fällen ergeben, daß die Basis der Terrassen von Schotter, zumeist von mehreren Metern Mächtigkeit, gebildet wird, während der höhere Teil derselben aus Terrassenlehmen besteht. Diese letzteren, die vielfach früher

¹⁾ Vgl. hierzu die Darlegungen in 118, S. 23–27 und die Profile Fig. 2, S. 12.

vom Pontikum nicht abgetrennt wurden, sind doch von so typischer Beschaffenheit, daß sie mit den Ablagerungen stehenden Wassers kaum zu verwechseln sind. Sie zeichnen sich meist durch Schichtungslosigkeit, häufig reichlichen Eisengehalt, kleinkörnig-kugeligen Zerfall, besonders bei Verwitterung, aus und sind häufig von Röhrcben ganz durchsetzt, die offenbar von ganz aufgelösten Stengeln der Gräser herrühren. Wegen der Manganfärbung aufweisenden, eisenschüssigen, kugeligen Verwitterungsrückstände hat Loczy die Terrassenlehme, die er aus dem angrenzenden Gebiet Westungarns beschreibt, als Bohmerzone bezeichnet, ein Ausdruck, der wohl zu weit geht.

Während die Grobschotterlagen, aufgeschüttet vom Hauptfluß, meist nur an der Basis der Lehmterrasse sichtbar werden, zeigen sich innerhalb der Lehmbedeckung häufig Kies- und Kleinschottereinlagerungen, die offenbar von den Einschwemmungen der Seitenbäche und von Überschwemmungsgerinnen herrühren.

Ist die ganze Lehmbedeckung der Terrasse noch erhalten, was häufig auf größere Erstreckungen der Fall ist, so zeigt die Terrasse noch ihre ursprüngliche morphologische, ebene Oberfläche, über die man oft kilometerweit wandern kann. Ist dagegen die Abtragung weiter vorgeschritten, so verschwindet die Lehmdecke, der basale Schotter tritt hervor und an Stelle der Ebenheit ist ein schotterbedeckter, gewölbter Höhenrücken getreten.

Die gröberen Gerölle im Schotter, die sehr reichlich auftreten, zeigen durchschnittlich Faustgröße. Ich konnte aber auch solche von über Doppelfaustgröße nicht selten darin antreffen, u. zw. sowohl im Mur- als auch im Raabgebiete. Einen Unterschied in der Geröllgröße zwischen den einzelnen, pliozänen Terrassen konnte ich nicht mit Bestimmtheit feststellen. Das Material des Schotters ist im wesentlichen Quarz, wozu aber noch zahlreiche, mehr oder minder zersetzte kristalline Geschiebe hinzukommen. Man neigt leicht dazu, die Bedeutung der letzteren zu unterschätzen, da sie mürbe sind, schon in der Grube beim Abbau meist zerfallen und auf dem abtransportierten Schotterhaufen fehlen. Auch bei der Verwitterung und Verschweimung der Schotter reihen sich an den Hängen die Quarze naturgemäß sehr bedeutend an.

Die Lagerung der Schichten ist überall eine ganz ausgesprochene, fluviatile Parallelstruktur mit Sandbankschichtung. Dünenschichtung, wie sie in pontischen Kiesen und Schottern häufig ist, habe ich hier nicht beobachtet. Die Aufschüttung erfolgte durch gefällsreiche Flüsse — gefällsreichere als jene der jungpontischen Zeit —, die von den Randbergen auf den schon durch die heutigen Täler annähernd vorgezeichneten Bahnen den Schutt abtransportierten. Die bewegten Schottermassen standen also immer unter direkter Einwirkung stärker strömenden Wassers, in dessen Schuttrinnen sie vorgeschoben wurden. Die den Schotter überdeckenden und ihm gelegentlich zwischengeschalteten Terrassenlehme sind Bildungen im Inundationsgebiete, wo sie aus dem von der Vegetation festgehaltenen Schlamm entstanden sind.

Von besonderem Interesse ist die durchaus einseitige Entwicklung der pliozänen Terrassen im Kartengebiet, welche auch noch von den quartären mitgemacht wird. Im Raabtale sind diese Terrassen, von Feldbach angefangen, auf der Südseite entwickelt; zunächst nur wenig von dem gegenwärtigen Rand des Alluvialfeldes entfernt, dann aber bei Pertlstein bis zu 2 km, bei Fehring bis zu 2,5 km, südlich von Jennersdorf schon bis zu 4 km, südlich von Mogersdorf (im ungarischen Gebiete) gar bis zu 8 km. Weiterhin gehen die pliozänen Terrassen in eine einzige, große, ausgedehnte Schotterplatte über, die den Raum zwischen Raab und Kerka einnimmt.

Die Terrassen der unteren Lafnitz sind ebenfalls einseitig, aber im Gegensatz zur Raab auf der Nordseite entwickelt (siehe den Raum von Heiligenkreuz auf der Karte). Der rechtsseitige Nebenfluß der Lafnitz, der Ritscheinbach, dürfte aber im Pliozän (und im älteren Quartär) noch direkt der Raab zugeflossen sein, da südlich von Deutsch-Minihof (nordwestlich von St. Gotthard) pliozäne Schotterterrassen mit feinkörnigen Geröllen auf der Höhe des Schlössels und an dessen Abhängen gegen das Lafnitztal entwickelt sind. Der Ritscheinbach, der sie anscheinend aufgeschüttet hat, hat sich — wie die Raab — im Verlaufe seiner Entwicklung nach N verschoben. Vor seiner Regulierung mündete er erst knapp oberhalb von St. Gotthard, bei Deutsch-Minihof, in die Lafnitz. Gegenwärtig fließt

er auf künstlichem Wege schon zirka 6 *km* talaufwärts der Lafnitz zu.

Der Krieselbach zeigt an der Anordnung seiner Terrassen eine ausgesprochene Südverschiebung im jüngeren Pliozän. An der Zusammensetzung seiner Schotter nehmen, da der Bach aus einem geröllarmen Tertiärgebiet kommt, vorzüglich Geschiebe geringer Größe Anteil.

Noch größer als an der Raab sind die jungen Talverschiebungen an der Mur. Hier liegen die jungpliozänen Terrassen, im Raume von Straden, bis 5 *km* nördlich des heutigen Alluvialfeldes. Ähnlich ist es an dem Südausläufer des Hochstradens. Im Klöcher Massiv erfuhr das pliozäne Murtal durch das Auftreten der vulkanischen Felshöhen eine Einengung, bzw. eine Ablenkung gegen S. Aber auch hier liegen noch die geröllreichen Terrassen mehrere Kilometer nördlich des gegenwärtigen Alluvialfeldes.

Pliozäne Seitenterrassen treten vor allem im Sulzbachtal auf, wo sie — ganz einseitig entwickelt — dessen Ostflanke begleiten. Vielleicht würden hier sehr genaue Begehungen in diesem schlecht aufgeschlossenen und von mir schon im Jahre 1912 begangenen Terrain, das ich nicht überall revidieren konnte, noch eine weitere Verbreitung der Terrassen aufzeigen, als die Karte angibt. Der Sulzbach hat sich in ganz ausgesprochener Weise nach W verschoben.

Der Poppendorfer Bach zeigt teilweise eine jüngere Verschiebung nach O, die an den pliozän-quartären Terrassen an der Westflanke seines Tales erkennbar ist.

Im Pleschbachtale treten kompliziertere Verhältnisse ein, da junge Flußverlegungen hinzukommen. An der Ostflanke des Hochstradens liegen — St. Anna am Aigen gegenüber — pliozäne Terrassenschotter, aus groben Quarz-, (und Basalt-) Geröllen bestehend. Talabwärts sieht man, westlich, oberhalb Klapping, mächtige Quarzschotter und Lehme, in mehrere Niveaus gegliedert. Schließlich finden sich auf der Wasserscheide zwischen Pleschtal und Kutschenitzatal am Riegeldamm ausgesprochene Quarzschotter. In ihrer Fortsetzung beobachtete ich am Hohenwarter Tuffrücken pliozäne Terrassenschotter bei Gruisla, die in das Murtal ausmünden. Mir erscheint es kaum möglich, daß diese reinen Quarzschotter (Klapping, Riegeldamm, Hochstraden-

Ostgehänge) ihr Quarzmaterial nur den spärlichen Resten von quarzführenden Geröllagen entnommen haben sollten, die die Basaltdecke des Hochstradens überdeckt haben oder eventuell unter dem Basalte, im Einzugsgebiete des Pleschgrabens, vorhanden waren. Wahrscheinlicher scheint es mir, daß im jüngeren Pliozän noch der Oberlauf der Lendva dem oberen Pleschtale tributär war und daß aus deren Quellgebiet die Zufuhr der Quarzgerölle erfolgt ist. Hier streichen ja die mittelpontischen Basisschotter aus. Wenn diese Auffassung zutrifft, wäre der Oberlauf der heutigen Lendva (Lehmbach) erst im Laufe des Pliozäns nach SO abgelenkt worden. Sicher ist jedenfalls, daß der pliozäne Pleschbach damals über den Riegeldamm noch zur Kutschenitza floß, welche Bachverbindung aber schon vor Beginn des Quartärs außer Kraft gesetzt wurde.¹⁾

An der unteren Lendva tritt wieder eine ausgesprochene, gegen W gerichtete Verschiebung der Flußachse im jüngeren Pliozän auf.

Sehr merkwürdig sind die typischen glimmerreichen Terrassenlehme, die nicht vom Basalt abstammen, welche im Klöcher Massiv die am Südabfall des Kindberges vorgelagerten Höhen, östlich von Jörgen und am Zahrerberge (Zamberg der Karte), bedecken. Sie sind, soviel ich feststellen konnte, schotterarm (mit einzelnen Quarzgeröllen) und müssen als Bildungen im Inundationsgebiete eines Flusses oder Baches angesehen werden. Vermutlich ging hier einmal der Steinbach von Tieschen quer über das Basaltmassiv gegen Klöch hinüber.

Schließlich sei darauf verwiesen, daß nordwestlich des Schlosses Gleichenberg über dem Andesit ein Terrassenlehm liegt, der wohl von dem direkt gegen S überfließenden, westlichen Gabelaste des Klausenbaches abgelagert worden ist.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß sich in jungpliozäner Zeit große, seitliche Verschiebungen der Flußläufe vollzogen haben. Raab und Mur haben sich bedeutend

¹⁾ Die von mir seinerzeit (94, S. 492) als Fortsetzung des oberen Pleschgrabens angesehene Rinne des „Langwiesentals“ im Klöcher Massiv ist zu klein, um dieser entsprochen zu haben. Vielleicht lag hier bevor das Pleschtal nach Westen abgelenkt wurde — die Fortsetzung des Grabens vor, der an Sandberge (nördlich von Pichla) entspringt.

voreinander entfernt, wodurch sich naturgemäß ihr Abstand von der Wasserscheide bedeutend vergrößert hat. Lafnitz und Raab haben sich dagegen einander angenähert. Der Sulzbach läßt ein deutliches Abdrängen vom Hochstraden erkennen, das sich in morphologischer Beziehung auch an dem Steinbach (an der Ostflanke des Hochstradenrückens) erkennen läßt. Als Ursache für diese Erscheinungen nehme ich das Fortwirken schwacher, tektonischer Einbiegungen und Aufwölbungen an. Siehe auch tektonischer Abschnitt.

Fossilien sind mir aus den pliozänen Terrassenschottern nicht bekanntgeworden.

I. Diluvium. Grobe Quarzschotter mit Lehm- und sandiger Lehmbedeckung.

(qo) Hauptterrasse des älteren Quartärs.

(qm) Mittlere Terrassengruppe des Quartärs.

(qn) Jungquartäre (Nieder-) Terrasse.

Im Quartär wurden, abgesehen von der fraglich quartären oder pliozänen, höheren Terrasse, drei Hauptniveaus unterschieden. Im Raabgebiet ist besonders die erste und die dritte Terrasse gut ausgeprägt. Die ältere der beiden bildet sozusagen die quartäre Hauptterrasse, die sich, wie die pliozänen einseitig entwickelt, von Feldbach über Fehring und Neumarkt bis über St. Gotthard hinaus als breiter, lehmbedeckter Saum verfolgen läßt. Ihre Mächtigkeit ist bedeutend und ich schätze den Schotter- und Lehmauftrag auf bis zu 20 m. An der Lafnitz tritt dieselbe Terrasse als ein über 1 km breiter Saum entgegen. Auch im Murtales ist sie weit verbreitet, wo sie speziell an anschließenden Blatte Wildon-Leibnitz, ausgedehnte Flächen zusammensetzt. Im Gleichenberger Sulzbachtale erscheint sie als ein breiter, von Gleichenberg bis zur Mündung verfolgbarer Terrassensaum.¹⁾

Im Murgebiet tritt auch die mittlere Terrasse deutlicher als an der Raab hervor.

Die untere Terrasse kann als Niederterrasse bezeichnet werden. Sie ist im Raabgebiet nur als ein schmaler, oft aussetzender Saum entwickelt, dagegen im Murgebiete, z. T. auch in den Seitentälern, sehr ausgeprägt.

¹ Siehe in 118, Fig. 3, Pr. 1, 2, 7 und 8.

Die obere Terrasse liegt meist zirka 40—60 *m*, die mittlere 20—25 *m*, die Niederterrasse 6—8 *m* oder weniger über dem Alluvialfeld.

Aufbau und Geröllzusammensetzung der Terrassen ist ähnlich jener des jüngeren Pliozäns. Doch glaube ich, daß grobes Schottermaterial den Quartärbildungen in stärkerem Maße, als den jungpliozänen beigemischt ist. So sammelte ich im Terrassenschotter von Fehring mehrere bis kindskopfgroße Gerölle. Die obere Terrasse zeichnet sich durch ihre deutliche Ausprägung und die Mächtigkeit ihrer Aufschüttung gegenüber den jungpliozänen Terrassen aus.

Auffällig ist der Reichtum an Quarzgeröllen, u. zw. an solchen beträchtlicher Dimensionen, welchen die quartären Terrassen im Poppendorfer und Gnasbachtal aufweisen. Diese Gerölle können nur aus den mittelpontischen Basisschottern und teilweise aus den mittelsarmatischen Schottern entnommen worden sein. Erstere stehen nur im Quellgebiet des Baches an der Wasserscheide in mehrere Meter mächtigen Lagen an. Es ist erstaunlich, wie sich durch Auswaschung aus diesen Bänken verbreitete Terrassenschotter zu bilden vermochten. Anzeichen für eine junge Flußverlegung, die die Herkunft des Schotters aus einer anderen Gegend ableiten ließe, habe ich nicht finden können.

An anderen Stellen haben sich dagegen auch noch im Quartär kleinere Talverlegungen vollzogen. So scheint der bei Dirnbach in den Sulzbach mündende rechtsseitige, von Grub kommende Seitenbach schon 1 *km* nördlicher als gegenwärtig über den Sattel von Mitterfeld herübergekommen zu sein. Hier bedecken Terrassenlehme in größerer Mächtigkeit den Übergang.

Die Talverschiebungen sind im Quartär im wesentlichen analog jenen im Pliozän erfolgt. Raab und Mur haben sich also weiter voneinander entfernt, Lafnitz und Krieselbach der Raab angenähert, Sulzbach und untere Lendva und auch der untere Lukaibach haben sich westwärts verschoben, der Gnasbach nach O gedrängt. Tierische Fossilreste sind in den Diluvialbildungen am Blatt Gleichenberg nicht angetroffen worden. Ein schwach lignitisirtes Holzstück (Stammstück) habe ich in diluvialem Lehm in der Ziegelei von St. Gotthard (südlich von Deutsch-Minihof) gesammelt.

Die durch Aufschüttungsphasen unterbrochene, vorherrschende Talvertiefung, wie sie das Mittelpliozän kennzeichnet, hat sich auch während des Quartärs fortgesetzt. Der Wechsel von Aufschüttung und Eintiefung hat das System der quartären Terrassenfelder entstehen lassen, deren gut

erhaltene, mit mächtigen Lehmen bedeckte Oberflächen sich schon morphologisch durch ihre Ebenheit als fluviatile Auftragsflächen erweisen.

J. Alluvium. (ra) Lehme und Sande der heutigen Talauen.

Über diesen letzten Abschnitt der geologischen Geschichte kann nur wenig mitgeteilt werden. Nach Ausbildung der „Niederterrasse“ erfolgte im allgemeinen wieder eine Tieferlegung der Talsohle und die Anlage des gegenwärtigen Talbodens in der ihm zugrunde liegenden Erosionsform. Eine nachfolgende Aufschwemmung und Erhöhung der Talsohle hat dann die breiten Alluvialfelder an Mur, Raab, Lafnitz und ihren Seitenbächen geschaffen. Speziell das Sulzbachtal, das Lendvatal und das untere Krieselbachtal zeichnen sich unter letzteren durch ihre breiten Alluvialfelder aus. Stellenweise, besonders am Rand der Murebene, hat man das Gefühl, daß die Landschaft hier gewissermaßen in ihren Alluvionen versinkt.

Die weitgehende alluviale Aufschwemmung der Haupt- und Nebentäler am Blatte Gleichenberg ist im wesentlichen durch das Auftreten leicht zerstörbarer Schichten bedingt. Das Flußsystem vermag sich hier rasch auf jeweilige Impulse seiner Erosionsbasis (Hebungen und Senkungen derselben) einzustellen und auf örtliche Einwirkungen tektonischer Bewegungen zu reagieren, die es zur Eintiefung oder Aufschüttung veranlassen. Dort, wo härtere Gesteine auftreten, wie in der Klause bei Gleichenberg oder im Durchbruch des Paläozoikums des Lendvatales, tritt die Felssohle wenigstens stellenweise zutage. Den Kerbtälern im Felsgestein entsprechen aufgeschwemmte, breite Sohlentäler im Schwemmland.

Die größeren Flüsse bewegen ihre Schottermassen nur in den Flußrinnen, die, wie speziell an der Raab, mäandrig gewunden, die Talauen durchziehen. Bei jedem Hochwasser aber bedeckt der Fluß sein Alluvialfeld, ganz oder teilweise, und nimmt dann eine, seine normale um ein Vielfaches übersteigende Breite an.

Dies gilt nicht nur für die Raab, die ihren breiten Talboden fast alljährlich bei Hochwasser zwischen Markt

Fehring und Bahnhof Fehring auf etwa 1 km Breite erfüllt, sondern auch für deren Seitenflüsse, wie Lafnitz und Krieselbach. Die Lafnitz pflegt, wie ein großer See, ihren über 2 km breiten Talboden zu überschwemmen. Der Krieselbach setzt regelmäßig den tieferen Teil des Ortes Jennersdorf unter Wasser. An der Lendva sind alljährlich noch in ihrem oberen Teile bei Neustift die etwa 500 m breiten Alluvialflächen unter Wasser gesetzt. Der Absatz von Schlammkrusten im Alluvialfeld, von den Gräsern festgehalten, ist die Folge von Überflutungen durch diese schlammreichen Gewässer.¹⁾

J. Stiny (110) hat ermittelt, daß in der Raab, besonders bei den Hochwässern im Jahre 1916, bei Feldbach zirka 90.000 m³, im Jahre 1917 zirka 50.000 m³ Material vorbeipassierten, wobei auf den Schotter 21.000, bzw. 18.000 m³, auf die Schlammführung 69.000, bzw. 32.000 m³ entfielen. Dadurch ergibt sich — unter Berücksichtigung eines mittleren Wertes und der Größe des Einzugsgebietes — ein jährlicher Abtrag des Einzugsgebietes um zirka 0·12 mm. Werden die Höhen unter dem Einfluß der Denudation auf diese Weise dauernd erniedrigt, so müssen die breiten Talböden eine schwache, aber zunehmende Erhöhung durch Schlammabsatz in der Gegenwart erfahren. Über die Stärke der letzteren liegen leider noch keine Messungen vor.

Der Auftrag von Schlamm im Alluvialfeld und die Erhöhung des letzteren muß naturgemäß so lange fort-dauern, bis nicht der Fluß wieder zur Eintiefung übergeht und sich eine neue Talaue schafft.

Die Alluvialbildungen besitzen in unseren Talböden eine beträchtliche Mächtigkeit. In den Bohrlöchern bei Feldbach beträgt sie nach Stiny 7·50, bzw. 7·20 und 5·85 m.²⁾ Beim Johannisbrunn bei Straden ist das Alluvium angeblich 20–32 m mächtig (37)³⁾. Gegenwärtig fließen die Flüsse, von den Felsdurchbrüchen abgesehen, ausschließlich im Alluvium. Nur durch künstliche Eingriffe, wie beim Wehr von Feld-

¹⁾ Die Überflutung der Talauen war vor Durchführung der ersten großzügigen Regulierungen zu Ende der 30er Jahre vorigen Jahrhunderts, seine viel häufigere und bedeutendere. Wechselfieber war in den Tälern heimisch! (Vgl. hiezu E. Graf Braida 149, S. 40.)

²⁾ Bohrloch 4, 3 und 11.

³⁾ Nach den von Reissacher mitgeteilten Bohrprofilen.

bach, ist der tiefere Untergrund durch die auskolkende Tätigkeit des Wassers lokal bloßgelegt worden.¹⁾

Zuletzt sei noch auf einige junge Verschiebungen der Flußläufe aufmerksam gemacht. Während die Raab zwischen Fehring und Neumarkt im Burgenlande fast ausschließlich an ihrer Südseite von einem Niederterrassenbau begrenzt wird, fehlt dieser östlich des letztgenannten Ortes. Hier tritt aber eine Niederterrasse an der Nordseite des Raabtales und im Krieselbachtale auf. Dies zeigt an, daß die Raab unterhalb Neumarkt — im Gegensatz zu ihrer älteren, jungpliozän- bis mittelquartären Tendenz — in jüngster Zeit zu einer Südverschiebung ihres Laufes übergegangen ist. Dieser Wechsel in der seitlichen Bewegungstendenz seit dem Quartär (Mittelquartär) prägt sich in noch viel großartigerer Weise im unteren Raabtale östlich von St. Gotthard (zwischen dieser Stadt und Körmend) aus. Hier und weiter ostwärts nagt die Raab in jugendlichen Steilhängen ihr Südufer an.

Im Raume nördlich von Jennersdorf fiel mir folgende Erscheinung auf: Hier findet sich in dem Seitentälchen, welches von Henndorf herunterkommt, eine schmale Fortsetzung der Niederterrasse ausgeprägt. Der Bach hat hier in einer Schlucht in die Niederterrasse eingeschnitten. Die Erhaltung der letzteren in einem unbedeutenden Seitengraben ist ein ungewohntes Bild. Ich vermute, daß hier noch eine junge (nachquartäre), aber nicht bedeutende Schrägstellung der Scholle (mit schwacher Südneigung) stattgefunden hat, welcher Vorgang das Abdrängen des Krieselbaches (und der Raab) gegen S und das Einschneiden des dem Krieselbach zuströmenden Seitenbaches veranlaßt hat.

Ein ähnlicher Fall einer Umkehrung der früheren Talverlegungstendenz zeigt sich auch am Poppendorfer Bach. Hier ist noch die quartäre Hauptterrasse auf der rechten Talseite im Raum von Krusdorf entwickelt. Die Niederterrasse liegt aber auf der linken Talseite. Hier hat der Fluß sich zuerst (im Quartär) gegen O verschoben und

¹⁾ Am Römerbrunnen in Gleichenberg, der hart am Trachyt im Alluvium des kleinen Gleichenberger Schluchtbaches gelegen ist, lag der Brunnenkranz des römischen Brunnens zirka 3-80 m unter der jetzigen Oberfläche. Soviel wurde offenbar seither aufgeschwemmt.

hiebei die konkaven Anschnitte der Gehänge am Ostgehänge hervorgerufen, ist aber dann wieder zurückgependelt, um, zur Zeit der Niederterrasse und im Alluvium, seine quartären Terrassenhänge zu unterschneiden.

IV. Tektonischer Abschnitt. (Der Gebirgsbau.)

A. Die Tektonik des Grundgebirges.

1. Allgemeines. Die Gesteine der Schieferhülle des Roten und Stadelberges haben eine starke Faltung und Durchbewegung erlitten, welche sich an dem Verlauf der Gesteinszüge im großen wie auch im Aufschlußbild im einzelnen zu erkennen gibt. Die Tonschiefer, Grünschiefer und Diabase, die Kieselschiefer und Kalke sind in gleicher Weise der Faltung unterworfen gewesen. Steilere Neigungen herrschen durchaus vor, wie es dem stärkeren Zusammenschub eines leicht faltungsfähigen Schichtpackets entspricht.

Von den Messungen der Streich- und Fallrichtungen seien nachstehende angeführt:

	Streichen	Fallen
Graben westlich Kuzma	NNW	25° WSW
„ bei 371 (südlich Bonisdorf)	WNW	30° S
Sotina	N 30° O	50° SO
Weiter unterhalb an der Straße .	NO	50° NW
Südseite des Stadelberges, westlich		
Sotina	N 30° O	20° SO
Am Südausgang der Klausen, rechtes	WNW	35° SSO
Talgehänge	NO	SO
Im großen Klausenbruch (Grünschiefer)	NO	40° NW
Unmittelbar nördlich davon (im kleinen Bruch)	NW	40° SW
Bei der Furt in der Klausen . . .	NO	SO steil
Im mittleren Teil der Klausen (linkes Gehänge)	NO, um Saiger	
Linkes Klausengehänge südlich der Vereinigung von Klausen- und Lendvabach	N 20–30° O	40–70° NW

	Streichen	Fallen
Nordostteil der Klause gegen Krotendorf . . .	NO	NW steil
Graben unterhalb Bonisdorf	N 45° O	75° SO
Weiter unten im Graben	N 45° O	50° NW
Südostabfall des Roten Berges	ONO	65° NW
Südwestabfall „ „ „ „ flache Lagerung, übergehend in Bänderkalk von Kalch . . .	NS	NW 60° W
Kalkfalte am oberen Gehänge des Roten Berges	NS	45° W
Zwischen Kalch und der Einmündung des Klausengrabens (Südseite)	NO	35° NW
Aus der Vereinigung von Klausen- und Lendvabach	NW	35° SW
Westlich von Kalch	NNO	20° WNW

Der Kalk bei Kalch taucht in Form einer deutlichen Falte in der Schiefermasse aus dem Liegenden empor. Das Kalkband keilt am Gehänge des Roten Berges gegen oben hin zwischen den Schiefnern aus, wobei sich in den Kleinfalten antiklinale Faltschlüsse zu erkennen geben. Westlich der Hauptkalklage sind (südwestlich von Kalch) noch zwei, etwas schiefrige Kalkpartien feststellbar, die wohl als weitere Auffaltungen zu deuten sind. In Form stark kleingefalteter Gesteine treten in der westlichen, isolierten Partie der „Schieferinsel“ (östlich von St. Anna) am „Teufelstein“ Kieselschiefer hervor. Weitere kleinere Kieselschieferlagen beobachtete ich im Graben nördlich von Guitzenhof.

Überblickt man die Verteilung der Fallzeichen auf der Karte, so scheint daraus hervorzugehen, daß das Schichtstreichen bogenförmig vom Nordostteil der Klause (Nordgehänge des Stadelberges) über den Roten Berg gegen Guitzenhof läuft und den Verlauf einer Antiklinale andeutet. Ihre Richtung ist eine nordost—südwestliche. Nordwestlich dieser Linie herrscht fast ausschließlich nordwestliches und westliches Fallen, südöstlich derselben dagegen südöstliches und südliches Einfallen. Die Kalkauffaltungen und vielleicht auch die Kieselschieferstreifen scheinen der

Achsenzone der Falte oder sekundären Teilfaltungen anzugehören. Die Grünschiefer, welche bereits im Südflügel der Falte liegen, lassen an der Stelle ihres Auftretens Unregelmäßigkeiten in der Lagerung und einen Wechsel in der Streich- und Fallrichtung erkennen.

Die starke Zusammenpressung der Gesteinskomplexe äußert sich, speziell im Raum von Kalch, in der fast isoklinalen Zusammenbiegung des steil gegen W (WNW) einfallenden Schichtsystems.

Gegen O hin macht sich ein unverkennbares Einlenken der Streichrichtung aus der nordöstlichen in die östliche und schließlich sogar in die südöstliche Richtung geltend, welche letztere an den isolierten, östlichen Schieferpartien auftritt. Dadurch kommt eine Art hogenförmiger Lagerung zustande. Berücksichtigt man, daß die Untergrundeinschlüsse in den Basalten und Tuffen des Hochstradens, Kapfensteins, Neuhaus' und Oberlimbachs granitische Gesteine als das Liegende des Tertiärs in der Tiefe anstehend sicherstellen, so mag sich in diesem Schieferbogen vielleicht die Kontur der schüsselförmig sich heraushebenden granitischen Umsäumung widerspiegeln.

2. Detailtektonik. Die starke Zusammenpressung des Schieferkomplexes, welche sich besonders in der steilen, schmalen Auffaltung der Kalkbänke ausdrückt, prägt sich auch in Kleinfaltungen aus. Fältelung der Schichtenflächen ist weitverbreitet. Die ausspitzenden Kalkauffaltungen erscheinen auch noch in ihren Teilfältchen fast isoklinal zusammengepreßt. In dem Steinbruch von Kalch sind auch in der breiteren Kalkmasse die Lagen durchgefaltet und in Liegendfältchen gelegt. An der Grenze der hier flacher gelagerten Kalke gegen die auflagernden Schiefer fand ich in ersteren eine mylonitisierte Lage.

An der Straße gegen Krottendorf stellen sich (am Klausenbache) stark kleingefaltete Schieferlagen ein, in denen Pseudomorphosen von Brauneisen nach Pyrit auftreten. Die Schichten sind hier, bei z. T. steiler Lagerung, vollkommen durchgefaltet, wobei die Faltenachsen gegen NO streichen. Durch isoklinale Auswalzung der Schenkel der Teilfältchen entstand eine die Schichten schräg durchsetzende Fältelungs-cleavage, aus weitgehender Umfaltung hervorgegangen. Abgeschnürte Quarzlinsen sind dem Schiefer eingebettet.

Auch in der Klause, unterhalb der Vereinigung beider Bäche, sind (am linken Gehänge) gefaltete, kalkhaltige Schiefer aufgeschlossen, die bei steiler Lagerung Wellungen und Kleinfaltungen aufzeigen. Desgleichen beobachtete ich bei Sotina und Szerditzen Kleinfaltung in den Schiefen, wobei eine allgemeine Neigung der durchgefalteten Lagen gegen SO feststellbar war.

Schließlich zeigen die Diabasgrünschiefer im Klausenbruch eine starke Durchfaltung, die sich besonders in der linsenförmigen Abschnürung hellerer Gesteinslagen, die wohl als Gänge oder Schlieren dem Diabas eingeschaltet waren, ausprägt.

3. Alter der Faltungen. Auf Grund der lokalen Beobachtungen läßt sich nur feststellen, daß die Faltungen jünger sind als der davon betroffene, hier vermutungsweise in das Silur gestellte Schichtenkomplex und älter als die transgredierenden Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe und des Sarmatikums. Nach den Verhältnissen in der Umrandung des Grazer Beckens kann die Möglichkeit, daß hier tertiäre Faltungen vorlägen, so gut wie ausgeschlossen werden. Es bleibt dann nur die Wahl übrig, ob man es hier mit jungpaläozoischen (variszischen) oder aber mit jungmesozoischen (oberkretazischen) Störungen — bereits der jungalpinen Bewegungsphase angehörig — zu tun hat. Auch die Möglichkeit, daß beide vorgenannten Dislokationsphasen das Gebiet betroffen hätten, muß in Rücksicht gezogen werden.

Die Tektonik des Grazer Paläozoikums wird von Heritsch u. a. im wesentlichen als eine variszische aufgefaßt. Am Südwestsaum des steirischen Beckens konnte ich auch starke, nachtriadische (kretazische?) Bewegungen feststellen, was wohl auch noch innerhalb des nördlich davon gelegenen Beckens das Auftreten einer stärkeren, autochthonen Faltung aus dieser Zeit erwarten läßt. Eine sichere Entscheidung darüber, ob am Roten- und Stadelberge variszische oder jungkretazisch-alpine Faltungen vorliegen, erscheint mir derzeit nicht möglich.

Die schwache Metamorphose des Paläozoikums, die aber kaum zur Phyllitisierung hingereicht hat, spricht dafür, daß zur Zeit der Bewegungen noch eine mächtigere Gesteinsdecke (Devonkalkmassen?) darüber gelegen war, welche

ja auch in Form korallenführender Devondolomite am benachbarten Blatte Fürstenfeld — bei Güssing und nördlich davon — noch erhalten geblieben ist.

B. Tektonik der Tertiärablagerungen.

Das Tertiär am Blatte Gleichenberg ist zwar ungefaltete, aber von zahlreichen flacheren und örtlich auch steileren Verbiegungen betroffen worden und außerdem stellenweise bruchförmig zerstückelt. Wir können die tektonischen Erscheinungen während des jüngeren Tertiärs und des Quartärs in vier zeitlich aufeinanderfolgende Bewegungsphasen gliedern: 1. in die tektonischen Vorgänge während der Sedimentation der sarmatischen und pontischen Ablagerungen, 2. in die akzentuierten Bewegungsvorgänge am Ende des Pontikums, 3. in die starken, nachpontischen tektonischen Störungen, die anschließend an die Basaltausbrüche eingetreten sind, 4. in die Nachbewegungen des jüngeren Pliozäns und Quartärs.

1. Schon während der sarmatischen (wahrscheinlich auch der jungmediterranen) Zeit müssen beträchtliche Absenkungen in der Oststeiermark stattgefunden haben, um die Übereinanderschichtung von mindestens 300 m mächtigen sarmatischen Seichtwassersedimenten zu ermöglichen.

2. Bewegungen gegen Ende des Pontikums. Gegen Ende des Pontikums gibt sich deutlich eine schärfere Akzentuierung und Differenzierung der tektonischen Bewegungen zu erkennen. Der Südwestteil des Gebietes, speziell der Raum des heutigen Hochstradentrückens, wird aufgewölbt und der Abtragung unterworfen, während nördlich und nordöstlich davon — beiderseits der Raab und im Raume zwischen St. Gotthard und der Mur — die Aufschüttung mächtiger, oberpontischer und jungpontischer Bildungen vor sich geht. Deren Ablagerung erscheint nunmehr im wesentlichen auf einen allerdings sehr breiten Aufschüttungsstreifen eingeschränkt. Als Beweis dafür, daß Aufwölbung und Abtragung schon am Ende der pontischen Zeit vor sich gegangen sind, gilt die Tatsache, daß die jungpontischen Flußschotter oder — wo sie fehlen — die Basaltdecke des Hochstradens

unmittelbar auf unterpontische, obersarmatische und mittel-sarmatische Ablagerungen übergreifen.

Der zentrale Teil des Eruptivgebietes wird in bogenförmigem Verlauf von einer NNW und WNW verlaufenden Verbiegungszone umsäumt, die, wie ich schon 1913 erwiesen habe, nordwestwärts bis an die Mur (südlich von Graz) zieht und sich vermutlich noch weiter verlängert. Überall haben im S und SW der Linie Aufwölbungen und Abtragungen in jüngerer pontischer Zeit stattgefunden, während im N und NO derselben Absenkung und Sedimentation vorherrschte. Die Entstehung der besprochenen „Flexur“ muß im wesentlichen in höherpontisch-jungpontischer Zeit vor sich gegangen sein, da unter der Basaltdecke des Hochstradens schon die geneigten Schichtbänke des Unterpontikums und des Obersarmatikums austreichen.

3. Die nachpontischen Störungen. Am Ende des Pontikums ist der Ausfluß der Basaltdecke des Hochstradens eingetreten. Währenddessen und wohl auch noch unmittelbar nachher muß der Bereich der Basaltdecke offenbar über dem sich entleerenden Magmabehälter in dauerndem Nachsinken begriffen gewesen sein, wie die rasche Überschotterung der Lavadecken erkennen läßt. Aber dann setzten diese Senkungsvorgänge aus und kehren sich wieder in das Gegenteil um. Der Basalt und seine Unterlage wird an einem jüngeren Bruchsystem zerstückelt und gehoben. Ich habe seinerzeit (94) eine Anzahl von Brüchen als sicher vorhanden, weitere als nur vermutlich erweisbar zur Darstellung gebracht. Die weiteren Begehungen haben die Existenz der erstgenannten bestätigt.

Im wesentlichen erscheint der zentrale Teil des Hochstradengebietes an Brüchen gehoben, die südlichen (und auch die nördlichen) Schollen hingegen relativ schollenförmig abgesenkt.

Die wichtigsten, sicher festgestellten Brüche sind: 1. die Gleichenberger Quellspalte, deren Bruchnatur schon Clar erwiesen hat, 2. der Kölldorfer Bruch, 3. der Hochstradenbruch, 4. der Ebersdorfer-Fruttener Bruch, 5. der Rosenbergbruch, 6. der Neusetzbruch und seine vermutliche, westliche Fortsetzung, der Stradener Bruch. Am letzteren

liegt die zusammengefaltete Schichteinklemmung am Hirzkogl bei Waasen.

Die ungleichmäßige Aufwölbung der Schollen, die sich an diesen Störungen im zentralen Teil des Gleichenberger Eruptivgebietes in nachpontischer Zeit vollzogen hat, wird im anschließenden östlichen und nordöstlichen Ablagerungsbereich von einer vermutlich gleichaltrigen Verbiegungszone begleitet. Wir sehen hier an einer Flexur die Horizonte des Pontikums unter jüngere (höherpontische und jungpontische) Ablagerungen absinken. Allerdings ist die Neigung dieser Flexur im allgemeinen eine flachere als jene der vorerwähnten westlicheren. Ihr Verlauf ist auch insofern ein verschiedener von jener des höheren Pontikums, als sich kein Anzeichen für ihr Einlenken gegen W, dem Raabtale entlang, feststellen läßt, sondern sie vielmehr nach einer kleinen westlichen Einbuchtung nordostwärts über die Raab weiterstreicht.

4. Nachbewegungen im jüngeren Pliozän und Quartär. Schon im Jahre 1921 (118, S. 38) habe ich auf die Fortdauer tektonischer Bewegungen, speziell im südlichen Gleichenberger Eruptivgebiete bis in jungpliozäne und quartäre Zeiten verwiesen. Freilich liegen keine Anzeichen dafür vor, daß sich in diesen jüngsten Abschnitten der Erdgeschichte noch größere Brüche ereignet hätten. Wohl aber deutet das Verhalten der Flußläufe und Bäche in sehr entschiedener Weise darauf hin, daß — entsprechend den Vermutungen von J. Sölch — hier Jungbewegungen diese durch fortdauernde Schrägstellung und Verbiegung der Schollen beeinflußt hätten. Die Veränderungen des Flußnetzes scheinen diese tektonischen Impulse in sehr klarer Weise abzubilden. Ich habe in einer speziellen, eben erschienenen Studie: „Das Abbild der jungen Krustenbewegungen im Talnetz des steirischen Tertiärbeckens“ (131) eine zusammenfassende Übersicht über die Bedeutung der Jungtektonik für die Ausgestaltung der heutigen Täler gegeben.

Am Blatt Gleichenberg ist es vor allem das jugendliche Auseinanderrücken von Raab und Mur, das sich an der Verteilung der jungpliozänen und quartären Terrassen so deutlich zu erkennen gibt. Hier liegt offenbar

das Fortwirken der pontischen Aufwölbung vor, die sich an dem feinen Ausschlag des „Flußpendels“ noch weiterwirkend erweist.

In dem Südwärtsdrängen der Feistritz und ihrer Zuflüsse einerseits und in dem eben erwähnten Norddrängen der Raab in junger Zeit andererseits prägt sich offenbar die Weiterbildung der Raabeinmuldung aus, die das Erbe der jungpontischen „Senkungsmulde“ darstellt. Auch hier schließen sich also die gemutmaßten Jungbewegungen an die ältere Tektonik eng an. Die schon früher erwähnte Tatsache, daß östlich von Neumarkt an der Raab der letztere Fluß gegenwärtig, im Gegensatz zu seiner altquartär-jungpliozänen Tendenz, stark nach Süden drängt, möchte ich auf eine südliche Verlagerung der Senkungsachse in diesem Raume zurückführen, die wohl mit einer schwachen Schrägstellung an der Raabscholle begleitet war. (Siehe auch die Bemerkungen auf S. 60.)

Aber auch in ostwestlicher Richtung zeigen sich vielfach Anzeichen für junge Auf- und Abwellungen des Bodens. So deutet die ausgesprochene Asymmetrie im Querprofil des Sulzbachtales, das seine flachen Terrassenhänge auf der Ostseite, seine Steilhänge im Westen besitzt, auf ein unter tektonischen Einflüssen vor sich gehendes fortdauerndes Abdrängen des Baches gegen Westen hin. Der „Horst“ des Hochstradens ist also noch in jungpliozäner und quartärer Zeit offenbar in weiterer Aufwölbung¹⁾ begriffen gewesen, während sich westlich von ihm, zwischen Sulzbach und Gnasbachtale, offenbar eine Zone relativer Einmuldung ausdehnt.²⁾

Westlich des Gnasbaches (bzw. von dessen Südteil angefangen) beginnt wieder eine schwache Aufwölbungszone, die westwärts bis an die Mur bei Leibnitz und Wildon heranreicht. Diese junge Einmuldung im Südwestteil

¹⁾ Auch von J. Stiny (Petermanns Mitteilungen 1924, Heft 9/10, S. 207) vermutet.

²⁾ In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, daß Graf Braida (149 S. 45) berichtet, die Sohle des im Gleichenberger Tal mündenden Trautmannsdorfer Tälchen liege tiefer als das erstere an der Einmündungsstelle. Im Hinblick auf das ersichtliche, deutliche Westdrängen des Sulzbaches b. Waldsberg verdient es Beachtung, ob hier nicht die tektonische Einmuldung zum Ausdruck kommt.

des Blattes Gleichenberg erklärt wohl auch die Tatsache, daß hier die beiden Haupthöhenrücken (Stradenrücken, Hofberg-Hirzkogelrücken) — hart bedrängt von den andrängenden Flüssen — förmlich von den angrenzenden breiten Talungen überwältigt werden, so daß sie, z. B. westlich Waasen, nur mehr schmale Leisten zwischen breiten Alluvialböden darstellen. Östlich des Hochstradenrückens folgt eine junge Einmuldung gegen die Lendva zu.

Im Ostteil des Blattes Gleichenberg, jenseits des Silberberggebietes, scheint eine jugendliche Abbiegung das Versinken der aus pontischen Schichten aufgebauten Hügellandschaft unter eine einzige, ausgedehnte Pliozänterrasse zu bedingen. Die reichliche Gliederung des jüngeren Pliozäns in einzelne Terrassenniveaus geht hier verloren. Wahrscheinlich lag hier im jüngeren Pliozän eine Zone, an welcher das Niveau wechselnder Akkumulation und Erosion sich innerhalb sehr enger Grenzen hielt. Unter der Voraussetzung sehr geringer Aufwölbung (relativer Einbiegung) dieser östlichen Gebiete erklärt es sich wohl ungezwungen, daß die jungpliozäne Erosion imstande war, eine so ausgedehnte flächenhafte Einebnung zu erzeugen und sie mit einem gewaltigen Schotterfelde zu überziehen.

Zusammenfassend kann betont werden, daß die Landschaft auf Blatt Gleichenberg während des jüngeren Pliozäns und Quartärs schwächeren Verbiegungen unterworfen war, die sich im allgemeinen an ältere Bewegungstendenzen anschließen. Wir stehen anscheinend auch noch in der Gegenwart inmitten dieses tektonischen Geschehens, über welches uns in erster Linie der feine Registrierapparat der Bäche und Flüsse Aufschluß zu geben vermag.

C. Die Vulkantektonik.

1. Der Aufbau des Gleichenberger Trachyt- und Andesitmassivs.

Alois Sigmund hatte die Meinung ausgesprochen, daß das Gleichenberger Eruptivmassiv, abgesehen von den Lipariten, einer einheitlichen Ausbruchmasse entspreche, wobei in dem geförderten Magma eine Differenzierung in einen relativ sauren Kern (Trachyte) und in eine basische

Randzone (Andesite, Andesitoide, trachytoide Andesite) eingetreten sei. (79, S. 268) Die geologische Aufnahme hat eine wesentlich andere Deutung nahegelegt.¹⁾

Es konnte festgestellt werden, daß hier nicht ein zeitlich einheitlicher Eruptivkörper vorliegt, sondern daß mächtige, übereinandergeflossene, zähflüssige Magmen vorhanden sind, die durch Eruptivbreccien und Tuffe und Lavazwischenschaltungen vielfach gegliedert erscheinen. Weiters zeigte es sich, daß der „Kern“ des Berges nicht aus Trachyt gebildet wird, sondern daß über kompakten Andesiten, über Andesitbreccien und Laven mächtige trachytische Laven und Eruptivbreccien aufliegen. Die Trachyte haben sich also als die jüngere Lavaförderung erwiesen. Auf der ganzen Südabdachung des Eruptivkörpers fällt der Trachyt mantelförmig gegen Südwesten, Süden und Südosten von den unterlagernden Andesiten ab.

Dies wird schon an der durch die Klause abgetrennten Partie des Eruptivmassivs deutlich. Der große Steinbruch in der Klause zeigt folgendes Bild: Über bis 10 m mächtig aufgeschlossenem, rotem Andesitoid²⁾ folgt eine 6—7 m mächtige Lage, die im unteren Teil aus grünen Andesitoiden besteht, nach oben aber wieder in ein röthliches Gestein übergeht. Darüber legt sich eine 3—4 m mächtige, aus groben, z. T. porösen Brocken bestehende Tufflage (= Brockentuff) mit bis kopfgroßen Einschlüssen,³⁾ über welcher schönplattige, grauc Andesitlagen folgen. Darüber ist schließlich, in kleinen Felsköpfen über dem Bruche, eine Kappe von Trachyt (mit großen Sanidinsprenglingen) gelagert, welche Fluidalstruktur aufzeigt. Das Einfallen der Gesteinsbänke wurde im Bruche mit 35° gegen SW festgestellt. Hier zeigt sich also deutlich die Auflagerung des Trachyts über den Andesit mit seiner Tuffzwischenlage. Die Scheide zwischen Trachyt und Andesit ist — unbeschadet der schon bei Beobachtung im Felde deutlichen Verschiedenheit beider Typen — doch an der Grenze meist keine scharfe, indem sich „Übergänge“ zwischen beiden Gesteinsserien einstellen. Offenbar hat sich der Magmencharakter nicht unvermittelt, wenn auch ziemlich rasch geändert.

Noch am Westende des Eruptivgebietes konnte ich, in dem Graben unterhalb des Försterhauses, eine kleine Partie von Trachyt auffinden, welche hier den Andesiten auflagert. Es handelt sich um grobporöse, typische Lavabänke, die ziemlich steil gegen SW ab-

¹⁾ Seinerzeit (96) hatte ich noch A. Sigmunds Meinung beiegepflichtet. In 81 hat sich übrigens Sigmund bezüglich der Deutung vorsichtiger geäußert.

²⁾ Gesteinsbezeichnung nach A. Sigmund.

³⁾ Hier fand ich auch Einschlüsse von felsitischem Andesit.

fallen. In den unterlagernden Andesiten ist am unteren Waldrande eine kleine Grube, welche hier südfallende, fluidal struierte Lagen aufschließt.

In gleicher Weise zeigt sich östlich der Klause die Auflagerung der Trachyte auf den Andesit. Hier fallen die Bänke des Trachyts gegen SSO ein. In einer Steingrube östlich von Dorf Gleichenberg sind Lagen einer ganz porösen Trachytlava aufgeschlossen, die prachtvolle Fluidalstruktur erkennen lassen. Die Bänke fallen mit 20—25° nach SW ein. Darunter treten mächtigere Lagen von trachylischen Eruptivbreccien (blockführenden Tuffen) auf. Sie sind im Hohlwege auf etwa 200 m Länge erschlossen und bestehen aus einem bunten Trümmerwerke faustgroßer, kopfgroßer und fast tischgroßer, eckiger und kantiger Blöcke von rötlichem, grünlichem und schwarzem Trachyt, sowie von porösen Laven. Dazwischen ist ein Lager eines echten Trachyttuffes eingeschaltet, das sich durch schöne — freischwebend gebildete — Andreaskreuz-Zwillinge von Sanidin auszeichnet. Hier erkennt man, daß durch eine gewaltige Explosion mächtige Trachytmassen, jedenfalls in der Nähe der Ausbruchöffnung, zerstört wurden, um an der Flanke des Vulkans in mächtigen, Trümmerschichten übereinander aufgehäuft zu werden. Es ist ein wildes Block- und Haufenwerk von heraufgeführten Schollen, welches wir hier, schön erschlossen, beobachten können, das merkwürdigerweise bisher der Aufmerksamkeit entgangen zu sein scheint.

Diese Trachytbreccien lassen sich am Südfuß des Gleichenberger Kogels gegen Osten verfolgen und sind auch noch, allerdings nur in einer unbedeutenden Lage, am Südfuß des Bscheidkogels und auch noch östlich davon, festzustellen. In ihrem Hangenden treten Trachytbänke auf, die durch das Zurücktreten der Sanidin-Einsprenglinge einen Übergang zu den unterlagernden Andesiten vermitteln.

Nicht nur die Lagerungsverhältnisse in den erwähnten Aufschlüssen zeigen die Auflagerung der Trachyte auf die Andesite an, sondern auch die Schnittfigur, die die Grenzlinie beider Gesteinstypen auf der Karte erkennen läßt. Es liegt danach deutlich eine kappenartige Überdeckung des Andesits durch den Trachyt vor, welcher ersterer unter ihm in den Erosionseinschnitten zutage tritt. Am Südgehänge des Bscheidkogels läßt sich an den Felsen unterhalb des Mühlsteinbruches das Absinken der Trachytbänke gegen SO feststellen. Auf der Höhe des Bscheidkogels bilden sie wieder eine steil südwärts abfallende Decke, unter welcher an der Nordseite und an den Flanken der Andesit hervortritt. Schon Sigmund hat die Trachytlava vom Bscheidkogel beschrieben, die hier stellenweise fast bimssteinartig ausgebildet, den Erosionsrest einer einst mächtigen, trachytischen Lavadecke darstellt. Sie wird von kompakten grauschwarzen Trachyten überlagert.

Auf der Kuppe Absetz, dem östlichen Teil des Massivs, beobachtete ich ebenfalls die Lagerung der Trachytgesteine über dem Andesit, welcher letzterer darunter an der Nord- und Ostseite zutage tritt. Hier sind es grobporöse Andesitlaven, die den Nordteil der Höhe zusammensetzen, auf welche Gesteine schon Sigmund verwiesen hat.

Die isolierte Kuppe des Praterwaldes im Kurorte ist nur ein durch die Erosion abgetrennter Ausläufer der trachytischen Laven an der Südabdachung des Gleichenberger Kogels. Die auf der Höhe des Bscheidkogels in Felsentblößen zutage tretenden grauschwarzen Trachyte findet man am Südfuße dieses Berges in dem zur Villa Marienburg gehörigen Steinbruche wieder. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die gleiche Lage, die sich bis hierher um etwa 200 m gegen S abgesenkt hat. Auch an diesem Bruche zeigt sie südliche Neigungen.

An dem Ostgehänge der Klause sind die Andesite (Andesitoide) unter der Trachytkappe in großer Mächtigkeit erschlossen. In ihrem höheren Teil enthalten sie — von hier bis zur Kuppenhöhe des Gleichenberger Kogels verfolgbar — Einschaltungen von Brockentuffen, während ihre mächtigen, tieferen Teile mehr kompakt erscheinen.

Auf der Nordseite des Massivs zeigen die Andesite in ihren unteren Partien dunkelgraue Lagen, die feinkörnige bis dichte Einschaltungen (ohne große Einsprenglinge) enthalten,¹⁾ während der höhere Teil von den normalen, durch Plagioklas-Einsprenglinge wie gesprenkelt aussehenden Andesiten gebildet wird.

Am Nordabfall des Bscheidkogels konnte ich, inmitten des Andesiterrains, eine Trachytpartie feststellen, die ich als spalten- oder schlotförmigen Durchbruch der Trachyte durch den Andesit deuten möchte.

Ganz isoliert taucht die Trachytkuppe von Gossendorf im N aus ihrer sarmatisch-pontischen Umgebung hervor. Hier liegt anscheinend der Gegenflügel zu den Trachyten vom Südgehänge der Gleichenberger Kogel vor.

Versuchen wir nun, aus diesen Beobachtungen zu einer Deutung des Aufbaues zu gelangen. Die mächtigen Einschaltungen von Eruptivbreccien im Trachyt und Andesit,

¹⁾ In einer Bachrunse bei der Wegteilung am Nordrand der Gesteinsmasse.

die zahlreichen Zwischenlagen grobporöser Lavabänke, die so häufig zu beobachtende Fluidalstruktur u. a. zeigen an, daß es sich um oberflächliche Eruptionen handelt, die nacheinander mächtige Lava- und Schuttmassen übereinandergehäuft haben.

Zuerst wurde aus einer jetzt nicht mehr sicher zu ermittelnden Ausbruchsöffnung heraus wohl in ziemlich rascher Folge eine große Andesitmasse gefördert, welche sich in Form von Lavadecken auf weite Distanzen hin ausgebreitet hat. Konnten doch noch im N von Feldbach (Auersberg) massenhaft Einschlüsse felsophyrischer Andesite in den Basalttuffen festgestellt werden und waren solche und auch poröse Andesitlaven noch weit im O, in den Tuffen von Neuhaus, anzutreffen.

Wir können also vermuten, daß sich die Andesitmasse in der Nähe der Ausbruchsöffnung bei raschem Über-einanderfließen allmählich immer höher aufgebaut hat und in Form fluidal struierter, z. T. poröser Lavabänke den Sockel der Gleichenberger Kogel geschaffen hat, während sich dünnflüssige Lavaströme auf viele Kilometer weit nach den Flanken zu ergossen haben. Gegen Ende dieser Phase, wohl bei Schwächerwerden des Lavaflusses, stellten sich Tuffexplosionen ein, die die Brockentuffe geliefert haben. Dann vollzog sich der Übergang zu trachytischer Lavaförderung. Hierauf setzte eine gewaltige Explosion ein, die die prächtigen Eruptivbreccien und Trachyttuffe, die sich der steilen Flanke des Lavakegels anlagerten, geschaffen hat. Ein mächtiger Ausfluß grobporöser Lavabänke folgte nach, der wohl, näher dem Eruptionzentrum, am Bscheid- und Gleichenberger Kogel seinen Schlackenpanzer zurückließ. Das Abfließen der trachytischen Laven erfolgte sowohl nach S (Trachyte des Praterwaldes und der Wirbergspalte) als auch nach N (Gossendorfer Trachyt). Vielleicht stellt die von mir am Nordfuß des Bscheidkogels aufgefundene Trachytpartie (im Andesitgebiete) eine Schlotfüllung dar. Postvulkanische Prozesse haben den Andesit gerade in diesem Raume sehr verändert. Dies spricht für die Nähe des Eruptionsherd.

Die Trachytmassen haben sich als saure, zähere Laven wohl nicht soweit nach den Flanken zu erstreckt wie der Andesit. Damit stimmt die Tatsache überein, daß die

peripheren Basalttuffe hauptsächlich nur Andesite aus der Tiefe heraufgebracht haben. Immerhin beweisen die Trachyteinschlüsse in den Tuffen der Wirberge und des Mohrenkogels und die allerdings etwas unsicheren Fragmente in der Tuffspalte von Plesch-Risola, daß sich größere Trachytströme weiter in südlicher Richtung ergossen haben müssen. Berücksichtigt man die Ausdehnung des Trachyt-Andesitmassivs unter der darüber gebreiteten jungen Sedimentdecke, so erkennt man, daß hier ein gewaltiger Eruptivkörper in der Tiefe verborgen liegt, dessen Eruptionszentrum in den Gleichenberger Kogeln gelegen war.

Die Stellung der Quarztrachyte im Schaufelgraben. Eine besondere Stellung nehmen die Quarztrachyte im Schaufelgraben an der Südostflanke des Gleichenberger Massivs ein. Sehr lange war ich über ihre relative Altersstellung und über ihre Beziehung zu dem Trachyt im unklaren. Ich hatte seinerzeit Sigmund zugestimmt, als er aus dem Einfallen der Quarztrachyte unter den Andesit ein höheres Alter der ersteren gegenüber letzterem vorausgesetzt hatte. Leider ist die Kontaktregion schlecht aufgeschlossen und unter tertiären Sedimenten vergraben.

Soviel kann zunächst mit Sicherheit festgestellt werden, daß auch der Liparit einer oberflächlichen Lavaförderung entspricht. Prächtig ist die Fluidalstruktur des Gesteins, das aus übereinandergeflossenen Lavabänken zusammengesetzt ist, erkennbar. Sie tritt als Riefung an den Felsen der großen Steinbruchswand im Schaufelgraben in Erscheinung und ist durch die fluidale Anordnung der Poren und Mineralien im kleinen bedingt. Auch liegt mir ein Stück typischer Fladenlava vor. Der Quarztrachyt ist daher keine Intrusion in das Gestein der Hauptmasse, sondern eine selbständige, oberflächliche Lavaförderung.

Der Ausbruchspunkt ist, nach der Lagerung zu urteilen, im NO des gegenwärtig zutage liegenden Liparitkomplexes, in dem durch sarmatische Schichten abradierten Terrain, zu suchen. Nach der Lagerung wäre es nun möglich, daß die Quarztrachyte mit ihren geneigten Bänken unter die anschließenden Trachyte und Andesite einfallen oder aber, daß sie mit ihren Lagen an letzteren abstoßen, sich also an die Flanke des Trachytkegels anlegen würden.

Daß letzteres der Fall ist, halte ich jetzt für wahrscheinlich, weil es mir gelang, Einschlüsse von typischem Andesit im Quarztrachyt aufzufinden. Es scheint also dessen Eruption jünger zu sein als jene der Andesite, die durchbrochen wurden. Es würde sich also nach dieser Auffassung um eine am Rande des Eruptionsmassivs emporgequollene, jüngere Lavamasse handeln.

Man findet in den Quarztrachyten außerdem Hunderte von Einschlüssen grünlicher, ovaler oder kreisrunder Gesteinsmassen, die sehr leicht erdig verwittern. In denselben erkennt man häufig Einsprenglinge von Biotit, schön ausgebildete Sanidinkristalle, darunter Karlsbader Zwillinge, und Quarze. Die Grundmasse ist feinkörnig tuffig. Ich halte diese Einschlüsse für vom Liparit mitgenommene Brocken eines Liegendtuffes. Es scheint also dem Ausbruch des Quarztrachyts eine Tuffexplosion vorausgegangen zu sein. Dann erscheint das Auftreten des Liparits am Steilabfall des Andesit-Trachytgehänges leichter verständlich. Wahrscheinlich wurde in der Ostflanke des Massivs ein Explosionstrichter oder wenigstens eine Bresche erzeugt, in welche sich die quarztrachytischen Lavamassen hineinlegten.

Die Altersfolge der Gesteine im Gleichenberger Massiv ist nach obigen Bemerkungen eine regelmäßige und typische. Zuerst wurden Andesitgesteine geliefert, dann erfolgten Brockentuffexplosionen mit fortdauerndem Lavafluß, hierauf vollzog sich der Übergang zu trachytischen Lavamassen, die von mächtigen Explosionen begleitet waren. Schließlich trat anscheinend erst der Quarztrachyt auf, welcher nach einer anfänglichen Explosion seine Lavamassen zutage treten ließ. Die Altersfolge entspricht der bekannten Regel (Brögger!) basisch-sauer mit Basalten am Ende (Richthofensche Regel). Der Quarztrachyt ist wohl die saure Restlösung der emporgedrungenen (älteren) Lavamassen, die selbständig zur Eruption gelangt ist.

Sehr weitverbreitet sind die postvulkanischen Beeinflussungen der Trachyt- und Andesitgesteine. Besonders die letztgenannten sind oft weitgehend opalisiert und zersetzt, worüber in der Literatur schon seit altersher eingehendere Angaben vorliegen (in neuerer Zeit von

Kispatič [63] und Leitmeier [89, 90] bearbeitet). So sieht man die Andesite im großen Klausenbruch ganz von grünlichen Chloropalen durchsetzt, so daß sich einwandfreie Stücke für chemische Untersuchung hier überhaupt kaum gewinnen lassen. Weiter nördlich in der Klause sind in einem Steinbruch am rechten Ufer Gesteinsmassen, oberflächlich vollkommen zersetzt und mit amorphen, tonigen Ausscheidungen und mit Ausblühungen versehen, sichtbar.¹⁾ Halbopalnester im Andesit sind in der Gegend der Stahlquelle häufig zu sehen.

An dem Quarztracht des Schaufelgrabens treten steile Klüfte auf, welche ost-west-streichend und von amorphen, weichen, muschelrig brechenden, tonigen Produkten und von Schwefelkiesadern erfüllt sind. Entlang diesen Fugen erscheint das Gestein vollkommen zersetzt.

Viel durchgreifendere und weitergehende Umwandlungen zeigt aber der ganze Nordostteil des Massivs, wo unveränderte Gesteine überhaupt nicht mehr vorkommen. Ich habe daher dieses Gebiet auf der Karte mit einer besonderen Signatur bezeichnet. Es sind hellgraue bis weißliche, dem unveränderten Andesit gegenüber erweichte Gesteinsmassen, welche häufig noch die Umrisse der Feldspateinsprenglinge in Pseudomorphosen erkennen lassen. Halbopale sind linsenförmig eingeschaltet. Der Halbopal hat verschiedene Färbungen (rot, braun, grau, violett und weiß). Es sind sogar kleine Felschen von Halbopal sichtbar.

Eine analytische Prüfung des umgewandelten Andesitgesteins, deren Resultat mir freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde, ergab nachstehendes Durchschnittsresultat verschiedener Stücke:

Zirka 60—70% SiO_2
 „ 10—20% Al_2O_3
 „ 5% CaO
 „ $1/2\%$ Fe_2O_3
 Spuren von *Mg*.

Hier handelt es sich offenbar um sehr weitgehende, unter dem Einfluß postvulkanischer Prozesse (kohlen-saure

¹⁾ Auch alunitartige Gesteine kommen vor (63, 18).

und auch schwefelsaure Exhalationen) vor sich gegangene Umwandlungen, die den Gesteinskörper ziemlich gleichmäßig ergriffen haben.

2. Die Vulkantektonik der Basaltausbrüche.

Der Basaltvulkanismus des jüngsten Pontikums hat in etwa 45 selbständigen Durchbrüchen eine ganze Reihe von vulkanischen Tufftrichtern, mehrere Schlotfüllungen (Necks), Basaltdecken, Basaltgänge und -stiele und basaltische Trichterfüllungen geschaffen. Der Großteil derselben liegt auf Blatt Gleichenberg. Im folgenden soll nur eine kurze Übersicht über die Vulkantektonik gegeben werden, da eine eingehende Darlegung zu viel Raum erfordern würde und übrigens einer speziellen, größeren Publikation vorbehalten werden soll.

Schon ein Blick auf die Karte zeigt, daß man den zentralen, von mächtigem basaltischem Lavafluß aufgebauten Teil des Eruptivgebietes von dem peripheren Tuffbogen abscheiden kann.

a) Die zentralen Ausbrüche. Die zentralen Eruptionen bestehen aus der Basaltdecke des Hochstradens, der Basaltspalte von Plesch-Risola und dem Klöcher Massiv.

Ganz eigenartig steht die Basaltfläche des Hochstradens da.¹⁾ Es ist eine mächtige, einheitliche, einförmige und sehr gleichartig zusammengesetzte Lavadecke, an der an zwei Stellen, beim Ort Hochstraden und am Nordsaum, an der Teufelmühle, Tuffgesteine hervortreten. Sie besteht im wesentlichen aus kompaktem Basalt, wobei sich in den höheren Partien, aber nur näher dem Ausbruchspunkte auf der Kuppe des Stradner Kogels, schlackigporöse Partien und Fladenlaven einschalten. Die Mächtigkeit der Basaltdecke ist im Nordteil eine bedeutende (etwa 150 m). Sie nimmt an den südlichen Ausläufern rasch ab, wo sie dann bei Neusetzberg nur mehr eine Dicke von 30 m erkennen läßt. Der untere Teil der Basaltmasse ist, wo ich ihn aufgeschlossen fand, feinkörnig bis dicht und von großer Härte. Nach oben zeigt sich ein allmählicher Übergang in Sonnenbrennergesteine, welche weitaus den größten Teil

¹⁾ Vgl. hierüber speziell 94, S. 468—471.

der vertikalen Gesteinsmächtigkeit ausmachen. Das Gestein ist ein hauynreicher Nephelinit, der in Schliften, entnommen von verschiedenen Teilen des Gebiets, sehr ähnlich aussieht.

Die Basaltdecke des H6chstradens mu6 aus einem anfänglich sehr rasch erfolgten Ausflu6 dünnflüssiger Lava entstanden sein, der schildförmig eine Lavatafel ausgebreitet hat. Sie wuchs am Ausbruchspunkte wohl bis zu 200. m Höhe empor. Nahe der Sohle der Basaltlager konnte ich an verschiedenen Stellen Anzeichen von Fluidalstruktur feststellen, die sich in förmlichen Stauchfaltungen der damals offenbar schon zähflüssigen Lava ausprägt.

Die einstige weitere Ausbreitung der Lavadecke beweist ein isolierter Erosionsrest von Nephelinit, den ich am Sandberge (östlich des Steinbaches) in einer wenige Meter mächtigen Lage — über jungpontischem Schotter — auffinden konnte. Jedenfalls liegt hier nur ein durch Erosion abgetrennter Teil der Hochstradendecke vor.

Der Ausbruchspunkt der Hochstradenbasalte ist schwierig festzulegen. Ich habe seinerzeit vermutet, daß der Ausflu6 vielleicht aus der Basaltspalte Plesch-Risola erfolgt ist, was möglich wäre. Immerhin glaube ich nach weiteren Begehungen voraussetzen zu können, daß der eigentliche Eruptionspunkt im Nordwesteck der Hochstradenplatte gelegen war. Hier, wo die Basalte tiefer hinabreichen, als ihrer normalen Auflagerungsbasis entspricht, dürfte eine spaltförmige Lavafüllung vorliegen, die ich als Ausbruchspunkt für die Basalte des Hochstradens halten möchte.

An dem an diesen Vorsprung anschließenden westlichen Terrain sind die Basalte, die hier den Westabfall des Stradner Kogels bilden, auf mehrere hundert Meter weit vollkommen umgewandelt. Diese Erscheinungen zeigen sich bis zu dem die Basaltplatte querenden Bruche. Hier überall sind die Gesteine in eine weiche Masse von grünlichgelber Färbung tiefgründig zersetzt, so daß man sie beim ersten Anblick für tertiäre Mergel halten möchte. Jedenfalls haben kräftige, postvulkanische Prozesse (Fumarolen, Solfataren²⁾) eingewirkt. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß diese Erscheinungen sich in einem Raum zu erkennen geben, der dem vermuteten Schlotte benachbart ist.²⁾

²⁾ Aber nicht unmittelbar an demselben.

Der Basalt hebt sich mit einem deutlichen Steilrande, der in zahlreichen Felspartien in Erscheinung tritt, von seiner weichen Unterlage ab. Seine Absonderung erfolgt meist in Form vertikaler Pfeiler, welche auf der gleitenden Mergelunterlage oft in Bewegung geraten und dann zu Klüften und Höhlenbildungen Anlaß geben.

Die Basaltspalte Plesch-Risola, 1913 von mir aufgefunden, ist eine zirka $1\frac{1}{2}$ km lange, schmale Basaltzone mit seitlichen Abzweigungen. An mehreren Stellen beobachtete ich den steilen Kontakt zwischen dem Basalt und dem angrenzenden Mittelsarmat. Danach und nach dem allgemeinen Verlauf des Basaltvorkommnisses kann es sich nur um eine mit Nephelinbasalt erfüllte Spalte oder spaltenähnliche Intrusion handeln.

Das Klöcher Massiv.¹⁾ Mannigfaltiger und eigenartiger sind die geologischen Verhältnisse im Klöcher Massiv. Hier liegen zwei vulkanische Bauten größerer Bedeutung vor: der Kraterkegel des Kindsberges und der südlich vorgelagerte Kesselkrater (Caldera) des Seindls.

Der Kindsbergkogel bei Tieschen besteht aus einer im allgemeinen flach bergwärts geneigten Folge von basaltischen Schlacken, Fladenlaven, festen Basaltlagen, Schlacken- und Lapillituffen. Dies verrät uns einen alten Ausbruchspunkt an dieser Stelle, wo ein mit Explosionsprodukten und Laven erfüllter Trichter vorauszusetzen ist. Hier wurde also ein Schlackenkegel aufgebaut, von welchem kleine und auch größere Lavaströme gelegentlich abflossen und sich den Schlackenauswürflingen, während des Aufbaues des Schlackenkegels, beimischten. Erst hernach kam es zu einem Aufdringen heißer Lava (feinkörnige Basalte!), welche die Wandungen des Berges zerriß und in mehreren Basaltspalten auch innerhalb desselben zur Erstarrung gelangte. Die Spalten konvergieren gegen das Zentrum des Berges. Es sind dies typische Radialspalten mit 2—10 m mächtiger Basaltfüllung. Eine solche Spalte ist an der Nordseite des Kindsberges durch Steinbruchbetrieb erschlossen. Durch den Abbau der Basaltfüllung zu Schotterzwecken wurde die Spaltöffnung zugänglich gemacht und

¹⁾ Vgl. die Detailbeschreibung in 94. S. 471—484 mit mehreren Profilen (T. XVIII) und Textfig.

man kann den gewundenen Verlauf ihrer Begrenzungsflächen beobachten.

In der Umrandung des Kindsbergkraters treten feingeschichtete Lapilli- und Aschentuffe auf, welche besonders am Hohenwart im Osten, am Jörgener Rücken im Westen und am Zahrerberg (Zamberg) im Südwesten hervortreten. Sie bilden am Hohenwart mächtige Bänke, die dort und an anderen Punkten direkt den jungpontischen Schottern aufliegen. Ich vermute, daß diese mächtige Tuffdecke wahrscheinlich vom Kindsberg ausgeworfen wurde, wohin sie gröber wird.

In diese flächenhafte Tuffaufschüttung wurde später ein vulkanischer Kessel mit einem Durchmesser von zirka 2 km eingelassen, der sich mit mächtigem Basalt (Nephelin-Basanit) füllte. Große Störungen umziehen im Bereiche des Tuffs den Rand dieses Kessels. Über dem kompakten Basalt lagern noch zirka 80 m mächtige Bänke von Fladenlaven mit Schlacken, dem Schlackenpanzer abgeflossener Lavaströme entsprechend. (Ausfluß vermutlich aus den Radialspalten des Kindsberges?)

b) Die peripheren Eruptionen.

Der Raum der großen, zentralen Ausbruchspunkte (Hochstraden, Klöcher Massiv) wird von einem Saum, besetzt mit kleineren, vorzüglich als Tuffdurchbrüchen entwickelten Eruptionen umgeben. Die auf Blatt Gleichenberg gelegenen Vorkommnisse fügen sich zum größten Teil ungezwungen einem großen Bogen ein, welcher von Oberlimbach über Neuhaus, Kapfenstein, das Tuffgebiet südlich von Fehring, über den Forschkogel und die Pertlsteiner Tuffhöhen zum Steinberg, zu den Tuffhöhen westlich von Feldbach (Auersberg, Unterweißenbach) und schließlich zum Tuff von Edelsbach hinüberführt.

Diese eben angegebene Verknüpfung der Ausbruchspunkte erscheint natürlich begründet. Der Parallelismus mit der pliozänen Randflexur und die der Bogenrichtung eingefügten vulkanischen Detailformen (Basalt- und Tuffgänge usw.) bringen dies in klarer Weise zum Ausdruck. Daneben machen sich aber auch häufig Anzeichen einer Querichtung geltend. Weniger in die Augen springend erscheint der Verlauf eines zweiten Bogens, der gegen Norden konvex ist und sich mit dem ersteren im Raume von

Feldbach scharf (kreuzt). Er kann von Gnas über Feldbach — und weiterhin auf Blatt Fürstenfeld —, über Altenmarkt, Riegersburg und Fürstenfeld nach Kukmirn und Güssing im südlichen Burgenlande, überall nur durch Tuffdurchbrüche markiert, angenommen werden. Er liegt nur zu kleinem Teil auf Blatt Gleichenberg. Der Basalt von Stein (Nordrand des Blattes Gleichenberg) und die Tuffe von Krieselstein (bei Jennersdorf) liegen auf einer durch fünf linear angeordnete Durchbrüche hinreichend deutlich ausgeprägten Querspalte des letztgenannten Bogens.

All' den auf den beiden Bögen auftretenden Durchbrüchen ist das ganz bedeutende Vorherrschen explosiver Tuffförderung gegenüber den ganz spärlichen, basaltischen Massen zu eigen, weiters das völlige Fehlen oberflächlicher Ergüsse oder als Tuffdecken anzusprechender Aufschüttungen, dann der Reichtum an endogenen Einschlüssen (Olivinbomben, Hornblendekristallen), an exogenen Materialien (Schotter, Tone, Sande, Kalke, Andesite und Grundgebirgsfragmente) und — soweit Laven oder Einschlüsse von solchen in Betracht kommen — eine Mannigfaltigkeit der Basalttypen (Magmabasalte [Limburgite], Feldspatbasalte, Trachydolerite, Nephelinbasanite und Nephelinbasalte). Die Denudation hat überall die über die Landoberfläche aufgeschütteten Aschen bereits denudiert. Was uns im peripheren Gebiet vorliegt, sind nur die Trichter- oder Schlotfüllungen.

Kurze Beschreibung der einzelnen Ausbruchspunkte.

Tuffgebiet von Oberlimbach: Drei größere und fünf kleinere Tufftrichter, bzw. Durchbrüche, erstere von geschichteten Tuffen, letztere von ungeschichtetem Material erfüllt.

Basalt von Bonisdorf: Neu aufgefundener Lagergang von Magmabasalt, hart an der Grenze von paläozoischem Schiefer und Pontikum.

Basalt- und Tuffgebiet von Neuhaus: Vier mit Basalttuff erfüllte Trichter, meist ungeschichtet, eine fast kilometerlange Tuffspalte, zwei Basaltspalten. Der eine Basaltgang zeigt in einem jüngeren Nachschub kohlenmeilerartige, säulenförmige Absonderung.

Tuff von Kapfenstein: Z. T. schön geschichtete Tuffe in drei Phasen entstanden, durch deutliche Diskordanzen

voneinander geschieden. Reichtum an Olivinhomben, Graniteinschlüssen usw.

Tuffgebiet von Aschbuch und Schüttlgreith: Neu aufgefundene Trichterfüllungen, speziell erstere sehr reich an Sedimentschollen.

Tuffgebiet von Fehring: Aus drei großen, z. T. flachen Tufftrichtern zusammengesetzt. Im nördlichen und im südöstlichen Trichter haben sich nach einer ersten Ausbruchphase Maarseen gebildet, in denen mächtige tuffitische Sandsteine, feine Tone und auch rinnenförmig den vorgenannten eingelagerte Schotter abgelagert wurden. Der See hat zeitweise anscheinend bedeutendere Tiefe besessen. Im südöstlichen Trichter hat eine neue Eruptionsphase dem See ein Ende bereitet und einen neuen, engeren Tufftrichter geschaffen, welcher letzterer mit Aschen zugefüllt wurde. Kleine mit Tuff erfüllte Spalten durchsetzen (bei Leisten) auch noch die jüngeren Tuffe.

Tuffgebiet von Pertlstein: Aus zwei Tufftrichtern (Weineckkogel, bzw. Stolberg-Pertlstein) hervorgegangen. Im Pertlsteiner Trichter Bildung eines Kratersees mit tuffitischer Sandsteinfüllung. Reste, abgerutschter, gefalteter Tuffe über letzterer. (Vermutlich vom Randwall des Trichters abstammend.)

Forschkogel bei Gossendorf: Tuffdurchbruch, wenig geschichtet, mit viel Untergrundeinschlüssen.

Basalte und Tuffe des Steinberges: Bildung eines älteren, nördlichen Tuffbeckens („Ältere Tuffe“). Hernach Ausfüllung desselben mit bis zu 30 m mächtigem Basalt (mit oberflächlichem Schlackenhut) mit interessanten Differentiationserscheinungen. Dann Bildung eines jüngeren Tufftrichters, mehr gegen S (SO) verschoben; Ausfüllung des letzteren mit Basaltlaven, wobei als Ausflußöffnung ein nahe der Südostecke des Steinberges gelegener Schlackenkegel in Betracht kommt; Mehrfache Überlagerung von Lavaströmen (mit Schlackenzwischenlagen) in der jüngeren Basaltfüllung.

Tuffe des Kalvarienberges und von Unter-Weißenbach bei Feldbach: Ersterer eine Miniaturtrichterfüllung, letzterer ein ausgebreitetes Tuffbecken mit schön geschichteten Bänken. (Holzeinschlüsse und Untergrundmaterialien.)

Tuff des Auersberges: Spaltenförmig in die Länge gezogenes Tuffbecken, von einer jüngeren Tuffkluft durchsetzt. (NW Verlauf der letzteren.) Reichliche altkristalline Einschlüsse.

Tuff von Edelsbach: Größeres, neuaufgefundenes Tuffgebiet aus undeutlich geschichtetem Tuff zusammengefügt.

Basalt von Stein: Intrusion eines Basalts in die pontische Schichtdecke. Anzeichen vom Eindringen eines jüngeren Basaltnachschubs zwischen die pontischen Schichten und ältere, sedimentschollenreiche Basalte, bzw. in letztere hinein. Säulenförmige Absonderung an der Basis des jüngeren Nachschubs.

Tuffe von Krieselstein bei Jennersdorf: Zwei sehr sedimentschollenreiche Tuffe, kaum geschichtet.

Tuff von Gnas: Tuffrichter von ungeschichtetem Schollentuff (große sarmatische Schollen!) erfüllt, mit einer Maarfüllung im Kern. (Sandig-tonige Kraterseebildungen!)

Tuff von Gleichenberg: Fast 2 km lange, breitere Spaltenfüllung von Basalttuff und Tuffit; Eruptionszentren im Nord- und im Südteil der Spalte; Mehrfacher Wechsel von vulkanischer Tuff- und Schollentuffförderung mit limnischer Maarsedimentation. Die Eruptionen scheinen im Südteil früher, als im Nordteil beendet gewesen zu sein. Die äußerst feinen Seetone im mittleren Teil der Spalte (Sulzberge) deuten auf eine zeitweise, größere Wassertiefe des Kratersees. Eine Analyse dieses tuffitischen Tons von den Sulzbergen ergab (durchgeführt von Herrn Bergrat Dr. Hackl im Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt):

SiO ₂	47·56%
Al ₂ O ₃	22·07%
Gesamteisen (als F ₂ O ₃)	8·07%
CaO	3·66%
MgO	2·54%
Glühverlust (Wasser + Kohlensäure)	15·01%

Tuff des Mohrenkogels bei Bairisch Kölldorf:
Ungeschichtete Trichterfüllung.

c) Vulkanismus und Tektonik.

Über die Zusammenhänge von Basaltvulkanismus und Tektonik mag nur soviel vermerkt werden: Nirgends läßt

sich eine direkte Abhängigkeit des Vulkanismus von Brüchen¹⁾ feststellen, ein Verhalten, wie es ja auch in vielen anderen Vulkangebieten ermittelt wurde. Die einzelnen Durchbrüche lassen sich nicht auf einzelne Brüche aufreihen, die übrigens im peripheren Gebiet gar nicht beobachtet wurden. Wohl aber zeigt sich eine unzweifelhafte Abhängigkeit in der Gesamtanordnung der Durchbrüche von einer bogenförmigen „Flexur“, die mit gegen NO gerichteter Konvexität dem Haupttuffbogen parallel läuft. Es sind offenbar Störungen im tieferen Untergrunde, die an der Oberfläche in einer mehr oder minder ausgeprägten Schichtabiegung in Erscheinung treten, welche dem Aufdringen der Laven die Bahn vorgezeichnet haben. Das Durchdringen des Magmas bis zur Oberfläche ist aber das Werk selbständiger, vulkanischer Kräfte. Der Vulkanismus ist zwar von den tiefgreifenden tektonischen Fugen, nicht aber von deren oberflächlichem Ausdruck (Brüchen) abhängig.

In letzter Linie entspricht die mit Vulkanen besetzte „oststeirische Flexur“ einer Verbiegungszone am Ostende der gehobenen und auch schwach seitlich bewegten, steirischen Scholle, gegenüber den relativ abgesenkten, östlichen, nordöstlichen und nördlichen Zonen. (Siehe meine Darlegungen in 133.)

V. Petrographischer Abschnitt.

A. Petrographie des Schiefergebirges.

Über den Gesteinsaufbau des Schiefergebirges des Roten-
Stadelberges wurde bereits im stratigraphischen Teil berichtet. Hier gilt es noch jene Ergänzungen anzufügen, die sich aus der Detailbetrachtung, speziell der mikroskopischen Untersuchung der Gesteine, ergeben haben.

Diabas-Grünschiefer. Es liegen hier zwei Gesteinstypen vor, die eine einem normalen, metamorphen Diabas, reich an Chlorit, die andere einem hellen, chloritfreien, im wesentlichen aus Plagioklas und Kalzit bestehenden

¹⁾ Die diesbezügliche Angabe in F. Angels: Gesteine der Steiermark (123, S. 101). ist demnach zu berichtigen.

Gestein entsprechend. Das letztere bildet tektonische, abgeschürfte Linsen im normalen Diabas und dürfte wohl einem Gangnachschiebung im Diabasstock zugehören. Die normalen Diabas-Grünschiefer enthalten: Große Einsprenglinge von schön zwillingslamellierten Plagioklas (nach Bestimmung des negativen Charakters der Doppelbrechung in einem Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie und nach der Lichtbrechung zu Albit gehörig), dann kleinere Körner von Plagioklas und Quarz, reichlich Chloritfasern, viel Kalzit, Apatitnadelchen und Schwefelkies. Die Schieferung ist deutlich ausgesprochen. Die Feldspateinsprenglinge sind häufig zerrissen, manchmal zur Schieferung schräg gestellt. Sie werden von Chloritfasern umflossen, welche letztere gelegentlich größere Nester bilden. Diese durchsetzen auch die Plagioklaseinsprenglinge.

Am linken Lendvauser sind grüne Schiefer anstehend, in denen die Chlorite linsenförmige Nester bilden, wodurch gefleckte Gesteine entstehen.

Marmore. Das untersuchte Marmorstück von Kalch, welches einen schwachen Tongehalt besitzt, läßt schöne Detailfaltungen erkennen. Das Gesetz der Stauchfaltengröße, wonach dünnere Kalklamellen zwischen dickeren Lagen zu zahlreichen, kleinen Stauchfältelchen zusammengeschoben erscheinen, ist ausgeprägt. Die Regel der Verdünnung der Faltschenkel, der Verdickung der Mulden und Sättel beherrscht das Detailbild der Faltung. Dieser Vorgang hat sich unter weitgehender Auswalzung der stark ausgedünnten Faltschenkel und unter Zusammenbiegung der Lagen in den Mulden und Sätteln vollzogen, ohne daß aber Anzeichen eines Materialschubs von den Schenkeln in die Sättel oder Mulden feststellbar wären.

Stücke, die ich der im Schiefer ausspitzenden Kalkantiklinale entnommen habe, zeigen in den Faltenkernen eine Parallelstellung und ein paralleles Hineinwachsen von Schieferhäutchen aus der die Kalklage umschließenden schiefrigen Partie, wodurch eine Art Cleavage im Faltenkern entsteht, ein Bild, welches an jenes erinnert, welches Clar¹⁾ vor kurzem aus dem Schöcklkalk beschrieben hat. Ich halte diese (auf den Faltenkern beschränkte) scheinbare Cleavage

¹⁾ C. Clar, Zur Frage der Entstehung von Bänderung in Kalken. Geologisches Archiv, Bd. 4, Heft 1, S. 38, Mai 1926.

nicht für eine spätere (oder auch nur teilweise nachträgliche) Erscheinung, sondern für die dem Bewegungsakt zugeordnete Anschoppung des Materials in den Faltenkernen, wobei die Verschiebung und Umordnung der Teilchen an parallelen Scherflächen erfolgt ist und zu paralleler Orientierung geführt hat.

Die Schiefergesteine zeigen häufig schon phyllitähnlichen Habitus, wobei dann die schwachglänzende Schieferoberfläche durch Kleinfältelung gerunzelt erscheint. An einem mir vorliegenden kalkreichen Schiefer erwiesen sich (im Mikroskop) die Kalkplättchen selbst im Sinne der Faltung mitverbogen, wodurch hier erwiesen ist, daß die Faltung in bezug auf Kalzit „nachkristallin“ erfolgt ist.

An den Gesteinen, die in der Klause an der Straße nach Neuhaus (Nordostteil der Klause) aufgeschlossen sind, sind besonders starke Durchfaltungen (Umfaltungen)¹⁾ festzustellen. Hier erscheinen die Gesteine völlig umgefaltet und dann von mit Schieferhäutchen besetzten Cleavageflächen durchschnitten, welche letztere die Schenkel der Falten unter einem sehr spitzen Winkel überschneiden. Die Gesteine wurden hier also nach starker Faltung an die Faltschenkel schräg durchsetzenden Bewegungsflächen (Faltungscleavage im Sinne A. Heims) noch weiter gegeneinander verschoben, sodaß im Aufschlusse eine parallele Lagerung der Schieferbänke vorgetäuscht wird. Das mikroskopische Bild der Kieselschieferfältchen (Kieselschiefer vom Teufelsfelsen, östlich von St. Anna a. A.) zeigt wirre Stauchfältelchen graphitischer Substanz, zwischen welcher aus großen Körnern bestehende Quarzaggregate liegen, welche letztere undulöse Auslöschung zeigen.²⁾

Aus diesen Angaben folgt, daß die Gesteine der Schieferinsel eine tektonische Fazies im Sinne Sanders zeigen. Die Teilbewegung im Gefüge, die alle Gesteinsglieder mehr oder minder ergriffen hat, prägt sich in einer mit der Bildung von Schieferhäutchen (Phyllitlagen) verbundenen, gleitenden Durchbewegung der Schiefermasse, einer häufigen Kleinfaltung (Runzelung) oder einer vollkommenen, phylli-

¹⁾ Die Grundlage für petrotektonische Betrachtungen bilden B. Sanders Arbeiten. (Vgl. z. B. Tschermaks Mineralogisch-petrographische Mitteilungen, 1911.)

²⁾ Die Quarzlagen zeigen eine deutliche „Gefügeregung“!

lischen Umfaltung mit Entstehung neuer Schieferungsflächen (neues *s* im Sinne von Sander) aus. Ähnliche tektonische Durchbewegungen zeigen Kalke und Kiesel-schiefer, während sich bei den Diabasén eine rück-schreitende Umformung, die in einer mechanischen Durch-schieferung und in der Chlorit- und Kalzitneubildung zum Ausdruck kommt, geltend macht. All diese Umwandlungen sind in einem hohen tektonischen Niveau vor sich gegangen, wobei die Gesteine von Quarzadern, untergeordnet auch von feldspathältigen Klüften durchsetzt wurden und Neubildungen von Serizit, Chlorit, Pyrit und Quarz erfolgten.

B. Petrographie der Eruptivgesteine.

1. Die ältermiozänen Eruptivgesteine von Gleichenberg.

Im folgenden gebe ich eine Zusammenstellung der im Gleichenberger Massiv auftretenden Gesteine nach den Feststellungen A. Sigmunds (79) und nach den neuen petrographischen Diagnosen F. Angels (123). Angel hat in treffender Weise auseinandergesetzt, wie die Verschiedenheiten der Erstarrungsbedingungen bei gleicher oder ähnlicher, chemischer Zusammensetzung die mannigfaltigen Typen erzeugt haben. Ich hoffe, daß sich später die Möglichkeit bieten wird, die einzelnen Lavaströme und ihre Aufeinanderfolge auf Grund vereinigter petrographischer und geologischer Merkmale im Felde festzustellen. Unter den Trachyten hat Sigmund drei Haupttypen unterschieden, u. zw.:

Biotit-Augit-Trachyte, nach Angel den Toscaniten entsprechend.

Biotit-Hypersthen-Trachyte, nach Angel den Ciminiten entsprechend.

Trachytoide Andesite, nach Angel den latitischen Trachyten entsprechend.

Die erstgenannten besäßen (123, S. 104—107) 3 Erstarrungsphasen,¹⁾ die zweitgenannten 2 Erstarrungsphasen

¹⁾ Die sich in teilweise aufgezehrten Mineralassoziationen zu erkennen geben.

(gekürzte Zwischenphase), bei den letztgenannten würde schließlich auch die erste Erstarrungsphase (Hypersthenphase) verschwinden und rasche Abkühlung zum Schlusse eine einzige Erstarrungsphase hervortreten lassen.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht über alle im Gleichenberger Gebiete auftretenden (älteren) Eruptivgesteine gegeben, wobei die Bestimmungen von A. Sigmund zugrunde gelegt sind.

Trachytgruppe	Andesitgruppe	Quarztrachyt
Biotit-Augit-Trachyt (= Toscauit)	Biotit-Andesitoid	felsophyrischer Quarztrachyt
Biotit-Hypersthen-Trachyt (= Ciminit)	Hypersthen-Biotit-Andesitoid	
	Biotit-Augit-Andesitoid	
Lichtgrauer, trachytoider Biotit-Andesit	Biotit-Andesit Biotit-Hypersthen-Andesit	
Grauschwarzer, dichter olivinreicher trachytoider Biotit-Augit-Andesit			Biotit-Augit-Andesit Augit-Andesit
	|| andesitische Trachyte	

Die Hypersthen-Biotit-Andesitoide der Klasse gehören zu den jüngeren andesitischen Laven. Details über die petrographische Zusammensetzung und magmatische Entwicklung der Gesteine sind aus den Darlegungen A. Sigmunds (79) und F. Angels (123) zu entnehmen.

In nachfolgender Tabelle sind die vorliegenden chemischen Analysen zusammengefaßt.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	73.39	61.54	61.44	65.01	57.17	60.25	74.45	62.05
Al ₂ O ₃	14.12	15.97	17.08	18.12	16.90	19.51	10.31	13.20
Fe ₂ O ₃	0.77	1.93	3.67	2.28	8.50	3.07	0.86	8.40
FeO	0.67	2.98	2.42	1.18	—	2.06	0.37	—
MgO	0.29	0.82	1.14	0.87	1.90	2.11	—	0.22
CaO	1.25	5.52	6.21	3.05	6.30	5.89	0.72	4.03
Na ₂ O	3.66	4.48	4.06	3.38	1.00	3.72	0.93	4.35
K ₂ O	4.47	4.55	3.86	4.96	3.90	4.33	2.37	3.47
H ₂ O	1.22	1.39	2.04	1.56	3.38	0.61	9.80	4.13
CO ₂	—	2.43	—	—	—	—	—	—
	99.84	101.61	101.92	100.41	99.05	101.55	99.81	99.85

	9	10
Kieselsäure	50·711	47·24
Schwefelsäure	16·505	10·37
Eisenoxyd	1·130	8·13
Tonerde	19·063	21·05
Kalkerde	0·358	—
Bittererde	0·407	—
Kali	3·974	—
Kieselsaures Kali....	0·307	—
Schwefelsaure Ma- gnesia	0·058	—
Chlormagnesium	0·033	—
Wasser	7·231	8·52
	100·007	

- 1 = Quarztrachyt des Schaufelgrabens. (Analysiert von H. Frisch [51].)
 2 = Latitischer Trachyt von der Villa Schuh. (Analysiert von J. Untschik [50].)
 3 = Grauschwarzer, olivinreicher Biotit-Augit-Trachyt vom Bärnreuther Plateau. (Analysiert von A. Smita [49].)
 4 = „Andesitisches“ Gestein aus dem nördlichen Ende der Klause. (Analysiert von C. Clar [62, S. 15], von Clar als Trachyt bezeichnet.)
 5 = Augitandesit aus der Klause „bei Klausenquelle“. (Analysiert von A. v. Morlot [13].)
 6 = Andesit von Gleichenberg. (Analysiert von P. Salzer [52].)
 7 = Halbopal, Klause bei Gleichenberg. (Analysiert von M. Schuster [53].)
 8 = Opalisierter Hornblende-Andesit, Klause bei Gleichenberg. (Analysiert von H. Leitmeier [89].)
 9 = „Alunit“, Klause bei Gleichenberg. (Analysiert von R. v. Fridau [18].)
 10 = Alunitähnliches Gestein von Gleichenberg. (Unvollständige Analyse von J. Kertscher in Kispatic [63].)

Ihrer Sippenzugehörigkeit nach werden die Gleichenberger Gesteine von F. Angel (123) der pazifischen Sippe F. Beckes zugerechnet, nachdem man ihnen bisher eine Mittelstellung zwischen atlantisch und pazifisch eingeräumt hatte (84). Die in Angriff genommenen, neuen Analysen Dr. A. Marchets, deren Fertigstellung in der nächsten Zeit zu gewärtigen ist, werden in der von ihm geplanten Auswertung ein klares Bild in dieser Frage ergeben.

2. Die Basalte des Pliozäns.

Hier lassen sich den eingehenden Studien A. Sigmunds (76, 77, 78) einige Ergänzungen aus eigenen Beobachtungen hinzufügen. Die Gesteinstypen der basaltischen Ausbruchsepoche sind in folgender Tabelle zusammengestellt,

Feldspat- basalt.	Trachy- dolerit	Magma- basalt	Nephelclin- basanit	Nephelin- basalt	Nephelinil	Hornblen- debasalt
Neuhaus. Als Ein- schluß im Tuff: Hofwald bei Neu- haus. Burg- feld bei Fehring, Unterwei- ßenbach u. Kalvarien- berg bei Feldbach, Riegersburg	Stein- berg bei Feldbach	Stein bei Fürsten- feld, Bonis- dorf. Als Ein- schluß in den meisten Tuffdurch- brüchen	Steinberg bei Feld- bach. Klöcher Massiv (Kindberg- krater, Seindl- caldera)	Steinberg bei Feld- bach. Basalt- spalte Plesch- Risola	Hoch- stradner Dccke, (Stradner- Kogel, Ro- senberg, Hopfen- berg, Neu- setzberg, Sandberg)	Nurals Tuff- einschlüsse: Fehring Trichter (spez. Wa- xenegg), Kapfen- stein, Forst- kogel, Neu- haus, Ober- linnbach, Unterwei- ßenbach, Edelsbach, Gnas

Olivinfelseinschlüsse sind in sämtlichen Tuffen, mit Ausnahme jener des zentralen Gebiets (Klöcher Massiv, Hochstraden) enthalten. Bronzitfelsbruchstücke sind seltener. Diopsidfelseinschluß nur am Auersberg bei Feldbach aufgefunden.

Nachstehend eine tabellarische Zusammenstellung der vorliegenden Analysen.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Si O ₂	44.99	45.36	44.18	45.88	60.29	40.99	46.76	43.01
Ti O ₂	3.16	2.02	2.76	2.52	1.14	2.41	—	—
Al ₂ O ₃	15.87	16.76	15.93	18.99	17.59	16.50	17.93	3.01
Fe ₂ O ₃	14.11	3.90	7.21	2.22	1.28	10.62	5.33	3.62
Fe O	—	6.59	5.18	6.61	3.15		5.63	5.89
Mn O	—	0.13	—	0.31	0.08	0.35	—	Cr ₂ O ₃ 0.28
Mg O	8.42	7.01	7.38	5.36	0.29	3.29	7.31	38.54
Ca O	8.83	10.40	8.37	9.93	1.89	12.63	8.24	2.92
Na ₂ O	} 0.69	4.39	5.25	5.52	7.68	5.95	3.53	—
K ₂ O		2.19	2.09	2.34	6.22	2.36	2.20	—
H ₂ O	—	{ 0.50 0.32	0.77	{ 0.10 0.16	0.17	2.63	1.83	0.94
CO ₂	—	0.05	0.11	—	0.02	—	1.33	(1.62) 1)
P ₂ O ₅	0.33	—	—	—	—	0.89	—	—
S	—	0.23	—	—	0.08	SO ₃ 0.64	—	—
Cl	—	0.35	—	—	0.12	0.36	—	—
	96.40	100.20	99.23	99.94	99.78	99.62	100.08	—

1 = Analyse des Feldspatbasalts von Neuhaus, ausgeführt im chemischen Laboratorium der Universität München (unvollendete Analyse, in 97, durch Kriegsausbruch unterbrochen.)

1) In Sodapottasche-Schmelze unlöslicher Rest,

- 2 = Trachydolerit vom Steinberg bei Feldbach. (Analysiert von J. Stiny [108].)
- 3 = Analyse des Nephelinbasalts vom Steinberg bei Feldbach. (Analysiert von J. Stiny [108].)
- 4 = Analyse des Nephelinbasalts vom Steinberg bei Feldbach. (Analyse von J. Stiny loc. cit.)
- 5 = Analyse des Basaltobsidians vom Steinberg bei Feldbach. (Analyse von J. Stiny [105].)
- 6 = Analyse des Nephelinites der Teufelsmühle am Hochstraden. (Analyse von A. Jäger in Sigmund [76].)
- 7 = Analyse des Magmabasalts von Stein bei Fürstenfeld. (Analyse von Richard R. v. Zeynek in Sigmund [77].)
- 8 = Bauschalanalyse einer Olivinbombe von Kapfenstein. (Analysiert von J. Schädler [100].)

Die Tuffgesteine sind, wenn sie viel Eruptivmaterial enthalten, meist gut verfestigt.

An der Diagenese haben wohl postvulkanische Prozesse (Zeolithe!) einen wesentlichen Anteil. Eine eigentümliche Art der Verfestigung zeigen die grauen, feinen, aus staubartigem Material (mit einzelnen Basaltbröckchen) bestehenden Tuffe, die man häufig in mächtigen Lagen beobachtet. Hier ist ein kalzitisches oder natrolithisches Zement nicht feststellbar. Wahrscheinlich liegen hier dem künstlichen Beton ähnliche Erhärtungsprozesse vor, die muschelischalig brechende Tuffe erzeugt haben.

Die tuffitischen Sandsteine sind meist ebenfalls verfestigt, aber nicht in dem Grade, wie die gut zementierten Tuffe.

C. Sedimentpetrographie.

Leider kann über die Sedimentpetrographie, worüber erst spezielle Untersuchungen angestellt werden müßten, nur wenig mitgeteilt werden.

Im allgemeinen herrschen bei den sarmatischen und pontischen Ablagerungen sowie den jüngeren Terrassenbildungen lockere Sedimente vor, deren spezielle Untersuchung nur mit Hilfe bodenkundlicher Methoden möglich ist.

In den sarmatischen Schichten findet man häufig verfestigte Bänke, deren Verkittung durch kohlen sauren Kalk erfolgt ist. Es sind daher vor allem die konchylienreichen Kalkbänke, die feste Gesteinslagen bilden, dann die aus zerriebenen Konchylienschalen und Sandmaterial gebildeten Kalksandsteine. Dazu kommen die durch Ausfällung aus

dem Meerwasser und durch Umkrustung von Foraminiferen- und Spirorbisgehäusen oder Schalenspittern und Sandkörnchen gebildeten Oolithkalke, die noch eines Spezialstudiums wert wären.

Die kalkreicheren mittelsarmatischen Basisschotter gaben naturgemäß da und dort Anlaß zur Bildung fester Nagelfluhbänke.

In den pontischen Schichten sind feste Bänke eine große Seltenheit. Ich fand einzelne, durch Kalkgehalt verfestigte Sandsteinplatten im Hangenden undurchlässiger Mergelgesteine vor. Manchmal bilden sie auch linsenförmige Einschaltungen im tonigen Sand. Eine Besonderheit stellen die verkieselten, festen Schotter im Mühlsteinbruch (Oberpontikum) bei Gleichenberg dar. Um jedes einzelne Quarzgeröllchen ist eine Haut von Chalcedon abgesetzt worden, welche die feste Verkittung des Gesteins bewirkt hat. Wahrscheinlich sind es kieselsäurehaltige Lösungen, die an der Thermalspalte empordrangen, gewesen, die die Zementierung bewirkt haben.

In den oberpontischen und jungpontischen Schotter- und Kiesablagerungen findet man gelegentlich durch Limonitkrusten verkittete Schotterpartien, deren Verfestigung z. T. wohl sekundärer Natur ist. Einen losen Block verkieselten Schotters fand ich im Hofackerwalde von Petersdorf (östlich von Fehring), im Bereiche der altquartären Terrasse.

VI. Paläozoologischer Abschnitt.

(Tierische Fossilreste.)

A. Die Fauna der II. Mediterranstufe.

Fossil-Fundortliste der II. Mediterranstufe.

	Nr.
Südwestlich Punkt 337, bei St. Anna am Aigen	1
Risola	2
Bei der Mühle von Klapping	3
Nördlich der Mühle von Klapping	4
Einschlüsse in den Basalttuffen von:	
Kindbergkogel bei Klöch (Westseite)	5
Langwiesengraben, südöstlich des Kindbergkogels	6

	Nr.
Pertlstein bei Feldbach	7
Unterweißenbach	8
Kapfenstein	9
Von R. von Fleischhacker erwähnte Fund- stelle, vermutlich im Tuff der Wirberge bei Gleichenberg	10

Fossiliste der II. Mediterranstufe.

<i>Pecten latissimus</i> Brocc.	2
<i>Pecten</i> conf. <i>Malvinae</i> Dub.	1
<i>Pecten</i> spec.	3, 7, 8
<i>Pectunculus pilosus</i> Linné	1
<i>Venus cincta</i> Eichw.	3
<i>Lucina</i> spec.	10
<i>Cardium</i> spec.	3
<i>Ervilia</i> spec.	3
<i>Ostrea</i> spec.	4
<i>Turritella gradata</i> Menke	10
<i>Murex brandaris</i> Linné	10
<i>Buccinum</i> <i>Haueri</i> Micht.	10
<i>Buccinum</i> <i>Dujardini</i> Desh.	10
<i>Buccinum coloratum</i> Eichw.	10
<i>Purpura stiriaca</i> Stur	10
<i>Trochus</i> spec.	3
<i>Cerithium pictum</i> Bast	10
<i>Cerithium lignitarum</i> Eichw.	10
<i>Conus</i> spec.	3
<i>Melanopsis</i> spec.	10
<i>Helix</i> spec.	2
<i>Serpula gregalis</i> Eichw.	3
Bryozoen	3
Korallen	3
Krabbenreste	3
Nulliporen	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

B. Die sarmatische Fauna.

Nachstehend eine tabellarische Zusammenstellung der auf Blatt Gleichenberg gemachten sarmatischen Fossilfunde. Es muß hiezu betont werden, daß die sarmatische Fauna der Steiermark, wie jene Österreichs überhaupt, erst einer gründlichen

**Unter- und mittelsarmatische Fossilfundpunkte
(tierische Reste).**

	Fundpunkt-Nr.
Klöch	1
Frutten bei St. Anna (im Schotter)	2
Risola bei St. Anna (im Schotter)	3
Südöstlich von Aigen bei St. Anna (im Schotter)	4
Tiefere Schicht im Höllischgraben am Hochstraden	5
Gegend von St. Anna (Sammlung der Geologischen Bundesanstalt)	6
Nördlich Fuxelsdorf	7
Südlich Sinnersdorf	8
Pleschgraben bei St. Anna	9
Stradenberg bei Gießelsdorf	10
Tieschen (Haus Kolleritsch)	11
Oberhalb Gießelsdorf (am Basaltkontakt)	12
Hohlweg nördlich von Gießelsdorf	13
Westabfall des Rosenberg (obere Schicht)	14
Westabfall des Rosenberg (tiefere Schicht)	15
OSO von Neusetz	16
Südlich von Neusetz	17
Grössing	18
Patzerberg bei Tieschen	19
Jörgen	20
Gruisla	21
Buchberg bei Gruisla	22
1 km nördlich von Punkt 325 bei Gruisla	23
Im Walde südlich von Gruisla	24
Bärnreith (Südfuß des Gleichenberger Kogels)	25
Gleichenberg (Allawäldchen im Kurort)	26
Katzendorf bei Gnas (Ost)	27
Einschluß im Tuff der Wirberge bei Gleichenberg	28
Westlich von Waasen bei Straden	29
Südwestlich von Dorf Gleichenberg	30
Kalvarienberg bei Gnas (tiefere Schicht, Basis des Obersarmats)	31

Unter- und mittelsarmatische Fauna, (tierische Reste).

	Fundpunkt-Nr
<i>Cardium plicatum</i> Eichw.	5, 21, 37, 39, 40, 41, 44
" <i>var.</i>	40
<i>obsoletum</i> Eichw.	9, 15, 18, 20, 24, 31,
"	32, 33, 35, 36, 37, 40,
	41, 42, 44, 45, 48,
spec.	3, 4, 12, 13, 19, 30
<i>cf. obsoletum</i>	14, 16, 19, 21, 31, 39, 46,
	49, 47
*1) <i>cf. protractum</i> Eichw.	11, 17, 21, 25, 29, 41
* nov. spec.	31, 48
* <i>aff. Loweni</i> , Nordmann	6, 9, 14
* <i>Barboti</i> R. H.	8, 9, 10, 14, 15, 22, 24, 28,
	39, 40
<i>Tapes gregaria</i> Bartsch	8, 13, 15, 18, 20, 31, 33,
	37, 40, 41
<i>Maetra vitaliana</i> Orb. <i>var. pond.</i> Eichw. ²⁾	14, 15, 21,
	40, 42, 48
spec.	5
<i>Modiola</i> spec.	44, 52
<i>marginata</i>	5, 6, 9, 10, 14, 15, 18, 19, 20,
	21, 22, 31, 35, 37, 38, 40, 48
" <i>volhynica</i> Eichw.	26
<i>Ervilia podolica</i> Eichw.	9, 14, 15, 17, 18, 29, 37,
	39, 41, 42, 45, 47, 48, 50,
	51, 52, 53
* <i>Syndesmia reflexu</i> Eichw.	5, 15, 19, 21, 25, 39, 41
<i>Donax lucida</i> Eichw.	37
<i>Fragilia</i> spec.	18, 19

1) Die mit einem * bezeichneten Formen habe ich bisher nur im älteren Sarmat angetroffen.

2) Nach Andrussov habe ich die bei uns herrschende sarmatische Maetraform, die gewöhnlich als *Maetra podolica* bezeichnet wird, als *Maetra vitaliana* Orb. *var. poderosa* Eichw. angegeben. J. Stiny unterscheidet mehrere Maetraarten und Varietäten.

	Fundpunkt-Nr.
Höhe östlich Schloß Poppendorf	32
Punkt 292, WNW von Katzendorf	33
Westlich von Katzendorf	34
Westlich von Trauttmannsdorf	35
Graben nordöstlich von Bairisch Kölldorf	36
Nördlich der Konstantinshöhe von Gleichenberg (Brunnen)	37
Im Kurpark von Gleichenberg	38
Aus dem Klosterbrunnen in Gleichenberg	39
Alte Ziegelgrube am Fuß der Wirberge, südlich von Gleichenberg	40
Sulz bei Gleichenberg	41
Lichtenstern bei Waldsberg	42
Waldsberg (über Schotter)	43
Waldsberg (unter Schotter)	44
Westlich Kronersdorf bei Straden	45
Höhe südöstlich von Krusdorf	46
Östlich Punkt 356 bei Grub	47
Südöstlich von Punkt 372, östlich von Poppendorf	48
Schottergrube am Hirzkogel bei Trössing	49
Waldprecht bei Straden	50
Bergpaß, südöstlich von Nägelsdorf	51
Nägelsdorf nördlich	52
Straden (südwestlich unter Kirche)	53

	Fundpunkt-Nr.
<i>Solen subfragilis</i> Eichw.	12, 20, 31
<i>Ostrea gingensis</i> Schloth. var. <i>sarm.</i> Fuchs.	22, 23, 49
<i>Cerithium</i> (<i>Potamides</i>) <i>mitrale</i> Eichw. ²⁾	5, 21
" " <i>disjunctum</i> Sow.	21
" " <i>rubiginosum</i> Eichw.	27
*1) " " conf. <i>Comperei</i> Orb.	5
" " spec.	3, 4, 41, 43
<i>Buccinum duplicatum</i> Sow.	5, 25, 29
<i>Murex sublavatus</i> Bast.	5
<i>Trochus pictus</i> Eichw.	17, 20, 31, 40
" " conf. <i>quadristriatus</i> Dub.	14, 15, 22
" " spec.	10, 13, 15, 24, 32, 37, 48
<i>Bulla Lajoncaireana</i> Bast.	14
" " conf. <i>truncata</i> Ad.	15
<i>Hydrobia ventrosa</i> Mont.	5, 21
" " spec.	17, 27
* " " conf. <i>stagnalis</i>	21
<i>Planorbis</i> spec.	1, 31, 43, 47
<i>Helix</i> spec.	43

Annelidenreste:

Bohrgänge von arenicolen Anneliden	21
Wohnröhre eines agglutinierenden Terebelliden (<i>Granularia</i> ?)	14, 22
Exkremeute eines arenicolen Polychaeten?	15 ³⁾
Schenkelknochen eines Proboscidiens ⁴⁾	26

1) Die mit einem * bezeichneten Formen habe ich bisher nur im älteren Sarmat angetroffen.

2) Nach V. Hilber (71) ist *Cerithium pictum* als *Potamides mitralis* Eichw. zu bezeichnen, welchem Vorschlage ich gefolgt bin.

3) Nach Bestimmung von Professor O. Abel.

4) Nach Prašil (142).

Neubearbeitung unterzogen werden müßte. Die hier angewendeten Fossilbezeichnungen, welche sich an die des besten Kenners der sarmatischen Fauna, des russischen Geologen Andrussow anschließen, sollen daher nur als vorläufige gelten. Insbesondere gilt dies bezüglich der sarmatischen Cardien.

Die Faunenvergesellschaftungen, die sich im Sarmatikum herausheben, sind recht mannigfaltige und eigenartige. In den schlammigen Gründen des unter- und mittelsarmatischen Meeres sind es dünnchalige Bivalven, wie Cardien, darunter das mit Dornen versehene *C. Barboti*, dann *Syndesmia*, *Ervilia*, *Modiola*, die sich unter völligem Zurücktreten der Gastropoden im Sediment vorfinden. Von letzteren sind nur *Trochus* und *Bulla* häufiger anzutreffen. Am Rosenberge (Hochstradenrücken) fand ich eine Formenvergesellschaftung auf, die aus *Modiola*, *Ervilia*, *Bulla*, Cardien, *Trochus* und Wurmresten besteht, eingebettet in einen plastischen, kalkhaltigen, grünlichen Tegel. Sie gleicht jener „Fazies“, die nach Fuchs am Boden des Schwarzen Meeres in einer Tiefe von 35 bis 100 Faden (zirka 65 bis 190 m) anzutreffen ist. Es ist bezeichnend, daß sich die normale (gastropoden-, speziell cerithienreiche) Faunenentwicklung im älteren Sarmat auch dann nicht einstellte, wenn die Einschaltung gröberer Schotterlagen den Seichtwassercharakter des Bildungsmediums anzeigt.¹⁾ Nach Andrussow-Laskarew seien die Cerithien an stärkeren Süßwasserzufluß (Fluvmündungen) gebunden. Hier bevorzugten sie ersichtlich das im allgemeinen stärker ausgesetzte obersarmatische Becken.

Die obersarmatische Fazies²⁾ am Blatt Gleichenberg entspricht der Strandentwicklung des Wiener Beckens.

¹⁾ Doch fand ich am östlichsten Deltaaufschluß, bei Waldsberg, Cerithien in den groben Hangendsanden.

²⁾ Nicht aufgenommen in die Faunenliste sind einige vom Herrn Professor J. Stiny ohne spezifische Bestimmung angeführte Konchylien, die marinen, im Sarmat sonst unbekanntem Formen entsprechen. Nach seiner freundlichen Mitteilung sind sie sehr schlecht erhalten gewesen, so daß ihre Zugehörigkeit zu den letzteren nicht sicher angenommen werden kann. Die in der Liste angeführte *Limnaea* aff. *Kenense* vom Gütlgraben von Feldbach bestimmte ich in der Aufsammlung von Professor J. Stiny, die in der geologischen Abteilung des Joanneums in Graz erliegt. Der Vorstand derselben, Herr Professor V. Hilber gestattete freundlicherweise die Benützung derselben.

Fossilreiche Lumachellenschichten, an denen neben vorherrschenden Cerithien dickschalige *Tapes*, *Mactren* und *Cardien* Anteil nehmen, begleitet von *Ervilia*, *Donax*, *Modiola*, *Trochus*, *Buccinum*, *Murex* u. a., sind hiefür kennzeichnend. Im Sande sind es besonders die *Cerithium rubiginosum*- und *mitralis*- (= *C. pictum*) Formen, welche dominieren, in den begleitenden Mergelgesteinen dagegen sammelte ich die zarteren Gehäuse von *Cerithium disjunctum* (nebst *Cardien*). Daß sich im Gebiete westlich von Gleichenberg vorzüglich Ervilien als Kalkbildner zu erkennen geben, östlich und südöstlich hievon (Jamm, St. Anna, jugoslawische Höhen) hingegen Ervilienkalke so gut wie ganz fehlen, wurde bereits früher erwähnt. An dem Aufbau der obersarmatischen Kalke nehmen neben Konchylien noch Foraminiferen und Würmer (*Spirorbis*) sehr wesentlichen Anteil. Ihre flächenhafte Ausbreitung in bestimmten Niveaus zeigt an, daß zeitweise besonders günstige Bedingungen für ihre Entwicklung eingetreten sein müssen. Im allgemeinen ist die obersarmatische Fauna eine Strand- oder Seichtwasserfauna, durch dickschalige Formen gekennzeichnet. Auch die Mergelgesteine, die, wie hier angenommen wird, unter ansteigendem Wasserspiegel entstanden sind, sind durchaus Bildungen eines seichten Meeresarmes gewesen.

Gewisse *Cardien*formen, wie speziell aus *C. Barboti* habe ich nur in älteren sarmatischen Schichten angetroffen. Ihr Fehlen im Obersarmat deutet an, daß sie an eine besondere Fazies (schlammige Gründe) geknüpft waren.

Obersarmatische Fossilfundpunkte (tierische Reste).

	Fundpunkt-Nr.
Bräuhausteiche bei Unter-Weißenbach	1
Südlich Ober-Weißenbach	2
Gütlergraben bei Baumbach (Feldbach)	3
Brücke von Obergiem	4
Nördlich Wirtshaus Unterberger im Giemertal	5
Eselsgraben bei Untergiem	6
Südwestlich von Obergiem in 300 m Seehöhe	7
Obergiem (Haus Gölles Nr. 10)	8
Reitting (Kohlenschurf)	9
Bahneinschnitt südlich Feldbach	10
Bohrung in der Färbergasse in Feldbach	11
Färberleiten bei Feldbach	12
Bohrloch II Lager Feldbach aus 58—59 m Tiefe	13
" LV " " 55 " "	14
" XI " " 66 u. 68 " "	15
" XXXVIa " Burgfried 64 " "	16
" XXXVIa " " 69—77 " "	17
" XXXVIa " " 83—85 " "	18
Bohrlöcher bei Mühldorf	19
Bohrloch Leitersdorf aus 95—107 m Tiefe	20
Mühldorf, Fuß des Steinberges	21
Petersdorf bei Mühldorf	22
Ort Gossendorf	23
Steinbruch südlich Gossendorf	24
Sattel der Feldbacher Straße nördlich der Klausen	25
Sommerjörgl, östlich der Klausenquelle	26
Westabfall des Salzwipfels	27
Zwischen Salzwipfel und Wirthansel	28
Sattel der Gnaser Straße bei Wartberg	29
Südlich Bärnreith bei Prädiberg	30
Leitenhammer bei Hirsdorf	31
Ludersdorf	32
Trattenbüchl bei Gnas	33

	Fundpunkt-Nr.
Meierdorf (Kirbisser)	34
Graben östlich Meierdorf	35
Nordöstlich von Gnas, Kalkband	36
Pechtlbruch Gnas (nach Joanneumsbericht)	37
Hofberg bei Gnas	38
Gnas, Einschluß im Tuff	39
Hohlweg nordöstlich von Gnas	40
Südwestabfall des Hofberges bei Gnas, Bruch	41
Südlich Hirzkogel bei Waasen	42
Südostabfall des Hohegg bei Trauttmannsdorf	43
Gipfel des Hoheggs	44
Westlich Trauttmannsdorf	45
Unterhalb Schloß Gleichenberg	46
Nordosteck des Röhrkogels bei Gleichenberg	47
Berghold bei Bayrisch Kölldorf	48
Maiermichl (östlich Bayrisch Kölldorf)	49
Brunnengrabung auf der Höhe von Berghold	50
Ostabfall der Absetz bei Gleichenberg	51
Nördlich des Schauselschusters	52
Westabfall des Dohauserberges	53
Rücken östlich von Steinbach	54
Östlich Dohausenberg (Punkt 369)	55
Südwestlich Punkt 276 (Kölldorf)	56
Westlich Jamm	57
Roberberg bei Neustift	58
Weg Kalch—Krottendorf	59
Bei Punkt 251 südlich von Krottendorf	60
Fahrweg nördlich von St. Anna gegen das Aigentäl	61
Westlich von Langriegel im Aigentäl	62
Nordabfall des Schirrenkogels bei St. Anna	63
Graben östlich von Langriegel	64
Graben nordöstlich von Langriegel	65
Graben östlich Stindel	66
Graben südlich von Jamm	67
Waldragräben	68
Bruch im Orte Jamm	69
Graben östlich Steinbach	70
Kalch nördlich des Ortes	71
Teufelsmühlgraben (Hochstraden)	72
Höllischgraben (Hochstraden), unter Kalk	73

	Fundpunkt-Nr.
Höllischgraben (Hochstraden), im Kalk und darüber	74
Bei Punkt 264 (Veszeszlavec) bei St. Georgen	75
Höhenrücken südlich von Nuzzkova (bei Punkt 282)	76
Östlich von Jörgelsdorf	77
Veszeszlavec	78
Südlich Punkt 387 (südlich von Sinnersdorf)	79
Südlich von Sotina	80
Nordöstlich von Sotina	81
Nach F. Stoliczka bei Veszeszlavec	82
Nach F. Stoliczka (bei Vislendva) St. Georgen	83
Nach F. Stoliczka bei Sotina	84

Einschlüsse in den Basalttuffen von:

Kindbergkogel bei Klöch	85
Neuhaus	86
Wirberge bei Gleichenberg	87
Gnas	39 und 88
Leisten bei Fehring	89
Kapfenstein	90
Forschkogel bei Gossendorf	91
Weineckkogel bei Pertlstein	92
Riegersburg	93
Auersberg bei Feldbach	94

Obersarmatische Fauna.

	Fundpunkt-Nr.
<i>Cardium plicatum</i> Eichw.	8, 10, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 36, 38, 42, 43, 48, 49, 53, 55, 58, 60, 62, 63, 65, 68, 73, 74, 79, 80, 82, 86, 88, 90, 92
<i>plicatum</i> Eichw. var. <i>paucicostatum</i> R. H.* ¹⁾	3, 8
<i>obsoletum</i> Eichw.	6, 8, 9, 10, 18, 24, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 88, 90, 92
<i>obsoletum</i> Eichw. var. <i>Feldbachensis</i> Stiny*	2, 3, 8, 9
<i>obsoletum</i> Eichw. var. <i>Gimmensis</i> Stiny*	3, 8, 31, 34
spec.	8, 16, 39, 51, 64, 81, 89, 91
conf. <i>obsoletum</i> Eichw.	1, 2, 3, 7, 50
<i>obsoletum</i> var. <i>vindobonense</i> Partsch	57, 67, 69
<i>Jammense</i> Hilber	58, 67, 68, 69
conf. <i>squamulosum</i> Deshayes*	3, 31
<i>carinatum</i> Deshayes*	3, 8
<i>desertum</i> Stol. var. <i>Feldbachensis</i> Stiny*	3
conf. <i>Hofmanni</i> Hal.	68
<i>Tapes gregaria</i> Partsch	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 91, 93

¹⁾ Die mit einem * bezeichneten Formen wurden nur von J. Stiny erwähnt, bzw. von ihm als besondere Arten oder Varietäten aufgestellt.

<i>Tapes gregaria</i> Partsch var. <i>naviculata</i> Baily* ¹⁾	3, 34
<i>Maetra vitaliana</i> Orb. var. <i>ponderosa</i> Eichw.	1, 2, 3, 5, 9, 10, 24, 36, 57, 62, 63, 65, 68, 73, 74, 76, 80, 86
conf. <i>podolica</i> Eichw.	2, 3, 9, 18, 31, 82, 92
spec.	7, 17, 22, 23, 31, 38, 43, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 57, 58, 88, 91
conf. <i>caspia</i> Eichw.	3, 68
<i>Feldbachensis</i> Stiny*	3
<i>vitaliana</i> Orb. var. <i>vitaliana</i> Andr.*	1, 2, 3, 6, 8, 9, 31, 34
<i>Modiola</i> spec.	31, 44, 54, 80, 81
<i>marginata</i>	3, 8, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 43, 45, 57, 64, 68, 76, 83, 87, 88
<i>colhynica</i> Eichw.	1, 3, 8, 31, 34, 39, 62, 65, 68, 73, 74, 79, 82, 90
" conf. <i>Letochae</i> Hörn.	70
" conf. <i>styriaca</i> Rolle	82
<i>Ercilia pusilla</i> Phil.*	82
" <i>podolica</i> Eichw.	1, 3, 7, 24, 27, 30, 31, 32, 34, 36, 42, 43, 48, 78, 82, 83
<i>Syndesmia reflexa</i> Eichw.	82
<i>Donax lucida</i> Eichw.	24, 31, 34, 43, 57, 58, 62, 68
<i>Fragilia fragilis</i> Linné*	1, 31, 34
<i>Solen subfragilis</i> Eichw.	1, 3, 9, 10, 24, 26, 36, 38, 50, 58, 68, 80, 83
<i>Ostrea gingensis</i> Schloth. var. <i>sarm.</i> Fuchs.	34, 43, 46
<i>Psammobia Labordei</i> Bast.	30
Conf. <i>Lucina Dujardini</i>	48, 73
<i>Congeriu</i> spec.*	1
<i>Cerithium (Podamides) nitrale</i> Eichw.	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 17, 19, 21, 22, 29, 37, 38, 39, 42, 47, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 88, 92, 93

¹⁾ Die mit einem * bezeichneten Formen wurden nur von J. Stiny erwähnt, bzw. von ihm als besondere Arten oder Varietäten aufgestellt.

	Fundpunkt-Nr.
<i>Cerithium (Potamides) conf. Florianum</i> Hilber	3, 5, 6, 61, 67
conf. <i>Penecke</i> Hilber	39, 67, 70
<i>Hartbergense</i> Hilber	3, 27, 57, 58, 66, 67, 68, 69
<i>Gamlitzense</i> Hilber	3, 11, 67, 69, 70
<i>disjunctum</i> Sow.	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 17, 19, 21, 25, 27, 38, 58, 59, 63, 66, 67, 68, 71, 73, 82
<i>rubiginosum</i> Eichw.	3, 5, 6, 8, 17, 37, 38, 39, 41, 42, 47, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 73, 74, 83, 84, 86, 92
conf. <i>bicinctum</i> Eichw.* ¹⁾	3, 5, 6
<i>submitrale</i> Eichw.*	3
<i>Pauli</i> R. H.	27, 73
spec.	10, 13, 14, 15, 20, 26, 28, 40, 43, 52, 53, 54, 55, 76, 80, 85, 87, 89, 90
<i>Buccinum duppl.</i> Sow.	1, 3, 5, 6, 9, 27, 31, 57, 58, 62, 65, 70, 73, 74, 82
" " Sow. var. <i>subcostulatum</i> Stiny*	3
<i>Columbella scripta</i> Bell.	38
<i>Murex sublavatus</i> Bast.	36, 38, 47, 62
<i>Trochus podolicus</i> Eichw.*	1, 2, 3, 9, 31, 34, 38, 43, 82, 83, 84
" " Eichw. var. <i>caucasica</i> *	3, 34
" " Eichw. var. <i>Feldbachensis</i> Stiny*	3
" " Eichw. var. <i>Beaumonti</i> d'Orb.*	3
" <i>Poppelacki</i> Partsch ²⁾	68
" <i>pictus</i> Eichw.	3, 31, 34, 43, 48, 62, 82, 83
" conf. <i>quadristriatus</i> Dub.	62, 74

1) Die mit einem * bezeichneten Formen wurden nur von J. Stiny erwähnt, bzw. von ihm als besondere Arten oder Varietäten aufgestellt.

2) So habe ich Formen aus der Gruppe des *Trochus podolicus* ihrer schwachen Skulptur halber bestimmt.

	Fundpunktl.-Nr.
<i>Trochus puber</i> Eichw.	34
spec. 7, 10, 31, 32, 36, 40, 47, 57, 60, 64, 65, 73, 80	
<i>Bulla Lajoncaireana</i> Bast.	3, 31, 34, 57, 62, 74, 82, 83
<i>truncata</i> Adam.	82, 83
<i>Rissoa laevigata</i> Eichw.* ¹⁾	1, 3
<i>angulata</i> Eichw.	83
<i>Paludina protracta</i> Eichw.*	1, 3
conf. <i>avia</i> Eichw.*	3, 5, 6
<i>Hydrobia ventrosa</i> Mont.*	1, 3
<i>Frauenfeldi</i> *	1, 3
<i>acuta</i> Drap.	82, 83
spec.	61
<i>Limnaea</i> conf. <i>ovata</i> Drap.	61
aff. <i>Kenense</i> Hal.	3
<i>Nerita Gratelupana</i> Fér.	72
<i>picta</i> Fér.	1, 3, 5, 6, 37, 67
spec.	3, 28, 36, 38, 42, 53
<i>Nacella pygmaea</i> Stol.	83
<i>Capulus</i> spec.*	1
<i>Helix Hilberi</i> Stiny*	1
conf. <i>Doderleini</i> Brus*	1
conf. <i>impressa</i> Sandberger	61
spec.	1, 33, 57, 68
<i>Bythinia intermedia</i> A. Braun	82, 83
<i>Valvata Furlici</i> Brus*	1
<i>Vitrina Rillyensis</i> Boissy*	1
<i>Planorbis vermicularis</i> Stol.	83
spec.	74, 82
<i>Melanopsis impressa</i> Kraus	37, 57, 80
spec.	1, 3, 59

Formaniferen:

<i>Peneroplis pertusus</i> Forsk. ²⁾	64, 66, 68, 71, 74
<i>Polystomella crispa</i> Orb.	82
<i>aculeata</i> Orb.	82
<i>subumbilicata</i> Czj.	82

¹⁾ Die mit einem * bezeichneten Formen wurden nur von J. Stiny erwähnt, bzw. von ihm als besondere Arten oder Varietäten aufgestellt.

²⁾ Bestimmung von R. J. Schubert, in 94.

	Fundpunktl-Nr.
<i>Rosalina viennensis</i> Orb.	82
<i>Polystomella regina</i> Orb.	82
<i>Quinqueloculina Nussdorfensis</i> Orb.	82
<i>Halophragmium</i> spec.	82
<i>Cellepora globularis</i> Braun	82
Ostracoden:	
<i>Cytherina subteres</i> Reuß	82
<i>Cypridina</i> aff. <i>priscu</i> Eichw.	82
<i>Bairdia</i> spec.	82
Würmer:	
<i>Spirorbis spiralis</i> Eichw.	31, 58, 65, 68, 76, 82, 83, 84
Anneliden: ¹⁾	53, 57
Wohnröhre eines agglutinierenden Terebelliden	73
Fischrest (Hecht?), sarmatisch? ²⁾	94
Bryozoen:	
<i>Lepralia</i> aff. <i>ansata</i> Johnst. ³⁾	58
Säugerreste:	
<i>Galerix</i> conf. <i>exilis</i> Blv. ⁴⁾	57
<i>Astragalus</i> eines Artiodactylen	57

¹⁾ Bestimmung von Professor O. Abel.

²⁾ Nach Dr. Prašil (142).

³⁾ Nach Bestimmung K. A. Bobies (121).

⁴⁾ Nach Bestimmung von K. Ehrenberg (120).

Verzeichnis der pontischen Fossilfundpunkte.

Unterpontische Fundpunkte:

	Fundpunkt-Nr.
Sandgrube Posch bei Feldbach	1
Lehm- und Sandgrube Gniebing	2
Parallelgraben zum Gütlergraben bei Feldbach	3
Bohrung am Prädiberg	4
Prädiberg	5
Nördlich Hirsdorf	6
Stangl, nordöstlich von Hirsdorf	7
Wartberg	8
Ostabfall des Österreicherberges	9
Petersdorf bei Mühldorf	10
Edersgraben	11
Sattel zwischen Bairisch Kölldorf und Kölldorf	12
Östlich dieses Sattels	13
Nördlich Schauselschuster bei Bairisch Kölldorf	14
Lehmbachtal, westlich Sandgrub	15
Nordwestlich von Kölldorf am Fuß von Sandgrub	16
Südwestlich von Kölldorf	17
Südlich Kölldorf	18
Teufelsmühle am Hochstraden	19
Waldrافelsen am Hochstraden	20
Südwestlich P. 385 (Kölldorf Süd)	21
Kapfenstein (Brunnengrabung)	22
Nordöstlich Roberberg (östlich von Neustift)	23
Krottendorf	24
Östlich Krottendorf	25
Vinica-breg	26
Ropresca	27

Mittelpontische Fundpunkte:

Sandgrube Raabau	28
Hofleiten bei Kapfenstein	29
Schule von Gossendorf	30

Pontische Fauna.

	Fundpunkt-Nr.
<i>Cardium conjungens</i> Partsch	1, 27, 28
<i>conf. secans</i> Fuchs	31
<i>desertum</i> Stol.	6, 11, 13, 15, 19, 21, 23, 28
" <i>spec.</i>	2, 18, 20, 33
<i>Congeria ornithopsis</i> Brus	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 25
<i>Hoernesii</i> Brus	23
<i>Partschii</i> R. H.	22, 26
<i>spathulata</i>	1, 27, 28
<i>conf. Basteroti</i>	14
<i>conf. styriaca</i> Rolle	27
<i>Radmanesti</i> Fuchs	1
<i>subcarinata</i> Desh.	3
<i>croatica</i> Brus	1, 3
<i>conf. Gnezdai</i> Brus.	3
" <i>spec.</i>	14, 15, 42
<i>Melanopsis Bouéi</i> Fér.	1, 14
" <i>impressa</i> Kraus	1, 24
" " var. <i>Bonelli</i> Sism.	1
" " var. <i>carinatissima</i> Sacco	1
" " var. <i>monregalensis</i> Sacco	1
" <i>Kačići</i> Brus	1
" <i>Martiniana</i> Fér.	14, 16
" <i>spec.</i>	2, 7 42
<i>Nerita Grateloupana</i> Fér.	1, 28
" <i>spec.</i>	14, 19
<i>Hydrobia Radmanesti</i> Fuchs	1
" <i>spec.</i>	7
<i>Melania Fuchsi</i> H.	1
<i>Valvata debilis</i> Fuchs	1
<i>Planorbis conf. grandis</i> Hal.	29
" <i>pannonicus</i> Hal.	40
<i>Linnæa (Gulnoria) conf. ampla</i>	40
<i>Helix spec.</i>	30

	Fundpunkt-Nr.
Nördlich Liedlberg bei Neustift	31
Petersdorf bei Fehring	32
Neuhaus	33
Schiefer bei Fehring	34
Edelsbach bei Feldbach	35
Riegersburg	36
Unterlamm	37
Obergiem bei Feldbach	38
Oberpontischer Fundpunkt:	
Mühlsteinbruch bei Gleichenberg	39
Jungpontische Fundpunkte:	
Westlich Hirtenstein bei Fehring im Tuffit	40
Klöch?	41
Pontischer Tuffeinschluß:	
Einschluß im Tuff der Wirberge bei Gleichenberg	42

	Fundpunkt-Nr.
<i>Unio</i> spec.	39
Ostracoden	19
Fischschuppen und Flossenstacheln	19
<i>Dinotherium giganteum</i> Kaup ¹⁾	35, 38, 41
" spec. ¹⁾	36
<i>Mastodon longirostris</i> Kaup ¹⁾	35
<i>Aceratherium incisivum</i> Kaup ¹⁾	37
<i>Tapirus</i> spec. (<i>femur</i>)	39
<i>Humerus</i> eines Artiodactylen	39
<i>Hyotherium</i> conf. <i>Sömmeringi</i> Meyer ¹⁾	34

¹⁾ Einzelne Zähne oder Knochen.

C. Die pontische Fauna.

Die pontische Fauna ist nur im Unterpontikum Steiermarks eine normale, indem sie auf einen sehr schwachen Brackwassergehalt hindeutet (*Congerina-Melanopsis*-Faunen). In diesen schlammigen, offenbar unter schwach ansteigendem Wasserspiegel gebildeten Schichten des ausgesüßten, unterpontischen Seebeckens sammelten sich reichlich Congerien, kleine, dünnschalige Cardien und Ostrakoden an, während die Melanopsiden in den sandigen Sedimenten, wo kräftigere Wasserbewegung vorauszusetzen war, stärker hervortreten. Die Aussandung des Seebodens am Ende des Unterpontikums drängte die Congerienfauna zurück. Schon im Mittelpontikum fehlt die Congerienfazies am Blatt Gleichenberg. Hier treffen wir außer spärlichen Cardien nur noch reine Süßwassermuscheln und Schnecken und eingeschwemmte Landformen, was auf den starken Einfluß der einmündenden Flüsse hinweist. In den noch höheren pontischen Schichten sind organische Reste überhaupt noch nicht aufgefunden worden. Nur in den dem Oberpontikum zugezählten verkieselten Schottern des Mühlsteinbruches bei Gleichenberg deuten Reste von *Melanopsis* und *Unio* auf eine Flußmündung, die auch das Treibholz herbeigeschafft hat. Die in den Kraterseebildungen des Fehringer „Maares“ aufgefundenen jüngstpontischen *Planorbis*- und *Limnaea*- (*Gulmaria* cf. *ampla*) Reste, welche letztere Form heute in den Altwässern der Flüsse vorkommt, haben in einem kleinen, isolierten Seebecken gelebt.

In der Zusammensetzung der miozänen und pliozänen Fauna der Schichtfolge am Blatt Gleichenberg kommt in sehr ausgesprochener Weise der Wechsel des Bildungsmediums, von dem das organische Leben abhängig war, zum Ausdruck.

VII. Phytopaläontischer Abschnitt.

Die nachfolgende Tabelle faßt auf Grund der vorliegenden Literaturangaben die auf Blatt Gleichenberg gemachten pflanzlichen Fossilfunde zusammen, wobei die bisher z. T.

unrichtig angegebene, stratigraphische Position der Fundstellen korrigiert wurde.¹⁾

Die sarmatischen Schichten zeigen im wesentlichen zwei pflanzenführende Niveaus und einen Lignithorizont: Das eine Pflanzenniveau liegt an der Basis des Mittelsarmats, in den hangenden Lagen des Deltas, wo bei Waldsberg und anderen Orten massenhaft Schilfreste, Holzstämmen und auch Blätter auftreten. Im Obersarmat ist das zweite Pflanzenniveau vorhanden, wo es in den Mergeln über der Hauptkalkbank bei Jamm, Neustift-Kalch und St. Anna am Aigen auftritt. Eine örtliche Bildung ist der obersarmatische, pflanzenführende Sandstein von Gossendorf. In einem hohen sarmatischen Niveau ist der Lignithorizont von Feldbach eingeschaltet, der, nach aufrechten Stämmen zu urteilen, wohl im wesentlichen autochthon ist.

Flora des älteren Sarmats.²⁾

	Fundpunkt-Nr.
Straden	1
Waldsberg	2
Klöch	3
Hopfenberg bei Tieschen	4
Gruisla	5
Hirzkogel bei Trössing	6

Florenliste.

<i>Populus latior</i> A. Braun	1, 2
<i>Salix varrians</i> Göppert	1
„ <i>longa</i> Heer	2
<i>Ficus multinervis</i> Heer	1
<i>Celtis</i> spec. ³⁾	2
<i>Sophora</i> spec. ³⁾	2
<i>Sapindus dubius</i> Ung. ³⁾	2
<i>Phragmites Oeningensis</i> A. Braun	1
<i>Typha latissima</i> A. Br.	2, 3, 4, 5, 6

¹⁾ Leider ist die von Professor Kubart und seinem Schüler Steinböck in Angriff genommene Neubearbeitung des pflanzlichen Fossilmaterials auf Blatt Gleichenberg, das ich z. T. zur Verfügung gestellt habe, noch nicht abgeschlossen.

²⁾ Bei der Zusammenstellung dieser Liste verdanke ich Herrn Prof. Dr. Ginzberger einige wertvolle Winke, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei. (Geordnet nach dem System von Wettstein.)

³⁾ Bestimmung von Dir. Glowacki.

Flora des Obersarmats.

Umgebung von St. Anna am Aigen (Nordgehänge des Schirrenkogels, Jamm)	1
Hofstätten bei Gleichenberg	2
Absetz bei Gleichenberg	3
Steinbach südlich von Gleichenberg	4
Südlich von Gossendorf	5

Florenliste.

<i>Sphaeria</i> spec. ¹⁾	1
<i>Peuce hoedliana</i> Ung. ²⁾	2, 4
<i>Betula prisca</i> Ett.	5
<i>Alnus Prášili</i> Ung.	5
„ <i>nostrata</i>	1 ¹⁾
<i>Alnites lobatus</i> Ung.	5
<i>Carpinus grandis</i> Ung.	3, 5
<i>Carpinites macrophyllus</i> Göppert	5
<i>Ostrya Prášili</i> Ung.	5
<i>Castanea atavia</i> Ung.	1, 5
<i>Castanea Kubinyi</i> Kov.	1, 5
<i>Fagus dentata</i> Göpp.	5
„ <i>macrophylla</i> Ung.	5
„ <i>Pyrrhae</i> Ung.	1, 5
„ <i>Feroniae</i> ¹⁾	1
<i>Quercus deuterogona</i> Ung.	5
„ <i>etymodrys</i> Ung.	1, 5
„ <i>pseudocastania</i> Ung.	5
<i>Juglans</i> spec. ¹⁾	1
„ <i>bilinica</i> Ung.	5
<i>Carya bilinica</i> Ung.	5
<i>Populus leucophylla</i> Ung.	1, 5
<i>Salix longa</i> Heer	3, 5
„ <i>macrophylla</i> Heer	5
<i>Ulmus</i> spec. ¹⁾	1
„ <i>plurinercia</i> Ung.	5
<i>Zelkova Unger</i> Kov.	5
<i>Planera Unger</i> Ett.	5

1) Bestimmung von Dir. Glowacki in 94.

2) = Holz vom *Pinus acuminatana* Göpp.

	Fundpunkt-Nr.
<i>Liquidamber</i> spec. ¹⁾	1
" <i>europaeum</i> A. Braun	5
<i>Platanus aceorides</i> Göpp.	3
<i>Anona limnophylla</i> Ung.	5
<i>Laurus Guiscardii</i> Gaudr.	5
" <i>Heliadum</i> Ung.	5
<i>Prunus atlantica</i> Ung.	5
<i>Sapindus dubius</i> Ung.	5
<i>Acer trilobatum</i> A. Braun	5
" <i>aequimontanum</i> Ung.	5
<i>Ramnus aizoon</i> Ung.	5
" <i>eridani</i> Ung.	5
<i>Vaccinum</i> spec.	5
<i>Smilax hastata</i> Brogn.	5
" <i>Prašili</i> Ung.	5
<i>Ellaiodes fontanesia</i> Ung.	5

In den pontischen Schichten sind vor allem vier pflanzenführende Hauptniveaus vorhanden, außerdem ein Lignithorizont. Das unterste ist eine Blattreste führende Lage, die ich im Raum zwischen Kapfenstein und Gleichenberger Kogel an mehreren Fundstellen mit gut erhaltenen Resten beobachtet habe. Es sind das die tonigen Gesteine, welche das „Kapfensteiner Flußschotterniveau“ überdecken. Ein zweiter Horizont ist durch die altbekannten Holzreste führenden Lagen im Mühlsteinbruch bei Gleichenberg,²⁾ eine Ansammlung von Treibholz, gegeben. Ein dritter Horizont umfaßt die Holzreste in den Basaltuffvorkommnissen von Unterweißenbach, Pörtlstein, Kapfenstein, Krieselstein, Klöch usw. Ich halte die Holzreste für aus dem jungpontischen Schotter stammend. Dem vierten Horizonte, dem allerjüngsten Pontikum (eventuell Frühlevantin) zugehörig, entstammen die in den Maarbildungen von Gnas und Gleichenberg (Röhrkogel) eingebetteten Holz- und Blattreste.

Vermutlich dem älteren Diluvium gehören die Holzreste an, die ich in der Ziegelei von St. Gotthardt antraf.

1) Bestimmung von Dir. Glowacki in 94.

2) Die Holzreste des Mühlsteinbruchs und wahrscheinlich jene in den Basaltuffen sind also nicht am Einbettungsorte gewachsen. Vielleicht stammen sie teilweise von weiter her.

Ich setze jetzt voraus, daß die zahlreichen Holzreste (z. T. ganze Stämme), welche man in den jüngstpontischen Basaltuffen häufig beobachten kann, nicht auf den Tuffbergen gewachsen waren, sondern dem jungpontischen Schotter entstammen. Als Begründung hierfür dient mir die Tatsache, daß ich nirgends den Tuff selbst etwa durchsetzende Wurzelreste angetroffen habe, daß die Holzreste in allen Tufftrichtern stets als Bruchstücke zusammen mit den Schottern auftreten, daß ferner ein Wachstum von Bäumen auf den kleinen Aschentrichtern während der Ausbrüche schwer vorstellbar ist und daß auch nirgends humöse Zwischenlagen im Tuff zu beobachten sind. Dazu kommt, daß die Hölzer nach B. Kubarts Beobachtungen (127, S. 7—8) meist so aussehen, als wären sie längere Zeit im Wasser gelegen gewesen. Eine wässerige Umlagerung der Hölzer im Tuff des Kratertrichters ist aber nach ihrer Einbettung im frisch gefallenen, nicht umgelagerten Tuff ausgeschlossen. Ich halte es daher für viel wahrscheinlicher, daß die Holzreste — mit Ausnahme der in den Kraterseeablagerungen eingebetteten — aus den jungpontischen Schottern der alten Landoberfläche abstammen, der sie teilweise oberflächlich aufwachsen, hauptsächlich aber als Treibhölzer in verschiedenen Niveaus eingebettet waren. Bei dem fortwährenden Niederbröckeln dieser Sedimentschichten vom Trichterrande, bzw. ihrem steten Abblasen durch die Ausbrüche, wurden immer neue Schotter und Holzreste in den Tufftrichter hineingerissen und in die Aschen eingebacken. Damit stimmt schließlich die Feststellung Kubarts (127, S. 30) sehr gut überein, daß die Hölzer von sehr verschiedenartigen Standorten stammen, was bei einer Herkunft von einem kleinen Tuffkegel mit gleichartigen Standortverhältnissen kaum zu verstehen wäre. So haben die jungpontischen Flüsse offenbar mächtige Holzstöße bei ihren Hochwässern, vielleicht von den Alpenbergen her bis nach Oststeiermark hinaus vorgetragen.

Flora des älteren Pontikums.

Fundort: Kapfenstein.

Physagenia parlatorii Heer
Glyptostrobus europaeus A. Braun
Juglans latifolia A. Braun
Sapindus falcifolius A. Braun.

Flora des Oberpontikums.

Fundort: Mühlsteinbruch bei Gleichenberg.

Nyctomyces antediluvianus Ung.
Cupressites aequimontanus Ung.
Thuioxylon juniperum Ung.
 „ *ambiguum* Ung.
Pinites aequimontanus Göppert

*(Pence hoedlinanu Ung.)*¹⁾
*(" pannonica Ung.)*¹⁾
Ostrya Prasili Ung.
Corylus Wickenburgi Ung.
Fagus dentata? Göpp.
Juglans minor Sternberg
Planera Unger
Prunus atlantica Ung.
 " *nanodes Ung.*
Meyenites aequinontanus Ung.
Mollites parenchymatosus Ung.
Cottaites lapidariorum Ung.
 vasculosus Ung.

Flora des Jungpontikums.

	Fundpunkt-Nr
Wirberge bei Gleichenberg	1
Hermannskogel bei Gleichenberg	2
Röhrkogel bei Gleichenberg	3
Pertlstein bei Feldbach	4
Unterweißenbach bei Feldbach	5

Florenliste.

<i>Taxus spec.</i> ²⁾	4
<i>Pseudotsuga stiriaca</i> Kub. ³⁾	5
<i>Populus leucophylla</i> Ung.	1, 2
" <i>glandulifera</i> Heer	1, 2
" <i>crenata</i> Ung.	3
" <i>transversa</i> A. Braun	1
<i>Carya Unger</i> Ell.	2
<i>Bumelia oreadum</i> Ung.	1, 2
<i>Viburnum palaeolontana</i> Ung.	1, 2

1) Zu *Pinus* gehörig.

2) Bestimmung von Prof. Juranyi (Budapest) in Szabo (137).

3) Bestimmung von B. Kubart (127).

Diluvialer Holzrest.

Fundpunkt: Schlößl bei St. Gotthardt (Ziegelei unterhalb).

Alle Bestimmungen sind, sofern nicht anders angegeben, von F. Unger und D. Stur (35, 36) durchgeführt. (Zusammenstellung der Ungerschen Bestimmungen bei Präšil [142].)

VIII. Morphologischer Abschnitt.

Mit Ende des Pontikums hört im Bereiche des Blattes Gleichenberg ganz allgemein der Schichtaufbau auf und an seine Stelle tritt der Abbau der Landschaft, indem in die aufsteigende Scholle ineinandergeschaltete Systeme breiter Terrassenböden eingekerbt werden. In etwa zwölf Etappen hat die Erosion sich bis zu den gegenwärtigen Talböden in die Tiefe gearbeitet. Ich habe 1921 (118) das höchste (jüngstpontisch-altlevantinische?) Niveau mit I bezeichnet, die Terrassen II—IV dem Mittelplozän (Levantin) zugezählt, die Terrassen V—VIII im Raab- und Murgebiete dem jüngeren Plozän zugerechnet, die Stellung von IX fraglich gelassen, X und XI als quartäre Niveaus hervorgehoben und mit XII den Alluvialboden benannt. Zwischen X und XI schalte ich jetzt noch eine mittelquartäre Terrasse ein.

Die mittelplozänen Terrassen zeichnen sich durch ihre große, flächenhafte Ausdehnung vor den jüngeren aus. Dies hat offenbar seinen Grund darin, daß auf eine stärkere Bewegung der Schollen nach dem Pontikum eine längere, relative Stillstandslage der Scholle gefolgt ist. Die Verbreitung und Höhenlage der Hauptniveaus wurde schon im stratigraphischen Teil besprochen und sie ergeben sich auch ohne weiteres aus der Karte.

Hier sollen nur vier spezielle, morphologische Fragen kurz berührt werden: A. Die Entstehung des gegenwärtigen Talprofils. B. Das Problem der Gipfflur. C. Die Eckbildung. D. Rutschungen als morphologischer Faktor.

A. Zur Entstehung der gegenwärtigen Talprofile.

Die Erosion der Flüsse hat die Talböden durch ein Einschneiden schräg nach der Tiefe geschaffen, wodurch

die Einseitigkeit der Talprofile entstanden ist. Betrachtet man die Karte, so fällt auf, daß z. B. die Raab gegenwärtig trotz der einseitigen, nördlichen Steilhänge des Tales nahezu symmetrisch in der Achse des Talbodens fließt. Ähnliches zeigt sich auch in den breit aufgeschwemmten Seitentälern von Raab und Mur. Das ganze Flußsystem von Raab und Mur ist im Bereiche des steirischen Tertiärgebietes in flächenhafter Aufschüttung begriffen, sodaß in den Flußrinnen nur das Alluvium zutage tritt. Gegenwärtig findet auch, von gewissen Partien des unteren Murtals abgesehen, keine Weiterbildung der Talsymmetrie statt, offenbar deshalb, weil der Fluß — in fortdauernder, schwacher Erhöhung seiner Sohle begriffen —, imstande ist, durch jeweilige Aufschüttung etwaige, geringe tektonische Verstellungen seines Inundationsgebietes wieder anzugleichen und so seinen mehr oder minder zentralen Verlauf zu behaupten. Anders lag offenbar der Fall, als die oststeirischen Flüsse — das letzte Mal schon in nach-eiszeitlicher Zeit — von der höheren (Nieder-) Terrasse abglitten und den gegenwärtigen Talboden in seiner erosiven Grundform herausmodellierten. Die durch die tektonischen Bodenneigungen beeinflussten, anscheinend schräg sich einschneidenden Flüsse waren nunmehr, auch bei Hochwasser, in ihre Talrinnen eingezwängt und vermochten ihre ganze Energie zum Seiten- und Tiefenschurf zu verwenden.¹⁾ Jetzt kamen die einseitigen Talsteilränder zur Weiterausbildung.

So erscheint mir also die Bildung der Talungleichseitigkeit eng mit den Phasen vorherrschender Tiefen- und Seitennagung verknüpft, während der Fluß in den Zwischenphasen der Aufschwemmung wieder mehr gegen die Talachse zurückpendelte und dann häufig gelegentlich auch die gegenüberliegenden Talhänge unterschneidete. Die Asymmetrie der Täler im Querprofil ist also nicht restlos aus der Art der gegenwärtigen Tätigkeit der Flüsse erklärbar.

B. Zur Gipfelflurfrage.

Die oststeirische Hügellandschaft zeigt, soweit sie nicht aus vulkanischen Gesteinen aufgebaut ist, eine regelmäßige

¹⁾ Der Einfluß der schwachen tektonischen Verbiegungen kam wohl durch die Beeinflussung der Wasserwirbel zur Geltung.

verteilte Höhenlage ihrer Kammfluren. Diese lassen eine flache Abdachung aus der Gegend östlich von Graz und Wildon bis St. Gotthardt, Gleichenberg und Radkersburg erkennen, indem sie sich von über 500 *m* auf unter 400 *m* absinken. Verbindet man alle Höhenpunkte dieser Hügellandschaft (mit Ausnahme der vulkanischen Felshöhen), so erhält man die „Gipfflur“. Diese erscheint völlig unabhängig vom Schichtenbau des Gebietes, indem sie die Sedimente des marinen Miozäns, der älteren und jüngeren sarmatischen Stufe und der verschiedenen pontischen Horizonte vom Unterpontikum bis zum Jungpontikum übergreift. Daraus folgt, daß ihre Ausbildung ausschließlich ein Werk morphologischer, zerstörender Kräfte gewesen ist und daß dies im wesentlichen später erfolgt ist, als jene tektonischen Vorgänge, welche die räumliche Verteilung der Haupthorizonte (durch Verbiegung) bedingt haben.

Die Höhenkämme der Gipfflur sind, wie ich dies schon betont habe, nicht aus der jungpontischen Landoberfläche unmittelbar herausgeschnitten (als Riedelflächen), sondern von letzterer durch einen Höhenabstand von 150 bis 200 *m* getrennt. Es sind also über der Gipfflur bis zu ihrer Entstehung sehr bedeutende Schichtmassen (speziell pontische Ablagerungen) abgetragen worden. Die „Gipfflur“ ist, wie die fortschreitende Zuschärfung der Hügelkämme und ihre andauernde Erniedrigung durch Rutschung und Abspülung darzut, noch gegenwärtig in Weiterbildung begriffen und das Niveau der Hügelkämme wird noch ständig herabgezogen. Zur Zeit des Mittelpliozäns muß daher auch das allgemeine Niveau der Kämme ein beträchtlich höheres gewesen sein. Doch vermute ich, daß schon die flächenhafte Erosion des Mittelpliozäns eine bedeutende Herabdrückung des Niveaus gegenüber der jungpontischen Aufschüttungsfläche bedingt hatte. In dieser Frage sind aber noch weitere Studien nötig. Jedenfalls gibt uns die oststeirische Gipfflur einen sinnfälligen Hinweis darauf, daß in pliozäner Zeit im großen und ganzen die zerstörenden und nivellierenden, morphologischen Kräfte über die Unstetigkeiten im Raum erzeugenden, tektonischen Kräfte das Übergewicht erlangt hatten.

C. Zum Eckproblem.

J. Sölch hat in einer interessanten Publikation auf die Bedeutung der abgestuften Kammfluren und Hangfluren hingewiesen und den Begriff der Ecktreppe entwickelt. Auf Blatt Gleichenberg gibt es schöne Beispiele für Ecktreppen.

Drei Beispiele seien herausgegriffen. Der Höhenrücken, der sich vom Kapfensteiner Tuffkogel südwärts erstreckt, zeigt eine Ebenheit, eingekerbt in die pontischen Schichten, in 370 m Seehöhe, auf welcher der Friedhof liegt; dann folgt ein Abfall von zirka 20 m und darunter eine zweite Ebenheit (um 350 m), mit Bauernhäusern besetzt; sodann eine weitere Stufe mit dem Abstieg zu der ausgedehnteren Plateaufläche (um 325 m), welche sich bis zum Abfall gegen das Leimbach-(Lendva-)Tal erstreckt. Hier sind also drei Ebenheiten durch 15—25 m hohe Stufen voneinander getrennt vorhanden. Sie haben nichts mit Schichtstufen zu tun und greifen über verschiedene Niveaus des Mittelpontikums über.

Sehr deutlich ist die treppenartige Anordnung der Terrassen am Höhenrücken von Schlittenau bei Fehring. Auf der Höhe des Tuffes von Burgfeld ist in 420 m ein höchstes Terrassenniveau. Von hier erfolgt ein Abfall zu einer langen, mit Gehöften besetzten Kammflur, die etwa 390 m hoch liegt. Von ihr gelangt man unvermittelt zu einer 370 m hoch gelegenen Flur, auf welcher die Kapelle von Schlittenau steht und mit welcher am östlichen Nachbarrücken eine pliozäne Schotterterrasse korrespondiert. Von hier erfolgt ein ausgesprochener Abfall zu der 350—355 m hohen Flur mit den unteren Häusern von Schlittenau. Sie zeigt teilweise noch die jungpliozäne Schotterbedeckung. Auf dem angrenzenden Rücken liegen, in tieferen Niveaus, noch tiefere (Quartär-) Terrassen.

Die Beobachtung, daß man von tieferen zu höheren Niveaus aufsteigend von Schotter- und Lehmfluren mit noch erhaltener Oberfläche über abgeböschte, ihrer Lehmkappe beraubten Schotterfluren schließlich zu Eckfluren im anstehenden Gestein gelangt, läßt schließen, daß auch die letzteren durch fluviatile Erosion geschaffen worden sind. Ich vermute, daß diese Fluren an den Kämmen und Rücken des Hügellandes Reste von Talböden — von den Hauptflüssen und ihren Seitenbächen — darstellen.

Durch die seitliche Verlegung des Flußsystems beim Tiefereinschneiden, wie sie die ganze Oststeiermark beherrscht, bleiben die Flurenreste meist einseitig erhalten, um bei längerer Dauer der Abtragung in steigendem Maße der Verstümmelung anheimzufallen.

D. Zur morphologischen Bedeutung der Rutschungen. In einem großen Teil des Bereiches am Blatte

Gleichenberg hat nebst normaler, rückschreitender Erosion und Abspülung der Rutschungsvorgang eine sehr wesentliche Bedeutung für die Denudation. Auf der Karte wurden (mit unterbrochenen, roten Linien) nur die größten Rutschungen, die ganze gleitende Hügelzüge umfassen, besonders hervorgehoben.

Als Gesteinzzonen, welche Rutschungen erzeugen, kommen vor allem in Betracht:

1. Die mittelsarmatischen Mergel (und Feinsande). Hier wäre die vernarbte Rutschung von Gnas zu erwähnen, die wohl zu den bedeutendsten des ganzen Gebietes gehört, die auf zirka 1 km Länge eine steile Abrißnische erkennen läßt, von welcher das ganze Gelände östlich des Marktes mit dem Kalvarienberg und den nördlich anschließenden Hügeln abgeglitten ist. Weiters wären die großen, einstigen Rutschungen an den Gehängen westlich von Trauttmansdorf zu erwähnen, dann jene an den Gehängen der südlichen Hochstradenausläufer vom Patzerberg gegen Tischen hinab und schließlich — nebst vielen anderen — die jüngere Rutschung des „Erdpreßgrabens“¹⁾, bei Gruisla (Klösch O), wo angeblich in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sich eine über 1/2 km lange, schmale Scholle an einer tiefergreifenden Spalte vom Hintergehänge losgelöst hat und seitwärts geglitten ist. Eine langgezogene Wasserlache nimmt die Kluft ein.

Ein zweites, untergeordnetes Rutschungsniveau knüpft sich an die Mergel einschaltungen innerhalb des sandigen Obersarmats. In den Gräben bei Maierdorf und Krusdorf sind z. B. hierhergehörige Rutschungen allenthalben zu beobachten.

Von größerer Bedeutung sind, drittens, die unterpontischen Kongerientegel als Rutschniveau. An ihnen erscheint der Nordrand der Hochstradenbasaltplatte wie in Fransen aufgelöst und in noch fortdauerndem, gleitendem Abbröckeln begriffen. Abgesunkene Schollenzonen von Basalt umsäumen ihn, die in den sagenumwobenen Waldrafseln eine romantische Landschaft hervorgebracht haben. Weiters gehören demselben Gleitniveau die Rutschungen von Krottendorf bei Neuhaus (im südlichsten Burgenlande) an, die wahrhaftig abgleitenden Hügeln entsprechen. Die wandernden „Sandberge“ lassen hier eine Seitenbewegung bis zum Ausmaße von über 150 m erkennen. Ferner das Rutschungsgebiet von Lammichl (nördlich von Bayrisch Kölldorf), wo auf einem über 2 km langen und fast 1 km breiten Gehänge in mehreren Staffeln übereinander die auf ihrer Tonbasis abgeglittenen Sandhügel in Erscheinung treten. (Vernarbte ältere Rutschungen mit fortdauernden, kleineren Nachbewegungen.) Sogar zur Bildung einer abflußlosen Mulde ist es hier gekommen. Schließlich sei auf die große Rutschung von Ödt (Kesselbruch) verwiesen, die einen etwa 1 km ausgedehnten Rutschungskessel beim Hell geschaffen hat, unterhalb dessen die abgesenkten und gestörten Mergelgesteine mit ihrer Sand- und Schotterüberlagerung hervortreten.

¹⁾ Siehe meine Beschreibung in 94 (S. 496).

Eine große Rutschung liegt auch am Westgehänge des Steinberges bei Feldbach vor, wo der auf der Karte ersichtliche, gegen Mühlendorf gerichtete Basaltvorsprung einer abgeglittenen Basaltscholle entspricht.

Einen vierten Rutschhorizont bilden die mittelpontischen Tongesteine. An diesem Niveau sind an dem Gehänge östlich vom Dorf Kapfenstein Rutschungen eingetreten, deren Staffeln langgedehnte Terrassierungen bilden, an deren Rändern das Abbröckeln noch andauert. Der Talschluß südlich von Mahrendorf scheint von einem Kranz von Rutschungen eingenommen, die der Hauptsache nach älterer Entstehung, vor drei Jahren an einer Stelle eine akzentuierte Neubelbung erfahren haben. Große kesselförmige Ausbrüche auf mittelpontischer Tonbasis sieht man westlich von Neuhaus im Burgenland. Instruktiv ist das Lagerungsbild der großen Rutschungen oberhalb von Hatzendorf, welches ich an der Hand eines Profils an anderer Stelle (118, S. 9, Fig. 2, Prof. 3) beschrieben habe. Viele andere Beispiele könnten noch angeführt werden.

In dem oberpontischen Bereich finden sich, dem sandigen Charakter der Schichtenfolge entsprechend, weniger Rutschungen. Auch die pliozänen und diluvialen Terrassenlehme neigen weniger dazu, obwohl auch hier solche — speziell bei künstlichen Eingriffen — nicht fehlen.¹⁾

Die Rutschungen haben häufig, wie bei Gnas, südlich Bayrisch Kölldorf (bei Lammichl), bei Krottendorf (bei Neuhaus), am Steinberg bei Feldbach und an anderen Punkten durch Ablösung von Hügeln oder Hügelläugen vom Hintergehänge diesem parallellaufende, kleine Talungen oder Mulden erzeugt. Die Rutschungsformen mit ihren ungewöhnlich steilen Hängen an den Abrissen, den vorgelagerten Mulden und Rückfallskuppen, die mit den einzelnen Staffeln eine Terrassierung der Hänge bedingen, sind ein besonderes Kennzeichen der Landschaft.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Rutschungen liegt in den durch die Wechsellagerung von Sand und Ton ausgezeichneten Schichtenkomplexen. Hier stauen sich die einsickernden Meteorwässer auf der Tonunterlage, machen diese schlüpfzig und bringen schließlich den auflagernden Gesteinkomplex auf der weichenden Basis zum Abgleiten. Die abgerutschten Schollen sind daher meist aus den abgesunkenen Sandschollen gebildet, an deren Basis die breiartig erweichten, oft nach Art eines Schlammstroms vorgequollenen, erweichten, sandigen Tone und Mergel zum Vorschein kommen. Man kann behaupten: wo eine undurchlässige Tonschicht den Sanden und Schotterkomplexen

¹⁾ Vgl. hierzu die Abbildung der Rutschungen in der Ziegelei von Feldbach (Diluvium) bei J. Stiny (109, S. 392, Fig. 242).

eingeschaltet ist, stellen sich Rutschungen in den Gehängen ein. Je nach der Mächtigkeit der Überlagerung und ihrer Durchlässigkeit sowie nach der Neigung der Schichten richtet sich die Größe der abgeglittenen Schollen. An der Basis der Schotterzüge sind sie meist deutlich ausgeprägt. Bei der Gleitbewegung hat meist eine Schrägstellung (Kippung) der abgleitenden Schollen stattgefunden, indem sie bergewärts gerichtete Neigungen erhielten, was durch die Vorbewegung auf der konkaven Gleitbahn bedingt ist. So erscheinen die Schichten an den Hängen der Hügel sehr häufig nicht mehr in ursprünglicher Lagerung, sondern durch Rutschungen schräggestellt, was leicht zu unrichtigen tektonischen Folgerungen verleiten kann.

Die Rutschungen zeigen häufig eine zeitliche Gliederung. In ausgedehntere, ältere Rutschungen (Blattabbrüche Stinys 109, S. 399, 419), die sich oft bis über Kilometerlänge erstrecken, sind häufig kleiner dimensionierte „Kesselbrüche“ eingesenkt, und letztere wieder von noch jüngeren Ausrutschungen durchzogen. Ich vermute, daß die räumlich ausgedehnten und tiefgreifenden Rutschungen bereits der jüngsten, geologischen Vergangenheit angehören, entweder dem Jungdiluvium oder eher einer niederschlagsreicheren Periode der Postquartärzeit.

Die Rutschungen zeigen eine wesentliche Abhängigkeit von den (tektonischen) Schichtneigungen. An den im Sinne der Schichtneigung abfallenden Talhängen ist es zu weitgehenden Ableitungen der Schollen gekommen, wobei oft ein Abwandern von Hügeln zu beobachten ist. Auf der gut „eingelöten“ Gleitfläche sind diese einfach talabwärts abgeglitten. Anders sind die Erscheinungen an den Hängen, die dem Schichtenfallen entgegengesetzt abfallen. Hier kommen meist steile Abbrüche mit Drehung und hangwärts gerichteter Schrägstellung der abgerutschten Schollen vor. Natürlich gibt es alle Übergänge.

Die Rutschungen zeigen eine besondere Häufung in den Hintergründen von Tälchen und Gräben. Hier findet man gewöhnlich kaum eine Stelle am tieferen Gehänge, welche sich noch in ihrer ursprünglichen Position befindet. Da ist es wohl die in dem Quelltrichter vor sich gehende, stark rückschreitende Erosion, die unter dem Einfluß der starken Sickerwässer der wasserscheidenden Höhen, die Gehänge

ihres Haltes beraubt und die Rutschungsbewegungen einleitet. So bilden sich dort durch kesselförmige, immer weiter zurückgreifende Rutschungsvorgänge geradezu zirkusartige Talschlüsse aus, statt der normalen Quelltrichter. Schöne Beispiele bietet der Talschluß des Haselbachgrabens, oberhalb Mahrendorf, jener des Leimbachtals und des Schaufelgrabens bei Pichla u. a.

Die Rutschungen haben somit für die Formung der Talhänge eine große Bedeutung. Sie haben vereint mit der Abspülung an den Hängen die Reste von Talterrassen meist vollkommen zerstört. Solche lassen sich nur mehr an den Kammfluren beobachten. Indem die Rutschungen alljährlich an Tausenden von Stellen den Erdboden zerklüften und Material an den Hängen gegen die Talsohle zu verschieben, arbeiten sie der rückschreitenden Erosion der Bäche bedeutsam vor. Die Randspalten und die Längsklüfte der Rutschungen sind später häufig zu Seitengräben ausgestaltet worden. Die von den Gleitbewegungen mitgebrachten, gelockerten und oft schlammartig aufgeweichten Materialien werden speziell in den Regenperioden von den Bächen und Flüssen zum Weitertransport übernommen. Wenn auch zahlenmäßige Werte nicht angegeben werden können, so hat man doch den Eindruck, daß die Rutschungen der Abspülung und rückschreitenden Erosion gegenüber als ein vollkommen gleichwertiger Faktor der Abtragung zu betrachten sind.

Die Auslösung einer Rutschbewegung erscheint durch ungünstige Witterungsperioden bedingt, und zwar sind es nicht so sehr die frühjährlichen Schneeschmelzen, sondern vor allem die Zeiten starker, anhaltender Niederschläge, die bei der Bevölkerung die Bezeichnung „Erdpreßregen“ führen. So fanden im Herbst 1924 anlässlich einer Regenzeit große Rutschungen statt, in denen ausgedehntere, ältere Rutschgebiete zu neuem Leben erwacht waren, dann im Frühsommer 1926, wo die anhaltende Regenwitterung verheerend wirkte. Aus eigener Anschauung sind mir neue Rutschungen von dieser Zeit aus der Gegend von Kapfenstein, Pretal bei Kapfenstein, Neuhaus, Muggendorf usw. bekannt geworden. An den Rutschungen haben wir den sinnfälligsten Ausdruck der Fortwirkens bedeutender Abtragsvorgänge.

IX. Paläogeographischer Abschnitt.¹⁾

In diesem Abschnitt soll eine Übersicht der jungtertiären Entwicklung von Meer und Land am Blatte Gleichenberg gegeben werden, wobei noch einige allgemeinere Gesichtspunkte schärfer herausgearbeitet werden sollen.

Über die Zeit Altmiocäns ist nichts bekannt. Vermutlich entwickelte sich am Ende dieser Zeit oder schon im Mittelmiozän am Blatte Gleichenberg ein bedeutendes Zentrum vulkanischer Energie, welches von einem zentralen Eruptionspunkt aus zuerst andesitische, dann trachytische Laven abfließen ließ, welchen als jüngste Nachschübe vielleicht die Quarztrachyte zugehören. Tuffbreccien schalten sich zwischen die Laven ein. In der von jüngeren Sedimenten bedeckten Tiefe sind am Blatte Gleichenberg die weithin abgeflossenen Lavaströme, speziell von Andesit, verborgen. Es war ein mächtiges Vulkangebirge, das sich hier erhoben hatte, dessen orographische Höhe wohl 1000 m überstiegen haben dürfte.

Das Meer der zweiten Mediterranstufe drang schon über dieses Vulkangebirge und über die im Niedersinken begriffenen kristallinen und paläozoischen Schiefer, die damals zum guten Teil noch den Untergrund (im nördlichen Teil) des steirischen Beckens bildeten, vor. Schichten in „Grunderfazies“ und in Leithakalkentwicklung, letztere als Riffe die Felsküste umsäumend, bedeckten unser Gebiet von S her mindestens bis über die Raab hinaus. Im NO dürfte damals und z. T. auch noch zur sarmatischen Zeit eine Halbinsel barrenartig das oststeirische Becken von der kleinen ungarischen Ebene abgeschlossen haben.

Im „Untersarmat“ lagerten sich schlammige Sedimente in flächenhafter Verbreitung ab. Dann drang das Delta der Drau bis nach Oststeiermark vor und hinterließ den carinthischen Schuttkegel in weiter, flächenhafter Ausdehnung, dessen Schotterfeld nordwärts bis an die Gleichenberger Eruptivfelsen heranreichte. Wanderdünen begleiteten die Stirn der vordringenden Flußmündungen, in deren Bereich schilfreiche Altwässer sich ausdehnten.

¹⁾ Gleichzeitig zusammenfassender Überblick über die wissenschaftlichen Ergebnisse.

Eine Hebung des Wasserspiegels bringt zu Beginn des Mittelsarmats wieder mächtige marin-brackische Absätze, anscheinend etwas tieferen Wassers, über den Schotterfluren zum Absatz. Auch an den Schiefer- und Vulkanhöhen greift das Meer des Mittelsarmats an Brandungsterrassen transgredierend vor. In den schlammig-feinstsandigen Gründen des ältersarmatischen Meeres kam eine reichliche Tierentwicklung nicht zur Entfaltung.

Erst das Obersarmat schaffte hier einen Wandel. Das Meer wurde seicht, was sich in der vorherrschend sandigen Sedimentation, den häufig zu beobachtenden Erosionsdiskordanzen in der Schichtenfolge, an fluviatilen Einschwemmungen und in dem Strandcharakter der Fauna ausprägt. Nun ist die typische, sarmatische Tiervergesellschaftung mit ihrem großen Individuenreichtum, den Cerithien und vielen dickschaligen Formen, vorhanden. Kalkbänke und Lumachellen breiteten sich am Meeresboden häufig aus. Eigentümliche Schichtzyklen, bestehend aus der Folge Sand, Kalk, Mergel und Feinsand, beherrschen das Schichtbild. Für ihre Entstehung kann das Vor- und Rückfluten des Meeres, die Verschiebung der Sandbarren und die Öffnung und Schließung zeitweise abgeschnürter Randbecken mit reichlich organischem Absatz herangezogen werden. Offenbar näher den einmündenden Flüssen breiteten sich — im Gebiete von Feldbach — in einer Phase stärkerer Trockenlegung ausge dehntere Sumpf- und Küstenwälder aus, die von den hereinbrechenden Fluten des Meeres wieder zerstört wurden. Die Cerithien treten hier in fast unmittelbarer Begleitung der Kohle auf.

Ein wohl nicht sehr bedeutendes, aber deutliches Ansteigen des Wasserspiegels kennzeichnet den Beginn des Pontikums. Eine Zeitlang erschienen die Flußmündungen zurückgedrängt. Brandungsterrassen wurden am Gleichenberger Trachytmassiv und auch an der Schieferinsel eingearbeitet und im Becken entstehen schlammige Congerietegel. Bald aber wird das Meer seichter, sandet aus, bis schließlich an der Wende zum Mittelpontikum der „Kapfensteiner Fluß“ seine Schotter am trocken gelegten Seegrund in breiterer Talrinne fast quer über das ganze Kartenblatt ausbreitete. Die Landtierwelt bricht

in den verlassenen Seegrund vor, wie das „Dinotherium“ von Obertiefenbach, die Knochenfunde von Riegersburg, Edelsbach usw. erkennen lassen.

Dann dringen aber neuerlich die Fluten des Sees vor (Mittelpontikum). Von der nunmehr untertauchenden, waldreichen Küste werden Blattreste in ungezählten Exemplaren in den Seeschlamm eingebettet. Doch abermals wird der Seegrund seichter. Gewisse Teile geraten über das Spiegelniveau oder in dasselbe und Lignitflöze weiter Verbreitung entstehen. In diesen Wäldern und Sümpfen, die das Ausgangsmaterial für die Lignite gebildet hatten, nisteten sich Säugetiere ein, wie die Knochenfunde von Schiefer bei Fehring erkennen lassen. In der Hauptdepression schob sodann — offenbar bei völligen Zurückweichen des Sees — ein Alpenfluß seine Schotter vor (= Karnerbergschotter), um sodann wieder von den neuerlich vordringenden Seefluten zurückgedrängt zu werden.

Der Beginn des „Oberpontikums“ ist durch eine abermalige, kurz andauernde, fast völlige Trockenlegung des oststeirischen Beckens gekennzeichnet. Ein größerer zentralalpiner Fluß umfloß die Gleichenberger Kogel an ihrem Südsaum, an welchen er im Mühlsteinbruch Grobschotter hinterließ. Die von diesem Gewässer offenbar von weiter her mitgebrachten Nadel- und Laubholzstämme und Früchte zeigen uns an, daß er ein stark bewaldetes Terrain durchflossen hat. Östlich der Gleichenberge scheint er in ein Delta überzugehen, mit dünenartig bewegten Kies- und Schotterbänken, das freilich, wie die Inundationslehme zwischen Schotter in den Aufschlüssen von Jennersdorf zeigen, zeitweise trockengelegt war.

Noch einmal — diesmal zum letzten Male — dringt der See vor (oberpontische Sandablagerungen).

Der Eintritt des „Jungpontikums“ kennzeichnet die endgültige Verlandung. Ein mächtiger Schuttkegel baut sich nunmehr von dem Randgebirge bei Graz bis in die kleine ungarische Ebene hinein vor („Jungpontischer Silberbergschotter“). Die groben Geröllmassen häuften sich vermutlich bis zu 200 m Stärke übereinander auf. Aus der Oststeiermark war damals ein grobes Schotterfeld geworden.

Der basaltische Vulkanismus kennzeichnet den Abschluß der jungpontischen Periode. Zuerst entfloß vermutlich dem Stradener Kogel die Nephelinitdecke, dann öffnete sich der Kindbergkrater, der feine Aschentuffe — wahrscheinlich vom Stradener Kogel herbeigeweht — überdeckte. Hierauf folgte die Bildung eines Kesselkraters (Seindl). Die zahlreichen peripheren Tuffdurchbrüche sind vielleicht erst gleichzeitig mit den jüngeren Klöcher Ausbrüchen (Seindlcaldera) oder hernach entstanden. Ihnen liegt ein längerdauernder, komplizierter Intrusionsvorgang zugrunde. Zwischen den Aschentrichtern und dem „Lavasee“ des Steinberges dehnten sich hier mit Seewasser erfüllte Maarbecken aus, von fortdauernden Eruptionen in ihrem Bestand beeinträchtigt.

Mit dem Erlöschen des Vulkanismus geht eine Überschotterung der einsinkenden Basalttafel des Hochstradens Hand in Hand. Dann setzt aber — wir können es am Beginn des Mittelpliozäns voraussetzen — die Tieferlegung der Erosionsbasis und die tiefgehende Abtragung der Landschaft ein, die zur Entstehung von zwei bis drei mittelpliozänen Niveaus geführt hat, die auch schon in die vulkanischen Gesteine eingekerbt sind.

Mit fortdauernden Seitenverschiebungen der Talachsen schnitten sich die Flüsse im jüngeren Pliozän weiter ein und hinterließen als Dokumente ihrer einstigen Laufrichtung jungpliozäne Schotter-Lehmfelder an der Raab, Mur und ihren größeren Zuflüssen. Ihre Aufschüttungen kennzeichnen der Tiefen- und Seitennagung zwischengeschaltete Phasen der Aufschwemmung. Beeinflußt von fortdauernden Schollenbewegungen arbeiteten die Flüsse ihre diluvialen Talböden und schließlich jenen der Alluvialzeit aus. Gegenwärtig ist letzterer wieder in Aufschwemmung begriffen.

Eine zunehmende Modellierung von einer stetigen, aber zurückbleibenden Herabdrückung der Kammflur des Hügellandes gefolgt, kennzeichnet diesen jüngeren Entwicklungsgang der Landschaft, der auch die Herausmodellierung der unter lockeren Schuttgebilden begrabenen oder in diese eingelassenen Grundgebirgs- und vulkanischen Massen zustrebte. Letztere sind es, welche als ausdrucksvolle Erhebungen das Landschaftsbild beherrschen.

X. Montangecologischer Abschnitt.

Der Bereich des Blattes Gleichenberg ist arm an Bodenschätzen.

A. Lignite.

Zur Zeit, als die geologische Karte in Druck ging, waren noch zwei kleine Lignitbaue im Betriebe, während, bzw. unmittelbar nach dem Kriege waren noch zwei weitere im Abbau; gegenwärtig ruhen, soviel ich orientiert bin, alle. Es gibt zwei Lignithorizonte im Bereiche des Kartenblattes: einen obersarmatischen und einen älterpontischen.

Die obersarmatischen Schichten enthalten im hohen Niveau einen Lignithorizont, der zwar, wie Stiny genau berichtet (107), an verschiedenen Punkten beschürft wurde, aber nur an einer einzigen Stelle — bei Reitting — tatsächlich im Abbau stand.

In dem dem Ärar gehörigen Bau von Reitting, der eine Zeitlang das Lager Feldbach mit Kohle versorgte, ist das Flöz durchschnittlich 40—50 *cm* mächtig.¹⁾ Im Jahre 1916 wurden mehrere Stollen gewältigt (120 *m* lange Grundstrecken.) Die Lagerstätte zeigt ein Streichen nach 16^h 2° 50' und fällt unter 3° 50' nach 22^h 2° 50' ein. Stellenweise war ein Anschwellen der Mächtigkeit bis zu 90 *cm* zu beobachten. Gegen SO zeigte sich ein Aufblättern des Flözes unter Mächtigkeitsabnahme. Kleine Störungen durchsetzen das Flöz. (Absinken gegen NNO oder NO mit bis zu 1·3 *m* Sprunghöhe.) Der Heizwert des Lignits beträgt 3500 Kalorien, das bisher aufgeschlossene Kohlenvermögen 10.000 *t*.

Südwestlich von Reitting wurde beim Prädibauer seinerzeit ein kleines Flöz abgebaut, dessen Mächtigkeit zuerst 1 *m* betragen haben soll, dann aber auf 30 *cm* gesunken sei. (Stiny 107.)

Die Schürfe im Gütlergraben bei Feldbach haben nach Stiny (107, S. 3) ein Flözchen von 35 *cm* Mächtigkeit erschlossen, dessen Analyse ergab:

Wasser 16·85%, Wärmeeinheiten nach Berthier 2146;
Asche 39·75%, Äquivalent für 100 *kg* Holz 188·3 *kg* Kohle.

1) Ich folge den Angaben Stinys. Das Reittinger Flöz fand ich nicht mehr zugänglich.

Das Kohlenvermögen mag an 6000—7000 *t* betragen. Bezüglich der zahlreichen, weiteren negativen Schürflungen und Bohrungen im Raum von Feldbach vgl. Stinys Mitteilungen (107) und die umseitige Tabelle.

Unterpontische Lignite wurden bei Pichla (am rechten Gehänge des Leimbaches, etwas unterhalb des Weilers) und zwischen Gniebing und Paurach erschürft.

Mittelpontische Lignite wurden in der Nachkriegszeit bei Schiefer bei Fehring, bei Weinberg bei Fehring, bei Hohenbrugg, bei Magland (nordwestlich von Krieselstein bei Jennersdorf) und bei Henndorf beschürft, bzw. abgebaut.

Schiefer. In einem Schurf im Nordostabfall des Kroppwaldes (südöstlich von Schiefer) beobachtete ich eine Flözmächtigkeit von 33 bis 35 *cm* und ein unbedeutendes Hangendblatt. Über dem Lignit lagerten zuerst 70 *cm* zähe Tone mit Kohlenstücken und Blattresten, dann sandige Schichten. Seehöhe des Schurfes um 265 *m*.

Der eigentliche Abbau, der längere Zeit anhielt, fand etwa 600 *m* weiter östlich, gegen Welten zu, hart an der steirisch-burgenländischen Grenze statt. Mehrere Stollen waren aufgeföhren worden. Das Flöz lag hier um etwa 10 *m* tiefer (bei 255 *m*) im Grundwasserspiegel. Die Mächtigkeit bestimmte ich mit 45 *cm*. Sie soll zwischen 30 und 60 *cm* schwanken. Ein unbedeutendes an- und abschwellendes Hangendflözchen ist vorhanden. Sandig, lettiger Ton bedeckt das Flöz. Darüber breitet sich diluvialer Terrassenschotter aus. Die Schwierigkeiten der Wasserhaltung sollen vor allem den Bau zum Erliegen gebracht haben.

Hohenbrugg. Hier bestand am Ostrande des Ortes ein Lignitbau, welcher ebenfalls mit dem Wasserzudrang zu kämpfen hatte und eingestellt werden mußte. Ein Liegendflöz zeigte eine Mächtigkeit bis 45 *cm*, ein Hangendflöz von 25 *cm*. Zwischen beiden war ein Zwischenmittel von Ton mit 1 *m* Mächtigkeit (feiner Töpferton). Das Liegende bilden kohlige Tone mit Holzstückchen. Das Flöz fiel ostwärts ein. Ein zirka 600 *m* östlich gelegener Schurf zeigte es demgemäß in tieferem Niveau (unter dem Straßenniveau).

Auch bei dem nahegelegenen Weinberg wurde im Hintergrunde des zirka 800 *m* östlich des Ortes ausmündenden Grabens ein Flözchen durch einen Schurfbau

aufgeschlossen, dessen Mächtigkeit ich mit zirka 40 *cm* bestimmte. Es wird von 1·50 *m* plastischem Ton überdeckt. Es gehört wohl dem gleichen Niveau wie jenes von Hohenbrugg und Schiefer an, liegt aber, dem allgemeinen Ansteigen der Schichten gegen W entsprechend, um etwa 50 *m* höher, als an dem erstgenannten Punkte. Zur Verwertung der Tone und Lignite wurde an Ort und Stelle ein Ziegelofen errichtet. Das Unternehmen hatte aber keinen Erfolg.

Bei Magland (Krieselstein NW) bestand durch längere Zeit hindurch ein Stollenbetrieb in dem Graben des Leimbaches beim Lautenberg. Als ich die Stelle besuchte, war der Stollen bereits verfallen. Nach Petrascheck (125, S. 24) betrug die Mächtigkeit 70 *cm*.

Etwas größere Bedeutung besitzt das Ober-Hennendorfer Revier (bei Gillersdorf), wo schon vor dem Kriege durch Jahre hindurch gearbeitet wurde. Es liegt auf burgenländischem Boden und entspricht der Position nach dem Fehringer und Krieselsteiner Horizont (Mittelpontikum). Es fällt deutlich gegen O ein. In dem westlichen Einbau, der in dem Graben südwestlich von Gillersdorf 1924 wieder gewältigt wurde, fand ich den Lignit 60—65 *cm* mächtig und ein Hangendflöz von 15 *cm* Mächtigkeit. Über dem Lignit lagern 30—40 *cm* Tone, dann tonige Sande. Das Hangendflözchen ist stellenweise abgequetscht.

Das Flöz soll bis zu den über 1 *km* östlich gelegenen älteren Einbauten mit östlichem Einfallen durch Versuchsbohrungen festgestellt worden sein. Diese sind unzugänglich. In den östlichen Bauten soll die Mächtigkeit 70—85 *cm*, stellenweise bis zu 120 *cm* und darüber betragen haben. Diese Baue sind seinerzeit durch einen Firsteinbruch zum Erliegen gekommen. Später wurden Versuche unternommen, die alten Baue mit einem Stollen zu unterfahren, um die Grubenwässer abzuleiten. Noch 1925 wurde ein solcher Stollen vorgetrieben; über den Erfolg ist mir nichts bekannt.

Auf der Hofleiten bei Kapfenstein ist ein Flözchen von 20 *cm* erschlossen. Es enthält Schilfabdrücke und zeigt einen Wurzelhorizont, ist also wohl eine Sumpfbildung. Bei Pretal (östlich von Kapfenstein) wurde beim Hause Kumsteck bei einer Brunnengrabung ein Lignit von zirka 30 *cm* Mächtigkeit erschlossen, dessen, im chemischen

Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt durch Herrn Hofrat Ing. C. F. Eichleitner durchgeführte chemische Analyse folgendes Resultat ergeben hat:

Kohlenstoff	23·10%
Wasserstoff . . .	2·20%
Sauerstoff und Stickstoff	12·56%
Schwefel, verbrennlich	6·39%
Wasser	14·15%
Asche	41·60%
	Summe
	100·00%
Schwefel in der Asche	6·86%
Gesamtschwefel	7·25%
Brennbare Substanz	44·25%
Kalorien aus der Analyse berechnet	20·64%

All diese, im wesentlichen einem einzigen, mittelpontischen Niveau zugehörigen Lignite hatten nur in der Zeit großen Brennstoffmangels eine geringe Bedeutung. Nachstehend eine Tabelle der Lignitschürfe aus Blatt Gleichenberg, soweit ich hierüber Daten in Erfahrung brachte.

B. Erze.

In den Spalten und Klüften des Quarztrachyts von Gleichenberg treten stärkere Adern von Schwefelkies auf. Teils erfüllen diese eine große, z. T. von Harnischen begrenzte Kluft, teils erscheinen sie als funkelnder Besteg auf sekundären Klüften. Diese Gangfüllungen besitzen aber infolge ihrer zu geringen Mächtigkeit — die Hauptmasse der Klüfte wird von zersetzten Andesiten und tonigen Neubildungen eingenommen — kaum eine praktische Bedeutung.

Die vererzten Schiefergesteine des Stadlberges hat schon F. Stoliczka im Jahre 1863 erwähnt (29, S. 4). Er sagt hierüber: „Spateisensteine treten in den Tonschiefern teils als schwache Einlagerungen, teils in größerer Mächtigkeit, wie an dem sogenannten Roten Berge auf. Ihre Abbauwürdigkeit hat man hier nirgends versucht und sie scheinen in der Tat arm zu sein. Ein sehr geringer Kupfergehalt macht sich ebenfalls bemerkbar.“

Im Südwestteil des Klöcher Massivs fand ich über den vulkanischen Bildungen eine ähnliche, vererzte tertiäre Verwitterungszone.

Oststeirische Lignite in der Umgebung von:

Nächster größerer Ort	Alter	Lokalität	Anzahl d. Flöze	Mächtigkeit in cm*)	Art des Auftretens	Spez. Bemerkung.
Tieschen	M. Sa.	Tieschen	1	21	Ausbiß	
"	"	„Brodelsulz“	1	?	"	
"	"	Gießelsdorf	1	?	"	
Gleichenberg	"	Kurort	1	?	"	
Feldbach	O. Sa.	Göllgraben	1	35	Schurf	1)
"	"	Jaukgraben	1	?	"	
"	"	Friedhof Feldbach	1	60	"	
"	"	Städtische Ziegelei	2	$\frac{10}{?}$	Ausbiß	
"	"	Gleichenberger Straße	1	10	Bohrloch	2)
"	"	detto bei Bahnübersetzung	1	200	"	3)
"	"	Brauhauskeller	1	?	Ausbiß	4)
"	"	bei ↯ 331	1	15	"	
"	"	Oedt	1	40	"	5)
"	"	(30)	1		Bohrloch	6)
"	"	Prädibauer	1	30—100	Schurf	
"	"	Schrötterbauer	1	30—40	Ausbiß	
"	"	Obergiem	1	?	"	
"	"	Reitting	1	40—50	Schurfbau	7)
"	"	Gossendorf	1	?	Schurf	8)
"	?	Leitersdorf	1	15	Ausbiß	
Gleichenberg	O. Sa.	Jamm	1	20—25	"	9)
"	"	Schloß Gleichenberg	1	63	Brunnengrabung	10)
Kapfenstein	U. P.	Pichla SO	1	10—40	Ausbiß	11)
Feldbach	"	Zwischen Gniebing u. Paurach	1	?	"	
Schiefer } b. Fehring }	M. P.	NO-Fuß des Kropfwaldes	1	33—35	Schurf	12)
"	"	An der burgenländ. Grenze	1	30—60	Kleiner Bergbau	13)
Hohenbrugg	"	Ostrand des Ortes	2	$\frac{30-45}{25}$	Schurfbau	
Fehring	"	Weinberg (Ost)	1	40	"	
"	"	Kohlgrub	1	5	Ausbiß	
"	"	Hartl, südwestl. Fehring	1	60—80	Schurf	
"	"	Dörfla bei Hohenbrugg	1	32	"	
"	"	Petersdorf	1	15	Ausbiß	
Pertlstein	"	Südlich Schwengental			Schurf	14)
Kapfenstein	"	Hofleiten	2	$\frac{20}{5}$	{ Ausbiß an der } { Straße }	
"	"	Pretal	1	zirka 30	Brunnengrabung	
"	"	Reingraben	1	?	"	
Jennersdorf	"	Nördlich von Jennersdorf	1	30	Schurf	15)
Krieselstein	"	Lehgraben	1	70	Schurfbau	
Gillersdorf	"	Ober-Henndorf, W	1	75—85	"	
"	"	Ober-Henndorf, O	2	$\frac{66-65}{15}$	"	
Ober-Limbach	"	Ob-Limbach, nordw. d. Ortes	1	?	Ausbiß	

M. Sa. = Mittelsarmatisch; O. Sa. = Obersarmatisch; U. P. = Unterpontisch;
M. P. = Mittelpontisch.

1) Kohlenvermögen geschätzt auf 6000—7000 t; 2) 73 m Überlagerung; 3) 71 m Überlagerung, durch Tegel unrein; 4) schwaches Flöz; 5) durch Sandlagen verunreinigt; 6) kohlige Erde; 7) 1916 im Abbau, aufgeschlossenes Kohlenvermögen 10.000 t; 8) 1923, einige Zentimeter stark, bloßgelegt; 9) stark tong verunreinigt; 10) Angabe nach R. v. Freidau; 11) Rutschgebiet, Kohle verdrückt und gestaut; 12) Hangendschmiltz; 13) geringmächtiges Oberflöz; bis 1924 im Betrieb. 14) 60 bis 200 cm kohligter Ton; 15) unzulig, mit Pflanzenresten. *) Unter dem Bruchstrich ist die Mächtigkeit von Hangendflözen angegeben.

XI. Materialkundlicher Teil.

1. Bausteine. Als Bausteine kommen im Bereiche des Kartenblattes in erster Linie die Basalttuffe und Tuffite, dann die sarmatischen Kalksandsteine und Kalke, in zweiter Linie auch Trachyte, Quarztrachyte und paläozoische Kalke in Betracht.

Die Basalttuffe von Unterweißenbach wurden während der Kriegszeit in größerem Umfang für Zwecke des Lagers Feldbach, speziell für die damals begonnenen Bahnbauten, in Verwertung gezogen. Das Material aus den Basalttuffbrüchen von Pertlstein wurde seinerzeit für die Objekte der Eisenbahn Graz—Fehring (Ungarische Westbahn) in Verwendung genommen. Für die Radkersburger Bahnlinie wurden die Basalttuffe des Klöcher Massivs (Steinbruch von Jörgen) gebrochen. Die gut zementierten Tuffe und die aschenreichen Tuffite der Wirberge bei Gleichenberg und vor allem jene des nördlich anschließenden Röhrkogels¹⁾ wurden seinerzeit in weitgehendem Maße für die schönen Bauten des Kurortes Gleichenberg (Kirche usw.) herangezogen.

Für örtliche Bauzwecke werden auch die Tuffitsandsteine von Fehring¹⁾ und Gnas, die Tuffe von Kapfenstein, Oberlimbach (Hauptvorkommen) und jene des Hohenwarts und des Zahrerbergs bei Klöch gebrochen. Die meist ungeschichteten Basalttuffe von Neuhaus, Aschbuch, Krieselstein, Forschkogel bei Gossendorf, Edelsbach und jene der kleineren Durchbrüche von Oberlimbach sind nur zur Not — mangels besseren Materials in der Nähe — bei der bäuerlichen Bevölkerung für Bauzwecke in Verwendung gekommen.

Im allgemeinen bilden die Tuffe, wenn sie eingemauert und verputzt werden, ein dauerhaftes Baumaterial, während sie an der Luft mehr oder minder rasch zerfallen.

Nebst den Basalttuffen werden im Gebiete von Tieschen (Klöcher Massiv) vielfach die Schlackenbasalte und Schlackentuffe als Bausteine verwendet. Infolge ihrer Zähigkeit bilden sie ein widerstandsfähiges, infolge ihrer Porosität ein gut ventilierendes Baumaterial. (Brüche am Kindbergkogel bei Klöch.) Im Boden (als Fundament) sollen sie aber rascher zerfallen.

¹⁾ Vgl. die Druckfestigkeitsangaben in der Tabelle.

Die festen Basalte werden vermöge ihrer Sprödigkeit und schweren Bearbeitbarkeit weniger für Bauzwecke verwendet.

Aus den Quarztrachyten (im Schaufelgraben bei Gleichenberg) werden größere Quadern herausgebrochen.

Wo Kalke und Kalksandsteine (im oberen Sarmat) vorkommen, werden auch diese für örtliche Bauzwecke benützt, speziell in der Gegend von St. Anna, Maierdorf, Gnas und St. Georgen.

2. Mühlsteine. Zu Mühlsteinen werden Quarztrachyte, früher auch die verkieselten Schotter des Oberpontikums (vom Mühlsteinbruch bei Gleichenberg), verarbeitet. Bei ersterem Gestein ist nur das reichliche Auftreten der sehr rasch verwitternden, grünen Tuffeinschlüsse im Fels eine unangenehme Nebenerscheinung. Diese Einschlüsse erzeugen Löcher im Stein. Der Mühlsteingewinnung aus dem verkieselten Schotter des Steinbruches am Gleichberger Kogel (Bscheidkogel) verdankt die Wissenschaft die große Ausbeute an fossilem Holzmaterial, das Unger (19) seinerzeit beschrieb. Leider ruht der Betrieb gegenwärtig völlig.

3. Gewinnung von Steinplatten. Der obersarmatische Kalksandstein von Gossendorf wurde früher in der weiteren Umgebung ganz allgemein als Material für Steinfließen verwendet und ist unter der Bezeichnung „Gossendorfer Stein“ bekannt. Infolge der festen Zementierung des Sandsteines und schönplattigen Beschaffenheit war dies Material hiezu gut verwertbar. Das Aufkommen des Betons hat seine Verwendung verdrängt.

4. Kalkbrennereien. Kalkbrennereien sind oder waren doch in letzter Zeit bei der Mühle von Klapping, wo die Leithakalke gebrannt wurden, bei Neustift (beim obersarmatischen Kalkbruch an der burgenländischen Grenze) und bei Kiensdorf (ebenfalls obersarmatische Kalke) in Betrieb.

5. Tonmaterialien. Ob feuerfeste Tone im Bereiche des Kartenblattes auftreten, ist nicht sicher. Möglicherweise sind die gelegentlich in Begleitung der Lignite auftretenden milden Tone feuerfest. Proben aus den äußerst feinkörnigen, tuffitischen Tönen der Sulzberge bei Gleichenberg erwiesen sich nicht als feuerfest (höherer Eisengehalt, siehe Analyse S. 83); desgleichen nicht die eigentümlichen,

kieselig-tonigen Umwandlungsprodukte der Andesite vom Nordgehänge des Bscheidkogels bei Gleichenberg.

Töpfertone wurden in der älteren, geologischen Literatur stets von St. Anna und vom nahen Guitzenhof (jetzt Jugoslawien) erwähnt. Von beiden Örtlichkeiten bezog die Krügelei in Gleichenberg, die aber schon 1841 ihren Betrieb einstellte, das Rohmaterial. Es waren offenbar die älter-sarmatischen, grünen, plastischen Tone, die durch Abschwemmung von der paläozoischen Schieferinsel entstanden sind und viele, stärker aufgearbeitete Substanzen enthalten, welche abgebaut wurden.

6. Tone und Lehme für Ziegelerzeugung. Größere Ziegeleien bestehen derzeit in Gniebing, Feldbach, Fehring, Jennersdorf und am Fuße des Schlößls bei St. Gotthardt. In Gniebing wird unterpontischer Congerientegel zur Ziegelfabrikation verwendet, der hier in einer etwa 10 m mächtigen Lage aufgeschlossen ist. In Feldbach und Fehring werden die diluvialen Terrassenlehme verwendet. Westlich von Jennersdorf (große Ziegelei an der Straße gegen Hohenbrugg) und beim Schlößl von St. Gotthardt sind es Gehängelehme, wohl diluvialen Alters, die zur Ziegelfabrikation Verwendung finden. Die Ziegelei im Orte Jennersdorf nützt oberpontische Lehmblätter aus, die zwischen Sanden und Kiesen lagern und die ich für alte Inundationslehme halte. Bis zu Kriegsbeginn gab es auch in Gleichenberg eine Ziegelei, am Fuße der Wirberge, welche mittelsarmatische Mergel abbaute. Kleinere Ziegelschläge bestehen bei Hürth, Sulzbach, Grub usw., meist im Bereich der Diluviallehme.

Die pontischen Tone¹⁾ und die sarmatischen Mergel scheinen zur Ziegelfabrikation nicht so geeignet zu sein, wie die einen stärkeren Aufbereitungszustand besitzenden, jungpliozänen und diluvialen Terrassen- und Gehängelehme. Von der bäuerlichen Bevölkerung werden die für den Eigenbedarf nötigen Ziegel gewöhnlich selbst geschlagen, wozu in Bereiche der Terrassengebiete die Terrassenlehme, sonst aber häufig Gehängelehme oder die auf den Rückenhöhen stärker verwitterten (pontischen und sarmatischen) Tone verwendet zu werden pflegen.

¹⁾ Nur die unterpontischen, plastischen Congerientegel scheinen ein gutes Ziegelrohmaterial darzustellen.

7. Natürliche Schotter-, Kies- und Sandlager. Grobschotter sind sowohl in einem tieferen sarmatischen Niveau, wie im älteren Pontikum („Kapfensteiner Schotter“, „Karnersbergshotter“), als auch im jüngsten Pontikum („Silberbergshotter“) eingeschaltet. Dazu kommen noch die Grobschotter der Terrassenfelder.

Auf die sarmatischen Schotter bestehen Schottergruben bei Trössing, Krusdorf, Waldsberg, Straden, Unterkarla, Grub usw. Das Material, welches viel Kalk enthält, wird zur Straßenbeschotterung verwendet.

Der „Kapfensteiner Schotter“ des älteren Pontikums wird in einer Grube am Weinkogl bei Pichla, in zahlreichen kleinen Gruben bei Neustift, Kapfenstein, Gossendorf, Petersdorf (Feldbach SSO) und im Gebiet nördlich des Prädibergs für Beschotterungs- und Bauzwecke abgebaut.

Der Karnersbergshotter wird am Karnersberg bei Riegersburg für örtlichen Bedarf und für die Beschotterung der Straße nach Feldbach abgegraben.

In den feinkörnigen „oberpontischen (höherpontischen)“ Basalschottern besteht bei Schloß Tabor eine Schottergrube, nebst welcher noch viele kleine existieren. In geringerem Maße werden die diluvialen und jungpliozänen Terrassenschotter abgebaut, da sie meist unreiner sind (lehmiges Bindemittel), geringere Mächtigkeit und oft stärkere Lehmüberdeckung aufweisen. Kleine Gruben in Terrassenschottern bestehen südlich und ost-südöstlich von Fehring, eine größere bei Heiligenkreuz im Lafnitztale u. a.

Bei Fehring werden die Raabschotter von den Sandbänken unterhalb der Berghofer Mühle gewonnen.

Kiese und Sande für örtliche Bauzwecke werden an zahllosen Stellen im Bereiche der sarmatischen und pontischen Schichten abgegraben. Bei Raabau bestand während des Krieges ein stollenmäßiger Abbau eines pontischen Sandlagers zur Gewinnung von Bausand.

8. Hartschottermaterialien. Die vulkanischen Gesteinsmassen enthalten größere Vorräte an Hartschottermaterialien:

a) Basalschotter. Basalte für Beschotterungszwecke wurden bisher in größerem Maßstabe nur am Steinberge

bei Feldebach gewonnen, wo während des Krieges der Abtransport des Materials mittels einer Seilbahn und mittels einer Bergfeldebahn erfolgte. Die Säulenbasalte, welche im großen Steinbruche auf der Nordseite des Steinberges durchziehen, geben einen guten Schotterbasalt ab,¹⁾ der aber eine sehr bedeutende Überlagerung (bis über 20 m) durch minderwertige Basalte²⁾ (und Tuffe) aufweist, die als „Sonnenbrenner“ ausgebildet sind. Die im großen Steinbruch im Liegenden der Säulenbasalte auftretenden Basaltgesteine verwittern zwar scharfkantig, sind aber dennoch — bei längerer Einwirkung der Atmosphärien — von morscher Beschaffenheit, was von einer eigentümlichen Sonnenbrennerstruktur herrührt. (Fleckenweise Nephelinanreicherungen.) Was tiefer darunter liegt, ist nicht erschlossen. (Nach J. Stiny, Stengelbasalte.) Die technisch wertvollen Säulenbasalte sind nur auf der Nordseite des Steinbergs (Nordkuppe) aufgeschlossen. An der Ost-, West- und Südflanke der Nordkuppe sowie an der Südkuppe treten minderwertige Basalte, meist Sonnenbrenner, zutage. Die Gesteine der „Mulde“ zwischen beiden Kuppen, die in kleineren Brüchen abgebaut werden,³⁾ zeigen eine mit der fluiden Struktur zusammenhängende, lagige Absonderung, die ihre Qualität trotz gerade nicht ausgesprochener Sonnenbrennerstruktur herabsetzt.

Stein bei Fürstenfeld. Hier bestand in der Zeit vor dem Krieg (1912—1916) ein größerer Basaltbetrieb, der hernach eingestellt wurde. Nur für lokale Zwecke wurde in den letzten Jahren in kleinem Maßstabe wieder gearbeitet. Der Basalt von Stein ist sehr reich an fremden Einschlüssen und z. T. typischer Sonnenbrenner. Die Ungleichartigkeit des Materials prägt sich auch in den stark abweichenden Werten der beiden vorliegenden Druckfestigkeitsproben (siehe Tabelle Nr. 10 und 11) aus. Der Basalt liegt weit von der Bahn ab.

Neuhaus am Klausenbach. Bei der Geringfügigkeit des Vorkommnisses hat der an und für sich gute Basalt nur lokale Bedeutung.

1) Siehe Druckfestigkeitstabelle Nr. 1—3 und Nr. 5—6.

2) Siehe Druckfestigkeitstabelle Nr. 4 und Nr. 7.

3) Siehe Druckfestigkeitstabelle Nr. 8—9.

Druckfestigkeiten und spezifische

	Gestein	Örtlichkeit	Druckfestigkeit in kg pro cm^3			
			trocken			
Basalte	1 Trachydolerit	Steinberg bei Feldbach	3183			
	2 Nephelinbasanit	Säulenbasalt.	2937			
	3 Nephelinbasanit	Großer Bruch	2445			
	4 Nephelinbasalt	ditto. Über dem Säulenbasalt	1852			
	5	Säulenbasalt	Basaltsäulen im Walde östlich des Bruches am Steinberg	3270, 3220		
	6			2540, 2520		
	7	Nephelinbasalt	Überlagerung des Säulen- basalts im Walde östlich des großen Bruches am Steinberg	1090, 1040		
	8	Nephelinbasalt	Mulde zwischen Nord- und Süd- kuppe des Steinberges	1760, 1730		
	9	Nephelinbasalt	Kleiner Bruch an dem oberen Westrand des Steinberges	1765, 1770		
	10	Nephelinit	Stradner Kogel bei Gleichenberg. Nordabfall	2380	Druckfestigkeit in kg pro cm^3	
				wasser- satt	nach 25 maligen Gefrieren	
11	Limburgit	Stein bei Fürstenfeld	1558	1644	2200	
12			3447	2938	3481	
13	Basalttuff	Burgfeld bei Fehring	94	87	—	
14			106	120	—	
15		Gleichenberg	615	380	542	
16			861	947	868	
17	Quarztrachyt	Schaufelgraben bei Gleichenberg	565	344	540	
18	roter Andesitoid	Klause bei Gleichenberg	1143	1087	1113	
19	grüner Andesitoid		934	949	658	

ewichte oststeirischer Eruptivgesteine.

Abnützung pro 440 Touren der Schleifscheibe bei 25 cm Radius in cm ³ ¹⁾	Wasser- aufnahme in 8 Tagen in Gewichts- prozenten	Spezifisches Gewicht	Bemerkungen
		2·88	} Von Professor J. Stiny mitgeteilt
		2·83	
		2·80	
		2·64	
		—	} Ausgeführt von der technischen Versuchsanstalt der technischen Hochschule Wien. typischer Sonnen- brenner
		—	
		—	
		—	
		—	} Vom Plateau oberhalb Teufels- mühle
		—	
5·7	—	2·56	} Nach Hanisch
10·3	—	3·08	
—	—	—	
—	—	—	
18·7	3·02	2·11	
23·8	3·74	2·23	} Ausgeführt im Technol. Gewerbe- museum Wien
19·77, 22·64, 22·34	3	2·27—2·29	
9·38, 10·17, 9·51	0·4	2·27—2·32	
13·65, 13·53, 14·15	0·97	2·37—2·39	

¹⁾ Bei Angabe von drei Werten: Parallel zum Lager, nach der zweiten, bzw. dritten Würfelfläche.

Klöcher Massiv. Am Kindbergkogel bei Tieschen wurde ein milderer Basalt aus einer Radialspalte für Schotterzwecke abgebaut. Bei Jörgen ist ein größerer Basaltbruch (Westrand der Seindlcaldera). Hier wird Material für die Beschotterung der Bezirksstraße gebrochen. Der Basalt ist aber überwiegend Sonnenbrenner.

Hochstradenzug. Die ausgedehnte und mächtige Basaltdecke des Hochstradens wird nur an wenigen Stellen von Steinbrüchen angegriffen. An ihrem Südende befindet sich der sogenannte Brantweinerbruch (Patzbergen westlich von Tieschen), wo „Sonnenbrenner“ auftreten. Nördlich davon liegt der Bruch am Neusetzberge. Die unteren Partien bestehen hier zwar aus gutem Basalt, darüber liegt — an die 24 m — Sonnenbrennerbasalt. Im bescheidenen Maße wird hier Schottermaterial für die Bezirksstraße gebrochen. Bei der Teufelsmühle am Nordrande des Hochstradens ist ein Basalt- und Tuffbruch, wo Material für Lokalbedarf gewonnen wird. Hier tritt der Basalt in mächtigen Wänden zutage, die z. T. aus gutem Schotterbasalt bestehen. Leider ist das Verhältnis der Mächtigkeit des „guten“ Basalts zu dem minderwertigen (Sonnenbrenner) ein ungünstiges und die Dicke des verwertbaren Materials sehr wechselnd.¹⁾ Von einer höheren Basallage (vom Terrain oberhalb des Bruchs am Plateau) liegt eine Druckfestigkeitsprobe vor (Nr. 10 der Tabelle). Die basalen Basalte, über dem Tuff der Teufelsmühle gelagert, besitzen zweifelsohne eine höhere Druckfestigkeit, wurden aber noch nicht geprüft.

So ausgedehnt die Basaltlager im weiteren Bereich von Gleichenberg auch sind, so haben sie doch infolge der schwierigen Abbauverhältnisse noch keine dauernde Basaltindustrie ins Leben gerufen.

b) Trachyte und Andesite. Nur ein einziges Gestein des Gleichenberger Massivs wurde bisher in nennenswertem Maße zur Straßenbeschotterung verwendet: die Andesitoide der Klause, welche derzeit vom Bezirke Feldbach für Straßenbeschotterung verwertet werden. Hier sind rote und grüne Andesitoide mit einer Tuffbreccieneinschaltung

¹⁾ Ich möchte angesichts vorherrschend minderwertiger Qualität vor größeren Investitionen warnen.

vorhanden. Das Gestein ist durch postvulkanische Vorgänge beeinflusst (Chloropalbildung, auch Kluftzonen). Die Druckfestigkeit ist eine sehr mäßige (siehe Tabelle Nr. 17—19).¹⁾ Der Abbau kann aber hier mit bedeutender Abbauhöhe (ohne bedeutendem Abraum) vor sich gehen. Die Wetterbeständigkeit des Andesitoidschotter soll eine ungünstige sein.

c) Die Gesteine der Schieferinsel können infolge ihrer mürben Beschaffenheit nur im Notfalle für Straßenschotter verwendet werden.

XII. Kulturtechnischer Abschnitt.

Die rückschreitende Erosion der Bäche in den Quelltrichtern, die Lateral- und Tiefenerosion der Flüsse und vor allem die Rutschungen bedrohen die menschlichen Ansiedlungen in dem oststeirischen Tertiärgebiet. Die Haupt- und Nebentäler sind, soweit sie im jungen Aufschwemmungsbereich liegen, stets den Überflutungen der Hochwässer ausgesetzt und oft versumpft.²⁾ Daher weichen ihnen die menschlichen Siedlungen aus. Die Einzelhöfe und Dörfer liegen meist auf den Gehängen, Höhen oder Terrassen. Fast alljährlich kann man sich von der Größe und den Wirkungen der Raabhochwässer überzeugen.³⁾

Der Erosion der rückschreitenden Quellbäche kommt als schädigender Faktor nur eine geringere Bedeutung zu. Nur dort, wo mächtigere Quelladern herabfließen, wie an den Nordosthängen des Hochstradenplateaus (bei Waldra), sind tiefere Schluchten eingerissen, deren dauernde Vertiefung die Weganlagen häufig gefährdet.

Ungleich bedeutungsvoller sind die nahezu allgegenwärtigen „Rutschungen“ für den Bestand von Häusern und Straßen. Alljährlich wird eine sehr große Anzahl von

¹⁾ Ich verdanke die Druckfestigkeitswerte dem Entgegenkommen von Herrn Ing. Frühwirth der Baubezirksleitung Feldbach, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

²⁾ Soweit nicht künstliche Entsumpfungen stattgefunden haben. (Vgl. Graf Braida, 149.)

³⁾ Vgl. hierzu die Abbildungen und Bemerkungen bei J. Stiny (109).

Gebäuden von Rutschungen bedroht und müssen oft nur mit primitiven Mitteln in ihrem Bestand gesichert werden. Klaffende Mauernisse, verschobene Obstbäume, abgesunkene Wegstrecken geben alljährlich Zeugnis von der Fortdauer dieser Bodenbewegungen.

Viele Einzelhöfe sind in die vernarbten Rutschungsstufen älterer Ableitungen eingebaut. Dies geschah deshalb, weil in dem bewegten Hügellande die Terrassen der abgesunkenen Hangstufen die einzigen halbwegs ebenen Geländeteile darstellen, und hier außerdem Wasser als Quelle zutage tritt oder doch in einem seichten Brunnen erhalten werden kann. Aber meist leiden die hier aufgeführten Baulichkeiten unter der Einwirkung von Nachbewegungen. Die Gehänge des pontisch-sarmatischen Hügellandes sind — außer in Sandgebieten — meist in einem labilen Gleichgewichtszustand. Geringere, künstliche Eingriffe vermögen oft bedeutende Massenbewegungen durch Rutschungen auszulösen. Der während des Krieges begonnene Bahnbau Feldbach—Gleichenberg hat gute Belege für diese Labilität beigebracht. Wo Einschnitte im Terrain gemacht wurden, setzte sich dieses, z. T. die ausgehobene Trasse aufwölbend — in Bewegung. Es entstanden hiebei nach oben hin weitausgreifende Abrißnischen.

Unermeßliche Schäden richten die Rutschungen an den Kulturen an. Besonders im Acker- und Wiesenlande sind sie gefürchtet, da sie Ödland bedingen, welches infolge der Zerklüftung nicht oder nur mit großer Mühe der Bearbeitung wieder unterzogen werden kann und infolge der Durchnässung versumpft. Durch die Rutschungen entsteht also nicht ein einmaliger, sondern ein durch Jahre hindurch fortwirkender Schaden. Die Maßnahmen zur Hintanhaltung von Rutschungen wären daher wichtige Aufgaben, um menschliche Wohnstätten, Betriebsgebäude, Kommunikationen zu erhalten und um Kulturflächen vor größeren Schäden zu bewahren. Nur die geologische Kenntnis des Terrains vermag hier grundlegende Anhaltspunkte für die Bekämpfung der Rutschungen zu gewähren. Da die Rutschungen oft sehr tiefgreifende sind, so werden hier dem Techniker viel schwierigere Aufgaben gestellt, als bei der Anlage einer einfachen Drainage.

XIII. Quellkundlicher und Grundwasser-Abschnitt.

1. Die Quellen im Sedimentgebiete. Bei dem allgemein verbreiteten Wechsel toniger, sandiger und schottriger Lagen erscheinen die Quellhorizonte naturgemäß an die Basis der letzteren, an die Grenze gegen die unterlagernden, undurchlässigen Tone geknüpft. Die nur aus Sand und Schotter aufgebauten Rücken erscheinen dagegen sehr wasserarm (z. B. obersarmatischer Sandrücken von St. Anna am Aigen, jungpontischer Silberberg Rücken). Aber nur selten liegen die Verhältnisse so, daß der Austritt der Quelle genau dem Ausstrich der stauenden Tonbank entspricht. Meist erscheint der Quellaustritt nach abwärts verlegt. Denn ein Großteil der Gerinne auf Blatt Gleichenberg entstammt Quellen, die in abgerutschten Schollen, an der Stirn der abgeglittenen Masse (respektive in den Grabentrichtern an deren Flanke) entspringen. Indem dort die durchweichten, tonigen Gesteinsmassen vorquellen, zieht sich hier die undurchlässige Unterlage tiefer herab, den Austrittspunkt der Sickerwässer hinabverlegend. An den tiefsten Stellen der Rutschungskessel und Nischen liegen also die natürlichen Konzentrationspunkte für die zusickernden Wässer und somit die Vorzeichnungen für Quellaustritte.

Wie die Erfahrungen bei den Brunnengrabungen zeigen, ist die Wasserverteilung auf den Höhenrücken auch bei gleichartigem Schichtenbau eine recht unregelmäßige. Dies hängt einerseits mit der wechselnden Mächtigkeit der überlagernden, infiltrierenden Gesteinsmasse, die mit der Terrainkonfiguration wechselt, dann aber mit der Schichtenneigung zusammen. In der Gegend zwischen Kapfenstein und Neuhaus z. B., wo ostgerichtete Neigungen vorherrschen, sieht man an dem NS verlaufenden Rücken die überwiegenden Quellaustritte auf den Osthängen, die Regel der Brunnenmacher bestätigend, daß man auf den gegen Sonnenaufgang gewendeten Hängen Aussicht habe, Wasser zu erschließen. Die Quellwässer treten also, der Neigung der undurchlässigen Unterlage entsprechend, einseitig aus, indem sie gegen Einschnitte, Runsen, Rachen konvergieren und hier Quellen bilden. Dadurch kommt

in dem sonst aus regelmäßigen Schichten aufgebauten Gelände eine Ungleichmäßigkeit in der Wasserverteilung und Quellanordnung zustande.

Die stärksten Quellen finden sich im Bereich des basaltgekrönten Hochstradenrückens, wo das mächtigste Massiv vorliegt, auf dessen Höhe das Eruptivgestein einen ausgedehnten Wasserspeicher bildet. Die Hauptmasse der Regenwässer versinkt hier in den Klüften der Basaltdecke und gelangt erst an deren Basis, über dem pontischen Congerientegel oder über sarmatischen Mergeln zum Ausfluß. Doch zeigt das Basaltplateau stellenweise auch eine oberflächliche Entwässerung, die freilich in regenarmen Zeiten sehr zurücktritt. Es sammeln sich nämlich die Grundwässer im sandigen Terrassenlehm, der gegen unten hin durch eine tertiäre Verwitterungsrinde des Basalts (Basaltwackenton) abgedichtet ist. Sie vermögen kleine Gerinne zu speisen.

C. Clar, der sich eingehend, auch vom geologischen Standpunkt aus, mit der Frage der Süßwasserversorgung des Kurortes Gleichenberg beschäftigt hat, hatte für diesen Zweck die Quellen von Steinbach und jene im Graben südlich von Bayr. Kölldorf ins Auge gefaßt, welche an den Nordausläufern des Hochstradens gelegen sind. Die sarmatischen Sanden entstammende „Steinhauerquelle“ hat Clar in bezug auf ihre festen Bestandteile auch chemisch analysiert. Der bedeutende Härtegrad des Wassers erklärt sich aus ihrer Herkunft aus kalkreichen, obersarmatischen Schichten.¹⁾

Quellaustritte in vulkanischen Gesteinen. Des Quelltrichters auf der Basaltdecke des Hochstradens wurde bereits Erwähnung getan. Interessante Quellverhältnisse liegen im Basaltgebiet von Klöch vor. Hier sind am

¹ Vor kurzem ist man darangegangen, ein anderes Projekt durchzuführen. Östlich Bayr. Kölldorf wurde beiläufig im Niveau des Tals ein Stollen vorgetrieben, der einen obersarmatischen Sandhorizont anführt und auch Wasser geliefert haben soll. Allerdings kann es sich hier nicht mehr um die Sickerwässer des Stradner Massivs, sondern nur um jene des „Dohauser“-Vorrückens handeln. Die Sand- und Kiesschichten sind im Hohlwege neben dem Stollen gut aufgeschlossen.

Ausgange der beiden, tief in das Basaltgebiet eingreifenden Klausen starke Quellaustritte vorhanden: in der Basaltschlucht von Klöch und in jener von Jörgen. Der Basalt reicht hier in dem Basaltbecken zusammenhängend, tiefer unter die Talsohle hinab. Die Sickerwässer versinken hier an den Basaltklüften in die Tiefe und treten an den Rändern des mit Basalt erfüllten Kessels, an den tiefsten Punkten im Terrain an Klüften, offenbar als Überfallsquellen, zutage. Eine etwas andere Entstehung scheint die schwache Quelle zu besitzen, die im obersten Jörgengraben ersichtlich an eine sarmatische Mergelscholle, die aus dem Basalt auftaucht, geknüpft ist.

An der Kapfensteiner Basalttuffhöhe sind zwei Quellen im vulkanischen Gestein vorhanden. Eine obere, fast 440 m hoch gelegene, erscheint jedenfalls durch eine Schollenzone mit reichlichen, tonigen Sedimenten bedingt, welche auch Rutschungen hervorruft. Eine tiefere Quelle entspringt im echten Tuff. Es sind die Sickerwässer, welche der konzentrisch einwärts gerichteten Schichtenneigung folgend sich im Innern des Trichters sammeln, und an dessen Flanke — in einer Einnuldung — an ausgesprochenen Klüften wieder zutage treten.

Am Steinberg bei Feldbach ist, wie man bei flüchtiger Betrachtung vermeinen möchte, mitten im Basaltgebiet eine starke Quelle vorhanden. Indessen zeigt es sich, daß hier sich das pontische Sediment zwischen Nord- und Südkuppe von O her einschiebt, was auch durch künstliche Aufschließungen bestätigt wurde. Die Quelle, welche einen Bach speist, tritt also an der Grenze von undurchlässigem Sediment und Basalt zutage.

Im Bereich des Gleichenberger Trachytmassivs entspringen keine dauernd fließenden Süßwasserquellen.

Grundwasserstocke. Die mächtigen Sandlager, die sich auch im Untergrunde des von geneigten, sarmatischen und pontischen Schichten zusammengesetzten Hügellandes vorfinden, bilden naturgemäß Grundwasserstockwerke, an denen sich die Zirkulation der Wässer wesentlich nach der allgemeinen Schichtenneigung richten muß. Allerdings liegen erst wenige Tiefbohrungen vor, die über die Lage der einzelnen Wasserhorizonte genauer orientieren würden.

Im Kurort Gleichenberg wurde — trotz der Nähe der Mineralquellen — vor zwei Jahren eine Bohrung auf artesisches Wasser durchgeführt, welche bei zirka 90 m erreichter Tiefe nur geringen Wasserzufluß (aus höheren Schichten) aufwies. Eine nahegelegene Bohrung während des Krieges bei dem Gasthof Ung. Krone durchgeführt, hat aber bei angeblich gleicher Tiefe eine Quelle erschlossen; die noch gegenwärtig in Benützung steht.

Bel Feldbach wurden Tiefbohrungen zwecks Erschließung von Trinkwasser für das Lager Feldbach angesetzt, worüber Stiny (107) berichtet hat. Die tieferen Bohrungen haben hier eine Tiefe von 73 m, 94 m, 100 m, 105 m und 120 m erreicht. Sie waren im Raum des Lagers (östlich von Feldbach) und bei Mühldorf angesetzt. Sie verblieben in obersarmatischen Schichten, wie die Fossilreste erwiesen, deren Sandeinschaltungen — speziell die Basissande — artesisches Wasser geliefert haben. Brunnen bestehen noch gegenwärtig. Bei Leitersdorf hat eine 130 m tiefe Bohrung wasserführenden Sand erreicht. Beim Bahnhof Fehring wurde 1926 eine Wasserbohrung bis zur Tiefe von zirka 80 m durchgeführt, die erfolgreich war. Auch hier wird es sich um einen obersarmatischen Wasserhorizont handeln, wengleich um ein sehr hohes Niveau dieser Stufe.

In dem von den pontischen Schichten zugedeckten Terrain bilden die obersarmatischen Sandablagerungen sicherlich einen ausgedehnten Wasserspeicher im Untergrunde beiderseits des Raabtales, dessen Infiltration im wesentlichen auf die Sickerwässer zurückgehen dürfte, die an den Hängen bei Kölldorf, an der Ost- und Nordvorlage der Gleichenberger Kogeln und im Raum südlich von Mühldorf und Feldbach in die Tiefe sinken und sich dem gegen N und NO gerichteten Einfallen gemäß nach eben diesen Richtungen hin ausbreiten.

Unter dem obersarmatischen Wasserspeicher wird im Raume südlich von Gleichenberg und Gnas noch ein zweites, bedeutendes, wasserführendes Niveau voraussetzen sein, welches durch die bei Waldsberg, Krusdorf und am Hirzkogel bei Trössing flach nordwärts absinkenden, mittelsarmatischen Basisschotter repräsentiert wird. Wenn

auch diese Grobschotter eine besonders wasserreiche Lage darstellen dürften, so kann doch vermutet werden, daß sie im Untergrund nicht sehr weit nach Norden reichen.

Für den Nordostteil des Kartenblattes, für das Gebiet von Jennersdorf, Heiligenkreuz und St. Gotthardt, wo pontische Schichten schon bedeutend unter die Talsohle hinabreichen, kann vorausgesetzt werden, daß hier die Sande und Schotter des Unterpontikums wasserführende Horizonte abgeben werden. Mir ist aber aus dieser Gegend über Tiefbohrungen nichts bekannt.

XIV. Mineralquellenabschnitt.

A. Die alkalisch-muriatischen Sauerlinge von Gleichenberg.

1. Geologisches. In früheren Jahren hat sich C. Clar mit der Deutung der Genesis der Gleichenberger Quellen beschäftigt, in letzterer Zeit J. Knett (124, 147) kurz seine Auffassung wiedergegeben. Nach Knett gehören die Gleichenberger Sauerlinge, die schwache Thermen sind, zur Gruppe der „Soda- oder Natronquellen“, u. zw. zur „rein alkalischen Untergruppe“. Ihr Auftreten im jungvulkanischen Gebiete spricht naturgemäß für die Beimischung juveniler Stoffe, was vor allem nach übereinstimmender Meinung für die Kohlensäure gelten wird. Das Wasser ist aber sicherlich zum größten Teile vadoses Sickerwasser.

Im Bereiche der Gleichenberger Kogel versinkt ein Großteil der Niederschläge in den Klüften des Trachyts und Andesits. Die Hauptgräben, die im Eruptivgestein ihren Ursprung haben, Eichgraben und Schaufelgraben, liegen den größeren Teil des Jahres trocken (oder fast trocken). Die Spalten und Fugen des vulkanischen Gesteins leiten die Niederschläge nach der Tiefe ab. Wohin kommen diese Sickerwässer? Sie dürften bis zu bedeutenderen Tiefen — Clar dachte an etwa 300 m — absickern und unten durch Mischung mit kohlensäurehaltigen, wärmeren Wässern und Gasen einen Auftrieb erhalten. Einer Kluft folgend, steigen sie randlich wieder auf und treten an der Gleichenberger Quellspalte zutage. Die letztere ent-

spricht einer Bruchlinie (Clar 72), welche nach meinen Beobachtungen mit der pliozänen Tuffspalte (Röhrkogel—Wirberge—Sulzberge) zusammenfällt,¹⁾ deren Rand sie entspricht.

An dieser Dislokation erfolgt der Quellaustritt dort, wo die Erosion die tiefste Kerbe in den wasserundurchlässigen Mantel des Massivs erzeugt hat: am Südennde der Praterwald-(Sulzleithner)Trachytkuppe im Bereiche des Kurortes. Hier liegt der Austritt von sechs Mineralquellen, die als schwache Thermen zu bezeichnen sind.

Es sind dies die Konstantinsquelle, die Emmaquelle, Karlsquelle, Werlequelle, der Römerbrunnen, der Maria-Theresia-Brunnen (Bachquelle): die Quellen entspringen teils, wie Konstantinsquelle, Römerquelle usw. im Trachyt, teils, wie der Maria-Theresia-Brunnen (Bachquelle), im sarmatischen Tegel. Sie werden teils zu Trinkkuren (Konstantinsquelle, Emmaquelle), teils zu Bädern verwendet. Temperatur, Ergiebigkeit und chemische Zusammensetzung der Wässer ist der beigegebenen Tabelle zu entnehmen.

2. Zur Herkunftsfrage der Mineralstoffe. Können wir somit es als sicherstehend erachten, daß der Wassergehalt zum großen Teil als vados, die Kohlensäure hingegen als juvenil anzusehen sind, so verbleibt noch die Frage nach der Herkunft der übrigen Stoffe, speziell des Natriumhydrokarbonats, sowie der Chloride des Kalziums und Magnesiums. Clar (62) dachte sich die beiden letztgenannten durch eine Auslaugung der Trachyte und Andesite durch kohlensäurehaltige, erwärmte Wässer hervorgegangen. J. Knett (124) neigt ebenfalls der Meinung zu, daß die Mineralisierung im wesentlichen im Trachyt erfolgt sei, ohne indessen auch eine juvenile Herkunft der genannten Bestandteile für unmöglich zu halten. Das Kochsalz könnte nach Knett aus dem tieferliegenden Schlier²⁾ stammen.

Die Tatsache, daß die Gleichenberger Mineralwässer mit ihrer charakteristischen Zusammensetzung (chloridisch-karbonatischer Natriumcharakter) gerade und ausschließ-

¹⁾ Wahrscheinlich fällt die Entstehung dieser Bruchlinie mit der jungpontischen Tufferuption zeitlich nahe zusammen. Warmen, Kieselsäure zuführenden Wässern dürfte auch die Verkieselung der Mühlsteinbruchquarzite zuzuschreiben sein, welche erfolgt sein mußte, bevor tiefgreifende Erosion wirksam gewesen war.

²⁾ Indessen ist der „Schlier“ im Untergrund von Gleichenberg nicht vorauszusetzen.

lich an der Hauptspalte im Trachyt zutage treten, dagegen die zahlreichen einfachen Kohlensäuerlinge,¹⁾ die weit über das Eruptivgebiet verstreut sind, eine stoffarme Zusammensetzung aufweisen, spricht unbedingt dafür, daß die Mineralisation der Gleichenberger Wässer im Trachyt-Andesit erfolgt ist. Allerdings vermute ich, daß dies nicht oberflächennah, sondern in einiger Tiefe, vielleicht schon beim Aufsteigen der Wässer, entlang der trachytisch-andesitischen Eruptionsspalte geschehen ist. Jedenfalls ist die eigentümliche, alkali(kochsulf)reiche Zusammensetzung der Gleichenberger Mineralquellen, die dem Trachyt entspringen, gegenüber den im pontisch-sarmatischen Hügelland auftretenden Kohlensäuerlingen sehr bemerkenswert.

B. Die Kohlensäuerlinge. Groß ist die Anzahl der einfachen Kohlensäuerlinge.²⁾

An der Nordflanke des Gleichenberger Massivs tritt die Klausner-(Stahl-)Quelle hervor, die bis auf einen Eisen-gehalt ein sehr stoffarmer Kohlensäuerling ist. Dies spricht dafür, daß die Quelle am Wege durch den Andesit, den sie anscheinend nur randlich durchsetzt, keine durchgreifende Mineralisation erfahren hat. Nördlich Hofstätten, hart neben der Südwestecke des Massivs, tritt ebenfalls in der Talsohle ein Säuerling zutage (Hofstätter Sulz).

Der stärkste Säuerling und der einzige, welcher eine ausgedehnte Verwendung als Tafelwasser findet, ist der „Johannisbrunnen“. Reissacher hat seinerzeit (37) nähere Daten über den Ursprung der Quelle beigebracht, woraus hervorgeht, daß Wasser in fünf kleinen Quellen, aus einem Basaltgerölle enthaltenden Komplex, vermutlich dem Alluvium entsprang. Das Mineralwasser tritt hier in einer Schilffreste führenden Lage zutage, in welche es offenbar seitlich infiltriert wird. Ursprünglich waren fünf Quellen vorhanden, welche vereinigt wurden. Bei Bohrungen wurde eine neue Quelle erschlossen (Analysen siehe Tabelle). Da in nächster Nähe des Johannis-

¹⁾ Kalklager, welche die Kohlensäure abgegeben hätten, sind im Untergrund (im Grundgebirge) nicht vorhanden.

²⁾ Auf der Karte sind 23 verzeichnet. Ihre Zahl ist tatsächlich größer.

Analysen, Temperaturen und Ergiebig- Gehalt in

Konstantinsquelle		Emina- quelle	Römer- brunnen	Karls- quelle			
Analyse nach Ludwig		Analyse nach Gottlieb		nach Dr. Hrusch- auer	nach Schrötter		
Schwefelsaures Kalium	1·023	Kohlensaure Natron ..	25·1216	22·443	22·668	22·7484	
Chlorkalium ...	0·012	Kohlensaures Kali ..	0·5003	1·2448	.	.	
Chlornatrium ..	13·223	Kohlensaures Lithion ..	0·0491	0·0254	.	.	
Borsaures Natrium ..	0·082	Kohlensaurer Baryt ..	0·0002	.	.	.	
Phosphorsaures Natrium ..	0·006	Kohlensaurer Kalk ..	3·5436	3·6090	3·210	3·6931	
Kohlensaures Natrium ..	25·080	Kohlensaure Magnesia ..	4·7420	4·4819	4·423	2·7855	
Kohlensaures	Lithium ...	0·039	Kohlensaures Eisenoxydul ..	0·0343	0·0470	0·216	.
	Kalzium ...	3·541	Kohlensaures Manganoxydul ..	0·0063	.	.	.
	Strontium	0·054	Chlornatrium ..	18·5131	16·9064	18·003	17·8040
	Barium ..	0·004	Schwefelsaures Natron ..	0·7950	.	0·801	1·8031
	Magnesium	4·215	Schwefelsaures Kali ..	.	1·0665	.	.
	Eisen ..	0·027	Phosphorsaures Natron ..	0·0064	0·0018	.	.
	Mangan ..	0·002	Phosphorsaure Tonerde ..	0·0079	0·0146	0·122	0·1590 ³⁾
Aluminiumoxyd	0·002	Kieselsäure ..	0·6343	0·6091	0·593	0·0170	
Kieselsäureanhydrid	0·647	Salpetersaures Kali ..	.	.	.	.
Cäsium und Rubidium ..	Spuren	Summe der fest. Bestandteile ..	54·0141	50·4592	50·036	49·0101	
Organische Substanz ..	0·054	Halbgebundene Kohlensäure ..	14·8930	13·6533	13·148	.	
Kohlensäure halbgebunden	14·212	Freie Kohlensäure ..	22·6623	13·2139	17·032	26·6400	
Kohlensäure frei ..	30·519	Summe d. wägbaren Teile ..	91·3694	77·2584	80·216	.	
Summe der fest. Bestandteile ..	52·937	.....	.	.	.	.
Spezifisches Gewicht ..	1·0057	.....	1·00572	.	1·00591	1·0049
Quellentemperatur ..	17·3° C	.....	.	15·25° C	15·9° C	14° C
Ergiebigkeit pro Minute	31 ¹⁾ 70 ²⁾	31 ¹⁾	22 ¹⁾	

1) Nach Prasil. 2) Nach Schrötter. 3) Nur als Tonerde angegeben. 4) Kohlen-
5) „Süßwasserquellen“ bei Bayr. Külldorf.

keiten der Gleichenberger Mineralquellen.

10.000 Theilon Wasser:

in 1000 Theilon Wasser:

Klausen- quelle	Johannisbrunnen bei Straden		Maria-Theresien- Brunnen (Bachquelle)	Konstan- tinsquelle (z. Vergl.)	Stein- ^{*)} bauer- quelle	
	alter Brunnen	neuer Brunnen				
nach Gottlieb	nach Gottlieb		nach (Clar ⁴)	nach Gottlieb	nach Clar	
.	19-510	19-6163	Kieselsäure . . .	0-0663	0-0634	0-0124
.	0-7306	0-5462	Kalk	0-2080	0-1984	0-1388
.	0-0211	0-0180	Magnesia	0-2239	0-2258	0-0443
.	0-0134	0-0121	Schwefelsäure . .	0-0458	0-0448	0-0071
0-2357	5-1891	4-9797	Chlor	1-1247	1-1234	0-0071
0-0590	4-6009	4-1624	Natrium	1-8625	1-8130	0-0058
0-1037	0-1443	0-1711	Kalium	0-0358	0-0317	0-0017
.	Jodkalium 0-0134	Jodkalium 0-0145	Temperatur . . .	18-7° C	17-3° C	
0-0025	5-0874	5-3311				
0-1263	.	.				
0-0695	0-0114	0-0243				
0-0125	.	.				
0-0098	0-0233	0-0481				
0-7127	0-2243	0-2317				
.	0 0790	0-1434				
1-3462	35-6390	35-2989				
19-4076	13-0907	12-3773				
	23-2363	24-3472				
20-7538	71-9660	72-0234				
			Werlequelle: ⁵⁾			
1-0013	1-00411	1-00411				
9-9° C	12-1° C	12-2° C	15-7 — 16° C			
	56 †		9-8 †			

säure nicht bestimmt. ⁵⁾ Werlequelle wurde nicht quantitativ analysiert.

brunnens ein Bruch durchzieht, so ist das Auftreten der Mineralquelle sehr wahrscheinlich an diese Störung gebunden, von welcher aus die Speisung der Alluvialschicht mit dem Sauerwasser erfolgt.

Auch von der „Wiese bei Straden, westlich des Johannisbrunnens“ wird ein Säuerling¹⁾ erwähnt; dann „auf der Tratten“ zu Karbach und „beim Grubenbäcker am Kronerskögerl“ (bei Kronersdorf). Bei Sulzbach sollen sehr viele Brunnen sauerwasserhaltig sein. Ein weiterer Säuerling befindet sich auf der „Wiedener Lahn“ bei Wieden; dann in der Gemeinde Dirnbach (Käsbrunnen). Ein Säuerling tritt bei Oberkarla auf, wo ein markanter Bruch durchzieht. Zu den stärksten Kohlen-säuerlingen gehört die Brodelsulz bei Klapping (zwei Quellen), die an ein Gebiet ausgesprochener, bruchförmiger Zerstückelung geknüpft ist. Das Wasser ergießt sich ungenützt in den Bach. In seiner unmittelbaren Nähe liegt die Basaltspalte Plesch-Risola und zieht die „Fruttener Störung“ durch, an welcher außerdem unterhalb Frutten eine Mineralquelle, angeblich ein Bitterwasser, und dann der Säuerling von Klapping gelegen ist. An dem „Aigener Bruch“ entspringt bei Sinnersdorf eine Mineralquelle. In der Umrandung des Klöcher Massivs liegen bei Laasen, Pichla und unterhalb Gruisla Säuerlinge. Die Quelle von Sottina (jugoslawisches Gebiet) erscheint an den Südrand des Paläozoikums geknüpft. Auch bei Grn. Slavecsa tritt im Tal ein Säuerling auf. Von Neustift bei Kapfenstein wird ein Säuerling erwähnt.

Schon außerhalb der Karte, aber nahe deren Westrand liegen die Säuerlinge von Deutsch-Goritz, Fluttendorf und jener von Fischa bei Gnas, letzterer wieder an einer ausgesprochenen Störung (Ebersdorfer-Gnaser Bruch) gelegen.

Schon weiter außerhalb der Karte befindet sich das Mineralquellenterritorium im Staintal, südlich von Radkersburg, und jenes von Radein-Woritschau, südöstlich dieser Stadt. Im Staintale sollen die meisten Hausbrunnen kohlen-säurehaltiges Wasser besitzen, das Gebiet scheint also geradezu mit Sauerwasser durchtränkt zu sein.

1) Vgl. zum Folgenden Kopecky (23).

Es ist sehr bezeichnend, daß die Kohlensäuerlinge auf den südlichen Teil des oststeirischen Eruptivgebiets, auf den Raum zwischen Gleichenberg und dem Staintal beschränkt sind. Nördlich der Raab findet sich bis zum Alpenrand keine einzige Quelle (auf steirischem Boden), obwohl hier viele Eruptivdurchbrüche pliozänen Alters liegen. Doch ist an der juvenilen Herkunft der Kohlensäure nicht zu zweifeln, während das Wasser jedenfalls vadoser Entstehung und von der speziell auf Störungslinien aufsteigenden Kohlensäure mitgerissen wird.

Sehr auffällig ist die Tatsache, daß die quantitativ stärkste und räumlich ausgebreitetste Entwicklung der Kohlensäureexhalationen im Gebiete südlich der Mur bei Radein-Woritschau und im Staintale vorhanden ist, also noch südlicher als die südlichsten, allerdings bedeutenden, vulkanischen Oberflächengebilde (= Klöcher Massiv). Da es sich früher ergeben hat, daß der pliozäne Vulkanismus von Gleichenberg aus gegen S gewandert ist und daß die Ausbrüche des Klöcher Massivs jünger sind als jene des Hochstradens und da ferner gegenwärtig das Gebiet stärkster Kohlensäureexhalationen noch weiter südlich, bei Radein und im Staintale vorliegt, so vermute ich, daß sich die Zone, in der aktives Magma höher hinaufreicht, im Laufe der Zeiten immer mehr gegen S verschoben hat. Der noch flüssige Magmareste enthaltende Herd befindet sich seit dem jüngeren Pliozän wohl schon im Untergrunde des Raumes südlich vom Murtal, ohne freilich die Kraft zu besitzen, Laven bis an die Oberfläche zu bringen. Hier sind es bloß die Kohlensäureexhalationen (Sauerquellen), durch welche er sich manifestiert.

XV. Bodenkundlicher Abschnitt.

Das Terrain am Blatt Gleichenberg ist ein reines Agrikulturgebiet. Leider sind systematische Bodenuntersuchungen noch nicht durchgeführt worden, wengleich in den verdienstvollen Arbeiten der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsanstalt in Graz (Direktor Dr. E. Hotter) wertvolle, leider nur z. T. publizierte Vorarbeiten vorliegen.

Hier sollen eigene Beobachtungen über die Verbreitung der Hauptbodentypen wie sie sich bei der geologischen

Aufnahme ergeben haben, mitgeteilt werden. Sie gestatten eine Gruppierung der Böden in groben Zügen, deren weitere Ausarbeitung mit Hilfe chemischer und mechanisch-bodenkundlicher Untersuchungen eine dringende Notwendigkeit wäre.

Im Bereiche des Blattes Gleichenberg — und in analoger Weise im ganzen oststeirischen Hügellande — lassen sich etwa folgende fünf Hauptbodentypen nach ihrer Herkunft aus dem jeweiligen Muttergestein unterscheiden:

1. Die Aufschwemmungsböden der heutigen Täler.

2. Die Lehm- und Schotterböden der diluvialen und pliozänen Terrassen.

3. Die Lehm- (Ton-) und sandigen Tonböden, hervorgegangen aus den pontischen und sarmatischen Ton, Feinsand- und Mergelgesteinen.

4. Die nur streifenweise auftretenden Grobsand-, Kies- und Schotterböden, meist aus pontischen Schichtlagern hervorgegangen.

5. Die Basalt- und Basaltuffböden.

Alle genannten fünf Bodentypen treten z. T. in geschlossenem Bereich, meist in flächenhafter Verbreitung oder zonarer Anordnung, oft mit charakteristischer Vegetation, hervor.

Zu 1. Die Alluvialböden der heutigen Schwemmtäler, die sich insbesondere an Raab, Lafnitz und Mur, aber auch an vielen Seitentälern (Sulzbachtal usw.) durch ihre große Breite auszeichnen, bestehen aus den Flußanschwemmungen, die zum großen Teile von den kristallinen Höhen der Randgebirge, z. T. auch von den Höhen des Tertiärhügellandes herabgetragen werden und schon durch Jahrtausende hindurch beim Hochwasser übereinander aufgehäuft wurden. Sie sind ein fruchtbarer Boden, wenn gleich zu erwarten ist, daß sie infolge der Kalkarmut des Einzugsgebiets — speziell an der Feistritz — Kalkmangel besitzen dürften.¹⁾

¹⁾ Dr. Hotter (148) erwähnt kalkarme Böden von Fürstenfeld und Fehring, ohne daß zu entnehmen ist, ob es sich hier um solche der Alluvialfelder (oder Diluvialterrassen) handelt.

Wo noch keine entsprechenden Drainagen durchgeführt sind, was leider noch vielfach der Fall ist, neigen die Böden zum Sauerwerden und leiden alljährlich unter den Überschwemmungen, welche letztere anderseits immer wieder frische, nährstoffreiche Bodenteilchen zuführen.

Zu 2. Einen sehr wichtigen Bodentypus, den ich in der geologischen Literatur noch nirgends erwähnt fand, bilden die Terrassenböden Oststeiermarks. Noch größere Verbreitung, als am Blatte Gleichenberg, besitzen sie im Gebiete von Fürstenfeld (zwischen Fürstenfeld, Hartberg und Kaindorf, und westlich von Burgau—Neudau) sowie auf der Nordseite des Murtales zwischen Leibnitz und Klöch. Diese Böden sind der Bevölkerung vielfach unter der Bezeichnung „Bircherde“ gut bekannt. Sie bilden oft in ausgedehnten Flächen eisenschüssige, durch kleinkugelige Verwitterung ausgezeichnete, sehr wenig ertragreiche Böden, die sich schon durch den Bestand an mageren Föhrenwäldern und durch das reichliche Wuchern von Erika zu erkennen geben. An dem minderen Wuchs der Waldbäume kann man den Bodentypus oft schon auf den ersten Blick vermuten, was sich in zahllosen Fällen bestätigt hat.

Diese „Bircherden“ sind, ebenso wie die gegenwärtigen Alluvialböden, alte Flußaufschwemmungen und wie diese sicherlich mit einem ganz entsprechenden Gehalt an Nährstoffen versehen gewesen. Sie erscheinen aber jetzt dem Anschein nach um so weniger fruchtbar, je höher sie liegen, und je stärker sie der Veränderung²⁾ ausgesetzt gewesen waren und auch je weniger sie einer intensiven Kultur (Düngung) unterworfen waren. Da sie in der Regel auf Terrassen als einige Meter mächtiger Auftrag erscheinen, der für Wasser wenig durchlässig ist, so rinnen die Regenwässer meist, ohne tiefer einzudringen,¹⁾ ab, oder stagnieren oberflächlich auf ihnen. Dazu kommt, daß sie ganz allgemein von einige Meter mächtigen Grobschottern unterlagert werden, die in ihrem oberen Teil ebenfalls wasserlos zu sein pflegen, so daß ein

1) Daher auch die Möglichkeit, im Lehme Wassergraben zum Sammeln der Regenwässer anzulegen.

2) Speziell unter Waldbedeckung.

Aufsaugen des Wassers aus der Tiefe oder ein Vordringen der Wurzeln bis zu letzterem meist nicht möglich ist. So greift offenbar im Laufe der Zeit eine Art Vergiftungsprozeß in den Boden ein, der ihn so kulturfeindlich macht¹⁾, einer Tatsache, welcher sich die Bevölkerung vielfach sehr gut bewußt ist. Eine Untersuchung eines Terrassenlehms²⁾ auf den Kalkgehalt, durchgeführt von Herrn Direktor E. Hotter (Landwirtschaftlich-chemische Versuchsstation Graz) hatte folgendes Ergebnis:

CaO. .048%, als kohlensaurer Kalk (CaCO₃) gerechnet
 .086%.

Nach mir zugekommenen Mitteilungen soll dort, wo eine gute Düngung der Bircherdeböden Platz greift, die Unfruchtbarkeit nicht so in Erscheinung treten. Auch wo sie, stärker von oben her befeuchtet, tiefere Terrassen bedecken, oder auf Hängen auftreten, ist ihre Kulturfeindlichkeit nicht ausgeprägt. Die Lehmböden der Terrassen werden von Schotterstreifen begleitet, die infolge ihrer Nährstoffarmut (vorherrschend Quarzschotter!) und wegen der Austrocknung kulturfeindlich sind. Sie haben aber, da sie meist von Lehm bedeckt sind, gewöhnlich keine große, flächenhafte Ausdehnung.

Am Blatte Gleichenberg liegen die Terrassenlehm- und „Bircherdeböden“, den verschiedenen Terrassenniveaus entsprechend, in sehr verschiedenen Höhenlagen. Bei Fehring bedecken sie, südlich der Raab, die höheren Diluvialterrassen in 300—320 *m* Seehöhe, die jungpliozänen Terrassen in 340—350 *m*, 370—380 *m*. Sie erscheinen am Hochstradenplateau in 540—570 *m*, an dessen südlichen Ausläufern, am Plateau des Neusetzberges in 420 *m* Höhe. Am Seindl und Zahrerberg im Klöcher Gebiet bilden sie Terrassenflächen in 370—420 *m* Höhe. Sie verhüllen in breiter Ausdehnung die tieferen Abhänge des südlichen Hochstradenrückens gegen das Sulzbachtal und überkleistern die von Markt Straden und westlich davon zur Mur ausstrahlenden Rücken. Sie bilden stets nur eine einige Meter mächtige Haut über dem sarmatisch-pontischen Untergrund.

¹⁾ Es kommt zur Bildung eisenschüssiger Verhärtungen und Konkretionen.

²⁾ Von der höheren, diluvialen Terrasse am Kalvarienberg bei Fehring.

Bei Beginn meiner Untersuchungen war es mir nicht klar verständlich, warum das Basaltplateau des Hochstradens und Teile der Klöcher Basalthölen z. T. einen so dürftigen Baumwuchs tragen, obwohl die Fruchtbarkeit der vulkanischen Böden hätte das Gegenteil erwarten lassen. Dies klärte sich auf, als es sich zeigte, daß die geringe Ertragsfähigkeit des Bodens durch eine Lage von ungünstig verändertem Schwemmlehm bedingt ist, der den Basalt bis zu etlichen Metern Dicke überdeckt.¹⁾ Dieser Hinweis auf die bodenkundliche Bedeutung der Bircherdeböden möge zum weiteren Studium dieses Bodentypus anregen.

Zu 3. Die Ton-, Mergel- und Feinsandböden der pontischen und sarmatischen Ablagerungen nehmen den Hauptteil von Blatt Gleichenberg ein.

Sie bilden im allgemeinen fruchtbare, aber schwere Böden. Gewiß sind große örtliche Verschiedenheiten — ganz abgesehen von den sekundären, durch verschiedene Bewirtschaftung, Exposition und Wassergehalt bedingten Abweichungen — schon je nach ihrer Entstehung aus Feinsand, Ton, sandigem Ton oder Mergel vorhanden. Doch findet ein gewisser Ausgleich dadurch statt, daß sich an den Hängen Sande und Tone vermischen, teils durch einfache Abschwemmung, teils aber durch Rutschungen, welche oft breiartig an den Hängen hinabfließen und durch Menschenhand wieder ausgeglichen und durch den Pflug mit dem anstehenden Schichtenmaterial vermenget werden.

Im allgemeinen sind auch die Sandpartien durch einen Tongehalt ausgezeichnet, sodaß eine mehr lehmige Ackerkrume daraus resultiert, die zwar die Bearbeitung des Bodens erschwert, ihn aber auch vor zu rascher Austrocknung bewahrt.

Regional bestehen noch gewisse Unterschiede. Wo Sande vorherrschen, wie auf burgenländischem Boden östlich von Neuhaus und Jennersdorf, sind die Böden trockener und weniger ergiebig. Unfruchtbare Stellen finden sich nur dort, wo Sande auf den Höhen ohne Ackerkultur (als Waldböden) verblieben sind. Das Gebiet der sarmatischen Schichten

¹⁾ Auf der geologischen Karte sind größere Lehmbedeckungen z. T. ausgeschieden worden.

zeigt einen durchschnittlich höheren Kalkgehalt der Böden, der die Fruchtbarkeit günstig beeinflusst.

Örtlich gibt es sogar Streifen mit hohem Kalkgehalt, die den Räumen mit durchziehenden Kalkbänken entsprechen, oder jenen, wo Lumachellschichten austreichen. Es wäre eine nicht unwichtige Frage, festzustellen, ob nicht gewisse kalkreichere Mergel, die in Begleitung der Kalke auftreten, für die Kalkung kalkarmer Böden verwendet könnten.

Eine Prüfung eines pontischen Tons von Petersdorf bei Fehring auf den Kalkgehalt ergab:

CaO 0·30%, als CaCO₃ gerechnet 0·55%.

Jene eines sarmatischen Mergels von Kohlgrub bei Gleichenberg ergab:

CaO 4·96%, als CaCO₃ gerechnet 8·86%.¹⁾

Über die Böden der Landesmuster-Rebanlage in Kapfenstein liegen chemische Analysen vor. Die Entnahme der Proben habe ich selbst vorgenommen.²⁾ Die Mitteilung der Resultate verdanke ich Herrn Direktor Dr. Eduard Hotter, Graz, wofür auch an dieser Stelle mein verbindlichster Dank zum Ausdruck gebracht sei.

Bezeichnung der Probe	Östliche Probe	Mittlere Probe	Westliche Probe
Sand	65·60 %	68·66 %	73·82 %
Abschlämnbares	34·40 %	31·40 %	26·18 %
Kalk (CaO)	1·01 %	3·66 %	0·61 %
Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	0·287 %	0·338 %	0·248 %
Stickstoff (N)	0·041 %	0·057 %	0·029 %
Kali (K ₂ O)	0·336 %	0·306 %	0·306 %

Der Weingarten liegt im Bereich der pontischen Schichten. Die westliche Probe wurde einer Sandlage entnommen, zeigt dementsprechend geringeren Gehalt an mineralen Nährstoffen (Kalk, Phosphorsäure, Kali), die westliche Probe war ein toniger Sand. Die mittlere Probe war einer Lage entnommen, in welcher von dem oberhalb am Gehänge befindlichen Tuff Gehängeschutt herabgelangt war und wohl den erhöhten Kalk- und Phosphorsäuregehalt bedingt.

¹⁾ Für die Durchführung von drei Kalkbestimmungen bin ich der Landwirtschaftlichen chemischen Landes-Versuchs- und Samenkontrollstation Graz (Direktor Dr. Eduard Hotter) zu Dank verpflichtet.

²⁾ Aus 1 m Tiefe.

Zu 4. Nur mehr örtliche Bedeutung haben die pontischen Grobsand-, Kies- und Schotterböden. Sie bilden zunächst einen Streifen, der sich auf burgenländischem Boden, nahe der steirischen Grenze von Gillersdorf über Krieselstein und Jennersdorf, dann von Welten-Schiefer über Mühlgraben nach Tauka, Dolits und Oberlimbach erstreckt. Ein weiteres Verbreitungsgebiet dieser Böden liegt am Höhenrücken des Silberberges (ungarisch-jugoslawische Grenze). Da in den Sanden und Schottern die Wässer versinken, ist ihr Bereich durch große Trockenheit ausgezeichnet. Dies gilt ganz besonders für das Silberberggebiet. Die Dürre dieser Böden prägt sich auch in der Ärmlichkeit der Besiedelung aus, die ihnen folgt. Es sind die für den Ackerbau ungeeignetesten Böden.

Zu 5. Die Basalt- und Basalttuffböden sind zwar von mehr lokaler Bedeutung, aber doch nicht ohne Einfluß für die Landwirtschaft. Hier ist vor allem darauf zu verweisen, daß wohl der beste Wein Österreichs, die edle Klöcher Rebe, auf den ausgedehnten Südhängen des basaltischen Klöcher Massivs (am Seindl und Hohenwart) gedeiht. Die große Fruchtbarkeit dieser Basaltböden wird nur durch ihre Trockenheit etwas beeinträchtigt.

Von der Verwitterungserde¹⁾ des Basalttuffs in Kapfenstein (großer Steinbruch) habe ich in der landwirtschaftlichen chemischen Bundes-Versuchsanstalt in Wien eine Analyse durchführen lassen, deren Ergebnis folgendes war:

0·10 % Stickstoff,
 0·19 % Phosphorsäure,
 0·44 % Kali,
 0·44 % Kalk.

Der fruchtbare vulkanische Boden macht sich meist auch in dem üppigen Wachstum der Wälder bemerkbar. So finden wir die schönsten Wälder an den Klöcher Hängen, am Basaltabfall des Stradner Kogels, am Steinberge bei Feldbach vor. Besonders sei hier noch auf die flachen Westhänge des Hochstradenrückens in den Gemeinden (Orten) Steinbach, Merkendorf, Haag und Wilhelmsdorf verwiesen. Hier erscheint über das aus sarmatischen Schichten

¹⁾ Der Basalttuff oberhalb der Entnahmestelle der Probe ist sehr reich an sedimentären Einschlüssen.

bestehende Terrain von den darüber befindlichen Basaltwänden Basaltschutt abgebröckelt und flächenhaft, gelegentlich bis zu mehreren Metern mächtig ausgebreitet. Hier wäre die Benutzung der geologischen Karte zur Feststellung der Bodenart natürlich zwecklos. Denn dies als „sarmatisch“ eingetragene Terrain erscheint in seiner Fruchtbarkeit ausschließlich von der darübergerbreiteten Kruste von basaltischem Gehängeschutt abhängig.

Mögen diese kurzen, aus der geologischen Aufnahme erwachsenen Ergebnisse zu weiterem, systematischem Studium der bodenkundlichen Fragen in Oststeiermark anregen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	3
I. Orographisch-hydrographischer (Bergkundlich-flußkundlicher) Überblick.	3
II. Die Erforschung des oststeirischen Vnlkangebiets auf Blatt Gleichenberg (mit Literaturverzeichnis)	6
III. Die Schichtfolge (Stratigraphie).	15
A. Das vortertiäre Grundgebirge	15
1. Die paläozoische Schieferinsel des Roten-Stadlberges	15
2. Das Grundgebirge im Untergrunde des von tertiären Sedimenten eingenommenen Raumes auf Blatt Gleichenberg	20
B. Die stratigraphische Einreihung der Gleichenberger Trachyt- und AndesitAusbrüche	
C. Unter-mittelmiozäne Absätze im Untergrund des Kartenblattes	24
D. Die zweite Mediterranstufe	30
E. Die sarmatische Stufe	33
1. Allgemeines	33
2. Älteres Sarmat.....	34
3. Das Obersarmat	35
F. Die pontische Stufe (Congerienschichten) ...	37
1. Allgemeines	37
2. Älteres Pontikum.....	38
3. Die höherpontischen (oberpontischen) Schichten	41
4. Jungpontische Ablagerungen	43
5. Der basaltische Vulkanismus in der Oststeiermark und seine Einreihung in das geologische Zeitschema	45
G. Die mittelplozänen (levantinen) Ablagerungen	47
H. Mittel(?)-oberplozäne Terrassenschotter und Lehme	50
I. Diluvium	56
J. Alluvium	58
IV. Tektonischer Abschnitt (Der Gebirgsbau)	61
A. Tektonik des Grundgebirges	61
1. Allgemeines	61
2. Detailtektonik	63
3. Alter der Faltungen	64
B. Tektonik der Tertiärablagerungen	65
C. Die Vulkantektonik	69
1. Der Aufbau des Gleichenberger Trachyt- und Andesitmassivs	69
2. Die Vulkantektonik der Basaltausbrüche....	77
a) Die zentralen Ausbrüche	77
b) Die peripheren Eruptionen	80
c) Vulkanismus und Tektonik	83

	Seite
V. Petrographischer Abschnitt	84
A. Petrographie des Schiefergebirges	84
B. Petrographie der Eruptivgesteine	87
1. Die älteriozänen Eruptivgesteine von Gleichenberg	87
2. Die Basalte des Pliozäns.....	89
C. Sedimentpetrographie	91
VI. Paläozoologischer Abschnitt	92
A. Die Fauna der 2. Mediterranstufe	92
B. Die sarmatische Fauna.	93
C. Die pontische Fauna	112
VII. Phytopaläontologischer Abschnitt	112
VIII. Morphologischer Abschnitt	118
A. Zur Entstehung der gegenwärtigen Talprofile	118
B. Zur Gipfflurfrage	119
C. Zur morphologischen Bedeutung der Rutschungen	121
IX. Paläogeographischer Abschnitt	126
X. Montangeologischer Abschnitt	130
A. Lignite	130
B. Erze	133
XI. Materialkundlicher Abschnitt	135
XII. Kulturtechnischer Abschnitt	143
XIII. Quellkundlicher und Grundwasserabschnitt	145
XIV. Mineralquellenabschnitt	149
XV. Bodenkundlicher Abschnitt	155
Inhaltsverzeichnis	163
Berichtigungen zur Karte..	164

Berichtigungen zur Karte:

Bei Waldsberg und Grub ist der mittelsarmatische, Kalkgerölle führende Schotter versehentlich durch roten Punktaufdruck statt durch blauen Punktaufdruck ersichtlich gemacht.

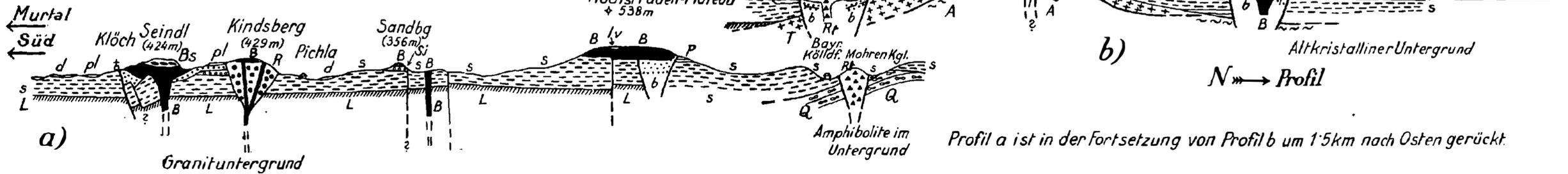
Südlich Kölldorf ist die Signatur *sä* durch *np* zu ersetzen.

Am Steinberge bei Feldbach sind die beiden Fallzeichen (bei B. von Steinberg) um etwa 3 mm zu weit nach O gerückt. Sie beziehen sich auf das Einfallen der Tuffe an der West- und Ostflanke des Berges.

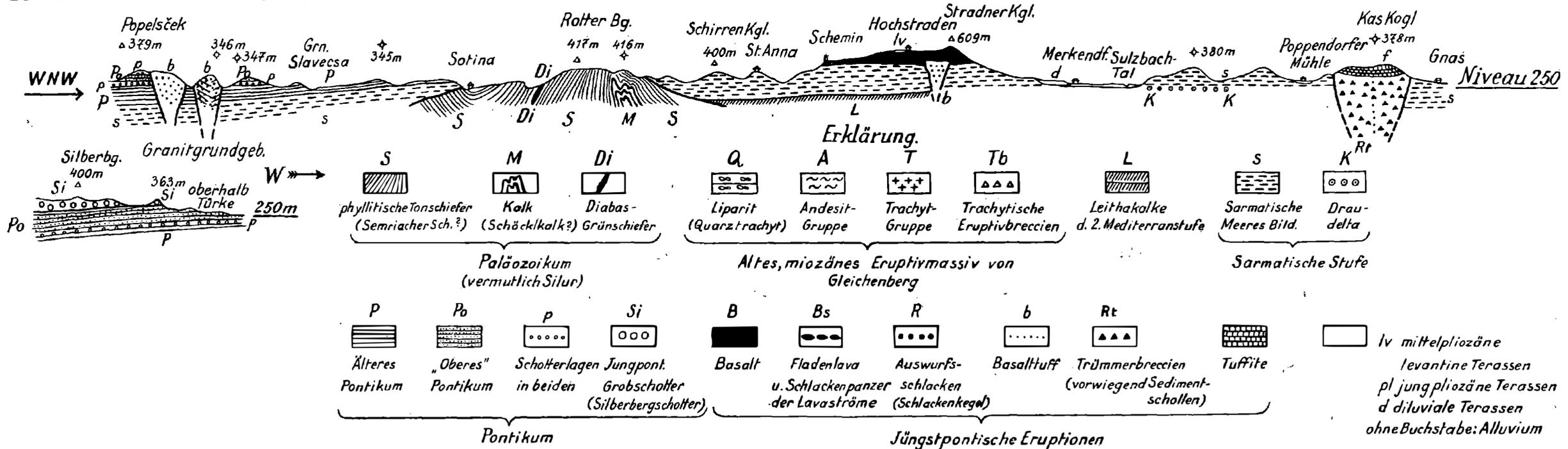
Bei Rogasoc-Szerditzen, nördlich von St. Georgen, ist versehentlich die Farbe des älteren Sarmats, statt des Obersarmats aufgedruckt worden.

Profile durch das oststeirische Vulkangebiet.

Profil I. Nord-Süd-Profil.



Profil II. WNW-OSO-Profil.



Längenmaßstab 1:80.000, Höhenmaßstab 1:40.000, Das ? bezieht sich auf die Lagerung und Brüche. A. Winkler 1926.