

# Die Fortschritte der geomorphologischen Forschung in Österreich in den Jahren 1897 bis 1907.

Von

**Dr. Hugo Hassinger.**

Die Anfänge einer geomorphologischen Erforschung Österreichs reichen nur wenige Jahre vor den Zeitpunkt zurück, von dem unsere Übersicht ihren Ausgang nimmt. Eine junge Wissenschaft, die sich vielfach erst ihre Arbeitsmethode schaffen mußte, hatte hier Gelegenheit, sich an einer Fülle von Problemen zu messen, wie sie mannigfaltiger und verwickelter kein Staat Europas zu bieten vermag. Vieles ist im abgelaufenen Jahrzehnt, wie dieser Überblick zeigen soll, im Prinzip gelöst oder der Lösung nahegebracht worden, manche Probleme wurden formuliert, sehr vieles bleibt naturgemäß im großen wie im einzelnen noch zu tun übrig. A. Penck, dessen Schule an der geomorphologischen Forschung einen hervorragenden Anteil nimmt, hat die prinzipielle Bedeutung der Erforschung Österreichs für die Geomorphologie in Wort und Schrift dargetan und eine Reihe von noch zu lösenden Problemen formuliert.<sup>1)</sup> Er hat gezeigt, wie die Untersuchungen auf dem Boden Österreichs Klarheit über den Entwicklungsgang der Großformen, der Gebirge überhaupt erbringen können. Einige Schritte auf dem Wege sind bereits geschehen, denn neben der altberühmten Geologenschule, welche klassische Werke über die Theorie der Gebirgsbildung und die Tektonik schuf, lieferte die junge morphologische manchen Beitrag zur Kenntnis der Krustenbewegungen von geringerer Intensität, der kleinen Hebungen, Senkungen und Verbiegungen in der alpinen und dinarischen Faltungszone sowie in der bojischen Rumpflandschaft, deren Nachweis ihr mit der ihr eigentümlichen Arbeitsmethode gelang. Sie hat damit nun auch in Österreich die Ansichten über den Gebirgsbau beeinflußt und neben den für die primäre Ausbildung der Großformen der Gebirge und Ebenen wichtigen Faltungen und Einbrüchen auch den späteren Verbiegungen und Aufwölbungen der Erdoberfläche eine Bedeutung zuerkannt, die in der abermaligen Umformung der durch exogene Kräfte umgestalteten Großformen zum Ausdruck kommt. Insbesondere haben die

---

<sup>1)</sup> Vgl. Geogr. Jahresber. a. Öst. Vorwort. IV, 1906.

„Aufbiegungswellen“, welche Penck über den Boden Österreichs zu verfolgen suchte<sup>1)</sup>, auf die Anlage und Ausbildung der Täler großen Einfluß genommen.

Der Bericht wird zeigen, wie ungleichmäßig die Erkenntnis der Oberflächengestalt unseres Staates fortgeschritten ist. Am besten durchforscht sind in großen Zügen die Alpen und ihr Vorland sowie der Karst, die Gesetze des Entwicklungsganges sind hier im allgemeinen festgestellt. In den ja auch geologisch erst seit wenigen Jahren genau erforschten Karpathen sind die Ansätze zur geomorphologischen Arbeit vorhanden, jedoch ist die Problemstellung für große Gebiete noch kaum vorgenommen. Merkwürdig berührt es, daß die in geologischer Hinsicht lange und gründlich erforschten Sudetenländer noch keine eingehende geomorphologische Würdigung erfahren haben. Die geringere Mannigfaltigkeit und die Ausdruckslosigkeit der Formen haben hier offenbar das Interesse weniger angeregt und ihr hohes Alter die Erforschung ungemein erschwert.

Die letzten Jahrgänge des Geographischen Jahresberichtes brachten Übersichten über die gesamte landeskundliche Literatur der Karpathen-, Karst- und Alpenländer, der vorliegende Bericht enthält die Übersicht über die Sudetenländer. Öfters verweist unser Bericht daher auf bereits früher ausführlich gebrachte Referate, um Wiederholungen möglichst zu vermeiden.

Vollständigkeit der Literaturangaben, besonders der fremdsprachigen, wurde wohl kaum erreicht, doch hofft der Referent, kein Forschungsergebnis von allgemeiner Bedeutung übergangen zu haben.

Zur Aufklärung sei gleich bemerkt, daß sehr bedeutsame und umfangreiche geologische Arbeiten, die ja meist in der Regel nur eingestreute Bemerkungen über das Bodenrelief und seine Entstehung enthalten, bloß kurz erwähnt, dagegen selbst kleinere, aber auch ihrer Methode nach geomorphologische Arbeiten ausführlicher behandelt wurden.

## I. Allgemeines.

Die jüngsten wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Länderkunde tragen durchaus der Schilderung der Landschaft und ihrer Entstehung in gebührender Weise Rechnung.

Dies tut sowohl J. Partsch in seinem Buche „Mitteleuropa“,<sup>2)</sup> der die Kettengebirge des alpinen Systems, das Schollengebiet Mitteleuropas, die Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Landoberfläche und endlich Relief und Landschaftsbild in formvollendeter Weise schildert. Es gilt ebenso für A. Hettners „Grundzüge der Länderkunde“<sup>3)</sup> als auch

<sup>1)</sup> Beobachtung als Grundlage der Geographie. Berlin 1906.

<sup>2)</sup> Gotha 1904.

<sup>3)</sup> I. Bd. Europa. Leipzig 1907.

für A. Philipppsons „Europa“<sup>5)</sup>, das für weitere Kreise berechnet ist. Vom Standpunkte der physikalischen Geographie ist zwar gegen die hier durchgeführte Zerreißung Österreich-Ungarns, das in mehrere ‚Naturgebiete‘ geteilt wird, nichts einzuwenden, wohl aber dagegen, daß das Alpenvorland unter dem südwestdeutschen Schollenlande behandelt wird, dem es in der Genesis seiner Formen wesensfremder ist als den Alpen. Endlich ist die kleine, aber treffliche Landeskunde Österreich-Ungarns von A. Grund<sup>6)</sup> hier zu nennen. Auf das große Werk „Bau und Bild Österreichs“<sup>7)</sup> wird bei den einzelnen Ländergruppen eingegangen werden. Seinen wesentlichen Inhalt gibt unter anderen auch E. de Margerie<sup>8)</sup> wieder.

## II. Die Alpen und ihr Vorland.

1. **Allgemeine Darstellungen.** In dem oben genannten monumentalen Werke über die Geologie Österreichs behandelt C. D i e n e r die Ostalpen<sup>9)</sup>, das riesige Ergebnis der Aufnahmearbeit zu einem großen Bilde verarbeitend, welches die Tektonik des Gebirges klar hervortreten läßt. Die Ausgangsform für die Entwicklung der einzelnen Gruppen wird dadurch verständlich gemacht, der Unterschied zwischen den gefalteten Ketten im Westen der nördlichen Kalkalpen mit ihrer Kambildung und den schollenartig gebrochenen nordöstlichen Kalkalpen, wo der Plateautypus vorwaltet, wird betont, auch die Bedeutung der großen Bruchlinien der Südalpen für die Umgrenzung der Gebirgszüge und den Verlauf mancher Tiefenlinien (Drauzug, Valsugana, Judikarien u. s. f.) tritt schon auf der beigegebenen Übersichtskarte der Strukturlinien der Ostalpen deutlich hervor. Auch wird auf die Abhängigkeit des Gebirgscharakters von petrographischen und strukturellen Eigenschaften der einzelnen Schichtglieder gelegentlich verwiesen. Die Entwicklung des Antlitzes der Alpen durch exogene Kräfte wird jedoch nicht geschildert. Einzelne der guten Abbildungen sind auch morphologische Charakterbilder. Die Stellung des großen Werkes zur Theorie der Gebirgsbildung hat bereits F. M a c h a ě k besprochen.<sup>10)</sup>

Zwei kleine, gemeinverständliche, jedoch vollkommen dem Stande der Forschung Rechnung tragende Monographien der Alpen vordanken wir

---

<sup>5)</sup> Aus der Allg. Länderkunde, herausgeg. von Sievers. II. Auflage 1906.

<sup>6)</sup> Sammlung Göschen Nr. 244, 1906.

<sup>7)</sup> Wien u. Leipzig. 1903.

<sup>8)</sup> Structure du sol autrichien. Ann. Géogr. 13. 1904, 64—80.

<sup>9)</sup> Bau u. Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. II. Teil von „Bau und Bild Österreichs“. Hauptergebnisse i. d. Zeitschr. D. ö. Alp. Ver. 1901. 1—20, u. in Petermanns Geogr. Mitt. 1899, 204 ff.

<sup>10)</sup> F. M a c h a ě k. Die landeskundliche Literatur d. österr. Alpenländer. 1897 bis 1905. Geogr. Jahresber. v. Österr. V. 119.

R. Sieger<sup>11)</sup> und F. Machaček<sup>12)</sup>. Besonders letzteres Schriftchen legt großes Gewicht auf die Behandlung des alpinen Reliefs. J. Blaas<sup>13)</sup> bespricht in kurzer und populärer Form Struktur und Relief in den Alpen und erörtert den Einfluß der Gesteine und der Struktur auf die Bildung der Gipfformen, Schuttbildungen, Anlage und Gestalt der Täler. Vorwiegend werden Beispiele aus den Tiroler Alpen herangezogen. Weniger treten diese Beziehungen zwischen Struktur und Relief in dem sonst ausgezeichneten „Geologischen Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen“ desselben Verfassers hervor.<sup>14)</sup> Einen Überblick über die tektonische Entwicklungsgeschichte der Ostalpen gibt F. Frech.<sup>15)</sup>

Wie sich in den Ansichten über die Entstehung der Alpen ein durchgreifender Umschwung vorzubereiten beginnt, wurde bereits im fünften Jahrgang des Geographischen Jahresberichtes angedeutet. Die Deckschollentheorie wurde von westalpinen Forschern nun auch in den Ostalpen zur Anwendung gebracht, um den Gebirgsbau zu erklären. (Vgl. über die darauf bezügliche Kontroverse, 5. Band, 119.)<sup>16)</sup> Auch G. Steinmann<sup>17)</sup> bekennt sich jetzt zu dieser Theorie von der Bildung großer Überfaltungsdecken als erste und einer nachträglichen Faltung des überfalteten Gebietes als zweite Phase der Gebirgsbildung und sucht in gemeinverständlicher Form diese Theorie an der Silvretta-Gruppe zu erklären. Der Beweis für die Möglichkeit der Verallgemeinerung der Theorie in den Ostalpen wird hier noch nicht erbracht.

Über den Stand der Frage orientieren unter anderen auch ein Vortrag C. Schmidts<sup>18)</sup> und C. van de Wieles<sup>19)</sup> in seinem Werke über die neuen Theorien der Entstehung der Alpen.

O. Ampferer<sup>20)</sup> sucht in einer gedankenreichen theoretischen Untersuchung über das Bewegungsbild von Faltengebirgen neue Kriterien über die Entstehung derselben zu erlangen. Er schließt aus seiner Untersuchung, daß alle Versuche, die Gebirgsbildung durch eine gleiche Bewegung zu erklären, von vornherein mißlungen seien. „Die Faltengebirge

---

<sup>11)</sup> Die Alpen. Sammlung Göschen Nr. 129. 1900.

<sup>12)</sup> Die Alpen. Aus der Sammlung „Wissenschaft und Bildung“. Leipzig 1908.

<sup>13)</sup> Zeitschrift d. D. u. Ö. Alpenverein. 1904. 1 — 17.

<sup>14)</sup> Innsbruck 1902 mit Karte 1:500.000. Ferner ein kürzerer und volkstümlich geschriebener Leitfaden: Kleine Geologie von Tirol. Innsbruck 1907.

<sup>15)</sup> Zeitschrift der D. Geol. Ges. 1905. 318 — 336.

<sup>16)</sup> Vgl. auch E. Haug, Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. B. S. Géol. de France, 4. ser. Bd. VI, 359.

<sup>17)</sup> Geolog. Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. d. D.-Ö. Alp.-Ver. 1906, 1.

<sup>18)</sup> Alpine Probleme. Rede, gehalten am Jahresfest der Universität Basel 1906, und Bau und Bild der Schweizer Alpen. Basel 1907.

<sup>19)</sup> Sur les théories nouvelles de la formation des Alpes. Bruxelles 1906.

<sup>20)</sup> Jahrb. Geolog. Reichsanst. 1906. 539.

stellen sich nicht als einheitliche Bewegungsbilder der Gesteinsmassen dar, welche durch eine Bewegungsformel in ihre Ablagerungsformen zurückgeführt werden können.“ Sie seien vielmehr das Ergebnis von einander ablösenden Hebungen und Senkungen, Zerrungen und Pressungen, Einbrüchen und eines Faltenschubes, dessen Sinn nicht unveränderlich ist.

In neuester Zeit hat nun auch A. Penck sich mit dem Gedanken vertraut gemacht, die Struktur der Ostalpen aus großen, übereinander gelegenen Schubdecken von Gesteinen zu erklären, und hat in einem inhaltsreichen Vortrag <sup>21)</sup> über die Entstehung der Alpen auch für die Geomorphologie bedeutsame Ideen entwickelt, die wegen ihrer Tragweite etwas ausführlicher besprochen werden sollen.

Penck vergleicht die Schubdecken mit Abrutschungen von Abbruchmassen an Talgehängen und mit den von einem Dach abrutschenden Schneemassen, welche zusammengeschoben sich in Falten legen. Schubdecken sind also eigentlich Gleitdecken und müssen mit großen Gleitflächen in Verbindung gebracht werden. Das gegenwärtige Fehlen einer Gleitböschung oder die jetzt sehr geringe Neigung der Gleitböschung gegen die Kalkalpen wird daraus erklärt, daß die abgeglittenen Kalkalpen nachträglich gehoben wurden, während Hand in Hand damit eine Senkung des Alpenvorlandes vor sich ging. Allmählich rückt das Maximum der Erhebung in das Gebiet der früheren Senkung und hebt die abgeglittenen Massen empor, vor diesen sinkt abermals ein Vorland ein und über den so entstandenen Steilabfall können die emporgehobenen Massen weiter wandern. „Der gesamte Mechanismus der alpinen Schichtstörungen erscheint uns daher als das Fortschreiten einer gewaltigen Krustenfaltung in Raum und Zeit“. Diese spätere Hebung der abgeglittenen, zusammengewachsenen Massen ist die eigentliche Ursache der Gebirgsauftragung und der Eintiefung der Gewässer. Die pliozänen Talböden liegen hoch über den heutigen, sind aber überdies noch am Alpen-saum westlich der Etsch aufgebogen. Penck hat schon früher aus der Höhenlage interglazialer Seen nachgewiesen, daß sich die Alpen auch noch während der Quartärperiode aufgewölbt haben, und zwar im Innern stärker als an den Rändern. <sup>22)</sup>

Auch E. Sueß erkennt nun die Überschiebungstheorie für den westlichsten Teil der Ostalpen an (Rhät. Alpen), will aber vorderhand noch vermeiden, die Folgerungen zu berühren, die sich für andere Teile der Ostalpen ergeben. <sup>23)</sup>

<sup>21)</sup> Gehalten i. d. allgem. Sitzung d. Ges. f. Erdkd. i. Berlin, 7. Dezember 1907. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkd. 1908. 1. Heft.

<sup>22)</sup> Die Alpen im Eiszeitalter. Vgl. G. J. a. Ö. V, 122.

<sup>23)</sup> Das Inntal bei Nauders. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien 1906. Abt. III. 699.

2. **Strukturformen einzelner Gebiete.** Unter den zahlreichen Monographien, welche die Tektonik einzelner Gebiete behandeln, seien hier nur einige wichtigere genannt, welche auch auf morphologische Verhältnisse Bezug haben oder für die Theorie der Gebirgsbildung von prinzipieller Bedeutung sind.

M. Lugeon und E. Haug suchen Deckschollen auch im Salzkammergut nachzuweisen,<sup>24)</sup> über den auch in der Oberflächengestalt hervortretenden Ramsaubruch im oberen Ennstal berichtet E. v. Mojsisowicz<sup>25)</sup>. F. Wähners große Monographie des Sonnwendgebirges<sup>26)</sup> im Unterinntal behandelt einen Typus alpinen Gebirgsbaues und ist mit prächtigen geographischen Charakterbildern geschmückt.

O. Ampferer und W. Hammer haben bei ihren geologischen Aufnahmen in den Nordtiroler Kalkalpen wiederholt auch bemerkenswerte Züge des Reliefs erklärt, z. B. ergaben die Untersuchungen im südlichen Karwendelgebirge<sup>27)</sup> enge Wechselbeziehungen zwischen Bau und Oberflächenform, sowie die ursprünglich tektonische Anlage der meisten Täler, z. B. die des Halltales. K. Leuchs<sup>28)</sup> behandelt die geologische Geschichte des Kaisergebirges. Zwei Hauptzonen starker Hebung sind in ihm vertreten. In zwei anziehend geschriebenen Aufsätzen behandelt F. Löwl<sup>29)</sup> die Umgebung des Großglockners, in welchen neben anderen Formen auch der Abhängigkeit der Gipfformen vom Gesteinscharakter sowohl in den Hohen Tauern als auch im Pinzgauer Mittelgebirge gedacht wird.

Auf P. Termiers Arbeiten und die Anwendung der Deckschollentheorie auf das Tauern-, Ortler- und Brennergebiet, wo die Überlagerung des Urgesteins durch den Kalk das Landschaftsbild sehr beeinflusst, wurde schon früher verwiesen.<sup>30)</sup> F. Frech behandelt den Gebirgsbau mit besonderer Berücksichtigung der Tiroler Zentralalpen und der Brennergegend eingehend in einer großen Monographie.<sup>31)</sup>

---

<sup>24)</sup> C. R. Ac. Paris 1904, 139. 892—894.

<sup>25)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1900. 8.

<sup>26)</sup> Wien 1903. Vgl. G. J. a. Ö. V. 120.

<sup>27)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanstalt 1898. 48. 289 ff. Vgl. auch über die Aufnahmen in den Tiroler Kalkalpen Geogr. J. a. Ö. V. 122, 123, 133, 134.

<sup>28)</sup> Zeitschr. Ferdinand., Innsbruck 1907. III, 33. Mit geolog. Karte.

<sup>29)</sup> Kals, Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1897, 34. Rund um den Großglockner, Ebda. 1898, 24.

<sup>30)</sup> G. J. a. Ö. V, 119. Überdies: Les Alpes entre le Brenner et la Valteline. Bull. d. l. Soc. géol. d. France. V, 209.

<sup>31)</sup> Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen mit bes. Rücksicht auf den Brenner. Wiss. Ergänz.-Hefte. D. Ö. Alp.-Ver. II, 1. 1905, u. Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1903, 1.

Dem Gebiete der großen Überschiebungen an der Grenze von Ost- und Westalpen ist eine große Literatur gewidmet.<sup>32)</sup> Ein kleiner Aufsatz A. Rothpletz' nimmt auch auf den Einfluß der großen Verwerfungen und Überschiebungen im Rhätikon auf die Oberflächengestalt Bezug.<sup>33)</sup>

Eine neuere Arbeit desselben Verfassers beschäftigt sich mit der Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse<sup>34)</sup> und W. v. Seidlitz<sup>35)</sup> sucht im östlichen Rhätikon fünf Überschiebungsdecken nachzuweisen. E. Sueß<sup>36)</sup> überprüfte Lugeons und Termiers Ansichten über die Tektonik der Silvretta und fand bestätigt, daß dieser Gebirgsstock „schwimme“ und daß der Bereich der rhätischen Überschiebung bis ins tirolische Oberinntal hineinreiche, wo sich bei Nauders ein „Fenster“ öffnet. Die ostalpine Decke liegt am Nordrande des Prättigau und im Fenster des Oberinntales auf der lepontinischen, am Nordrande der Kalkalpen an der Iller liegen beide überdies noch auf der helvetischen Decke.

W. Salomon<sup>37)</sup> untersucht gleich W. Hammer<sup>38)</sup> die Judikarielinie und wies nach, daß diese Talflucht keineswegs ganz mit dem Bruche zusammenfällt, sondern häufig an den Talgehängen hinzieht, wieder ein Beweis mehr für den maßgebenden Einfluß der Erosion auf die heutige Talgestalt, selbst bei Tälern von tektonischer Anlage.

M. Vacek<sup>39)</sup> schildert den wiederholten Wechsel des Landschaftsbildes, welcher sich im Etschtale südlich von Branzoll vollzieht, sobald das Tal aufhört, Längstal zu sein und die judikarischen Falten schneidet.

Die Aufnahmsarbeiten von F. Kosmat<sup>40)</sup> an der Grenze zwischen Alpen und Karst, welche zum Nachweise von Überschiebungen am Westrande des Laibacher Moores führten, streifen ab und zu auch morphologische Verhältnisse. Kosmat teilt das Laibacher Becken in drei natürliche Gebiete: Laibacher Moor, Ebene von Laibach—Stein und Krainburger Ebene. Die Saveebene erscheint ihm als das Ergebnis von Transversaldislokationen.<sup>41)</sup> Die Untersuchungen in dem Gebiete zwischen

<sup>32)</sup> Vgl. G. J. a. Ö., V, 120.

<sup>33)</sup> Geologische Wanderungen im Rhätikon. Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1900, 42.

<sup>34)</sup> Geologische Alpenforschungen. II, 1905.

<sup>35)</sup> Ber. d. Naturf. Ges. Freibg. i. B. 1906, 16.

<sup>36)</sup> Über das Inntal bei Nauders. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien 1906. III A., 699.

<sup>37)</sup> Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Berlin 1901, 77.

<sup>38)</sup> G. J. a. Ö. V, 124.

<sup>39)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1899, 185.

<sup>40)</sup> Literaturnachweise G. J. a. Ö. V, 129.

<sup>41)</sup> Über die tektonische Stellung der Laibacher Ebene. Verh. Geol. Reichsanst. 1905, 71, u. Comptes Rendu, IX. Congr. Geol. 1903.

dem Karst und dem Zuge der Julischen Alpen führte F. Koßmat<sup>42)</sup> zu dem Ergebnis, daß P. Termiers Ansicht, die Dinariden seien über die Alpen geschoben und erst durch einen elastischen Rückstoß gefaltet worden, eine mit den Beobachtungen in Widerspruch stehende Hypothese sei. Der Übergang von der südalpinen Faltungsschichtung in die dinarische vollzieht sich in diesem Gebiete.

**Morphologische Monographien größerer Gebiete.** J. Mayer skizziert in charakteristischer Weise die Einzellandschaften Niederösterreichs<sup>43)</sup>, A. Grund<sup>44)</sup> erörtert in der Einleitung zu einer anthropogeographischen Arbeit Bau und Relief der Alpen östlich von der Traisen und Mürz bis zur Thermenlinie und weist insbesondere auf die Zone der Durchbruchstäler hin, welche am Alpenrande hinzieht und die teils durch nachträgliche Hebung der Kalkhochalpen, teils aus der stärkeren Abtragung des Quellgebietes im Flysch des Wienerwaldes erklärt werden. N. Krebs<sup>45)</sup> entwirft in einer trefflichen länderkundlichen Monographie der nördlichen Alpen zwischen Enns, Traisen und Mürz, gleich A. Grund das reiche, von Bittner und Geyer gewonnene Aufnahmematerial verarbeitend und durch eigene Beobachtungen ein Bild der Bodengestaltung: das „unterjochte“ Bergland der Grauwackenzone im Süden, über welches der Denudationssteilrand der ungefalteten Kalkhochalpen ansteigt, nördlich davon die Ketten und Plateaus der Voralpen mit ihrer Schuppenstruktur. Die Grauwackenzone zeigt, daß eine Umwandlung der Querentwässerung in Längsentwässerung vor sich gegangen ist und eine Angliederung der Wasseradern an die Senkungsfelder der Mur und Mürzlinie. An den Rändern der Kalkstöcke liegen Sacktäler, die ehemals vergletscherten Täler besitzen Stufenbau. Das Talnetz der Kalkvoralpen ist dem geologischen Profil angepaßt und erscheint in eine miozäne Fastebene eingeschnitten, die von 800 m im Norden auf 1200 m im Süden ansteigt.

Die Umwandlung der Landschaft im Randgebirge des inneralpinen Wiener Beckens seit der Miozänzeit schildert die bereits ausführlich referierte Arbeit von H. Hassinger.<sup>46)</sup> In einer Untersuchung über die

<sup>42)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 56. 1906, 259. Aufnahmesergebnisse. Ebda. 1899, 259 und Verh. 1900, 65. 1901, 103. 1902, 150. 1903, 111. 1904, 87. 1905, 71. Erläuterung. z. Blatt S. W. 98. Haidenschaft, Adelsberg. Wien, 1905.

<sup>43)</sup> Niederösterreich nach seinen Landschaften geschildert. 56. Jahresbericht der k. k. Staatsrealschule im VII. Bezirk. Wien. 1907.

<sup>44)</sup> Die Veränderungen der Topographie im Wienerwald und Wiener Becken. Geogr. Abhandl. Herausg. von A. Penck. VIII, 1. 1901.

<sup>45)</sup> Ebenda, VIII, 2. 1903.

<sup>46)</sup> Geomorpholog. Studien aus dem inneralpinen Wiener Becken und seinem Randgebirge. Ebda., VIII, 3. 1905. Referat im G. J. a. Ö. V., 141. Die Ergebnisse aller drei Arbeiten besprach K. Oestreich, Zur Landschaftskunde der österr. Alpen. Geogr. Zeitschr. 13, 256.



Entstehung der Berg Rückenformen unternimmt es G. Göttinger<sup>47)</sup>, die formengestaltenden Kräfte der Flyschzone des Wiener Waldes, die verschiedenen Arten der Abtragung und die Entstehung der Rücken aus Graten, von Riedeln aus Verebnungsflächen zu schildern. Die geomorphologische Untersuchung der niederösterreichischen Voralpen erscheint damit in großen Zügen abgeschlossen.

Aus einem Goldvorkommen in der Neuen Welt bei Wiener Neustadt glaubt R. Schober<sup>48)</sup> auf Flüsse schließen zu können, die vor dem Einbruche des Wiener Beckens aus dem paläozoischen Festlande im Süden kamen und in das Gosaubecken der Neuen Welt mündeten und dasselbe verschütteten.

Die Arbeiten von F. Frech<sup>49)</sup> über die Brennergegend und die Stubaier Alpen schildern Gebirgshebung und Talbildung des Gebietes, die Entstehung der an einen leicht zerstörbaren Streifen von Phyllit gebundenen Brennerfurche und den Einfluß der Eiszeit auf das Antlitz des Gebirges.

In W. Schjernings<sup>50)</sup> ansprechender Monographie des Pinzgaues vermißt man leider die wünschenswerte Verknüpfung von Geologie und Orographie.

Fr. Schönberger<sup>51)</sup> setzte seine orometrischen Studien über die Niederen Tauern fort, bringt orometrische Werte über die Tauerntäler und versucht aus der mittleren Kammhöhe der Gruppe und aus ihrer mittleren Talhöhe die mittlere Höhe des ganzen Gebietes zu bestimmen.

O. Marinelli<sup>52)</sup> charakterisiert die Orographie des österreichisch-italienischen Grenzgebirges mit seinen Längstälern, Parallelketten, Rücken und Plateaus. Bezüglich des Verhältnisses von Längs- und Quertälern kommt Marinelli noch zu keinem definitiven Ergebnis. Die Talbildung zeigt keinen Zusammenhang mit der Tektonik. Verschiedene Kare, Karseen, Höhlen und Bergstürze werden besprochen.

G. Schulz<sup>53)</sup> behandelt in seinen geomorphologischen Studien über die Ampezzaner Dolomiten die Umwandlung der Strukturformen in Skulpturformen.

Für alle vergletschert gewesenen Gebiete der Ostalpen findet man eine Fülle morphologischen Beobachtungsmaterials in dem oft genannten Werk von A. Penck und E. Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter<sup>54)</sup>.

---

<sup>47)</sup> Beiträge zur Entstehung der Berg Rückenformen. Geogr. Abh. IX, 1. Leipzig 1907.

<sup>48)</sup> Ein Goldvorkommen bei Netting in der Neuen Welt nächst Wr.-Neustadt und seine morphol. Bedeutung. D. Rundsch. f. Geogr. u. Stat. 1905, 529.

<sup>49)</sup> Vgl. Nr. 32.

<sup>50)</sup> Forschg. z. d. Landes- u. Volkskd. X, 2. Mit Höhenschichtenkarte 1: 250.000, 1897.

<sup>51)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 40, 1897.

<sup>52)</sup> Boll. d. Soc. Geogr. Ital. Ser. IV, 3. 8, 9, 10.

<sup>53)</sup> Dissert. Erlangen. Bamberg 1905. Vgl. G. J. a. Ö. V, 136.

<sup>54)</sup> Vgl. auch Nr. 63.

Schließlich sei einer Reihe von Exkursionsberichten des Geographischen Instituts der Wiener Universität gedacht, welche manchen Beitrag zur Geomorphologie enthalten. Über eine Exkursion durch die Salzburger Alpen und im Glockner- und Sonnblickgebiet berichtet H. Angerer<sup>55)</sup>, über das Wetterstein-, Miemingergebirge und die Stubai Alpen G. Göttinger<sup>56)</sup> (Glazialformen!), über eine Reise durch das Gesäuse, die norischen Alpen und über das Bergsturzgebiet des Dobratsch H. Meißner<sup>54)</sup> und O. Lehmann<sup>58)</sup> über eine Exkursion nach Südosttirol.

4. Glaziale Skulpturformen. a) Allgemeines. Das vollständige Verständnis der Berg-, Tal- und Gehängeformen unserer Hochalpen hat sich erst im abgelaufenen Jahrzehnt herausgebildet und ist zum großen Teil als Frucht der glazialgeologischen Erforschung der Ostalpen anzusehen, welche die bodengestaltende Wirkung der Gletscher der Eiszeit ins rechte Licht gerückt hat.

Schon 1899 konnte A. Penck<sup>59)</sup> nachweisen, daß die abnormale Ausbildung der breiten und tief eingesenkten Haupttäler der Hochalpen gegenüber den schmälern und seichteren Nebentälern und die Stufen an den Mündungen der letzteren in die ersteren auf eine Glazialerosion zurückzuführen sind, welche zur „Übertiefung“ der Haupttäler führte und die Gleichsolligkeit beseitigte.

Später zeigte Penck, daß sich die Kare nur graduell von den übertieften Tälern unterscheiden und durch Glazialerosion veränderte Gehänge darstellen.<sup>61)</sup>

E. Richter hat das große Verdienst, durch großzügige Untersuchungen Wesen und Entstehung der Hochgebirgsformen und ihren genetischen Zusammenhang aufgeklärt zu haben. Nachdrücklich betont er, daß die Tektonik nur einen untergeordneten Einfluß auf den Formenschatz der Alpen ausübt. Die charakteristische Form des Hochgebirges, das Kar, behandelt Richter genetisch und weist seine große Bedeutung für die Abtragung der Hochalpen nach. Eine namhafte Erosionsarbeit will Richter den Kargletschern nicht zuerkennen, sondern er sieht in den mit Seen erfüllten Becken am Kargrunde die Erzeugnisse chemischer

---

<sup>55)</sup> Ber. d. Ver. d. Geogr. a. d. Wiener Univ., XXIII. und XXIV. Vereinsj. Wien 1899.

<sup>56)</sup> Ebda., XXVII. u. XXVIII. Vereinsj. Wien 1903.

<sup>57)</sup> G. J. a. Öst. V. 1907, 80.

<sup>58)</sup> Ebda., VI, 1907, 82.

<sup>59)</sup> Die Übertiefung der Alpentäler. Verh. VII. Intern. Geogr. Kongr. Berlin 1899. 232.

<sup>60)</sup> Verh. XIII. D. Geogr. Tages 1901. 205

<sup>61)</sup> Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Peterm. Erg. H. 132. Gotha 1900. Einige Ergebnisse auch schon in einem Vortrage in der Schweiz. Natf. Vers. 1898. Eiszeitforschung im Innern der Alpen. Extr. des *Eclogae geologicae Helvetiae*. Vol. V, Nr. 7.

Zersetzung und Gesteinsauflösung, die auf dem feuchten Gletschergrunde herrschen, während dem Eise nur eine ausräumende Wirkung zukommt.

Fernere Voraussetzungen für die Karbildung sind: Festigkeit des Gesteins und Fehlen der Abspülung. A. Hettner<sup>62)</sup> betont, daß aus Richters Untersuchungen hervorgeht, wie gewisse Analogien zwischen Kar, Kañon und Felsamphitheaterbildung (Elbsandsteingebirge!) bestehen, nur die ausräumende Kraft ist bei diesen verwandten Formen eine andere. — Die präglazialen, runden Formen der Hochalpen werden durch die Kare zugeshärft. Fortschreitende Wandverwitterung in den Karen führt zur Zerstörung der Zwischenwände und zur Ausbildung eines horizontalen Denudationsniveaus. Die Abhängigkeit der Karbildung vom Aufbau des Gebirges sucht Richter zahlenmäßig zu erfassen. Höhenlage und geographische Verbreitung der Kare werden verfolgt, ihre abnorm tiefe Lage in den nördlichen Kalkalpen (bis 1200 *m*), ihre abnorm hohe Lage in den steirischen Alpen (über 1600 *m*; auch zur Eiszeit kontinentales Klima!) wird konstatiert. Die glazialen Formen der Hochalpen grenzen mit scharfem Gefällsbruch (glaziale Denudationsfläche!) an die runden Wassererosionsformen der unteren Gehängepartien, welche jedoch in den Tälern auch vom Eise modelliert wurden.

Es treten öfters zwei Denudationsniveaus übereinander auf, das höhere Niveau der heutigen Firnmulden, das tiefere im Niveau der alten Karböden. Die hohe Lage der oberen Schlifffgrenzen ist eine Folge der durch Stauungserscheinungen hervorgerufenen Gletscherhochstände, erstere werden durch die Talgliederung der Alpen bewirkt. Richter scheut sich noch, die abgerundeten Bergsporne und Terrassen hoch über den heutigen Talböden als alte Talböden gelten zu lassen, die ihm zu breit erscheinen, und zieht ihre Erklärung als glaziale Abhobelungserscheinungen vor. Die Talstufen, welche in die Kartreppen übergehen, gelten ihm als Gletscherwerke, insofern als das Eis bereits vorhandene Gefällsknicke des Talbodens und Härteunterschiede des Gesteins noch mehr herausgearbeitet hat. Die Taltröge, welche sich zu Talzirkeln zusammenschließen, sind mit ihrem 200—300 *m* hoch gelegenen oberen Rande das Erzeugnis der Gehängeunterschneidung durch das Eis, und zwar verlegt Richter ihre Entstehung in ein postglaziales Stadium. Die Sacktäler dagegen sind durch Wassererosion entstandene Formen.

Diese Ideen finden sich zum Teil erweitert in dem monumentalen Werke von A. Penck und E. Brückner „Die Alpen im Eiszeitalter“<sup>63)</sup>

<sup>62)</sup> Geogr. Zeitschr. 1901. 447—459.

<sup>63)</sup> Leipzig 1901—1907. Auf Österreich nehmen Bezug Lieferung 1—4, 7, 8. Vgl. auch G. J. a. Ö. V. 131, 132, 137. Die Untersuchungen über die Vergletscherung der Südseite der Alpen östlich vom Etschtal sowie über die der Ostseite werden eben veröffentlicht, so daß der Abschluß des ganzen Werkes unmittelbar bevorsteht.

wieder, das geradezu als die klassische Morphologie der alpinen Hochgebirgsformen bezeichnet werden kann. Soweit die Untersuchungen das Alpenvorland, von dessen Schotter- und Moränengebieten sie ihren Ausgang nehmen, um zu den Nährgebieten der Gletscher bis an ihre Wurzelstellen fortzuschreiten, betreffen, sollen sie später zur Erörterung kommen. Die Talausgänge der Quertäler der Nordseite, durch welche auch die Hauptgletscher austraten, sind meist übertiefte Mündungstrichter, welche nicht gleichmäßig von der „selektiven“ Erosion angegriffen wurden, die gerundete Sporne (Rippen) an den Talgehängen schuf. In den präglazialen Talböden wurden von den Gletschern Zungenbecken und übertiefte Talstrecken ausgekolkt.

Bis in die verzweigten Hochtäler ist die Übertiefung zu verfolgen, wo sie in den Taltrögen ihre Fortsetzung findet. Stufenmündungen der Seitentäler sind Begleiterscheinungen der übertiefen Haupttäler. Weiters werden die Erscheinungen an der oberen Gletschergrenze vorgeführt: die Schlifffgrenze, über welcher bloß von der Verwitterung gebildete Formen vorhanden sind, die Untergrabungsvorgänge an dieser Grenze, welche zur Ausbildung eines Schliffbords oder einer Schlifffkehle führten. Wo sich aber das Eis vom Gehänge weg bewegte, also an den Wurzeln der Gletscher, kamen Kare zur Ausbildung, von denen die tiefsten etwa im Niveau der eiszeitlichen Schneegrenze liegen. Bei großer Dichte der Kare an den Gehängen bilden ihre Böden oft förmliche Karmassen und diese liegen etwas tiefer als die obere Gletschergrenze, welche der Würmeiszeit zugeschrieben wird. Gerundete Hochgebirgsgipfel, Rundlinge, waren vom Eis überflutet und besitzen keine Kare, während hoch über die alte Gletscher- und Firngrenze aufragende Berge solche tragen (Karlinge). Die Umwandlung von Rundlingen in Karlinge vollzog sich während der Eiszeit und schuf das präglaziale Mittelgebirge zu einem Hochgebirge um, während zu gleicher Zeit die Talübertiefung diesen Prozeß der Verschärfung des Reliefs beförderte. An die Talstufen knüpfen sich häufig Felsriegel, die durch die Erosion später zu Riegelbergen umgewandelt wurden. Die in der Übertiefung zurückgebliebenen Hängetäler zeigen sich aber doch vom Eise modelliert, besitzen Trogformen und unterscheiden sich durch die Geradlinigkeit und den Mangel von Verästelungen von den Wassererosionstälern. Jedoch gleichen die kleinen Hängetäler an der Peripherie der Vergletscherung mehr den Wassererosionstälern und besitzen oft breit aufgeschüttete Talböden, welche auf eine „Verbauung“ zurückzuführen sind, und ihre Formen sind durch die in ihnen aufgestaut gewesenen Eismassen konserviert.

In den übertiefen Tälern steigen steile Wände über die Schlifffgrenze auf, ebenso liegen sie unter den Trogrändern, zwischen beiden Gefällsbrüchen ist an den Talflanken die sanft ansteigende Schulter. Am

Inntal wurden diese Gesetze der Talübertiefung aufgestellt, an den östlich davon gelegenen Tälern geprüft und auch bestätigt gefunden.

Auch die Rückzugstadien haben bemerkenswerte Formen geschaffen, die Böden der Tröge und Kare wurden durch die Stadialgletscher abgestuft, es entstanden abgestufte Talschlüsse, Treppenkare und Hochseereihen.

So wurde z. B. auch vor dem Bühlstadium, als der Inn-gletscher sein Ende am Ausgange des Ötztales fand, die Inntalerrasse gebildet und die Basis des Achenseedammes. Der vorstoßende Gletscher schüttete Moränendämme im Achenseetal auf, wodurch seine Entwässerung endgültig der Isar zugewendet wurde.

Wiederholt hat A. Penck seine reichen Ergebnisse kurz zusammengefaßt und dabei das eine oder das andere Forschungsergebnis besonders scharf herausgearbeitet<sup>64)</sup> und gegen Angriffe verteidigt, so in einem englischen Aufsatz, wo die glaziale Entstehung der Alpenseebecken, die Übertiefung der Alpentäler, die glaziale Karbildung und ihr Einfluß auf die Gratbildung besonders betont werden.<sup>65)</sup> Penck setzt hier auch auseinander, wie die Oberfläche der großen Talgletscher als Zerstörungsbasis für die Gehängegletscher diente und infolge der Mitwirkung des Eises die zerstörende Tätigkeit über der Schneegrenze rascher vor sich ging als unter derselben. Manchen ergänzenden Gedanken hat A. Penck später geändert, z. B. über die Folgen der Differenz der großen eiszeitlichen Gletscher und ihr Eindringen in die Seitentäler des niedrigeren Gebirges, welche unvergletschert waren. (Beispiele: Salzkammergut, Ennsgebiet.) Sie führte zur Überschreitung von Pässen durch das Eis und zur Erweiterung, wie Vertiefung des Paßüberganges (Zweig des Inn-gletschers auf dem Seefelder Sattel) und zur Paßstufenbildung. Die glaziale Diffluenz äußert sich am großartigsten in der Entwicklung zentripetaler Entwässerung in Gebieten ursprünglich zentrifugaler Entwässerung, denn durch die diffluierenden Eisäste werden die überschrittenen Pässe abgetragen, bis die Wässer über sie hinwegfließen und die Entwässerung umgekehrt wird. Die Lehre von der Übertiefung der Alpentäler durch das Eis wird von den amerikanischen Morphologen W. M. Davis<sup>66)</sup> und Grove K. Gilbert<sup>67)</sup>, der die Täler mit Stufenmündungen als Hängetäler bezeichnet, geteilt, dagegen behaupten E. J. Garwood<sup>68)</sup>

---

<sup>64)</sup> Das Antlitz der Alpen. Verb. Karlsbader Naturf.-Vers. 1902. Täler und Seen der Alpen. VIII. Intern. Geogr.-Kongr. Washington 1904. Rep. 173.

<sup>65)</sup> Glacial Features in the Surface of the Alps. Journ. of Geology. Vol. XIII, 1. 1905, und Die großen Alpenseen. Geogr. Zeitschr. 1905, 381.

<sup>66)</sup> u. <sup>67)</sup> Glacial Erosion in the Valley of the Ticino. Appalachia. IX. 1900, 135. Proceed. Boston S. Nat. Hist. 29. 1901. 273.

<sup>68)</sup> Quart. J. Geol. Soc. London 58, 703.

und W. Kilian<sup>69)</sup>, daß die Haupttäler durch das Wasser übertieft wurden, und zwar deshalb, weil die Nebentäler noch eisbedeckt und daher konserviert gewesen sein sollen, als in den Haupttälern bereits die Wassererosion eingesetzt hatte. Auch T. G. Bonney<sup>70)</sup> will dem Eise keinen nennenswerten Einfluß auf die Talbildung eingeräumt wissen und wenn er sogar die Rundhöcker als Werke des rinnenden Wassers ansieht, so dürfte er mit dieser Auffassung schon ziemlich allein stehen. A. Penck<sup>71)</sup> hält jener Ansicht entgegen, daß zuerst meist die Nebentäler vom Eis verlassen wurden, auch unvergletscherte Täler Stufenmündungen besitzen und daß besonders das rückläufige Gefälle der Haupttäler (Seebecken) gegen die Wassererosion spricht.

Die Erklärung des rückläufigen Gefälles der Talböden ist übrigens eine Streitfrage für sich, auf welche noch bei der Erörterung der Wannenburgbildung eingegangen werden wird. Auch F. Frech<sup>72)</sup> sieht in den übertieften Tälern das Ergebnis intensiver Erosion glazialer Schmelzwässer während der Interglazialzeiten und des Gletscherrückganges. Auf einige entgegenstehende Bedenken hat schon an dieser Stelle F. Machaček<sup>73)</sup> verwiesen. Den Einfluß der Glazialerosion auf die Fjord-, Kar- und Seebildung sowie die Ausbildung der voralpinen Seen betont dagegen de Martonne.<sup>74)</sup>

Die Ablehnung der glazialen Talübertiefung geschieht von den Forschern meist deshalb, weil sie den Gletschern die Fähigkeit dazu absprechen. Die Zahl derer allerdings, welche die mechanische Tätigkeit der Gletscher an ihrem Grunde leugnen, ist kleiner geworden und wenn z. B. A. Neuber<sup>75)</sup> aus dem Einzelfalle des schwach vorschreitenden Taschachferners, welcher eine vom Eis überschrittene Endmoräne nicht weiterschob und zerstörte, das Unvermögen der Gletscher, zu erodieren, folgert, so ist diese Verallgemeinerung nicht ernst zu nehmen.

Dem gegenüber stehen die eingehenden Beobachtungen von H. Heß, welcher bei der Bohrung am Hintereisferner einen Gefällsbereich am Gletschergrunde von den Rändern gegen die Mitte zu fand und damit die Übertiefung des Gletscherbettes nachweisen konnte<sup>76)</sup>, und auch den Betrag der Glazialerosion durch Messungen im hintern Ötztal aus der mittleren Schuttdichte von Innenmoränen zu bestimmen suchte<sup>77)</sup>,

<sup>69)</sup> *Bullet. Soc. Géol. Fr.* 28, 1900, 1003.

<sup>70)</sup> *Alpine Valleys in Relation to Glaciers. Quart. Journ. Geol. Soc.* 1902. 58, 690.

<sup>71)</sup> *Vgl.* 65.

<sup>72)</sup> Über das Antlitz der Tiroler Zentralalpen. *Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver.* 1903. 1—31.

<sup>73)</sup> *G. J. a. Ö. V.* 138.

<sup>74)</sup> Fjords, cirques, vallées alpines et lacs subalpines. *Ann. de Géogr.* 1901, 52.

<sup>75)</sup> Gletscherarbeit. *D. Rundsch. für Geogr. u. Stat.* 26, 241.

<sup>76)</sup> *Mitt. D. Ö. Alp. Ver.* 1904, 33.

<sup>77)</sup> *Ebda.* 1905, 107.

ferner die Beobachtungen A. Pencks an den Gletschern der Sonnblickgruppe<sup>78)</sup>, die die ausbrechende Tätigkeit derselben ergaben.

So hat nun auch A. Ludwig<sup>79)</sup> seine früher gehegten Bedenken gegen die Glazialerosion aufgegeben und ist sogar ein sehr weitgehender Anhänger derselben geworden. W. Salomon<sup>80)</sup> bekennt sich zu einer gemäßigten Theorie der Glazialerosion, welche zwar nicht die Abnutzung des Gletscherbodens, auch nicht mit Hilfe der Geschiebe, anerkennt, jedoch der Verwitterung am Gletschergrund und der ausfegenden Tätigkeit des Gletschers eine bedeutende Rolle zuweist. Besonders intensiv wirkt diese Art der Erosion am Fuße der Talstufen, wofür ebenso wie für das Abheben von Felsplatten und Parallelepipeden aus dem Adamellogebiete Belege beigebracht werden. Auf ähnlichem Standpunkt stehen E. Richter<sup>81)</sup> und S. Günther<sup>82)</sup>; letzterer hebt den grundsätzlichen Unterschied zwischen den Wirkungen des flüssigen und gefrorenen Wassers hervor und erkennt der Gletschererosion eine splitternde Wirkung im verwitterten Gestein, sonst nur eine scheuernde und schleifende Arbeitsleistung zu. F. Frech<sup>83)</sup> behauptet, daß die Möglichkeit für eine Tiefenerosion nur dann gegeben sei, wenn leicht angreifbares Gestein in der Richtung des Eisstromes zwischen härterem eingelagert ist, (z. B. auf dem Fernpaß), höchstens könnten schon vorhandene Hohlformen erweitert werden.

In seiner großen Monographie „Die Gletscher“<sup>84)</sup> bekennt sich H. Heß dagegen als ein Anhänger der intensiven Glazialerosion, besonders der absplitternden, die er bei seinen ausgezeichneten Gletschervermessungen (siehe auch oben!) beobachten konnte. Welche große Wirkung er ihr zuschreibt, geht aus seiner Arbeit über den Taltrog<sup>85)</sup> hervor. Das Vorhandensein von Gefällsknicken und Terrassen über dem unteren Trogrande des Inn- und Ötztales, welche sich selbst wieder zu Trögen rekonstruieren lassen, führte Heß zur Annahme, daß der präglaziale Talboden nicht den untersten Trogrändern entspreche, sondern über der der höchsten Schliftgrenze zu suchen sei. Die eigentliche Talvertiefung geschah aber durch die Wassererosion während des Gletscherrückganges und der Interglazialzeit, durch welche in das U-förmige Tal ein V-förmiges

---

<sup>78)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1897, 5.

<sup>79)</sup> Über glaziale Erosion u. die Ursachen der Eiszeit. Jahrb. d. St. Gallener Naturw. Ges. 1905, 161.

<sup>80)</sup> Können Gletscher in anstehendem Fels Kare, Seebecken und Täler erodieren? N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1900, II, 117.

<sup>81)</sup> Vgl. Nr. 60.

<sup>82)</sup> Vh. XIII, D. Geogr.-Tages 1901. 187.

<sup>83)</sup> Die wichtigsten Ergebnisse der Erdgeschichte. Geogr. Zeitschr. 1905, XI, 80.

<sup>84)</sup> Braunschweig 1904.

<sup>85)</sup> Peterm. Mitt. 1903, 49, 79, und das betr. Kapitel in „Die Gletscher“.

eingeschnitten und dieses durch den während der zweiten Eiszeit eingelagerten Gletscher abermals in ein U-förmiges umgestaltet wurde, wodurch jene Unterschneidung der Talgehänge entstand, die Penck als Schliffkehle bezeichnet. Die Wiederholung dieses Prozesses während der aufeinanderfolgenden Glazial- und Interglazialzeiten schuf das heutige Talprofil mit den ineinandergeschachtelten Trogresten. Eine präglaziale Penepplain mit niedrigen, darüber anfragenden Gipfeln bildet die Voraussetzung dieser Theorie, die manches Bestechende für sich hat, aber bei Betrachtung der Alpen im Verhältnis zum Alpenvorland, wie F. Macháček<sup>86)</sup> betont hat, auch großen Schwierigkeiten begegnet. Auch O. Ampferer hat sich in seinen Studien über die Inntalerrasse<sup>87)</sup> dagegen ausgesprochen und hier den Nachweis erbracht, daß der Gletscher Gehängevorsprünge durchaus nicht immer abschleifen muß, ja daß er sogar unter Umständen neue schafft. Die Umwandlung der präglazialen V-Täler in die U-Täler wird hauptsächlich dem Seitendruck der Gletscher auf die Talwände zugeschrieben. Form und Größe der glazialen Erosion behandelt auch J. Früh<sup>88)</sup>, allerdings meist nach Beispielen aus den Westalpen.

b) Verschiedene glaziale Formen einzelner Gebiete. „Die Alpen im Eiszeitalter“ sind auch hier wieder an erster Stelle zu nennen. Wir lernen hier (I. Buch) die übertieften Talausgänge des Inn-, Saalach- und Salzachtales kennen, letzteres mit seinem charakteristischen Trichter, welcher nicht tektonisch entstanden ist, sondern den Einfluß der selektiven Erosion erkennen läßt, welche den Schloß- und Kapuzinerberg als widerstandsfähige „Rippenberge“ stehen ließ. Es werden die morphologischen Spuren der oberen Eisgrenze in den ganzen nordöstlichen Alpen verfolgt und besonders wird die Inntalübertiefung behandelt, sowie die Talstufen und Trogschlüsse der Nebentäler, die mächtige Terrasse des Haupttales und die Karlinge und Rundlinge zu beiden Seiten derselben.

Das III. eben vollendete Buch des großen Werkes (8. bis 10. Heft) ist den Südalpen gewidmet und behandelt unter anderen auch das Gebiet des alten Etschglatschers. Das Etschtal ist wie kein zweites Alpentäl übertieft und Avisio-, Leno- und Fersenbachtal brechen mit hohen Stufenmündungen gegen dasselbe ab. Breite Felsterrassen begleiten das Tal unterhalb von Meran, ein Teil derselben fällt allerdings mit Schichtbändern zusammen. Auch das übertiefte Eisacktal besitzt Terrassen und zeigt wiederholten Wechsel von Engen und Weiten, entsprechend dem Wechsel von widerstandsfähigem Eruptivgestein (z. B. Kuntersweg) und leicht zerstörbarem Schiefer (z. B. Sterzinger Becken). Es werden endlich die Ter-

---

<sup>86)</sup> Peterm. Mitt. 1904, Lit. Ber. 294.

<sup>87)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 54, 1904, 91.

<sup>88)</sup> Verh. Naturf. Ges. St. Gallen 1906.



rassen des Pustertales beschrieben, in welches einige Tauerntäler (Tauerfer- und Antholzertal) mit typischen Beckenmündungen übergehen, denn sie sind selbst übertieft und ihre Talböden ziehen sich ins Haupttal hinein. Das Pustertal selbst wurde nämlich wegen der geringen Bewegung des in ihm aufgestauten Eises wenig übertieft, ähnlich auch das Nocetal.

J. Jäger skizziert den Einfluß der Eiszeit auf die Ausgestaltung des Inntales bei Kufstein.<sup>89)</sup> Die glazialen Formen des Inntales von Kufstein bis über die Öztalmündung hinaus, sowie die der Stubai-er Alpen behandelt A. Penck auch in einem Exkursionsführer<sup>90)</sup>. O. Ampferer hat mehrere Beiträge zur Kenntnis der glazialen Formen im Inntal geliefert, bezüglich welcher auf den G. J. a. Ö., Bd. V, verwiesen sei.<sup>91)</sup> Die Fortsetzung seiner Beobachtungen im Unterinntal führten Ampferer zu der auf Grund von petrographischen Studien gewonnenen Ansicht, daß die Inntal-terrasse nicht als Staubildung des Zillertalergletschers zur Zeit des Bühlstadiums, wie sie Penck auffaßt, anzusehen sei, sondern daß die Schotterterrassen des Ober- und Unterinntales Reste einer einheitlichen mächtigen und ausgedehnten Schuttdecke bilden, welche sich auch noch in die Seitentäler erstreckt.<sup>92)</sup> Auf die wesentlich glazialgeologischen Folgerungen, die sich bei dieser Lösung der noch nicht geklärten Frage ergeben würden, einzugehen, ist hier nicht der Ort. Im Lechtale konnte Ampferer nur wenige Terrassenreste finden, das Tannheimer Tal fand er durch glaziale Aufschüttungsmassen verbaut.<sup>93)</sup> Die eiszeitliche, mit Bergsturztümmern überschüttete Endmoräne am Eingange des Ötztales beschreibt F. Wahnschaffe.<sup>94)</sup> F. Frech<sup>95)</sup> schildert den Einfluß der Eiszeit auf das Antlitz der Tiroler Zentralalpen: die Entstehung der Hochseen, das Abschleifen der Bergsockel, Moränen- und Schotterterrassenbildung, den Einfluß der Rückzugsstadien der Vereisung, die präglazialen und die nach seiner Ansicht durch Schmelzwasser übertieften Täler.

Über die Glazialformen der Ostabdachung der Alpen, welche das große Eiszeitwerk bisher noch nicht behandelt hat, liegen einige kleinere Arbeiten vor. Über glaziale Spuren auf dem Toblacherfeld berichtet

---

<sup>89)</sup> Globus 75, 1899.

<sup>90)</sup> A. Penck und E. Richter. Glazialexkursion in die Ostalpen. Führer f. d. geol. Exkursionen in Österreich. XII. (IX. Intern. Geol.-Kongr. Wien 1903). Über die Exkursion selbst vgl. u. a. A. Brunhes und L. Gobet, „La Géogr.“ 1903, Nr. 6.

<sup>91)</sup> V, 133, 134, 137, 138.

<sup>92)</sup> Glazialgeologische Beobachtungen im unteren Inntal. Zeitschr. f. Gletscherkd. II, 1907, 29 u. 112.

<sup>93)</sup> Glazialgeol. Beobachtungen in der Umgebung von Reutte. Verh. Geol. Reichsanst. 1907, 345.

<sup>94)</sup> Naturw. Wochenschr. N. F. 1901, 140.

<sup>95)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1903, 1.

J. Müllner<sup>96)</sup>. Die Moränenlandschaft des Klagenfurter Beckens und das Zungenbecken des alten Draugletschers beschreibt F. Herritsch. Er unterscheidet drei Gruppen von Moränenwällen der Ribbeiszeit und vier Gruppen von Wällen aus der Würmeiszeit. Die davon ausgehenden Terrassen konvergieren zu zwei im Marburg-Pettauer Feld unterscheidbaren Terrassenfeldern<sup>97)</sup>. Derselbe Autor behandelt die glazialen Terrassen des Vellachtales.<sup>98)</sup> Beide Arbeiten bespricht in einem kritischen Referat eingehend H. Angerer<sup>99)</sup>. Weniger berücksichtigt R. Canaval<sup>100)</sup> in seinem Beitrage zur Kenntnis der Gailtaler Alpen die morphologischen Verhältnisse.

Endlich beschrieb R. Lucerna<sup>101)</sup> die glazialen und fluvioglazialen Formen in den Steiner Alpen und konnte auch hier die Hochgebirgsformen der Gegenwart auf die präglazialen Mittelgebirgsformen zurückführen und die große gestaltende Kraft der Glazialerosion erweisen.

A. Böhm<sup>102)</sup> veröffentlichte selbständig die für die „Alpen im Eiszeitalter“ bestimmt gewesene Studie über die alten Gletscher der Mur und Mürz. Von den Formen der alten Vergletscherung sind erwähnenswert: der Wall der Stirnmoränen des alten Murgletschers im Becken von Judenburg und kleinere Formen in den verschiedenen Zweigen des Murgletschers, der über den Katschberg zum Draugletscher, über den Radstädter Tauern zum Ennsgletscher und über den Perchauer- und Neumarkter Sattel bis nach Friesach ging. Die Talweitungen an diesen Wegen waren Felsbecken, deren Riegel erst durch Flußerosion aufgeschlossen wurden. Glaziale Formen, durch lokale Vergletscherung entstanden, sind die Kare der Seetaler Alpen, der Hochschwabgruppe, des Zeyritzkampels, des Stuhlecks, der Kor- und Schnealpe.

A. Aigner<sup>103)</sup> beschäftigte sich ebenfalls mit Eiszeitstudien im Murgebiete und verfolgt die fluvioglazialen Terrassen von den Endmoränen bei Judenburg flußabwärts und beschreibt auch die Endmoränenwälle der Kärntner Zweige des Gletschers. Die im Einzugsgebiete des Murgletschers gelegenen Treppenkare werden aus zwei in Etappen vor sich gegangenen Karbildungen erklärt.

c) Kare. Außer Penck und Richters Arbeiten liegen mehrere Karstudien vor. Eine selbständige Meinung über die Entstehung der

---

<sup>96)</sup> Eiszeitliche Untersuchungen am Toblacher Felde und im Sextental. Mitt. D. Ö. Alp.-Ver. 1897.

<sup>97)</sup> Carinthia. II. 1905, 127, 188, 215.

<sup>98)</sup> Mitt. Geogr. Ges. Wien 49. 1906, 417.

<sup>99)</sup> Neue Studien im Gebiete des diluvialen Draugletschers. Carinthia. II. 1906, 123.

<sup>100)</sup> Ebda. II. 1902, 22.

<sup>101)</sup> Gletscherspuren in den Steiner Alpen. G. J. a. Öst. V. 1906, 9.

<sup>102)</sup> Abhandl. Geogr. Ges. Wien. II, 1900, 91. Vgl. auch G. J. a. Öst. V, 134.

<sup>103)</sup> Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark. 1905, 22.

Kare vertritt Ch. März<sup>104)</sup> in seiner gründlichen Arbeit über ein Karwendelkar. Die angenommene Entwicklung der Kare aus Dolinen auf dem Wege einer Wassererosion und ihre Ausgestaltung durch tektonische Vorgänge, die auch Rothpletz annimmt, kann vielleicht im Einzelfalle zutreffend sein, allgemein gültig ist sie jedenfalls nicht, denn die Kare der Zentralalpen sind mangels Dolinen dieses Gebietes auf diese Weise nicht zu erklären. Die Karwendelkette besitzt nicht weniger als 28 Kare auf der Nord- und 39 Kare auf der Südseite, die zum größten Teile untersucht wurden.

Das Wangernitztreppenkar in der Schobergruppe beschreibt A. Wissert<sup>105)</sup> und erklärt es nach Richters Karbildungstheorie. Auch O. Marinelli<sup>106)</sup> behandelt Kare und Karseen der Julischen und Karnischen Alpen.

d) Gletschertöpfe. Einen neuentdeckten Gletschertopf bei Wildbadgastein schildert G. Götzinger<sup>107)</sup>. Eben solchen subglazialen Kleinformen aus der Gegend von Vezzano und Madruzzo ist eine Beschreibung von F. Zieger<sup>108)</sup> gewidmet. Eine Gruppe von Gletschertöpfen liegt auch bei Nago am Gardasee<sup>109)</sup>. Endlich beschreibt J. Blumrich<sup>110)</sup> das Strudelloch im Talbach bei Bregenz.

e) Glaziale Wannens. Die Entstehung der großen Randseen und Talseen führt A. Penck<sup>111)</sup> durchaus auf glaziale Erosion und Abdämmung zurück, im Gegensatz zu A. Heim, der ihre Wannens als Ergebnis der Rücksenkung der Alpen ansieht.

Die glazialen Krustenbewegungen beschränken sich aber auf das westliche Vorland und die Seen liegen vielfach nicht an den durch Krustenbewegung eingesenkten Stellen. A. Penck beweist, daß der Bodensee<sup>112)</sup> nicht durch Rücksinken entstanden sein kann, aber auch nicht durch subalpine Aufsattelung, sondern er ist das Werk der Glazialerosion, welche eine Rumpfebene zertalte. Das Hauptbecken ist rein glazialer Entstehung, die fingerförmig ausstrahlenden Furchen sind durch fluviale und glaziale Erosion gebildet worden, die vierte Eiszeit<sup>113)</sup> hat mit ihrem kürzeren Gletscher das Zungenbecken zum Teile wieder aus-

---

<sup>104)</sup> Der Seekessel der Soiern, ein Karwendelkar. Wiss. Veröff. Ver. f. Erdkd. zu Leipzig. VI, 1904. Karte 1:1000.

<sup>105)</sup> Mitt. Geogr. Ges. Wien. 1905, 48, 561.

<sup>106)</sup> Studi orografici nelle Alpe orientali. Bollet. d. Soc. Geogr. ital Ser. IV, III.

<sup>107)</sup> Deutsche Rundsch. f. Geogr. u. Stat. 1905, 3. H.

<sup>108)</sup> Rivista Trid. VI, 3. 1906.

<sup>109)</sup> G. B. Trener, I pozzi glaciali di Nago. Trident. II, 325, 1899.

<sup>110)</sup> Arch. f. Gesch. u. Landeskd. Vorarlbergs. Bregenz 1906, 57.

<sup>111)</sup> Verh. XIII. D. Geogr.-Tag. 1901, 205.

<sup>112)</sup> Der Bodensee. Schr. d. Ver. z. Verbr. nat. Kenntn. in Wien. 42. 1901/02, 123.

<sup>113)</sup> Die 4. Eiszeit im Bereich der Alpen. Ebda 39. 1898/99, 201.

gefüllt und den See aufgestaut. In „Die Alpen im Eiszeitalter“ polemisiert A. Penck gegen A. Rothpletz<sup>114)</sup>, welcher den Bodensee als verbogenes Tal angesprochen hatte, und betont, daß seine Erhaltung dem Umstande zu danken sei, daß der Rhein beim Austiefen des Bettes epigenetische Engen durchsägen mußte, weshalb der Spiegel vor raschem Sinken bewahrt blieb, aber auch die Schutführung des oberen Rheines nicht allzu groß wurde.<sup>115)</sup> Nochmals setzte sich später A. Penck für die glaziale Erosion der Seewannen ein und definierte die großen Alpenseen als Teile glazialer Zungenbecken in übertieften Tälern, dort gelegen, wo die glaziale Erosion aussetzt und die glaziale Akkumulation beginnt. Sie sind nicht in allen Teilen Erosionsformen, sondern durch große Endmoränenwälle und Schottermassen umsäumt, die den See zum Teil spannen. Besonders gilt letzteres für den Gardasee und die oberitalienischen Seen, weshalb sie auch die nordalpinen an Tiefe übertreffen.<sup>116)</sup> Neuerdings ist nun abermals K. Regelman n<sup>117)</sup> für die tektonische Entstehung des Bodensees eingetreten, den er als in einem hercynisch gerichteten Grabenbruch gelegen ansieht, und zwar weist er auf die Seespiegelsenkungen seit historischer Zeit hin, welche durch Erdbeben verursacht sein sollen.

Auf die Fortdauer der Senkung schließt Regelman n aus den Ergebnissen der Feinnivellements, welche 1869 bis 1895 z. B. in Bregenz ein Sinken des Spiegels um 100 mm ergaben. Schollenverschiebungen am Seeegrunde sollen die Ursache sein. Auch die anderen nordalpinen Seen haben Bearbeiter gefunden. Der kleinere Lünensee im Rhätikon ist nach A. Rothpletz' Auffassung eine tektonische Wanne.<sup>118)</sup> O. Ampferer<sup>119)</sup> spricht im Gegensatze zu A. Penck den Plansee nicht als abgedämmten Stausee, sondern als glaziale Erosionswanne an und will auch im heutigen Achensee keine Abdämmungswanne sehen. Vielmehr sei ein älterer glazialer Stausee noch vor dem Bühlstadium verlandet und das heutige Seebecken durch den Bühlgletscher ausgehobelt worden<sup>120)</sup>.

Die Seen des unteren Inntales in der Umgebung von Rattenberg und Kufstein untersuchte eingehend J. Müllner.<sup>121)</sup>

<sup>114)</sup> Über die Entstehung des Rheintales oberhalb des Bodensees. Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. 29, 1900.

<sup>115)</sup> Alpen im Eiszeitalter. II, 416. Leipzig 1902.

<sup>116)</sup> Die großen Alpenseen. Geogr. Zeitschr. 1905, 381.

<sup>117)</sup> Neuzeitliche Schollenverschiebungen der Erdkruste im Bodenseegebiete Ber. üb. d. 40. Vers. d. Oberrh. Geol. Ver. z. Lindau 1907.

<sup>118)</sup> Zeitschrift D. Ö. Alp.-Ver. 1900, 42.

<sup>119)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1907, 345.

<sup>120)</sup> Über die geolog. Gesch. des Achensees. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1904, 91.

<sup>121)</sup> Zeitschr. d. Ferdinand. f. Tir. u. Vorarlbg. III. 1905, 139. Mit Karten und morphometrischen Werten.

Die Seen des Oberangerberges, im Zungenbecken des Bühlstadiums gelegen, erscheinen teils als glaziale Erosionswannen, teils als Abdämpfungswannen, die Seen des Tierberges sind in einer Karstwanne gelegen (Hechtensee 56·5 *m*). Der Hintersteinersee (35·6 *m*) am rechten Innufer ist der ersten Veranlagung nach vielleicht tektonisch, der Walchsee ist eine Abdämpfungswanne. Der fleißige Erforscher von Salzburg, E. Fugger<sup>122)</sup>, behandelt die Seen des Kronlandes in einer limnologischen Monographie. Zahlreiche Tauernhochseen und die großen Vorlandseen wurden ausgelotet, die Karseen als modifizierte Dolinen gedeutet (vgl. Ch. März, Nr. 103). Auch zwei kleine Schafbergseen (Gröbl- und Grünsee) werden beschrieben.

In den kleinen Seen und Tümpeln des Salzburger Beckens, welche E. Brückner seinerzeit als Moränenseen gedeutet hat, sieht E. Fugger nur künstlich abgedämmte Teiche.<sup>123)</sup> Die bedeutendste limnologische Monographie aus den Nordalpen bildet die erste Lieferung des österr. Seenatlasses, die Seen des Salzkammergutes behandelnd, von J. Müllner,<sup>124)</sup> welche in ihren schönen Tiefenkarten die Wannenformen klarmacht. Zur Darstellung kamen alle großen Talseen, ferner die Sacktalseen (Gosau-, Ödensen, Toplitz-, Grundl-, Altaussee-, Alm-, Offensee und die beiden Langbathseen), endlich mehrere Bergseen (Laudach-, Felling-, Nussensee, die Seen des Schafberges und des Toten Gebirges). Auf die Bildungsgeschichte der Seen wird nicht weiter eingegangen.

Demselben Autor verdanken wir eine Monographie über die Seen auf dem Reschenscheideck,<sup>125)</sup> deren Entstehung mit der Geschichte des Passes eng verknüpft ist. Verlegung der ursprünglichen Wasserscheide durch Talanzapfung, Vergletscherung des Passes, Erniedrigung desselben durch Gletschereis, Ausschleifen eines Beckens im Mitterseegebiet, gleichzeitige Übertiefung des Etschtales, Verbauung der Paßsenke durch Schuttkegel und Abdämmung der Seen sind die einzelnen Entwicklungsphasen. In der zweiten Lieferung des Seenatlasses stellt E. Richter<sup>126)</sup> die Seen von Kärnten, Krain und Südtirol wieder in prächtigen Tiefenkarten dar. J. Damian<sup>127)</sup> untersuchte kleine Südtiroler Seen und brachte Tiefenkarten derselben (L. di Serraja, 15·8 *m* tiefes glaziales Felsbecken, L. delle Piazze, 19·6 *m*, Bergsturzabdämpfungswanne, Antholzer Wildsee, 35·7 *m*, abgedämmt durch Schuttkegel). Damian teilt auch morphometrische

<sup>122)</sup> Salzburgs Seen. Mitt. Ges. f. Salz. Ldskd. 1899, 51 u. 203; 1903, 1; 1904, 129; 1905, 1. Zahlreiche Tiefenkarten.

<sup>123)</sup> Das Salzburger Vorland. Jahrb. Geol. Reichsanst. 49. 1899, 287.

<sup>124)</sup> Geogr. Abh. VI, 1. 1896.

<sup>125)</sup> Ebda. VII, 1. 1900.

<sup>126)</sup> Ebda. VI, 2. 1896.

<sup>127)</sup> Abh. Geogr. Ges. I. 1899, 77.

Werte über die kleinen Seen im Fersental bei Trient mit. Dasselbe tut E. Battisti<sup>128)</sup>. Er behandelt mit B. Trener<sup>129)</sup> den See von Ter-lago, eine 9·3 m tiefe Karstwanne. Eine Notiz über die Seen von Lavarone findet sich im „Annuario d. Società d'Alpinisti Tridentini“<sup>130)</sup>. Auf Marinellis Studien in den Julischen Alpen wurde schon verwiesen (vgl. Nr. 52). Die morphologischen Verhältnisse der beiden Muntigglerseen (Südtirol) behandelt G. Huber kurz in einer vorwiegend biologischen Arbeit (Tiefen 17, bzw. 15·2 m). Zwei Studien nehmen auch noch auf den österreichischen Anteil des Gardasees Bezug, welcher in „Die Alpen im Eiszeitalter“ als Zungenbecken eines Etschgletscherarmes eingehende Behandlung erfährt.

O. Cozzaglio<sup>131)</sup> schreibt dem nördlichen Teile des Sees bei Riva und dem von der Sarca verschütteten bei Arco tektonische Entstehung zu. Beide Einsenkungen seien während der zweiten Eiszeit zu einer vereinigt worden, das westliche Seebecken sei zu dieser Zeit, das östliche während der dritten ausgehöhlt worden. F. B. Taylor<sup>132)</sup> fand am Nordufer des Gardasees die Deltas 8—10 m höher liegend als am Südufer und leitet daraus den tektonischen Ursprung des Sees ab, ein keineswegs zwingender Schluß, viel eher könnte daraus auf eine postglaziale Aufbiegung der Südalpen geschlossen werden. Angabe der Meereshöhe, des Flächeninhaltes, der größten und mittleren Tiefe, des Volumens, der mittleren Böschung, des Umfanges und der mittleren Umfangsentwicklung der alpinen Seen findet man auch in der Morphometrie der europäischen Seen von W. Halbfuß<sup>133)</sup>.

##### 5. Formen mechanischer Verwitterung und Denudationsvorgänge.

a) Wandbildung, Bergstürze und Schutthalden. Die Verwitterungsformen in den Alpen im allgemeinen, insbesondere in den Kalkalpen, behandelt in populärer Darstellung M. Eckert<sup>134)</sup>. Die Unterschneidung der Talgehänge durch die eiszeitlichen Gletscher führte zu Bergstürzen, die nachweislich in der Glazialzeit niedergegangen sind. Ein solcher ist der Bergsturz am Eingange des Ötztals. Eine riesige Sturzbahn führt zur Ausbruchsnische am Tschirgant. Hierher gehören auch die Bergstürze auf dem Fernpaß, die beide O. Ampferer<sup>135)</sup> untersucht hat. A. Till<sup>136)</sup>

<sup>128)</sup> Scandagli e ricerche fisiche sui laghi del bacino della Fersina nel Trentino. Trident 1898. I, 185.

<sup>129)</sup> Ebda. I, 37 u. 97.

<sup>130)</sup> 1899. XX, 197.

<sup>131)</sup> Studi die geologia continentale sui laghi di Garda ed Iseo. Brescia 1902 und Comm. Ateneo. Brescia 1899, 24.

<sup>132)</sup> Bull. of the Geol. Soc. of Am. XV. Rochester. 1904.

<sup>133)</sup> Zeitschr. Ges. f. Erdk. i. Berl. 1903, 592, 706, 784. 1904, 204.

<sup>134)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1905, 16.

<sup>135)</sup> Verb. Geol. Reichsanst. 1904, 73.

<sup>136)</sup> Mitt. Geogr. Ges. 50. 1907, 534.

konnte feststellen, daß der berühmte Dobratschbergsturz von 1348 nur eine schwächliche Wiederholung eines großen, vermutlich prähistorischen Bergsturzes ist. Tektonische Kräfte sind seine ersten und letzten Ursachen, Verwitterungsvorgänge haben ihn begünstigt. Die absturzbereiten Wände sind ein Werk der Glazialerosion. Historischer und prähistorischer Bergsturz wurden durch Erdbeben ausgelöst. O. Ampferer<sup>137)</sup> unterschied „lebende“, noch fortwachsende Schutthalden und „abgestorbene“, die nicht mehr vergrößert werden. Die Untersuchungen im Inntal und Karwendelgebirge führten zu dem Ergebnis, daß die Schuttbedeckung der Alpen schwanke und solche mächtige und hoch emporragende Schutthalden, wie sie zu Gehängebreccien verfestigt auf der Nordseite des Inntales liegen — auch die Höttingerbreccie gehört dazu — heute in den Alpen nicht mehr existieren. Auch liegen sie hauptsächlich an der West- und Südseite, während heute die Nordseite am schuttreichsten ist. Diese Schuttkegel und Schutthalden legten sich in ausgefegte Täler und an unterschrittene Felsen, gehören der Riß-Würm-Interglazialzeit an und erst durch die mächtigen Würmgletscher wurde das Gebirge teilweise von ihnen befreit.

Über den Bergsturz bei Hallwang in Salzburg brachte E. Fugger<sup>138)</sup> eine Mitteilung. Eine besondere Art der Wandbildung beschrieb O. Ampferer<sup>139)</sup> aus dem Karwendelgebirge.

b) Muren. Über die Vermurung der Alpentäler berichtet F. Frech<sup>140)</sup> in einer Studie, welche die Klassifikation der Muren in oberhalb der Baumgrenze entstandene Hochmuren und die Niedermuren bringt, die aus dem Gebiete des dichten Baumwuchses stammen. Ursachen der Murenbildung, ihre Bedeutung für die Oberflächengestalt und der Kampf gegen die Muren werden erörtert. Das Murenphänomen behandelt auch J. Stiny<sup>141)</sup>. Einzelne Muren beschreiben O. Abel<sup>142)</sup> (Hochmure im Fershbachtal, Oberpinzgau) und G. Greim<sup>143)</sup> (Muren von Nauders und Tschafein in Tirol). A. Rothpletz<sup>144)</sup> berichtet kurz über die letzten Hochwasserkatastrophen in Südtirol (1904 bis 1906).

c) Erdpyramiden. Ch. Kittler<sup>145)</sup> untersuchte die geographische Verbreitung und Natur der Erdpyramiden in einer eingehenden Studie.

<sup>137)</sup> Über Gehängebreccien der nördl. Kalkalpen. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1907, 728.

<sup>138)</sup> Mitt. Ver. f. Salzb. Landeskd. 1901, 77.

<sup>139)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1903, 198. Vgl. G. J. a. Ö. V, 141.

<sup>140)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 29. 1898, 1.

<sup>141)</sup> Mitt. Naturw. Ver. beider Hochschulen in Graz. I. 1907.

<sup>142)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1899.

<sup>143)</sup> Globus 82. 1902.

<sup>144)</sup> Mitt. Münchn. Geogr. Ges. 1907, 149.

<sup>145)</sup> Münchner Geogr. Stud. Nr. 3. 1897. Auch Begleittext zu dem Hölzelschen Geogr. Charakterbild: „Die Erdpyramiden am Finsterbach“. Wien 1905.

Er weist nach, daß Erdpyramiden nicht an Moränen gebunden sind, sondern überall, wo durch zementartiges Bindemittel gebundener Schutt vorhanden ist, der Wände bildet und durch Erosion zerrissen wird, entstehen können. Die Decksteine seien nur ein sekundäres Phänomen. Es werden bisher unbekannte Erdpyramiden aus Niederösterreich, Salzburg, aus dem Ötztal, vom Iseosee und anderen Punkten angeführt.

Die Studien S. Günthers<sup>146)</sup> haben die Entstehung des Phänomens klarer gemacht. Zuerst entstehen durch Regenrinnen in lockeren Massen Kämme und Grate und diese Erosionssporne werden wiederum durch Tiefenerosion des Regenwassers in einzelne Pyramiden zerfällt, die auf gemeinsamer Basis stehen. Der Beschaffenheit der Masse legt S. Günther keine Bedeutung bei, die erste unbedeutende Rillenbildung entscheidet für die spätere Tiefenerosion. (Aber auch die Rillenbildung wird nicht dort vor sich gehen, wo große Steine im Boden stecken, sondern zwischen diesen, daher sind die Steine doch von Bedeutung!) Es wird auch eine Klassifikation nach der Form der Erdpyramiden vorgenommen und speziell werden die Pyramiden des Eisacktales, wo alle Typen vertreten sind, und die geologischen Orgeln unweit Franzensfeste beschrieben. Auch L. Sauer<sup>147)</sup> beschäftigt sich mit denselben Formen und schildert ihre Entstehung im allgemeinen nach Kittler, nur möchte er auch der chemischen Tätigkeit des Wassers bei ihrer Bildung einen Einfluß zuschreiben.

Die Erdpyramiden von Segonzano (Cembratal) behandeln C. Battisti und G. B. Trener<sup>148)</sup>, die von Fialis in Kärnten Gortani<sup>149)</sup>.

d) Allgemeine Ergebnisse der Denudationsvorgänge. Daly Reginald<sup>150)</sup> spricht sich in einer Studie über die Übereinstimmung der Berghöhen dagegen aus, daß die Gleichheit der Gipfelhöhen auf ihre Herausarbeitung aus einer Peneplain zurückzuführen sei. Als ein Anhänger der isostatischen Theorie der Gebirgsbildung nimmt er an, daß beim Niedersinken von Gebirgsmassen nur wenig, bei dem Aufsteigen der leichteren Gebirgsmassen dagegen sehr rasch erodiert und schon dadurch Höhengleichheit angebahnt wird.

<sup>146)</sup> Glaziale Denudationsgebilde im mittleren Eisacktal. Sitzg.-Ber. Math.-Phys. Kl. K. Bayr. Ak. Wiss. 22. 1902, 459, u. Erdpyramiden u. Büßerschnee als gleichartige Erosionsgebilde. Ebda. 34. 1904, 397.

<sup>147)</sup> Die Erdpyramiden in den Alpen und verwandte Erscheinungen. Jahresber. d. Friedr.-Wilh.-Gymn. Stettin 1904.

<sup>148)</sup> Tridentum 1900.

<sup>149)</sup> Mondo sotteranea. II. Udine.

<sup>150)</sup> The Accordance of Summit Levels among Alpine Mountains. Journ. of Geol. 1905. 13, 105.



Weitaus die wichtigste Arbeit über Denudationsvorgänge ist die Studie von G. Götzing<sup>150)</sup> über die Entstehung der Bergrückenformen. Durch dieselbe wird uns die Mechanik der Denudationsprozesse wesentlich klarer und auch das Verständnis der Mittelgebirgsformen befördert. Die Untersuchung, welche in erster Linie feststellen will, wie die Zurundung von Bergkammen erfolgt, die mit einer dichten Vegetation bedeckt sind, wie dies z. B. im Wienerwald der Fall ist, geht von den formengestaltenden Kräften dieses Gebietes aus. Im allgemeinen überwiegt hier die Denudation die Erosion. Die durch Seitenerosion entstandenen Untergrabungsböschungen setzen sich an den Talgehängen gegen die höheren Abtragungsböschungen mit einem Knick ab. Die Bildung der Quelltrichter und der Vorgang der Quellerosion werden beschrieben. Als Abtragungskräfte können in dem vegetationsreichen Gebiete weder Abspülung und Verschwemmung noch der Wind wirken, wohl aber wurden zahlreiche Rutschungen an entblößten Stellen beobachtet, die durch die Gesteinsbeschaffenheit und durch die Durchtränkung des Bodens vorbedingt sind und durch Schneeschmelze oder starke Regengüsse oder Störungen der Böschung ausgelöst werden. Die Bewegungsvorgänge im Rutschterrain wurden durch eingeschlagene Pflöcke experimentell ermittelt. Wichtiger ist die Erkenntnis, daß der Verwitterungsschutt überall, auch an bewachsenen Gehängen, selbst bei geringer Neigung derselben herabwandert. Die Bewegung dieses „Gekricches“ äußert sich im Verdrücken der Schichtköpfe und in deren selbständiger Bewegung (Hackenwerfen). Die Bewegung geht sehr langsam vor sich. Ihre Ursachen sind: Der Zug der Schwerkraft, begünstigt durch Durchtränkung des Bodens, Frost, tierische und pflanzliche Motoren. Diese Art der Schuttbewegung auf der Erde ist weit verbreitet und von großem Einfluß für die Umgestaltung der Bergrücken. Der kriechende Schutt verdeckt Kanten und Leisten der Gehänge, denn er staut sich an ihnen und überfließt sie. In der Gehängemitte besteht Gleichgewicht zwischen Verwitterung und Abkriechen, nach unten überwiegt das Gekricche, nach oben die Verwitterung. Da an der stark verwitternden Rückenfläche kein Schutt zu-, wohl aber sehr viel abgeführt wird, so geht eine stetige Verbreiterung und Erniedrigung der Rücken vor sich. Die breiten Rücken sind aus schmalen Formen mit Steilgehängen hervorgegangen. In einer Gratlandschaft wird nach Aufhören der Erosion aus dem verwitternden Gratfels ein Kanzelgrat und beim Emporwachsen der Schutthalde ein Haldenfirst entstehen, der durch Abspülung und Rutschungen, nach Ansiedlung der Vegetation auch durch Abkriechen des Schuttes er-

---

<sup>151)</sup> Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen. Pencks Geogr. Abh. IX, 1. Leipzig 1907.

niedrigt und verbreitert wird. Der Grad der Zurundung ist abhängig von dem Kraftverhältnis zwischen Gekrieche und andauernder Erosion.

Im Wienerwald hat sich diese Umwandlung von Grat- in Rückenformen vollzogen, mit Ausnahme der randlichen Partien, wo die Ausgangsformen der Bergrücken Einebnungsflächen bildeten, welche in zerschnittene Riedelformen verwandelt wurden, deren Rückenbreite nur von der Dichte der Erosionsrinnen abhängig ist. In den Kalkalpen und im Tertiärhügelland hat die Mannigfaltigkeit des Gesteins zu einer Vielheit der Formen geführt. Endlich untersucht G. Götzingen den Einfluß des Klimas auf die Entwicklung der Rückenformen.

**6. Karstphänomen.** Eine eingehende Bearbeitung haben die Karren erfahren. H. Crammer<sup>152)</sup> untersucht auf Grund von Beobachtungen auf dem Hochkönig die Entstehung der Karrenrinnen. Karrenfurchen sind auf stark geneigten Flächen in geraden Linien angeordnet, auf schwach geneigten wird das ab rinnende Wasser, das durch seine chemische Erosion karrenbildend wirkt, durch Klüfte und Risse abgelenkt, wodurch gewundene Karren entstehen. Die mechanische Erosion tritt stark zurück gegenüber der chemischen. Die an die Klüfte gebundenen Karrenformen sind<sup>153)</sup>: Karreuschüsseln, -trichter und -röhren, Kluffkarren, aus denen Erosionsdolinen entstehen können.

M. Eckert<sup>154)</sup> studierte eingehend die Karrenformen des Gottesackerplateaus und anderer Kalkberge der Nordalpen und schrieb über ersteres eine große Monographie. Er unterscheidet Hauptformen (Haupt- oder Grundfurchen) als primäre, tektonisch angelegte Formen und sekundäre oder Nebenformen, die eingehend in einer von Crammers Terminologie etwas abweichenden Form beschrieben werden. Grundlegende Faktoren der Karrenbildung sind: Zerklüftungsfähigkeit des Kalksteins und Inhomogenität desselben. Modifikationsfaktoren: Atmosphärien, Pflanzen und Zersetzungsprodukte. Über die Erosion der Pflanzen in den Kalkgebirgen hat M. Eckert schon früher berichtet<sup>155)</sup>, seiner Monographie zwei einleitende Aufsätze vorangeschickt<sup>156)</sup> und ihr einen dritten über Karstformen der Kalkalpen folgen lassen.<sup>157)</sup>

Seiner Hauptarbeit sind gute Bilder und eine Karrenkarte beigegeben.

---

<sup>152)</sup> Peterm. Geogr. Mitt. 43, 1897, 42.

<sup>153)</sup> Karren und Dolinen im Rifkalk der Übergossenen Alm. Ebda., 48, 1902, 9. Vgl. Referat G. J. a. Ö. V, 139.

<sup>154)</sup> Das Gottesackerplateau, ein Karrenfeld im Allgäu. Wiss. Ergänzungshefte zur Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. I, 3, 1902.

<sup>155)</sup> Abhandlg. Naturf. Ges. 1898. 22.

<sup>156)</sup> Die Karren oder Schratzen. Peterm. Geogr. Mitt. 1898, 69, u. das Gottesackerplateau i. d. Gebirgsgruppe des Hohen Ifen. Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1900, 52.

<sup>157)</sup> Die Verwitterungsformen in den Alpen. Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1905, 16.

Sachlich nicht viel Neues bieten die Beobachtungen von E. Chaix, Du Bois und A. Chaix an den Karren auf dem Plateau des Steineren Meeres und in Krain, jedoch sind sehr instruktive Abbildungen, insbesondere schöne Stereoskopbilder<sup>158)</sup> beigegeben.

Über Karstformen im Leithakalk (Dolinen, blindes Tal bei Sukdull und Afram, S. S. E. von Graz) berichtet Fabian<sup>159)</sup> und über die Karstlandschaft des Sees von Terlago in Südtirol C. Battisti.<sup>160)</sup>

Die Literatur über Höhlen ist sehr reich, aber nur zum kleineren Teile von wissenschaftlichem Werte. Einige wichtigere Arbeiten seien angeführt. H. Crammer<sup>161)</sup> gibt in einer wertvollen physikalischen Arbeit eine Vermessung und Beschreibung des Tablerloches in der Hohen Wand bei Wr.-Neustadt. Eine neuerschlossene Höhle in den Vorbergen der Hohen Wand (bei Brunn a. Steinfeld) beschreibt F. Mühlhofer<sup>162)</sup> als einen Vertikalschacht, der zum Grundwasserspiegel hinabreicht.

Die Entstehung des Geldloches im Ötcher zur Zeit der Hochlage der Talniveaus und seine Umbildung durch mechanische Verwitterung und chemische Erosion schilderte H. Hassinger.<sup>163)</sup>

E. Fugger<sup>164)</sup> beschreibt die Wetterlochhöhlen auf dem Schatberg und das Nixloch im Wildmoos bei Fuschl<sup>165)</sup>, L. Gehring<sup>166)</sup> die Lamprechtsofenlochhöhlen bei Lofer und versucht ihre Entstehung zu erklären.

**7. Talbildung.** Ed. Richter<sup>167)</sup> bespricht in gemeinverständlicher Form an der Hand von Beispielen, die größtenteils den Hohen Tauern entnommen sind, die Beziehungen zwischen Gebirgshebung und Talbildung. Die Taldichte hängt in erster Linie von der relativen Tiefe der Täler ab. Bei zunehmender Vertiefung der Täler werden die erosionskräftigsten übrig bleiben, die anderen anzapfen oder quer durchfurchen. Bergkämme und Gipfel entstehen dort, wo die einzelnen Erosionssysteme tote Punkte zwischen sich lassen. Widerstandsfähigkeit des Gesteins ist von sekun-

---

<sup>158)</sup> Globe. 46. Genf 1907.

<sup>159)</sup> Das Miozänland zw. der Mur u. der Stiefing bei Graz. Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark. 1905.

<sup>160)</sup> Il lago di Terlago e i fenomeni carsici delle valli della fricca, dell Dess. e i doi Laghi. Trident 1898. I. Trient.

<sup>161)</sup> Eishöhlen- und Windröhrenstudien. Abh. Geogr. Ges. Wien 1899. I, 1. 15.

<sup>162)</sup> Die Reichsritter von u. zu Eisensteingrotte bei Fischau-Brunn. Wr. Neustadt 1906.

<sup>163)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1901, 117.

<sup>164)</sup> Globus. 71. 1897, 49.

<sup>165)</sup> Spelunca IV. 1898, 107.

<sup>166)</sup> Berchtesgaden 1906.

<sup>167)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1899, 18.

därer Bedeutung. G. Strele<sup>168)</sup> schildert die Erosionstätigkeit der Wildbäche und ihre Verbauung (Beispiel von der Cima d'Asta).

Von den Talstudien der Nordalpen ist der Aufsatz über die Durchbruchstäler der nördlichen Kalkalpen von C. Diener<sup>169)</sup> hervorzuheben. Es bestehen zwischen Tektonik und Talanlage hier mannigfache Beziehungen, jedoch ist die heutige Talgestalt ein ausschließliches Werk der Erosion. Gerade dort, wo Linien der stärksten Querstörungen verlaufen, fehlen Flußdurchbrüche. Die Entstehung der großen Durchbruchtäler fällt in eine Zeit, in der die große Depression zwischen Kalk- und Zentralzone noch nicht herausgearbeitet war.

K. Oestreich<sup>170)</sup> versucht die Rekonstruktion der tertiären Talböden im Mürz-Murgebiet und schildert die Umwandlung der tertiären Täler in die heutigen. Die Mur ging früher in der Höhe von 1300 *m* über den Obdacher Sattel, durch die vormiozänen Beckeneinbrüche von Seckau-Knittelfeld wurde ihr der Weg unterhalb Murau eröffnet. Auch die Quertalstrecke in den Gneisbergen des Rennfeldes und die Einmündung der Mürz am Flußknie geht auf die tertiäre Zeit zurück. E. de Martonne<sup>171)</sup> beschäftigt sich mit dem Ennstal bei Gr.-Reifling und dem Salzachtal bei Taxenbach in einer talgeschichtlichen Studie. Die ursprünglich tektonische Anlage des Pinzgauer Längentales weist F. Löwl<sup>172)</sup> nach. Es folgt einem Streifen starker Verschiebungen. C. Diener<sup>173)</sup> betont in einer sonst stratigraphischen Studie den grabenartigen Charakter des oberen Pinzgau.

M. Hoffer<sup>174)</sup> maß das Areal der unterirdisch entwässerten Gebiete der nördlichen Kalkalpen in der Dachsteingruppe und in den östlich davon gelegenen Gruppen. Die andauernd rückwärtsschreitende Erosion in den Sacktalern der Kalkalpenstöcke verringert dieses Areal stetig und macht das Talsystem der Kalkalpen dem der Zentralalpen ähnlicher. Einige Bemerkungen über die Siegmund Thunklamm im Kaprunertal und in ihr auftretende Erosionserscheinungen im Kalkglimmerschiefer bringt E. Fugger.<sup>175)</sup>

E. v. Mojsisovicz<sup>176)</sup> erörtert die tertiäre Hydrographie des Dachsteingebietes und weist auf die Quertäler hin, welche aus den Zentralalpen herausführten und dieses Gebiet querten.

<sup>168)</sup> Ebda., 1899.

<sup>169)</sup> Mitt. Geogr. Ges. Wien. 42. 1899, 140.

<sup>170)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 1899, 165. Vgl. Referat G. J. a. Ö. V, 138.

<sup>171)</sup> Problèmes de l'histoire des vallées. Annal. d. Géogr. 1898, 387. Vgl. G. J. a. Ö. V, 138.

<sup>172)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 47. 1898, 639.

<sup>173)</sup> Ebda., 50. 1901, 384.

<sup>174)</sup> Mitt. Geogr. Ges. Wien. 1906. 49, 465.

<sup>175)</sup> Spelunca VI. 1900.

<sup>176)</sup> Erläutg. z. geol. Karte v. Österr. S. W. 19. Ischl, Hallstatt. Wien 1905.

J. Jäger<sup>177)</sup> behandelt die Entstehung des Gasteiner Tales und glaubt an die Bildung desselben auf tektonischem Wege. Nur der heutige Talboden und die Klammern will er als das Werk der Wassererosion gelten lassen.

A. Rothpletz<sup>178)</sup> kommt in einer Studie über die Entstehung des Rheintales oberhalb des Bodensees zu dem Ergebnis, daß ein großer Grabenbruch dasselbe geschaffen habe, während A. Pencik<sup>179)</sup> betont, daß vielleicht die Dislokationen auf die Richtung des Rheintales mitbestimmend gewirkt haben, jedoch das Tal selbst ein Werk fluviatiler und glazialer Erosion ist.

G. Ge yer<sup>180)</sup> beschäftigt sich in seiner Monographie über die Gailtaler Alpen auch mit dem Problem des Gailtales und ist bestrebt, die ungleiche Breitenentwicklung aus der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit seiner Talwände zu erklären, während F. Frech die Breite des unteren Gailtales auf die Benützung desselben durch die Gail zurückgeführt hatte.

J. Wentzel<sup>181)</sup> lieferte einen Beitrag zur Bildungsgeschichte des Tales der Neumarktlar Feistritz, welche als ein Tal im obermiozänen Tale erscheint. (Vgl. Referat G. J. a. Ö. V, 139.)

Einzelne talgeschichtliche Probleme wurden ferner erörtert in den bereits referierten Arbeiten von A. Grund (Nr. 44), N. Krebs (Nr. 46), H. Hassinger (Nr. 46), O. Marinelli (Nr. 52) u. a. a. O.

### Das Alpenvorland.

Eng verknüpft mit der Formengeschichte der Alpen ist die des Alpenvorlandes, des Ablagerungsgebietes glazialer und fluvioglazialen alpinen Materials. „Die Alpen im Eiszeitalter“ sind auch für das Alpenvorland das grundlegende morphologische Werk, welches in erschöpfender Weise die Ursachen seiner Oberflächengestalt klarlegt. Auf die präglaziale, gegen Norden geneigte Rumpffläche lagern sich deckenförmig die Fluvioglazialschotter. Die Inn-Salzachplatte und die Terrassenlandschaft der Traun-Ennsplatte, sowie das Tertiärhügelland des Hausruck und des Kobernauser Waldes werden geschildert, ferner das niederösterreichische Alpenvorland mit dem charakteristischen Wagram am linken Donauufer und der Marchebene. Die Ursachen der interglazialen Erosion, welche die Terrassenlandschaft schuf, werden diskutiert, die Ursache der Breite des Schotterfeldes (Seitenerosion bei Akkumulation) wird klargelegt. Das zweite

---

<sup>177)</sup> Das Gasteinertal, Globus 1907. 41.

<sup>178)</sup> Schr. d. Ver. z. Gesch. d. Bodensees. 29. 1900, u. Geolog. Alpenforschungen I. München 1900.

<sup>179)</sup> Die Alpen im Eiszeitalter, 429.

<sup>180)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 47. 1897, 313.

<sup>181)</sup> Laibach 1901 u. Mitt. Geogr. Ges. Wien. 1900.

Kapitel behandelt die Moränengebiete des nördlichen Alpenvorlandes und des angrenzenden Gebirges. Aber nur im westlichen Teile des österreichischen Alpenvorlandes treten die Moränen aus dem Gebirge heraus und bilden hier, wie z. B. die Jungmoränen zwischen Mattig und Ager oder wie der dreifache Moränengürtel nördlich vom Gmundner See oder endlich wie die Endmoräne des Steyrgletschers bei Kremsmünster, auffällige Züge in der Landschaft.

Die wesentlichsten Forschungsergebnisse über das Alpenvorland findet man auch in dem schon einmal genannten glazialgeologischen Führer von A. Penck<sup>182)</sup> zusammengefaßt. Ihr allmähliches Heranreifen kann man aus zwei älteren Vorträgen entnehmen.<sup>183)</sup>

In der Behandlung der Terrassenlandschaft des Alpenvorlandes schließt sich R. Hoernes<sup>184)</sup> fast ganz A. Penck an, sonst liegt das Schwergewicht des von ihm behandelten Abschnittes des Werkes „Bau und Bild Österreichs“ (Bau und Bild der Ebenen Österreichs) durchaus auf der Stratigraphie des Tertiärs. Leider findet man hier noch die alte Ansicht vertreten, daß im Wiener Becken auch an den Rändern eine deckenförmige Lagerung der Beckenausfüllung bestanden habe und daß die heutige Oberflächengestalt des Beckens neben der Denudation auch durch große Staffelbrüche geschaffen worden sei. Die Unhaltbarkeit dieser Auffassung und überhaupt das Fehlen großer Staffelbrüche hat H. Hassinger<sup>185)</sup> dargetan und G. A. Koch<sup>186)</sup> hat neuerdings die Richtigkeit der letzteren Ansicht bestätigt.

Eine treffliche morphologische Behandlung des Wiener Beckens in knapper Form verdanken wir A. Grund<sup>187)</sup>. Die Genesis des Beckens und der Formen am Randgebirge behandelt eingehend H. Hassinger<sup>188)</sup>, dessen Arbeit schon ausführlich referiert wurde<sup>189)</sup>, ebenso wie die Arbeiten von F. X. Schaffer<sup>190)</sup>, welcher die Terrassenlandschaft im Stadtgebiete von Wien untersuchte. Auch über die daran

---

<sup>182)</sup> Führer f. d. geol. Exkursionen in Österreich. XII. (IX. Int. Geol.-Kongr. Wien 1903.)

<sup>183)</sup> Schr. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. 39, 1899, 205. (Die vierte Eiszeit) u. Verh. D. Geogr.-Tag. XIII. 1901, 205.

<sup>184)</sup> IV. T. Wien 1903. Vgl. auch G. J. a. Ö. V. 123, 135.

<sup>185)</sup> Geomorphol. Studien aus dem inneralpinen Wiener Becken und seinem Randgebirge. Leipzig 1905. (Geogr. Abh. VIII, 3.)

<sup>186)</sup> Über einige der ältesten u. jüngsten artes. Bohrungen im Tertiärbecken von Wien. Rektoratsrede. Wien 1907.

<sup>187)</sup> Veränderungen der Topographie im Wienerwald und Wiener Becken. Geograph. Abh. VIII., 1, Wien 1903.

<sup>188)</sup> l. c. VIII., 3, 1905.

<sup>189)</sup> G. J. a. Ö. V, 141.

<sup>190)</sup> G. J. a. Ö., 141.

sich schließende Diskussion über Genesis und Altersfrage dieser Terrassen wurde schon berichtet.<sup>191)</sup>

Die Terrassenlandschaft des Tullner- oder Kremser Beckens und des Tertiärhügellandes nördlich davon und ihre Entstehung behandelt ebenfalls H. Hassinger.<sup>188)</sup>

Eine morphologische Monographie des unteren Traisengebietes lieferte A. Zündel<sup>192)</sup>, in welcher insbesondere die vier fluvioglazialen Terrassen und die Veränderungen der Hydrographie in und nach den Glazialzeiten geschildert werden. Das im ganzen Gebiete ohne Rücksicht auf den geologischen Bau vorhandene Westoststreichen der Talungen und Höhenrücken und die Tendenz der Gerinne in die Westostrichtung einzuschwenken, führt Zündel auf die Windwirkung zurück, welche hier bei vorherrschenden Ost-Westwinden besonders während der vegetationsarmen Glazial- und Interglazialzeiten stark gewesen sein mußte.

Mit den Landschaftsformen an der Grenze zwischen Alpenvorland und dem Südrande des böhmischen Massivs hat sich insbesondere R. Hödl in einer Talstudie über das untere Pielachtal beschäftigt.<sup>193)</sup> Die Vermeidung des präaquitanischen Tales zwischen Melk—Loosdorf—St. Pölten durch die Donau ist auf dessen Verschüttung während der Tertiärzeit zurückzuführen, ebenso läßt die untere Pielach die präaquitanische Talung von Rohr unbenützt und tritt in das Massiv in einem epigenetischen Tale ein, welches präglazial ist, ebenso wie das epigenetische Durchbruchstal der Donau zwischen Melk und Krems. Auch die epigenetischen Täler im Unterlaufe der Ybbs, Erlauf, Melk und Mank sind in gleicher Weise zu erklären<sup>194)</sup>. R. Hödl hat dann nochmals seine und A. Zündels (siehe oben) Ergebnisse in einem Vortrage zusammengefaßt.<sup>195)</sup>

Auch F. Schöberl schildert auf Grund eigener Beobachtungen das nördliche Alpenvorland an seiner schmalsten Stelle nach Natur- und Bevölkerungsverhältnissen<sup>196)</sup>. O. Abel konnte bei seiner geologischen Aufnahme des Alpenvorlandes zwischen Ybbs und Traun Pencks Ergebnisse bestätigen.<sup>197)</sup>

Vorwiegend kompilatorisch (nach Commenda und Penck) und auch schon nach dem gegenwärtigen Stande der Fluvioglazialforschung

---

<sup>191)</sup> Ebd. 142. F. X. Schaffer. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1905, 587 und H. Hassinger. Ebd. 169.

<sup>192)</sup> Talgeschichtliche Studien im unteren Traisengebiet. G. J. a. Ö., V, 1907, 1.

<sup>193)</sup> Festschr. zur Feier d. 200jähr. Bestandes d. k. k. Staatsgymn. VIII. Bezirk, Wien 1901.

<sup>194)</sup> 54. Jahresber. Staatsgymn. VIII. Bez., Wien 1904.

<sup>195)</sup> Die Landschaftsformen an der Grenze zwischen der böhm. Masse und dem Alpenvorland in N.-Öst. Jahrb. für Landeskd. v. N.-Ö. 1904.

<sup>196)</sup> Progr. Gymn. Ried 1903.

<sup>197)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1905, 353.

etwas veraltet ist E. Hagers Schilderung der geographischen Verhältnisse des österreichischen Alpenvorlandes mit besonderer Rücksicht auf den oberösterreichischen Anteil.<sup>198)</sup> Lorenz v. Liburnau diskutiert die Erklärungsmöglichkeiten für die Entstehung der Trauntalstrecke zwischen Gmunden und Steyermühl in einem Nachtrag zu einer vorwiegend glazialgeologischen Arbeit.<sup>199)</sup>

Über das oberösterreichische Donautal und den Hausruck, dessen Schotter wahrscheinlich einem obermiozänen Alpenfluß angehören, werden morphologische Beobachtungen in einem Exkursionsberichte des Wiener Geographischen Universitätsseminars mitgeteilt.<sup>200)</sup>

H. Crammer erörtert die Herauspräparierung der Hügel des Salzburger Beckens aus einer zusammenhängenden Nagelfluhdecke durch Wasser- und Gletschererosion (Rainberg.)<sup>201)</sup>

## Der Karst.

### a) Allgemeines.

E. Sueß behandelt im III. Bande seines monumentalen Werkes „Das Antlitz der Erde“ die Grundlinien des Baues der Dinariden und betont, daß die nördliche Adria in dem einst von jenen eingenommenen Raume liegt.<sup>202)</sup>

Auch der Karst hat im II. Teile von „Bau und Bild Österreichs“ durch C. Diener<sup>203)</sup> eine vorwiegend tektonische Würdigung erfahren. Kurze Charakteristiken der Landschaften werden gegeben, das Karstphänomen wird jedoch nicht eingehender behandelt.

Das Wesentlichste über Bau und Entstehungsgeschichte in ihrem Einfluß auf die Oberflächengestalt und Küstengliederung unserer Karstländer, sowie über die Geschichte der Adria findet man kurz geschildert in der ansprechenden Monographie, welche A. Philippson<sup>204)</sup> dem Mittelmeergebiete gewidmet hat. Das beigegebene Bild der Adriaküste bei Gravosa ist ein Charakterbild für den Typus der Ingressionsküste.

<sup>198)</sup> Jahresber. Kolleg. Petrinum, Linz 1901.

<sup>199)</sup> Nachträgliches über das Gmundner Schotterterrain. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1903 und Materialien zu einer Morphogenie der Schotterhügel und Terrassen am Nordende des Gmundnersees. Ebd. 1902.

<sup>200)</sup> M. Brust, Die Exkursion des geographischen Institutes der Wiener Univ. ins österr. Alpenvorland und Donautal. G. J. a. Ö. IV, 1906, 86.

<sup>201)</sup> Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh. Neues Jahrb. für Min. und Geol., Beilage Bd. XVI, 1903, 325. Vgl. auch Penck, Alpen im Eiszeitalter 1902, 161.

<sup>202)</sup> III. 1, Wien, Leipzig 1901.

<sup>203)</sup> Wien 1903, 568. Wesentliche Ergebnisse: Pet. Geogr. Mitt. 1899, 204. Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1901, 1.

<sup>204)</sup> Das Mittelmeergebiet, seine geogr. und kulturelle Eigenart. 2. A. Leipzig 1907.



Wesentlich referierend sind die beiden Vorträge von Müller<sup>205)</sup> über den Karst und seine Phänomene und von Kurz<sup>206)</sup> über die Landschaftsformen des dinarischen Faltengebirges. Eine populäre Darstellung des Karstes und seiner Höhlen, im wesentlichen aber nur des Triestiner Karstes, die zum Teil auf eigenen Beobachtungen beruht, gibt K. Moser<sup>207)</sup>.

Gegen die Anwendung der Deckschollentheorie zur Erklärung der Karsttektonik, welche die Kalkschollen als wurzellos ansieht und als Herkunftsort der Triasmassen in den großen dalmatinischen Poljen den Velebit betrachtet, wendet sich C. Schmidt<sup>208)</sup>.

#### b) Arbeiten über einzelne Landschaften.

1. Krain und Küstenland. Das Ergebnis der von F. Koßmat in den Jahren 1896 bis 1903 vorgenommenen Aufnahmearbeiten in Krain und Görz hat bereits N. Krebs gewürdigt und es sei diesbezüglich kurz auf den G. J. IV, 125, verwiesen.

Später hat sich F. Koßmat mit der südlich von Bischoflack gelegenen Karstregion beschäftigt<sup>209)</sup> und die tektonische Stellung der Laibacher Ebene, sowie die Umgestaltung derselben bis zur Ausbildung des heutigen Flußnetzes behandelt<sup>210)</sup> (vgl. Nr. 41). Die Untersuchungen im Gebiete zwischen dem Karst und dem Zuge der Julischen Alpen<sup>211)</sup> haben ihn auch zur Überzeugung geführt, daß mit dem Bau dieser Region P. Termiers Theorie nicht in Einklang zu bringen ist, welche besagt, daß während der Miozänzeit die „Dinariden“ als „traineau solide, non plissé“ über die Alpen hinweggegangen seien, sie nach Norden gedrängt haben und daß sie erst nach dem Absinken entlang der genannten Zone durch den elastischen Rückstoß der auftauchenden alpinen „nappes“ nach Süden überfaltet wurden.<sup>212)</sup> (Vgl. Nr. 40 — 42.) Eine kurze Schilderung aus dem Grenzgebiete zwischen Alpen und Karst, welche den Mangel einer scharfen Grenze in der Landschaft betont, bringt N. Krebs,<sup>213)</sup> Bemerkungen über den Bergsturz am Fuße des Tarnowaner Waldes G. Stache,<sup>214)</sup> und mannigfache morphologische

---

<sup>205)</sup> Jahresber. Ver. für vaterl. Naturkd. Württemberg. 63, Stuttgart 1907.

<sup>206)</sup> Schr. Naturw. Ges. Danzig II, 1905.

<sup>207)</sup> Der Karst und seine Höhlen. Triest 1900.

<sup>208)</sup> Alpine Probleme, Rede am Jahresfest der Univ. Basel 1906, 15, und „Bau und Bild der Schweizer Alpen“ 1907, 13.

<sup>209)</sup> Erläuterg. geol. Karte Adelsberg-Haidenschaft. Z. 22. C. X. 1905.

<sup>210)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1905, 71.

<sup>211)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 1906, 259.

<sup>212)</sup> Les nappes d. Alp. or. et la synthèse d. Alpes. Bull. Soc. géol. d. France. 4<sup>o</sup> ser. T. III. 1903, 762.

<sup>213)</sup> Zeitschr. f. Schulgeogr. 1905. H. 1.

<sup>214)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1898, 24.

Beobachtungen aus Innerkrain (Adelsberg), Triest und Istrien finden sich in einem Exkursionsberichte von H. Angerer<sup>215)</sup>.

Eine treffliche Charakteristik des westlichen Teiles der küstenländischen Landschaft brachte E. Pospichal in der Einleitung zu einer pflanzengeographischen Arbeit<sup>216)</sup> und T. Taramelli<sup>217)</sup> schrieb eine kurze vergleichende Landeskunde von Istrien. A. Tellini<sup>218)</sup> behandelt die Frage des älteren Natisone- und Isonzolaufes und glaubt annehmen zu können, daß ersterer direkt gegen Aquileja, letzterer noch in der Postglazialzeit am Karstrand gegen Monfalcone gegangen sei. F. Mühlhofer<sup>219)</sup> hält die Senke von Brestovica für ein altes Flußtal und sucht hier den alten Timavotalschluß. Den morphologischen Inhalt der Aufnahmsarbeiten von L. Waagen auf den quarnerischen Inseln hat bereits das Referat über die Karstländer (G. J. IV, 126) gebracht. Seine Untersuchungen im östlichen Istrien und auf den quarnerischen Inseln ergaben die Erkenntnis der Virgation der istrischen Falten. Ihr fächerförmiges Auseinandertreten beginnt am Meerbusen von Fiume und kommt noch in der Inselwelt Dalmatiens zum Ausdruck<sup>220)</sup>. Außer der dinarischen Faltung ist auf Veglia die Andeutung einer zweiten (quartären?) Faltung vorhanden, die ziemlich senkrecht auf die erstere verläuft.<sup>221)</sup> Den Einfluß des Klimas auf die Entwicklung der Flyschrückenformen Istriens und die Entstehung der Racheln, welche überall auftreten, wo die Verletzung der Vegetationsdecke die Bildung von Regenrinnen ermöglicht, behandelt G. Götzinger<sup>222)</sup>. Die bedeutendste wissenschaftliche Arbeit über Istrien, auch in morphologischer Beziehung, ist die „Landeskunde von Istrien“, von N. Krebs<sup>223)</sup>. Über kleinere Vorarbeiten, wie die Skizzen über istrische Wanderungen<sup>224)</sup> und die morphogenetischen Skizzen aus Istrien,<sup>225)</sup> welche das Durchbruchtal der Rosandra, südöstlich von Triest, — schon früher von G. Paolina<sup>226)</sup> wenig glücklich behandelt, — Alter und Entwick-

<sup>215)</sup> Die Karstexkursion d. Mitglieder des Geogr. Inst. zu Pfingsten 1896. Ber. über das 22. Vereinsjahr. 1897.

<sup>216)</sup> Flora des österr. Küstenlandes. Leipzig u. Wien 1897.

<sup>217)</sup> La Rassegna nazionale. 116, 1900. Vgl. G. J. IV, 120.

<sup>218)</sup> Riv. G. Ital. 1898, 198.

<sup>219)</sup> Globus 92. 1907, 12. Mit einer Karte des mutmaßlichen unterirdischen Timavolaufes.

<sup>220)</sup> Die Virgation der istrischen Falten. Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math.-Natw. Kl. CXV. 1906.

<sup>221)</sup> Erläutg. z. geol. Karte. Veglia, Novi. S. W. 110. Wien 1905.

<sup>222)</sup> Beiträge zur Entstehung der Berg Rückenformen. Pencks Geogr. Abh. IX, 1. Leipzig 1907. Vgl. Nr. 150.

<sup>223)</sup> Die Halbinsel Istrien. Eine landeskundliche Studie. Pencks Geogr. Abh. IX, 2. Leipzig 1907.

<sup>224)</sup> Viertelj. f. d. geogr. Unterr. I. II. 138, 235; III. u. IV. Geogr. Anz. V. 7, 199.

<sup>225)</sup> 24. Jahrb. Ber. Staatsoberrealsch. Triest 1904.

<sup>226)</sup> Alpi Giulie. 1901, 5.

lung des Foibatales, die Ausbildung der Küstenformen der istrischen Platte u. a. zum Gegenstande haben, wurde bereits referiert. (G. J. a. Ö., IV. 123, 133.)

In seiner Hauptarbeit gliedert N. Krebs das Land in geologisch und morphologisch scharf umrissene Einheiten: in das niedrige Flyschbergland an der Wippach und Reka, in den istrischen Hochkarst, der durch einen bald schroffen, bald treppenförmigen Abfall vom niedrigen istrischen Sandsteingebiet (s. östl. v. Triest bis zum Čepičsee) getrennt wird. Das ganze südliche Dreieck der Halbinsel wird von der pultförmig aus dem Meer aufsteigenden istrischen Platte eingenommen. In einer trefflichen Charakteristik werden die Landschaftsformen der Kalk- und Flyschgebiete einander gegenübergestellt. Im Triestiner Karst wurden überall die Merkmale einer weitgehenden Abrasion gefunden, die gefolgt war von der Zerbrechung der Kalkschollen und ihrer Verbiegung. Im Tschitschenboden ist der Kettenkarst (Ost) vom Stufenkarst (West) zu unterscheiden. Die Oberflächengestalt des letzteren ist durch die Tektonik bedingt, aber erst durch die Erosion herausgearbeitet worden. Der größte Teil der istrischen Platte ist eine einheitlich gestaltete, gewölbte Abrasionsfläche. Durch den Einfluß der Aufwölbung und die dadurch bedingte Tiefenerosion ist die Zahl der oberirdischen Flüsse immer kleiner geworden. Die Flyschlandschaft unterscheidet sich von der nordalpinen durch die dem andersartigen Klima angepaßten Kleinformen. Zahlreiche Plaiken verschütten die Täler und ein Gewirr von Rachein durchfurcht die Berghänge. Talentwicklung und hydrographische Verhältnisse der Kalklandschaft werden unter Anwendung der Grundschens Karstwassertheorie (vgl. Nr. 259), behandelt, welche sich auch hier im allgemeinen bewährt. Die Schilderung der Küstenformen und ihrer Veränderungen durch Brandung und Strömung sowie der rezenten Strandverschiebung bilden den Abschluß des morphologischen Kapitels der Landeskunde. Der Beginn der Küstensenkung fällt in die Postglazialzeit, jedoch läßt sich noch nicht bestimmt feststellen, ob ihr Ende in der postglazialen Zeit gekommen war oder ob die Senkung noch andauert.

N. Krebs hat auch kurz die physiographische Entwicklung der istrischen Halbinsel in einer Studie über die verbogenen Verebnungsflächen in Istrien zusammengefaßt<sup>227</sup>). Gebirgsfaltung, Einebnung, Schrägstellung und Hebung mit Talvertiefung und Seitenerosion, neuerliche Tiefenerosion, schließlich eine Küstensenkung, die zur Akkumulation und zum Ertränken der Unterläufe der Flüsse führte, sind die wichtigsten Vorgänge, welche die istrische Landschaft seit der Oligozänzeit durchgemacht hat.

<sup>227</sup>) Geogr. Jahresber. a. Ö. IV, 75.

2. Dalmatien. Über Dalmatien besitzen wir leider noch keine wissenschaftliche Monographie, jedoch hat die nun lebhaft betriebene geologische Landesaufnahme auch mannigfache morphologische Ergebnisse gezeitigt. Es wurden dieselben bereits in dem landeskundlichen Referat über die Literatur der Karstländer (G. J. a. Ö. IV, 126—129) hervor gehoben. (Aufnahmen von R. J. Schubert<sup>228</sup>) in Norddalmatien und von F. v. Kerner im Kerkagebiete, bei Sebenico, Spalato, auf der Insel Bua und an anderen Orten, von U. Söhle auf Brazza, Lesina, von G. v. Bukowski in Süddalmatien, L. Waagen u. a.). Nur einiges ist diesen Referaten nachzutragen. F. v. Kerner hat bei seinen Aufnahmen in Dalmatien den Zusammenhang zwischen der Gesteinsart und den Einzelformen festgestellt und z. B. auch auf die dem Alveolenkalk eigentümlichen Verwitterungsformen (Scherbenfelder!) verwiesen. Seine Aufnahmsberichte aus Norddalmatien deuten wiederholt auf die enge Abhängigkeit des Bodenreliefs vom Schichtbau hin. Doch gilt dies nicht für die großen Unebenheiten, welche als abradierte und gehobene Faltenrumpfe erscheinen.<sup>229</sup>) Eine hübsche Landschaftsschilderung lieferte F. von Kerner vom mittleren Kerkatal<sup>230</sup>) und G. Dainelli vom Monte Promina<sup>231</sup>).

Morphologische Beobachtungen aus dem Gebiete des Orjen, der Bocche, aus dem Gebiete von Ragusa, Spalato, Salona, Sebenico und über die Einebnungsflächen an der Kerka bringen Exkursionsberichte von F. Lex und N. Krebs<sup>232</sup>) sowie von W. M. Davis<sup>233</sup>), welcher hauptsächlich die Karstformen würdigt. Eine weitere Frucht dieser Exkursion ist ein Aufsatz, den wir noch zu würdigen haben werden, von A. Penck über geomorphologische Studien aus der Herzegowina<sup>234</sup>) und der auch dalmatinische Landschaftsformen berührt, worauf N. Krebs schon verwiesen hat (G. J. a. Ö. IV, 133). Das gleiche gilt von A. Grunds geomorphologischen Studien aus Westbosnien<sup>235</sup>) und von Richters leider unvollendet gebliebener Landeskunde von Bosnien und Herzegowina (Nr. 269) (Referat ebda.). J. Cvijićs Studie über die dinarisch-albanesische Scharung<sup>236</sup>) berührt auch Süddalmatien. Hier wird

<sup>228</sup>) Zu ergänzen sind: Verh. Geol. Reichsanst. 1907, 250, 272, Jahresber. 1907, 1 und Erläutg. z. geol. Karte v. Zaravecchia-Strutto. Wien 1905.

<sup>229</sup>) Verh. Geol. Reichsanst. 1896, 431, u. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1900.

<sup>230</sup>) Mitt. Geogr. Ges. Wien. 40, 1897, 811.

<sup>231</sup>) Boll. Geogr. Soc. Ital. 1901, 712.

<sup>232</sup>) Ber. über d. 25. Ver.-J. d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien 1899.

<sup>233</sup>) Bull. of the geogr. Soc. of Philadelphia, 1901, Vol. III.

<sup>234</sup>) Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1900, 25.

<sup>235</sup>) Die Karsthydrographie. Geogr. Abh. VII, 3. 1903.

<sup>236</sup>) Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Math.-Natw. Kl. 110, Abt. I. Wien 1901, 437, mit einer tekton. Karte u. Zeitschr. der Ges. f. Erdk. Berlin 1902, 210.

die selbständige Stellung des dinarischen Gebirges gegenüber dem albanesischen betont und mit der Neigung der dinarischen Ketten zur Umbiegung in die ostwestliche Richtung wird auch das Abschwenken der dalmatinischen Ketten adriaeinwärts in Verbindung gebracht. Ebenso nimmt A. G. Lukas<sup>237)</sup> in seiner Orographie von Bosnien und der Herzegowina, welche eine systematische Einteilung des illyrischen Gebirgslandes auf geologischer Grundlage bringt, auf Dalmatien Bezug. Im Binnengebiet werden folgende morphologische Einheiten unterschieden: das Flyschland des bosnischen Mittelgebirges, das ostbosnische Kalkgebirge, im Küstengebiet das westbosnische Kalkplateau und die illyrische Küstenzone mit dem Plateau von Hochkroatien, dem norddalmatinischen Hügelland, dem System der dinarischen Alpen und dem herzegowinisch-montenegrinischen Kreideplateau. Die Details der Grenzlinien sind aus der Übersichtskarte 1:750.000 zu ersehen.

Eine kurze Entwicklungsgeschichte des dinarischen Systems findet man auch in Fr. Katzers „Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegowina.“<sup>238)</sup>

Schließlich hat O. Schlüter in einem anregend geschriebenen Aufsatz über das österreichisch-ungarische Okkupationsgebiet und sein Küstenland<sup>239)</sup> den gegenwärtigen Stand unseres Wissens über die Entwicklungsgeschichte des Landes mit besonderer Berücksichtigung der Karst- und Küstenformen kurz zusammengefaßt.

### c) Die Adria und ihre Küstenformen.

Eine gute Monographie des ganzen Adriabeckens verdanken wir Fr. Viezzoli<sup>240)</sup>. R. Sieger<sup>241)</sup> behandelte in einem Vortrage die Adria und ihre geographische Beziehungen, allerdings hauptsächlich nach der anthropogeographischen Seite hin. Lukas<sup>242)</sup> skizziert auf Grund von Originalarbeiten die österreichische Küste, O. Hentzschel<sup>243)</sup> behandelt die Hauptküstentypen des Mittelmeeres unter besonderer Berücksichtigung ihrer horizontalen Gliederung. Die gesamte Strandlänge der österreichischen Küste berechnet er auf 6115 km (davon 63·5% Inseln). Der glatte Umriß derselben würde entlang der landnahen Isobathen gemessen 744 km, als Verbindungslinie der äußeren Küstenvorsprünge 782 km betragen. Der Quotient aus der Gesamtstrandlänge und dem glatten Küstenumriß, der Hauptgliederungskoeffizient, beträgt rund acht (selbst bei der

---

<sup>237)</sup> Wiss. Mitt. aus Bosnien u. der Herzeg. VIII. Wien 1901.

<sup>238)</sup> Serajewo 1903. (IX. int. Geologenkongreß).

<sup>239)</sup> Geogr. Zeitschr. XI. 1905. 24, 103.

<sup>240)</sup> L' Adriatico. Parma 1901.

<sup>241)</sup> Schr. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. in Wien. 41. Wien 1901.

<sup>242)</sup> Zeitschr. f. Schulgeogr. 1907. H. 1.

<sup>243)</sup> Inaug.-Diss. Leipzig 1903.

griechischen Riasküste nur sechs!) J. Luksch<sup>244</sup>) erörtert im Anschluß an eine Tiefenkarte der nördlichen Adria ihr Bodenrelief. Dem seichten Nordbecken gliedert sich ein tiefes Südbecken (bis 1645 *m*) an, die Ostseite zeigt das für Ingressionsküsten charakteristische Schwanken der Tiefen.

Auch die Geschichte der Entwicklung des Adriabeckens wurde in jüngster Zeit mehrfach erörtert. A. Penck<sup>245</sup>) schloß aus der tiefen Lage der eiszeitlichen Schneegrenze im Ragusanergebirge auf das Vorhandensein der südlichen Adria zur Eiszeit und J. Cvijić<sup>246</sup>) betont, daß zwar in dieser Zeit die heutigen dalmatinischen Inseln noch landfest waren, aber doch die größere Hälfte der Adria bereits bestanden haben muß.

E. Richter<sup>247</sup>) glaubt, daß die dalmatinische Adria nicht durch einen Einbruch entstanden ist, sondern eine Geosynklinale darstellt, an welcher ein Hinabbiegen der halb abgehobelten Karstplatte mit ihren „Mosoren“ und noch erhaltenen Faltungsrücken stattfand, „gerade tief genug, um ein wenig vom Wasser überflutet zu werden“.

Am eingehendsten beschäftigte sich A. Grund<sup>248</sup>) mit der Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Durch seine Untersuchungen in Dalmatien und an der Narenta und gestützt auf Krebs' Beobachtungen in Istrien sucht A. Grund nachzuweisen, daß die hergebrachte Annahme von der Entstehung der nördlichen Adria durch einen postquartären Einbruch nicht aufrechtzuerhalten ist. Nach der oligozänen Faltung des dinarischen Gebirges, der Entstehung von Einbnungsflächen im Miozän, der Schrägstellung und Verbiegung der Verbnungsflächen im Pliozän folgte eine Belebung der Talerosion. Die fluvioglazialen Terrassen des Narentatales (Riß-, Würmeiszeit und Rückzugsstadien) senken sich unter den Meeresspiegel hinab, so daß im untergetauchten Narentadelta noch eine 90 *m* tiefe Rinne zu erkennen ist. Um diesen Betrag lag also das bereits in präglazialer Zeit vorhandene, in vorpliozäner Zeit eingebrochene Meeresbecken noch zu Ende der Glazialzeit tiefer als heute. Die Transgression, welche die heutige Küstenlinie schuf, entstand erst nach Ablagerung des Lößes. Die istrischen Täler besitzen keine submarinen Rinnen, weil sie vor der letzten Senkung verschüttet wurden. Den flachen Boden der seichten Nordadria hält

---

<sup>244</sup>) Das Seebodenrelief der nördlichen Adria. Viertelj. Hefte f. d. geogr. Unterr. 1. 1902, 30.

<sup>245</sup>) Globus 78, 133.

<sup>246</sup>) Mitt. Geogr. Ges. Wien. 1904, 149.

<sup>247</sup>) Beiträge z. Landeskunde von Bosnien und der Herzegowina. Wiss. Mitt. aus Bosnien und der Herzegowina. X. 1907.

<sup>248</sup>) G. J. a. Ö. V, 1907, 1.

A. Grund für eine untergetauchte Akkumulationsebene, womit die Bohrungsergebnisse in der Friauler Ebene übereinstimmen, welche zwei Stadien der Transgression mit einer dazwischen gelegenen Hebung erkennen lassen. Im Gegensatz zum Pliozän zeigen West- und Ostküste während des Diluviums Senkungserscheinungen. Eine ziemlich umfangreiche Literatur behandelt die Strandverschiebungen an der Adriatischen Küste, über sie hat bereits der Geographische Jahresbericht IV, 131, 132 referiert. R. Sieger (Nr. 241), Fr. Viezzoli (Nr. 240) und andere treten für die Küstensenkung ein. Wichtig sind auch in dieser Hinsicht die Untersuchungen über die Sedimente im Untergrunde von Grado (marine Lagunenbildungen, darunter Schotter) von Papež<sup>249)</sup> und über die Sande auf Sansego von F. Salmojrighi<sup>250)</sup>, welcher für die fluviatile Natur der Sande eintritt, während L. K. Moser<sup>251)</sup> sich in wenig glücklicher Weise für die marine Entstehung derselben einsetzt. R. v. Bizarro<sup>252)</sup> will weder eine partielle noch eine allgemeine Senkung der Küste anerkennen, sondern sucht die Schwankung der Strandlinie aus dem Ansteigen des Meeres infolge starker Sedimentation des Meeresbodens zu erklären. Wichtige Beiträge zur Kenntnis der Niveauschwankungen an der istrischen Küste bringt A. Gnirs<sup>253)</sup>, welcher aus der Anlage von Moli und Zisternen auf Brioni und in Südistrien die seit der Römerzeit eingetretene positive Küstenverschiebung nachweisen kann. Eine weitere Untersuchung<sup>254)</sup> der antiken Bauten und Steinbrüche an der istrisch-dalmatinischen Küste drängte ihn zu dem Schlusse, daß die Strandlinie seit der Römerzeit um  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$  m in ganz gleichmäßiger Weise positiv bewegt wurde. Die Ursache sieht er in einer allgemeinen, klimatisch bedingten eustatischen Bewegung, welche er auch an anderen Küstenpunkten des Mittelmeeres nachzuweisen sucht. Die Richtigkeit dieser Annahme wird erst als erwiesen gelten können, bis von einem dichten Stationsnetz an der Mittelmeerküste übereinstimmende Beobachtungen vorliegen, jedoch ergibt sich auch in diesem Falle kein Widerspruch zur Ansicht N. Krebs<sup>255)</sup>, daß das Land im zentralen Teile gehoben und schräge

<sup>249)</sup> Die Wasser- und Bodenverhältnisse von Grado. Görz 1904.

<sup>250)</sup> Sull' origine Padana della Sabbia di Sansego nel Quarnero. Rendic. R. Ist. Lomb. sc. lett. Ser. II. 40. 1907, 867.

<sup>251)</sup> Globus 91, 249.

<sup>252)</sup> Sull' elevazione secolare del Mare Adriatico dimostrata in confronto della falsa supposizione di abbassamento del suolo. Gorizia 1901.

<sup>253)</sup> Römische Wasserversorgungsanlagen im südlichen Istrien. Jahresber. d. k. u. k. Marine-Unterrealsschule in Pola 1901.

<sup>254)</sup> Beobachtungen über den Fortschritt einer säkularen Niveauschwankung des Meeres während der letzten zwei Jahrtausende. Mitt. Geogr. Ges. 51. 1908, u. Jahresber. d. k. u. k. Marine-Unterrealsschule in Pola. 1906/07. Pola 1907.

<sup>255)</sup> Vgl. auch dessen „Morphogenet. Skizzen aus Istrien“, S. 25. (Diskussion der Senkungserscheinungen bei Umago.) Jahresber. D. Staatsrealssch. Triest 1904.

gestellt wurde und die Küstenpartien ertranken, sondern es können ganz gut Schrägstellung und eustatische Bewegung zusammengewirkt haben, um die positive Strandverschiebung herbeizuführen. Interessant ist auch die Mitteilung von A. Gnirs, daß der Flutmesser im Kriegshafen von Pola im Zeitraume von 1875—1904 ein Ansteigen des Mittelwassers um 3·2 *cm* anzeigte, woraus auf die Fortdauer des Vorganges zu schließen wäre. An der dalmatinischen Küste hat E. Nikolić<sup>256)</sup> auf vertikale Strandverschiebungen aufmerksam gemacht. Fr. Bulić<sup>257)</sup> und A. Penck<sup>258)</sup> diskutieren die submarine Lage der römischen Sarkophage bei Spalato. Durch seine Aufnahmen in Dalmatien wurde R. J. Schubert zur Überzeugung gebracht, daß in historischer Zeit keine namhafte Strandverschiebung eingetreten sei, welche etwa zu einer Veränderung in der Inselwelt führte.<sup>259)</sup>

Die Küstenformen Istriens wurden mehrfach behandelt, so von C. Hugues<sup>260)</sup> und K. Schneider<sup>261)</sup>. Letzterer stellt die geographische Verbreitung der Küstenformen fest: des Vallontypus (breite Buchten der Nordküste an den Flyschstreifen), des istrischen Typus (von der Punta Salvore an der Westküste bis zur Punta nera an der Ostküste) mit zahlreichen Scoglien und kleinen halbinselförmigen Buchten, welche meist als von der Brandung umgestaltete untergetauchte Dolinen zu erklären sind, und endlich des Typus der quarnerischen Bruchküste (von der Punta nera gegen Norden).

N. Krebs<sup>262)</sup> schildert die Kleinformen der istrischen Westküste und das Zusammenwirken der chemisch-mechanischen Erosion bei ihrer Ausbildung. Den Verlauf der quarnerischen Insel- und Festlandküste bringt L. Waagen<sup>263)</sup> mit der Virgation der istrischen Falten und den quarnerischen und norddalmatinischen Brüchen in Zusammenhang und F. v. Kerner und G. v. Bukowski weisen den Einfluß des Gesteins auf die Kleinformen der dalmatinischen Küste mehrfach nach<sup>264)</sup>.

#### d) Das Karstphänomen.

Ebenso wie die Formen der Hochalpen gehören auch die charakteristischen Karstphänomene zu den gründlichst erforschten morphologischen Er-

<sup>256)</sup> Progr. dell' i. r. gimn. super. di Zara 1902.

<sup>257)</sup> B. di Archeol. e stor. dalm. 1899. 105.

<sup>258)</sup> Globus 78. 1900. Vgl. auch G. J. IV, 132.

<sup>259)</sup> Jahresber. Geol. Reichsanst. 1907.

<sup>260)</sup> Nuova Autologia. Roma 1899, 664.

<sup>261)</sup> Über die Küstenformen der Halbinsel Istrien. Mitt. Geogr. Ges. Wien. 48. 1905, 145.

<sup>262)</sup> Morphogenet. Skizzen aus Istrien, III. 24. Jahresber. D. Staatsrealschule Triest 1904.

<sup>263)</sup> Sitz.-Ber. Ak. Wiss., Math.-Natw. Kl. 115. 1906, u. a. a. O. Vgl. Geogr. Jahresbericht IV. 128, 129.

<sup>264)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1901 u. Jahrb. 1902, 159.



scheinungen und aus der österreichischen Morphologenschule hervorgegangene Forscher haben den Hauptanteil an ihrer Erforschung. J. Cvijić<sup>264)</sup> läßt seiner bekannten Monographie über das Karstphänomen morphologische und glaziale Studien aus Bosnien, Herzegowina und Montenegro folgen, die von großer prinzipieller Bedeutung für die ganze Frage sind. In erster Linie wird das Poljenproblem behandelt. Zahlreiche Poljen werden beschrieben und morphometrische Werte über sie gegeben. Stets handelt es sich um Karstwannen, die im Schichtstreichen gelegen sind, einen ebenen Boden besitzen und deren Längsachse ein- bis dreimal die Querachse an Größe übertrifft. Sie sind zwar an Dislokationen (Längsspalten und Längsverwerfungen) gebunden, jedoch ist Cvijić der Ansicht, daß es sich um Gebilde chemischer Ausräumung handelt, deren Ausgangsform in Gruppen zusammentretende Dolinen mit gemeinsamer Umrahmung sind. Aus diesen gehen durch Erweiterung der Dolinen die breitsohligen Karstmulden mit unebenem Boden hervor. Die großen Poljen haben sich wieder aus mehreren Uvalas entwickelt, welche in parallelen Reihen auftreten und so auch die Parallelität der Grate auf den Karstrücken hervorrufen. Die Tieferlegung der Uvalas bringt ihre Sohle ins Niveau des Grundwassers, Höhlenflüsse durchmessen nun das Polje als oberflächliche Flüsse, bis sie in einem Ponor ein Ende finden. Die Flüsse ändern im Polje ihre Richtung, pendeln hin und her und ebnen die Wannentränder ein, welche die einzelnen Karstmulden voneinander trennen, aber wieder von einem gemeinsamen Poljenrand umfaßt werden. Innerhalb derselben werden so Peneplains geschaffen, die tiefer liegen als die Hochflächen über den Poljenrändern.

Während der Eiszeit waren die Poljen Seewannen, da die Karstflüsse eine größere Wassermasse führten. Die Poljentrassen sind diluviale Seemarken, welche meist wie die Sohlen der Poljen noch durch Dislokation eine Neigung von Nordost nach Südwest bekamen, welcher Richtung auch die meisten Poljenflüsse folgen. Ihnen mangeln die Schuttkegel, die die eiszeitlichen Flüsse in die Seen hineingeschüttet haben. Als das Klima trockener wurde, erweiterten sich die Pönore und entleerten sich die Poljen. Die Tieferlegung des Niveaus der Karstflüsse und fortschreitende Denudation sowie rückschreitende Erosion führten zur Angliederung mancher an das Flußnetz und zu ihrer Zerstörung. Etwas abweichend davon ist die Genesis der Poljen von A. Grund<sup>265)</sup> in einer hochbedeutsamen Arbeit über die Karsthydrographie behandelt worden.

Er bezweifelt, daß durch chemische Ausräumung so große Karstwannen gebildet werden können, und fand, daß in Westbosnien gerad

<sup>265)</sup> Abh. Geogr. Ges. Wien 1901, III. 2 u. Glas Srb. Ak. LIX. Abt. I.

<sup>266)</sup> Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Pencks Geogr. Abh. VII. 3. 1903.

die größten Poljen den Charakter von Senkungsfeldern haben, und nur infolge ihrer unterirdischen Entwässerung als Bestandteile des Karstphänomens anzusehen sind.

Der Mangel der oberirdischen Erosion und das geringe Ausmaß der Akkumulation bewirkten die Konservierung der Senkungsfelder im Karst, während in den Alpen sich aus ihnen Talbecken entwickelten (Sekkauer-, Judenburger Becken). Daß sich aus Uvalas auch poljenähnliche Formen entwickeln können, bezweifelt Grund nicht, jedoch will er den Terminus „Polje“ überhaupt nur auf Wannen tektonischen Ursprungs angewendet wissen.

Die Grundwasserverhältnisse des Karstes sind von größter morphologischer Bedeutung. Das eingesickerte Niederschlagswasser sinkt so tief ein, bis es den Spiegel des stehenden Grundwassers, das die tieferen Klüfte erfüllt, erreicht hat. Erst in diesem Niveau fließt das „Karstwasser“ in der Horizontalen ab. Infolge des geringen Querschnittes der Gesteinsklüfte kommen die Niederschlagsschwankungen im schwankenden Karstwasserstand zum Ausdruck. Er ist unabhängig vom Relief der Landoberfläche, was im Gegensatz zu C. Hugues („Idrografia sotterranea carsica“. Görz 1903), der eine Übereinstimmung zwischen oberirdischen Tiefenlinien und unterirdischen Wasserläufen annimmt, zu betonen ist. Beeinflußt wird er nur durch die Gestalt der Unterfläche des wasserdurchlässigen Gesteines und den aus diesem zusammengesetzten unterirdischen Barren und durch sein Verhältnis zum Meeresspiegel und zu den Tiefenlinien, an denen das Karstwasser austritt. Wo der Karstwasserspiegel von der Landoberfläche geschnitten wird, entsteht eine dauernde Quelle, wenn sein niedrigster Stand noch die Landoberfläche erreicht (Vaulusequelle), wenn letzteres nicht der Fall ist, eine periodische (Karstquelle). Manche Kluftöffnungen, die den Karstquellen zuzuzählen sind, funktionieren periodisch als Quellen, periodisch als Sauglöcher (Estavellen). Die Karstwasserschwankungen finden auch in der periodischen Überschwemmung und Entleerung der Karstwannen ihren Ausdruck. Oberirdische Flüsse können sich im Karst nur dort halten, wo ihr Bett regelmäßig unter dem Karstwasserniveau liegt, denn im anderen Falle nimmt ein Ponor den Fluß auf, ausgenommen natürlich dort, wo undurchlässige Gesteine auftreten, zu denen auch manche Kalke (z. B. Preodacerkalk) gehören. Im allgemeinen hat jede Kalkoberfläche, welche höher liegt als das Karstwasserniveau, nicht horizontale, oberirdische, sondern vertikale, unterirdische Entwässerung und die Verkarstung ist daher die Folge der vertikalen Wasserzirkulation.

Auch A. Penck hat in geomorphologischen Studien aus der Herzegowina <sup>267)</sup> bedeutungsvolle Ideen über die Entstehung der Ober-

---

<sup>267)</sup> Zeitschr. D. Ö. Alp.-Ver. 1900, 25.

flächengestalt unserer Karstländer geäußert. Er hebt die Unterscheidungsmerkmale von Dolinen und Poljen hervor, betont den Mangel des Gebirgsschuttes, der aus der raschen Arbeit der chemischen Verwitterung zu erklären ist, und weist auf die Unabhängigkeit der Oberfläche vom Gebirgsbau im dalmatinisch-herzegowinischen Karste hin, welche ein Ergebnis einer weitgehenden prämiozänen Abtragung des Landes ist. In die Abebnungsflächen eingebrochen sind die Poljen, über sie ragen einzelne Erhebungen auf, welche teils Horste, teils Reste ursprünglicher Berge sind (Mosore), ohne dabei an besonders widerstandsfähiges Gestein gebunden zu sein. Abtragung, dann Hebung des Landes, verbunden mit dem Einbruch der Poljen und der Tiefenerosion der Flüsse, gefolgt von dem Beginn der unterirdischen Entwässerung, und damit die Entstehung des großartigen Karstphänomens, das zu Beginn der Eiszeit größtenteils ausgebildet war, sind die wichtigsten Entwicklungsphasen des Landes. Interessant ist schließlich der Beweis, welcher hier erbracht wird, daß Aufschüttungsformen sich auf Abtragungsformen vererben können (schuttkegelartige Formen aus festem Gestein am Fuße von Berggehängen). A. Penck hat auch seine, Cvijičs und Grunds Forschungen in einem gemeinverständlichen Vortrag über das Karstphänomen<sup>268)</sup> zusammengefaßt und in entwicklungsgeschichtlicher Form Entstehung und Ausbildung der Karstformen, Reife und Alter der Karstlandschaft geschildert.

Diese Forschungsergebnisse lagen auch E. Richter vor, als er daranging, eine Monographie des Okkupationsgebietes<sup>269)</sup> zu schreiben, die leider ein Torso geblieben ist, aber in ihrem morphologischen Teile eine Fülle von Einzelbeobachtungen und eine ausgezeichnete Charakteristik des Karstlandes überhaupt enthält. In der Poljenfrage nimmt er eine vermittelnde Stellung zwischen Cvijič und Grund ein, indem er betont, daß diese Formen teils durch Bildung von Synklinalen, durch Einbrüche, Hebungen und Senkungen entstanden sind, teils aber auch Erosionsmulden darstellen, die aus Dolinenreihen hervorgingen oder durch Auswitterung leicht, erodierbarer Schichten gebildet wurden. Unter Zugrundelegung von Grunds Karstwassertheorie wird ein Zyklus des Karstes aufgestellt. Die Karstabtragung erfolgt demnach im allgemeinen flächenhaft und der Grad der Abtragung ist abhängig vom Stande des Karstwasserspiegels. Haben die Flüsse möglichst tief unter den Karstwasserspiegel eingeschnitten, dann ist die größte Tiefe der Dolinen und Poljen erreicht, der Verkarstungsprozeß steht auf seinem Höhepunkt, es werden die Unebenheiten der Karstoberfläche wieder abgetragen und das

<sup>268)</sup> Schr. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. Wien. 44. 1904, 1.

<sup>269)</sup> Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Herzegowina. Wiss. Mittg. aus Bosnien und der Herzegowina. X. 1907.

Endergebnis des Karstzyklus bildet die Peneplain (Istrien, Norddalmatien). Hebungen lassen den Vorgang immer wieder aufleben.

Nicht rückhaltslos angenommen wie hier wurde die Karstwassertheorie von V. Daneš<sup>270)</sup>, der sie bei seinen Untersuchungen an der unteren Narenta im allgemeinen bestätigt fand, sie jedoch nicht generalisiert wissen will. Die verschiedenen Stadien der Verkarstung scheinen ihm nicht allein den Rückschluß auf die Dauer des Verkarstungsprozesse zu gestatten, sondern sie sind auch auf die verschiedene Menge der Niederschläge und auf die tektonische Prädisposition zurückzuführen.<sup>271)</sup>

Ferner tritt Fr. Katzer<sup>272)</sup> für die ältere Ansicht ein, daß getrennte unterirdische Karstgerinne vorhanden seien. Das angeführte Beispiel dürfte aber kaum ausreichen, um die Theorie vom Karstwasserstrom ganz zu beseitigen. Katzer beschreibt auch die Entstehung und das Aussehen von Bodensenkungsdolinen (Schwemmlandsdolinen Cvijičs) und sieht die Bedingungen zu ihrer Entstehung dann gegeben, wenn eine nicht zu mächtige Schutt-, Sand- oder Eluvialdecke auf dem Kalkboden lagert. Auch zwei Fälle von unterirdischer Dolinenbildung werden angeführt, die als ein überzeugender Beweis für die Entstehung der Dolinen durch allmähliche chemische Zersetzung und Auflösung des Kalksteines angesehen werden müssen. Chemische Analysen zeigten, daß für die Dolinenbildung die chemische Reinheit des Kalkes nicht in erster Linie maßgebend ist, vielmehr dürften mäßige Neigung oder schwebende Lagerung der Kalkbänke die Dolinenbildung begünstigen.

Mit der Poljenbildung beschäftigte sich auch F. v. Kerner und beschrieb aus der Gegend von Salona in Dalmatien Poljen, welche an Überschiebungen geknüpft sind<sup>273)</sup>, und er fand diesen Fall auch an anderen Punkten, z. B. bei Spalato<sup>274)</sup>, am Nordfuß des Mosor<sup>275)</sup>, am Prolog<sup>276)</sup> u. a. a. O. wieder. Ebenso spricht sich R. Schubert für die tektonische Natur der norddalmatinischen Poljen aus<sup>277)</sup>, während F. Koßmat<sup>278)</sup> bei der Untersuchung des Poljes von Planina zur Er-

<sup>270)</sup> La géographie. 13. 1906, 91.

<sup>271)</sup> Ein Beitrag zur Kenntnis des Karstphänomens. Abregé 1906, 134. Von Földr. Közlöny.

<sup>272)</sup> Bemerkungen zum Karstphänomen. Briefe d. Monatsberichte. D. Geol. Ges. 1905, 233.

<sup>273)</sup> Die Überschiebungspoljen. Verh. Geol. Reichsanst. 1907, 283.

<sup>274)</sup> Die geol. Verhältnisse der Poljen von Blaca und Konjsko. Verh. Geol. Reichsanst. 1902, 365.

<sup>275)</sup> Vgl. Nr. 273 und Geol. Beschreibung der Mosor Planina. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1903, 301.

<sup>276)</sup> Reisebericht aus dem Cetinagebiet. Verh. Geol. Reichsanst. 1906, 313.

<sup>277)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1901, 234.

<sup>278)</sup> Die geol. Verhältnisse der Umgebung von Adelsberg und Planina. Verh. Geol. Reichsanst. 1897, 82.

kenntnis kam, daß dasselbe quer zum Schichtstreichen liegt und ebenso wie jenes von Zirknitz auf mechanischem Wege, durch Flußerosion, ausgeräumt wurde. Diese Poljen liegen aber an der Grenze von Kalk und Dolomit und letzterer wirkt wegen seiner starken Grusbildung als wasserundurchlässiges Gestein, weshalb er auch selten Dolinen enthält. Diese Beobachtung wurde auch von R. Schubert<sup>279)</sup> an der unteren Kerka gemacht. V. Hawelka<sup>280)</sup> wieder sieht in dem untersuchten Gackopolje ein durch Längsbrüche entstandenes Senkungsfeld, während V. Daneš<sup>281)</sup> die Poljen im Stromgebiete der unteren Narenta beschrieb und sie für Erosionsformen erklärte, welche durch tektonische Vorgänge mitbedingt, im wesentlichen aber durch die Ausräumung von eingefalteten eozänen Schichten entstanden sind.

E. A. Martel behandelt die Poljenfrage im wesentlichen referierend.<sup>282)</sup> Diese auseinandergelassenen Urteile über die Entstehung der Poljen deuten aber gerade darauf hin, daß das Poljenphänomen überhaupt nicht einheitlich zu erklären ist, sondern daß Richters Ansicht, verschiedene Vorgänge könnten Poljenformen erzeugen, wohl am meisten Berechtigung für sich hat.

Die wassererfüllten Karstwannen haben verschiedene Bearbeiter gefunden. J. Cvijić<sup>283)</sup> zählt die „Kryptodepressionen“ Europas auf, von denen eine Gruppe in Dalmatien und der Herzegowina liegt, J. V. Daneš und K. Thon<sup>284)</sup> behandelten insbesondere die westherzegowinische Kryptodepression, A. Gavazzi verdanken wir eine Monographie der Karstseen<sup>285)</sup>, in der auch die periodisch inundierten Seebecken, von denen das größte das des Zirknitzer Sees ist, beschrieben werden. Die Seewannen besitzen teils Sohlen-, teils Randponore, welche die Funktion teils als Saug-, teils als Spielöcher oder auch beide Tätigkeiten versehen (Estavellen). Dolinenartige Formen im Seeboden sind häufig, z. B. wird die tiefste Kryptodepression des Karstes (70.2 m) von einer solchen im Vranasee auf Cherso gebildet. Angaben über Areal und Tiefe einiger Karstseen lieferte A. Gavazzi auch an einer anderen Stelle<sup>286)</sup>. Mit

<sup>279)</sup> Verh. Geol. Reichsanst. 1900, 241.

<sup>280)</sup> Ebda. 1905, 113.

<sup>281)</sup> Uvodi Doloni [Neretvy. Geomorphologická studie. Bibl. d. böhm. Ges. f. Erdk. i. Prag. Nr. 4. Prag 1905, und La région de la Narenta inférieure. La Géographie. XIII. 1906, 91, und Adalékok a karsztane mények is meretchég. (Beitrag zur Kenntnis des Karstphänomens.) Földr. Közöly. 34. 1906, 305. Deutsch im Abregé 1906, 130.

<sup>282)</sup> L'Origine des Poljes du Karst. La Géographie 1901, 190.

<sup>283)</sup> La Géographie. 1902, 247.

<sup>284)</sup> Petermanns Geogr. Mitt. 1905, 51, 76, und Nr. 372.

<sup>285)</sup> Die Seen des Karstes. I. Abhandlg. k. k. Geogr. Ges. Wien. V, 2. 1903/04.

<sup>286)</sup> Riv. Geogr. Ital. 1898, 216, und Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 41, 315.

dem Vranasee hat sich auch L. Waagen<sup>287)</sup> beschäftigt, V. Largaiolli<sup>288)</sup> mit dem Čepičsee, der den Übergang vom überschwemmten Seepolje zur periodischen Seefläche bildet, G. A. Perko<sup>289)</sup> untersuchte das in einem Karstschlund gelegene Becken des Wildensees in Krain, W. Putick<sup>290)</sup> und J. Žirovnik<sup>291)</sup> das des Zirknitzersees und J. Stoiser<sup>292)</sup> stellte alte Berichte über die Wasserverhältnisse in demselben zusammen.

Eine Reihe von hydrographischen Arbeiten streifen noch ab und zu auch morphologische Verhältnisse, so die von Fr. J. Fischer<sup>293)</sup>, welcher Meer- und Binnengewässer in ihrer Wechselwirkung untersuchte, so die von E. H. Schollmayer-Lichtenberg<sup>294)</sup>, der in seiner Arbeit über die Wasserversorgung im Karst referierend die Entstehung der Karstformen bespricht, und endlich die verschiedenen Berichte über die Wasserversorgung von Görz, Triest, Pola, Dignano u. a. O.<sup>295)</sup>. Einen Vergleich zwischen krainischen (Adelsberg), küstenländischen (Triest, Pola) und alpinen Karst-, besonders Karrenphänomenen, durch ausgezeichnete Abbildungen verdeutlicht, bringen E. Chaix, Du Bois und A. Chaix<sup>296)</sup>.

**Höhlenkunde.** Eine äußerst umfangreiche Literatur, die aber zum geringeren Teile wissenschaftlichen Wert besitzt und auch dann selten über die Beschreibung hinausgeht, behandelt dieses Kapitel. Der Geographische Jahresbericht IV hat über dasselbe ein ausführliches Referat gebracht (S. 137—139), auf welches hiemit verwiesen sei. Aus einer älteren Arbeit E. A. Martels<sup>297)</sup> über die Foiba bei Pisino ist die Ansicht hervorzuheben, daß der hydrostatische Druck nebst Erosion und Korrosion in den Karstschlünden spaltenerweiternd wirkt, eine Auffassung, die auch E. Boegan<sup>298)</sup> vertritt. Er schreibt dieser Kraft die Bildung von sackförmig geschlossenen Deckenschloten in Höhlen zu<sup>299)</sup>. Derselbe rührige Höhlenforscher hat in dieser Arbeit über die Aurisinaquellen zahlreiche Höhlen im Triester Karst beschrieben, über welche bisher nur

---

<sup>287)</sup> Aufnahmsber. Küstenland Nr. 93. Verh. Geol. Reichsanst. 1904, 244.

<sup>288)</sup> Progr. Realgymn. Pisino 1904 (ital.).

<sup>289)</sup> Spelunca. III. 1897.

<sup>290)</sup> Festschrift D. Oberrealschule Brünn 1902.

<sup>291)</sup> Beilage zum „Slovenska Matica“ 1898. Laibach (slowenisch).

<sup>292)</sup> 32. Jahresber. Staatsoberrealschule Graz, 1904.

<sup>293)</sup> Abh. k. k. Geogr. Ges. Wien. IV. 5. 1902. Vgl. auch G. J. a. Ö. IV, 135

<sup>294)</sup> Wien 1908.

<sup>295)</sup> Vgl. G. J. a. Ö. IV, 136.

<sup>296)</sup> Contribution à l'étude de lapiés en Carniole et en Steinernes Meer avec une notice sur la Terra Rossa par A. Monnier. Globe, Genève. 46. Mém. 1907.

<sup>297)</sup> C. R. Ac. Sc. Paris 1896.

<sup>298)</sup> Alpi Giulie. 1901, 54.

<sup>299)</sup> Le sorgenti d'Aursina. Con appunti sull'Idrografia Sotteranea e sui fenomeni del Carso. Trieste 1906.

verstreute Notizen in der italienisch geschriebenen Literatur zu finden waren. Er sucht im Querschnitt St. Canzian—Duino eine Verbindung der Karsthöhlenflüsse herzustellen, das Gefälle zwischen Kerka und Timavo zu berechnen und eine Flußröhre zwischen beiden zu konstruieren. Die Karstwassertheorie wird dabei natürlich außer acht gelassen. Nebenbei sei bemerkt, daß sich für den Zusammenhang von Reka-Timavo auch F. Salmojrighi<sup>300)</sup> auf Grund mikrochemischer, allerdings nicht ganz beweiskräftiger Untersuchungen ausgesprochen hat. Auch C. de Stefani<sup>301)</sup> behandelt die Höhlenflüsse an der adriatischen Ostküste und tritt für einen Zusammenhang der Aurisinaquelle mit dem Timavo ein. H. Swoboda<sup>302)</sup> beschreibt das Flußgebiet der Laibach und Gurk. Von Berichten über einzelne Höhlenforschungen sind noch nachzutragen: G. A. Perkos Bericht über die Riesengrotte bei Triest<sup>303)</sup>, ferner die Beschreibung der Tropfsteinhöhle von Slivno und der Moserhöhle bei Nabresina<sup>304)</sup> und ein Artikel J. Marinitschs über eine neue Grotte von St. Canzian<sup>305)</sup>. Gute Bilder sind dem Aufsätze von F. Mühlhofer<sup>306)</sup> über die Erforschung des Magdalenenschachtes bei Adelsberg beigegeben. Über die Grotte von Kostlenice am Nordfuße der Mosorplanina mit formenschönen Tropfsteinbildungen teilt F. v. Kerner<sup>307)</sup> einiges mit.

O. Marinelli<sup>308)</sup> sieht den Höhlenreichtum einer Landschaft bedingt durch die oberflächliche Erhaltung oder Entfernung bestimmter Schichten.

Die Zeitschriften: „Il Tourista“ und „Alpi Giulie“ (Triest), „Spelunca“ (Paris), „Mundo sotteranea“ (Udine) und „Rivista ital. di speleolog.“ (Bologna) halten über die Erforschung der Karsthöhlen auf dem Laufenden.

Die bedeutendste Erscheinung auf dem Gebiete der Höhlenkunde ist das Büchlein von W. v. Knebel<sup>309)</sup>, welches die Höhlen im Zusammenhange mit anderen Karstphänomenen behandelt. Knebel nimmt die Karstwassertheorie aber nicht rückhaltslos an, denn er sieht in den

<sup>300)</sup> Atti. Soc. ital. di science nat. 44. Milano 1904.

<sup>301)</sup> Principali fiumi sotteranei nel versante adriatico orientale. Mundo sotteraneo I Udine 1905.

<sup>302)</sup> Beiträge zur Hydrographie des Krainer Karstes. Jahresber. Oberrealschule. Laibach 1903.

<sup>303)</sup> Zeitschr. Öst. Tour. Klubs. 1905, 250.

<sup>304)</sup> Globus 1907.

<sup>305)</sup> La grotte des surprises à Saint Canzian. Spelunca 1904, 97.

<sup>306)</sup> Globus 1907, 297.

<sup>307)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1905. 48, 220.

<sup>308)</sup> Importanea morphologica attribuita alle rocce cavernose. Mundo sotteranea. I 99. Udine 1905.

<sup>309)</sup> Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene. Die Wissenschaften. 15. Braunschweig 1906.

mächtigen Karstquellen nicht wie Grund Austrittsstellen des Grundwassers, sondern Höhlenflüsse. In der rückschreitenden Korrosion erblickt er die Hauptursache der Höhlenbildung und -erweiterung, während Grund annimmt, daß die Höhlenbildung von den Ponoren abwärtschreitet. Jedenfalls unterschätzt Knebel die mechanischen Einflüsse bei der Flußhöhlenbildung.

Befremdend wirkt auch, daß er durch Lösung des Gesteins entstandene Dolinen nicht zu den Karsterscheinungen zählen will.

Neben diesem Buche behandeln die schon erwähnten Arbeiten von E. Boegan<sup>310)</sup> und K. Moser<sup>311)</sup> die Karsterscheinungen im allgemeinen, nicht immer ganz einwandfrei, aber doch auf zahlreichen eigenen Beobachtungen fußend, während sich G. Berg<sup>312)</sup>, Kurz<sup>313)</sup> und Müller<sup>314)</sup> auf Referate beschränken. Einen Überblick über die neuen Forschungen auf dem Gebiete der Karsthydrographie gab K. Oestreich<sup>315)</sup>.

**Glazialformen.** J. Cvijić<sup>316)</sup> hat als erster den Beweis erbracht, daß auf der Balkanhalbinsel mehrfach Eiszeitspuren zu finden sind, so auch im bosnisch-herzegowinischen Hochgebirge, z. B. auf dem Kalkplateau der Trescavica, Kare in der Prenjgruppe u. a. a. O. A. Penck<sup>317)</sup> und W. M. Davis<sup>318)</sup> haben neue Beobachtungen aus Süddalmatien, vom Orjen beigebracht und ersterer auf das präglaziale Alter des Karstphänomens und der südlichen Adria geschlossen, K. Hassert<sup>319)</sup> die Vergletscherung des Lovćen erwiesen. J. Cvijić machte den Einfluß der Eiszeit auf das Landschaftsbild vollends in einer größeren Arbeit klar.<sup>320)</sup> Auch er betont, daß die Verkarstung der Vergletscherung vorangegangen ist, daß aber erstere jetzt wieder an der

---

<sup>310)</sup> Vgl. Nr. 298.

<sup>311)</sup> Vgl. Nr. 207.

<sup>312)</sup> Neue Anschauungen über das Karstphänomen. Zeitschr. D. Geol. Ges. 57. 1905, 8.

<sup>313)</sup> Landschaftsformen des dinarischen Faltengebirges. Schr. Naturw. Ges. Danzig 1905, 11.

<sup>314)</sup> Über den Karst und seine Phänomene. Jahresber. Ver. f. vaterl. Naturkd. Württembg. 63. Stuttgart 1907.

<sup>315)</sup> Geogr. Zeitschr. 12. 1906, 47.

<sup>316)</sup> Über Gletscherspuren in Bosnien und der Herzegowina. Verh. Ges. f. Erdkd. Berlin, 29. 1897. L'Époque glaciaire dans la Péninsule des Balkans. Annal. d. Géogr. 9. 1900, 359.

<sup>317)</sup> Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Globus 78. 1900, 133, 159, 173.

<sup>318)</sup> Bull. of the Geogr. Soc. of Philadelphia. 1901. III. 21. Vgl. auch G. J. a. Ö. IV, 134.

<sup>319)</sup> Verh. XIII. D. Geographentag 1901, 217.

<sup>320)</sup> Zuerst Serb. im Glas kraljevske Srpske akademije. 1899 u. 1900, dann Geomorphol. u. glaziale Studien aus Bosnien und der Herzegowina und Montenegro. I. Das Hochgebirge und die Cañontäler. Abh. k. k. Geogr. Ges. 1900. II. 6.



Verwischung des glazialen Reliefs arbeitet. Die Kare haben sich vielfach aus kleinen Karstmulden durch die chemische Erosion des eingelagerten Schnees entwickelt und wurden so zu Wurzelstellen kleiner Gletscher. Karseen finden sich dort, wo die glaziale Austiefung bis auf die undurchlässigen Sandsteinschichten gegangen ist. Die Cañonbildungen des dinarischen Gebirges sind ebenfalls glazialen Alters, entstanden durch die lebhaftere Tiefenerosion der riesigen, den vergletscherten Hochgebirgen entströmenden Schmelzwassermengen. Die Abspülung der Talwände konnte nicht gleichen Schritt mit der Tiefenerosion halten. Das typischste Cañontal ist das der Narenta, aus welchem zahlreiche Terrassenbildungen beschrieben werden, denen später auch A. Grund<sup>321)</sup> und V. Daneš<sup>322)</sup> Aufmerksamkeit geschenkt haben. Die Cañonbildung ist bereits zum Stillstand gekommen, da der Verkarstungsprozeß nun wieder stärker wirkt als die Tiefenerosion. A. Grund<sup>323)</sup> konnte auch die Vergletscherung des Troglav nachweisen und seine Beobachtungen wurden durch J. Cvijić<sup>324)</sup> bestätigt, der auch neue Beobachtungen über Rundhöcker, Moränenwälle und Kare beibringt und nachweist, daß auf dem Prenj Talgletscher bis 1280 m, auf dem Orjen sogar bis unter 1000 m reichten. Die Schneegrenzbestimmungen lassen auf eine Abnahme der Niederschlagshöhe von Westen nach Osten während der Eiszeit im dinarischen Gebirge schließen und daraus ist wieder der Schluß zu ziehen, daß trotz des nachweisbar landfesten Charakters des heutigen dalmatinischen Inselgebietes der größere Teil der Adria damals schon bestanden haben muß. (Vgl. Nr. 245, 246.)

Selbstverständlich vollkommen verfehlt ist ein Artikel A. Pristers<sup>325)</sup>, der die eiszeitliche Vergletscherung des Triester Karstes (!) nachweisen will.

Der Inhalt eines Artikels von N. Cobol<sup>326)</sup> über den Einfluß der Eiszeit auf den Karst ist uns leider nicht bekannt geworden.

### III. Die böhmische Masse.\*)

a) **Allgemeines.** Wieder ist in erster Linie hier das Sammelwerk „Bau und Bild Österreichs“, zu nennen. F. E. Sueß<sup>327)</sup> schildert in dem-

<sup>321)</sup> Die Entstehung und Geschichte des Adriat. Meeres. G. J. a. Ö. VI. Vgl. Nr. 247.

<sup>322)</sup> La région de la Narenta inférieure. La Géogr. XIII. 1906, 91, u. Nr. 280 (Tschech.).

<sup>323)</sup> Neue Eiszeitspuren aus Bosnien und der Herzegowina. Globus. 81, 10, und Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. 74. Vers. 137.

<sup>324)</sup> Neue Ergebnisse über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1904, 47. 146.

<sup>325)</sup> Le trace degli antichi ghiacciai del carso triestino. Alpi giulie. 1907, Nr. 3.

<sup>326)</sup> Ipotesi sull' epoca glaciale sul Carso. Ebda. 1907. Nr. 1.

<sup>327)</sup> Bau und Bild der böhmischen Masse. I. Teil v. „Bau und Bild Österreichs“. Wien 1903.

\*) Vgl. auch das landeskundliche Literaturreferat von L. Puffer, S. 195 ff., bes. S. 204—208.

selben in trefflicher Weise das Landschaftsbild der böhmischen Masse und seine Entstehung.

Eine vergleichende Charakteristik der deutschen Mittelgebirge verdanken wir A. Hettner.<sup>328)</sup> Er betont den Schollenbau des Gebirges und schildert dessen Ausgestaltung, indem er untersucht, welche Kräfte ihn seit der Tertiärzeit umgewandelt haben und wie die tektonische Oberfläche zur heutigen Erdoberfläche wurde. Es werden Typen der Mittelgebirge aufgestellt, jedoch vermischen wir die Bezugnahme auf die Rumpflandschaft des inneren Böhmen.

F. Machaček<sup>329)</sup> faßt die neuen morphologischen Forschungen im Gebiete der böhmischen Masse in einem Entwicklungsbilde derselben zusammen und hebt besonders den Einfluß der postmiozänen Hebung hervor, welche in der Talbildung durch das Einschneiden junger gewundener Täler in die Rumpffläche und in der Trockenlegung der mährischen Karsttäler zum Ausdruck kommt. Über seine Beobachtungen im Gebiete des mährischen Plateaus wird unten noch gesprochen werden. Das wichtigste Ergebnis ist die Erkenntnis, daß das böhmische Massiv keine stabile Scholle ist, sondern mehrfache Bewegungen in jungen geologischen Epochen erfahren hat, die das Relief seiner Randgebirge und das Aussehen seiner Täler grundlegend beeinflußt haben.

b) **Arbeiten über Einzellandschaften.** Bei dem im allgemeinen so geringen Zusammenhang, der zwischen Bau und Oberflächenform im Bereiche der Sudetenländer besteht, enthält die ungemein umfangreiche geologische Literatur nur sehr wenig morphologisches Material, so daß sie mit wenigen Ausnahmen übergangen werden kann.\*)

R. Franz<sup>330)</sup> lieferte eine auf die Literatur sich stützende Skizze des Baues der Sudeten und bringt eine Gliederung des Gebirges, in dem er das tiefeingeschnittene Tal der Glatzer Neiße als Grenzlinie zwischen West- und Ostsudeten annimmt. Die Gruppeneinteilung weicht nur wenig von der der älteren Arbeiten K o ř i s t k a s, P a r t s c h s und K. B e r g e r s ab.

In meisterhafter Weise schildert P. P a r t s c h<sup>331)</sup> Aussehen und Entwicklungsgeschichte der schlesischen Landschaft, wobei der österreichische Sudetenanteil Berücksichtigung findet.

F. F r e c h<sup>332)</sup> liefert eine Skizze der Tektonik der schlesischen Gebirge. Der Verlauf der postkretazischen Brüche tritt in dem Verlauf

<sup>328)</sup> Die deutschen Mittelgebirge. Geogr. Zeitschr. X., 1904, 13.

<sup>329)</sup> Nouvelles observations géomorphologiques sur le massif de la Bohême. La Géographie 17, 1908, 1.

<sup>330)</sup> Die Sudeten I., II. Bau und Gliederung des Gebirges. II. u. III. Jahresber. d. D. Landesoberrealschule Leipnik 1901 und 1902.

<sup>331)</sup> Schlesien. Eine Landeskunde für d. deutsche Volk, auf wissenschaftlicher Grundlage bearbeitet. I. Das ganze Land. Breslau 1897.

<sup>332)</sup> Geogr. Zeitschr. VIII, 1902, 553. Polemik gegen D a t h e. Ebda. IX. 1903, 8.

\*) Vgl. zur Ergänzung S. 199—204.

der Gebirgsgrenzen auch oberflächlich deutlich hervor. Eine Reihe von Detailarbeiten behandelt die Brüche des Gebietes, so die Arbeiten von H. V. Graber über das Senkungsfeld von Mickenhau, die Grabenbrücke von Böhm.-Leipa, Niemes-Grüßau<sup>333)</sup> und die Teichtalungen im Süden von Böhm.-Leipa<sup>334)</sup>, ferner die Arbeiten von W. Petrascheck über die Lamitzer Überschiebung, vielleicht oligozänen Alters, und gleichaltrige Brüche in Ostböhmen<sup>335)</sup>, die Staffelbrüche und Flexuren im böhmischen Anteil der mittleren Sudeten<sup>336)</sup>, Arbeiten, die eine lebhaftere Polemik anregten.<sup>337)</sup> Hinterlechner behandelte die Tektonik des Eisengebirges<sup>338)</sup> und den Pottensteiner Bruch<sup>339)</sup>, während K. Kořistka das Eisen-, Adler- und Grulicher Gebirge oro- und hydrographisch schildert.<sup>340)</sup> Vorwiegend tektonischen Inhalts sind die Arbeiten von K. Flegel<sup>341)</sup> über die Heuscheuer und die Adersbach-Wekelsdorfer Felsenstadt, sowie von J. Guckler<sup>342)</sup> über das Reichensteiner- und Bielengebirge.

Eine anregende Landschaftsschilderung von größerem wissenschaftlichem Gehalt, als man gewöhnlich in „Führern“ zu finden pflegt, bietet der Führer durch das Jeschken- und Isergebirge, Teile des Lausitzer- und böhmischen Mittelgebirges und durch Reichenberg und Umgebung von F. Hübler<sup>343)</sup>. Wohl ist nicht alles einwandfrei, so z. B. die Behandlung der Eiszeit Spuren. Wissenschaftlicher ist die Monographie<sup>344)</sup> von Regell.

Zahlreiche morphologische Beobachtungen finden sich in den Berichten über die Studentenexkursionen des Wiener Geographischen Universitätsinstitutes mitgeteilt. R. Rothaug<sup>345)</sup> berichtete über eine Exkursion nach Prag, in die Silurmulde, in das Mittel-, Elbsandstein- und Erzgebirge, R. Lucerna<sup>346)</sup> über eine Reise in das Niedere Gesenke (Freudenthaler Vulkane), in das Altvater- und Ostrauer Gebiet, sowie zur Mährischen Pforte, A. Meißner<sup>347)</sup> über eine Exkursion in den Schönhengstlergau und in die Umgebung von Boskowitz.

<sup>333)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 54, 1904, 431.

<sup>334)</sup> Jahresber. Staatsrealschule Böhm.-Leipa, 40, 1902/03.

<sup>335)</sup> Abh. Naturw. Ges. Isis. Dresden 1901, 108.

<sup>336)</sup> Zeitschr. D. Geol. Ges. 1904. Mon. Ber. 210. Mit. tekt. Karte.

<sup>337)</sup> A. Schmidt, J. Herling, K. Flegel gegen Petrascheck. Jahrb. Geol. Reichsanst. 55, 1905, 217 u. a. a. O.

<sup>338)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 50, 1900, 610.

<sup>339)</sup> Ebda. 57, 1907, 115.

<sup>340)</sup> Arch. Naturw. Landesforschung von Böhmen. IX. Prag 1903.

<sup>341)</sup> 82. Jahresber. Schles. Ges. für vaterl. Kultur. Breslau 1905, 114.

<sup>342)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 47, 1897, 157.

<sup>343)</sup> Herausg. v. D. Geb. Ver. f. das Jeschken- und Isergebirge. 2. A. Reichenberg 1902. I. Allg. wissenschaftl. Teil.

<sup>344)</sup> Riesen- und Isergebirge. „Land und Leute.“ XX. Monogr. Bielefeld 1905.

<sup>345)</sup> Ber. über das 25. Ver. Jahr. Ver. d. Geogr. a. d. Wiener Univ. Wien 1898/99.

<sup>346)</sup> Ebda. Ver. Jahr. 1900 und 1901/02. Wien 1903.

<sup>347)</sup> Geogr. Jahresber. a. Öst. VI, 1907, 66.

Noch nicht ausführlich veröffentlicht, aber in einem Vortragsberichte wiedergegeben sind einige Ergebnisse der Untersuchungen H. Has-singers<sup>348)</sup> im Gebiet der Mährischen Pforte. Das vorjurassische Alter der durch subäriale Kräfte entstandenen Rumpffläche des Niederen Gesenkes und des Plateaus von Drahan wurde nachzuweisen gesucht.

Beide Hochflächen wurden durch das Miozänmeer randlich trans-grediert und terrassenförmig abradiert. Die Betschwa-Oderfurche ist ihrer ersten Anlage nach ein Längsbruch, welcher gleich dem Olmützer Becken im Verhältnis zum Randgebirge noch in postmiozäner Zeit gesenkt wurde, beziehungsweise wurde das Randgebirge gehoben und dadurch die Neubelebung der Talbildung angebahnt, welche zur Cañontalbildung mit eingesenkten Mäandern führte.

Betschwa und Oder bogen, nach entgegengesetzter Richtung fließend, in die vom Meere verlassene Betsch-Oderfurche ein, räumten die Tiefenlinie aus und ließen nur einen aus miozänen Schichten bestehenden Riegel bei Bölten stehen, der den niedrigsten Abschnitt der mitteleuropäischen Wasserscheide bildet.

Schönberger<sup>349)</sup> hat die Umrandung des Marchbeckens orometrisch behandelt. Die Gesamtlänge der sudetischen Wasserscheide beträgt 224 km, die mittlere Höhe 814 m, im böhmisch-mährischen Höhenzug 322 km bzw. 643 m. Die orometrischen Werte für die einzelnen Gebirgsabschnitte sind in Tabellen und Diagrammen wiedergegeben.

Die mährische Senke zwischen March und Oder schildert auch R. Olbrich<sup>350)</sup>, jedoch ohne Erörterung der Beziehungen zwischen geologischem Bau und der Bodengestalt.

Wichtige morphologische Ergebnisse liefert die Arbeit v. E. Tietze<sup>351)</sup> über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gewitsch. An der Basis des Kreidesandsteins des Schönhengstler Gaues entstehen Quellen durch das Einsickern des Grundwassers, welches in den Mulden der Unterlage hervortritt. Die Talbildung setzt also dort ein, wo bereits präkretazische Talmulden bestanden haben. Der Steilrand der Kreidebildungen wurde in der Miozänzeit verschüttet, wird nun wieder herausgearbeitet und liegt noch etwa an derselben Stelle. Die Boskowitz Furche ist im allgemeinen als Bruchzone aufzufassen, aus welcher Grauwackenberge als Horste aufragen. Zwischen Krönau und Gewitsch teilt der Molleiner Horst die Tiefenlinie in zwei Furchen. Auch

---

<sup>348)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien, 51, 1908, 87.

<sup>349)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1902, 221.

<sup>350)</sup> Progr. Staatsoberrrealschule Bielitz. 25, 1901.

<sup>351)</sup> Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1901. 51, 317.

die Senke Wildenschwert-Zwittau sieht Tietze als tektonische Erscheinung an.

Mit der Tektonik der Brüner Gegend beschäftigten sich H. Bock<sup>352)</sup> und F. E. Sueß<sup>353)</sup>, letzterer insbesondere auch mit dem südlichen Teile der Boskowitz Furche.

Wichtig sind die Beobachtungen von F. Macháček<sup>354)</sup> in den Tälern des mährischen Plateaus, welche das Vorhandensein einer postmiozänen fluviatilen Einebnungsfläche bewiesen. Sie senkt sich von Blansko im mittleren Zwittawatale (400—420 *m*) südwärts gegen Brünn herab, (Gelber Berg, Spielberg, 290 *m*), andererseits aber auch gegen Norden (bei Raitz 360—370 *m*), worauf wieder ein Ansteigen gegen die Wasserscheide erfolgt. Er muß also während oder nach der Entleerung des pontischen Sees, der das Massiv bespülte, zu einer Deformation der Terrassen gekommen sein, welche die Talbildung wiederbelebte und die Flüsse 152—200 *m* tief einschneiden ließ. Das Einschneiden wurde während der Diluvialzeit unterbrochen, als es in den Tälern zur Bildung von 40 *m* hohen Terrassen kam. F. Kretschmer<sup>355)</sup> beschäftigte sich mit der Tektonik Westmährens und wies auf den Zusammenhang hin, der nach seiner Auffassung zwischen dem Verlauf von Verwerfungen und dem der Täler besteht.

In der Einleitung zu einem anthropogeographischen Buche über das Viertel unter dem Manhartsberg werden die geomorphologischen Verhältnisse dieses südöstlichen Vorlandes des Massivs von O. Firbas<sup>356)</sup> skizziert und die tertiäre Hydrographie des Gebietes zu rekonstruieren versucht. Daran schließen sich die physiogeographischen Studien aus dem Waldviertel von L. Puffer<sup>357)</sup> an. Dieser Teil des böhmischen Rumpfes wurde im Tertiär verschüttet und dann gestört, so daß über die Rumpffläche entweder nur härtere Gesteinspartien oder durch Verbiegung entstandene Formen (z. B. der Jauerling) aufragen. Infolge dieser Bewegung der Rumpffläche mußten die Flüsse einschneiden und tiefe, cañonartige Täler schaffen.

---

<sup>352)</sup> Ebd. 1902. 52, 259.

<sup>353)</sup> Aus dem Devon- und Kulmgebiet östlich von Brünn. Ebd. 1905, 55, und Vorlage des Kartenblattes. Brünn. Verh. Geol. Reichsanst. 1906, 290, mit Karte der Verwerfungen und Jahrb. Geol. Reichsanst. 1906. 56.

<sup>354)</sup> Nouvelles observations géomorphologiques sur le massif de la Bohême. La Géographie XVII, 1908, 1.

<sup>355)</sup> Jahrb. Geol. Reichsanst. 52, 1903, 353.

<sup>356)</sup> Anthropogeogr. Probleme aus dem Viertel u. d. Manhartsberge in N.-Österr. Forschg. z. d. Landes- und Volkskunde, XVI, 5. Stuttgart 1907.

<sup>357)</sup> Blätter. Ver. f. Landeskunde v. N.-Österr. VI, 1907, 241.

Auch das Mühlviertel hat durch A. Hackel<sup>358)</sup> eine kurze charakteristische Schilderung seines Baues und seiner Landschaft erfahren. Die Behandlung morphologischer Probleme liegt dieser Siedlungsarbeit naturgemäß ferne. Eingehender werden diese von V. Graber<sup>359)</sup> erörtert.

Er geht von petrographischen Gesichtspunkten bei seinen morphologischen Studien aus und schließt aus Pressungen, Zerknitterungen und Faserungen der Mühlviertler Gesteine auf die Pressungen und Zerrungen, welchen der Massivrand zur Zeit der letzten Alpenfaltung ausgesetzt war. Linzer und Efferdinger Becken faßt er als Bruchfelder auf. Er schildert miozäne Strandplatten und Kliffe bei Linz. Als das Miozänmeer sich zurückzog, war der Südrand des Massivs eine Ausgleichsküste, das hercynische Plateau eine schräge Einebnungsfläche, nun wurde die Talbildung längs der Grenzen der einzelnen Langschollen neubelebt, die von Sedimenten erfüllten Buchten am Massivrand ausgeräumt und der alte Küstenverlauf wieder freigelegt.

Er kommt in einer zweiten Arbeit<sup>360)</sup> zu folgenden Ergebnissen über die Entwicklungsgeschichte des Landes:

1. Variscische Faltung und Eruption der ältesten Granitgesteine;
2. Horstbildung im mittleren Tertiär und Bildung der jüngeren Granite;
3. Abhobelung und teilweise Transgression durch das Meer der ersten Mediterranstufe.
4. Rückzug des Meeres, Talbildung, Modellierung des Böhmerwaldes zu einem Rückengebirge und Anlage des Stammstromes der Donau.

Einzufügen ist diesem Entwicklungsbilde jedenfalls als der wichtigste Vorgang die vortertiäre Abtragung des Landes durch auf dem Lande wirkende Kräfte. Durch diese Arbeiten erscheint die Arbeit von H. Com m e n d a<sup>361)</sup> bereits überholt. Ihr Wert beruht auf der sorgfältigen Zusammenstellung und Inhaltsangabe der Oberösterreich behandelnden Literatur.

Eingehend wurden die morphologischen Verhältnisse des südlichen Böhmerwaldes durch L. Puffer studiert. Seine Arbeit ist noch nicht veröffentlicht, jedoch sind ihre wichtigsten Ergebnisse durch einen Vortrag bekannt geworden<sup>362)</sup>. Die Böhmerwaldberge haben vorwiegend Schollen-

---

<sup>358)</sup> Die Besiedlungsverhältnisse des oberösterr. Mühlviertels und ihre Abhängigkeit von natürl. u. geschichtl. Bedingungen. Forschg. z. d. Landes- u. Volkskd. XIV. 1. 1902.

<sup>359)</sup> Geomorphol. Studien aus dem oberösterr. Mühlviertel. Peterm. Geogr. Mitt. 45. 1902, 121.

<sup>360)</sup> Geographisch-Geologisches aus dem oberösterr. Donautal. Peterm. Geogr. Mitt. 46, 1903.

<sup>361)</sup> Materialien z. Geognosie von Oberösterreich. 58. Jahresber. Museum Franc. Carol. Linz 1900.

<sup>362)</sup> Geomorph. Studien im südl. Böhmerwald. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 50 1907, 670.

form und gehen nach Norden allmählich in die große präkretazische Rumpffläche des inneren Böhmen über. Einzelberge aus Granit erheben sich über die aus Gneis bestehende Einebnungsfläche Südböhmens und werden von epigenetischen Tälern durchschnitten, die sich auf nun bereits denudierten Kreideschichten ausgebildet haben. Der Böhmerwald erhebt sich 900 *m* über die Rumpffläche und ist das Werk einer durch Brüche zerstückelten Aufwölbung. Die Bildung der Horste, welche nun als Rücken hervortreten, und die der Gräben, die jetzt als ausgereifte Längstäler erscheinen, ist in das Obermiozän zu verlegen. Daß übrigens auch der ganze böhmische Rumpf gehoben ist, beweisen die jüngeren tiefeingeschnittenen Mäandertäler. Die Abdachungstäler der im Regenschatten liegenden Nordostseite des Gebirges sind weniger ausgereift als die der regenreicheren Südwestseite.

J. N. Woldřich untersuchte das Gebiet des oberen Nežárka im böhmisch-mährischen Hochlande geologisch und beschrieb es oro- und hydrographisch.<sup>363</sup> Aus den Spuren des Miozänsees (?) an der böhmisch-mährischen Grenze in 650 *m*, im Böhmerwald in 472 *m* Höhe schließt Woldřich auf eine Hebung des böhmisch-mährischen Hochlandes durch die von den Alpen her wirkenden faltenden Kräfte (Vgl. Nr. 378).

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Einzellandschaften am Ost-, Süd- und Südwestrande der böhmischen Masse lassen bereits in großen Zügen die Entwicklungsgeschichte derselben erkennen. Noch steht aber die systematische geomorphologische Erforschung des Innern sowie eines großen Teiles im Norden Böhmens aus.

**Vulkanische Formen.** Der beste Kenner des böhmischen Mittelgebirges ist J. E. Hibsč.<sup>364</sup> Ihm verdanken wir die Erläuterungen zu den elf bisher erschienenen Blättern (1896 bis 1905) der Karte des böhmischen Mittelgebirges. Er leitet die Kuppen des Mittelgebirges auf verschiedene Ausgangsformen zurück. Sie sind teils aus Decken herausgeschnitten, teils Reste von Lavaströmen und Lavakuppen, teils auch herausgearbeitet aus denudierten Lakolithen (z. B. der Jungferstein), teils endlich aus einem großen Vulkanstock entstanden, welcher vielleicht ein großer zentraler Krater war.

A. Rosiwal<sup>365</sup> schildert den Schichtvulkan des Kammerbühls bei Eger, der auch in einem der obengenannten Exkursionsberichte<sup>345</sup>) und in einem anonymen Aufsatz<sup>366</sup>) beschrieben wird.

<sup>363</sup>) Geol. Studien aus Südböhmen. Arch. f. Natw. Landesdurchforschung v. Böhmen. XI, 4, Prag 1898.

<sup>364</sup>) Auch erschienen in Tschermaks Mineral. u. Geol. Mitteilungen 1896 bis 1905. Vgl. auch Geolog. Exkursionen in Österreich, II. Geolog. Aufbau des böhm. Mittelgebirges. (IX. intern. Geolog. Kongreß, Wien 1903).

<sup>365</sup>) Ebd. Franzensbad, Marienbad, Karlsbad.

<sup>366</sup>) Himmel u. Erde. Berlin 1898. Kammerbühl u. Eisenbühl.

K. Schneider<sup>367)</sup> behandelt das Duppauer Mittelgebirge, das im Gegensatz zum Böhmischem Mittelgebirge mit seinen Einzelbergen noch eine ziemlich zusammenhängende Masse bildet, von der nur an den Rändern einige Tafelberge als „Zeugen“ abgetrennt sind. Das ganze Gebirge bildet einen einheitlichen Komplex von deckenartig aus einem gemeinsamen Zentrum hervorgebrochenen Basaltlaven. Den südlichen Teil (Burgstadler Masse) hält K. Schneider für eine echte Caldera, das Aubachtal für einen Barranco.

J. Jahn<sup>368)</sup> führte eine Untersuchung der erloschenen Vulkane bei Freudenthal durch, über welche auch ein Exkursionsbericht<sup>346)</sup> Beobachtungen bringt. J. Jahn sieht Köhler-, Venus-, Kl.- und Gr.- Raudenberg für die Reste von vier selbständigen Vulkanen an, die mit alten Kratern versehen waren, im Gegensatz zu E. Tietze<sup>369)</sup>. Auch über die Altersfrage herrscht noch keine Übereinstimmung. E. Tietze hält die Vulkane für oligozän, welcher Meinung sich J. Jahn anschließt, jedoch bringt der Exkursionsbericht<sup>366)</sup> Argumente gegen das tertiäre Alter, welche aus dem Verhältnis der Basaltströme zu den Tälern des Gesenkes eher auf diluviales Alter der Eruptivbildungen schließen lassen.

**Denudationsformen.** G. Göttinger<sup>370)</sup> untersuchte den im Waldviertel zu beobachtenden Abtragungsvorgang, der als typisch für das ganze Massiv gelten kann, soweit die archaischen Gesteine zu Tage treten. Neben der Abspülung kommt hier auch das Abkriechen der Schuttmassen in Betracht, die im Gneisgebiet oberflächlich stark lehmig, im Granitgebiete grusartig sind. Dem Grus eingebettet sind oft gerundete unverwitterte kongkretionäre Blöcke. Die Grusdecke macht den Granit ziemlich wasserdicht. Göttinger bespricht auch das verschiedene Verhalten der anderen im Massiv vorkommenden Gesteine gegenüber der Abtragung (S. 154 ff.). Er unterscheidet zwischen einer Rückenlandschaft des Weinsberger Waldes und einer Riedellandschaft im S. und S.W. desselben und verfolgt die Umwandlung der letzteren in erstere, sowie die Entwicklung der Granitkuppen und Entstehung der Blockmeere.

Das Vorkommen der auch im österreichischen Granitplateau weitverbreiteten Verwitterungsformen der Schalensteine (Opfersteine) im westmährischen Granitgebiet behandelt A. Rzehak<sup>371)</sup>, J. N. Woldřich verfolgt die Entwicklung der Felsschüsseln und der Wackelsteine im Gebiete der oberen Nežarka in Südböhmen<sup>363)</sup>.

<sup>367)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 49, 60.

<sup>368)</sup> Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1906.

<sup>369)</sup> Erläuterung d. geol. Karte NW. 41, Freudenthal. Wien 1898.

<sup>370)</sup> Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen. 63 f. Geogr. Abh. IX. 1. Leipzig 1907.

<sup>371)</sup> Die Schalensteine (Opfersteine) im westmährischen Granitgebiete. Zeitschr. mähr. Landesmus. VI. 1906, 235.



J. E. Hibs ch<sup>372)</sup> stellte Berechnungen über den Betrag der Denudation im oberen Elbegebiete an und fand, daß jährlich eine 0.023 mm hohe Schichte abgetragen wurde. J. N. Woldřich<sup>373)</sup> beschreibt die in Klappai in Böhmen 1898 entstandenen Erdrutschungen und die dadurch entstandenen Formen, ebenso F. Hantschel.<sup>374)</sup>

A. Hettner<sup>375)</sup> ergänzte seine grundlegende Arbeit über den Gebirgsbau und die Oberflächengestalt der sächsischen Schweiz durch Beobachtungen über die Schilderungen dieses Gebietes, die für das Verständnis von Fels- und Untergrabungsformen überhaupt von großer Bedeutung sind. Die Felsformen der Quadersandsteingebiete (Elbsandsteingebirge, Adersbach-Wekelsdorf, Heuscheuer, Umgebung von Jičín und Turnau) sind wüstenartige Formen, die jedoch zum Unterschiede von den echten Wüstenformen nicht durch die Trockenheit des Klimas, sondern des Bodens erzeugt werden. Diese ist durch die Gesteinszusammensetzung bedingt. Ausschließlich mechanische Verwitterung, große Wasserdurchlässigkeit und Kluftbildung, welche zur Quader- und Wandbildung führt, bestimmen die Bodengestalt. Das Wasser spült nicht oberflächlich ab, sondern sickert ein, tritt an den tieferen Wandpartien (die Wände „schwitzen“) an den Schichtfugen hervor und unterhöhlt die Wand, so daß teils aus anstehendem Gestein, teils aus Schutt bestehende Fußhänge entstehen. Durch den Mangel der Abspülung bilden sich Cañontäler, Felskessel oder Amphitheater. Die Bildung der Landstufen und Ebenheiten ist teils auf den Gesteinswechsel, teils auf Erosionsterrassenbildung zurückzuführen, der Windwirkung ist nur ein geringer Einfluß auf die Felsformen zuzuschreiben, wenn auch das Sandgebläse hie und da einige Spuren hinterläßt.

Auf die Weitmaschigkeit des Flußnetzes im Quadersandsteingebiet hat H. Feldner<sup>376)</sup> aufmerksam gemacht.

Instruktive Abbildungen der Felsformen findet man bei S. Ruge.<sup>377)</sup>

**Talbildung.** Die obengenannte Untersuchung H. Feldners<sup>376)</sup> über die Flußdichte und ihre Bedingtheit im Elbsandsteingebirge und in den nordöstlichen Nachbargebieten ist von allgemeiner Bedeutung. Durch die nach Pencks, Neumanns und einer eigenen Methode vorgenommene Flußdichtebestimmung (Konstruktion von Flußnetzmaschen, die begrenzt sind durch Rinnsale und die Verbindungslinien der Quellpunkte) ergibt sich eine geringere Flußnetzdicke im Elbsandsteingebirge als im Granitgebiete des Lausitzgebirges und als im Zittauer Braunkohlenbecken. Außer der Bodendurchlässigkeit bestimmen die Flußdichte: Menge des Nieder-

---

<sup>372)</sup> Festsch. z. 50jährigen Bestandfeier d. höher landw. Landeslehranstalt Tetschen-Liebwerd, 1900, 1.

<sup>373)</sup> Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss. Math. Naturw. Kl. Prag 1899.

<sup>374)</sup> Mitt. Nordböh. Exkurs. Kl. Böhm.-Leipa 1898.

<sup>375)</sup> Die Felsbildungen der Säch. Schweiz. Geogr. Zeitschr. 1903, 608.

<sup>376)</sup> Mitt. Ver. f. Erdk. Leipzig. 1902, 1.

<sup>377)</sup> Dresden u. die sächsische Schweiz. Monogr. z. Erdk. 16, 1902.

schlages, Widerstandsfähigkeit des Bodenmaterials gegen Erosion, Gesteinslagerung und Oberflächengestalt der Gebirge und endlich als sekundärer Faktor die Vegetation. Mehrere Talstudien betreffen das südwestliche Böhmen.

J. V. Daneš<sup>376)</sup> bringt einen vorläufigen Bericht über seine Untersuchungen im Budweiser Becken. Er sucht die morphologischen Spuren des tertiären Süßwassersees des Budweiser Beckens in Form von übereinandergelagerten Terrassen nachzuweisen und gibt die Höhe des Moldaudeltas bei der Einmündung in den See mit 525 bis 530 *m* an.

F. Katzer<sup>379)</sup> bringt neue Nachrichten über die Ablagerung des Budweiser Binnensees, dessen Existenz übrigens von Puffer<sup>380)</sup> bezweifelt wird. Bei einer Bohrung bei Gutwasser fand man bis 88·4 *m* nur Letten, Tone, Sande und Sandsteine. Katzer glaubt aus diesen Sedimenten auf Zuflüsse des Sees von West, Nord- und Südwest (aus dem Böhmerwald und seinem nördlichen Vorland), sowie aus der Kremser Gegend schließen zu können. Letzterer Ansicht steht wieder die Ansicht Puffers entgegen, der die tertiären Waldviertler Flüsse aus dem NW, also aus der Richtung des Böhmerwaldes herleitet. Reiningger betont den tektonischen Charakter des Budweiser Beckens.<sup>381)</sup>

A. Sellner<sup>382)</sup> streift einige Probleme der Talrichtung und Talbildung im Böhmerwalde, ohne jedoch zu einer befriedigenden Lösung zu kommen. Die Tiefenerosion, welche die älteren breiten Talböden zerschneidet, führt Sellner auf die Entleerung des Budweiser Seebeckens zurück. So ist das auch für die Geschichte der Donau wichtige Problem der tertiären Entwässerungslinien im südlichen Teile des Massivs noch keineswegs gelöst.

J. N. Woldřich<sup>283)</sup> liefert eine Studie über das Wolynkatal (Nebenfluß der Wotawa), im Böhmerwald. Er schreibt dem oberen und mittleren Wotawa-, dem Blanitz- und Wolynkatal eine tektonische Anlage zu und meint, daß die Erosion bei ihrer Ausbildung nur eine sekundäre Rolle gespielt habe mit Ausnahme des Winterberger Beckens. Der Wechsel von engen, in widerstandsfähiges Gestein eingeschnittenen Schluchten und weiten Becken scheint allerdings nicht für Woldřichs Auffassung zu sprechen. K. Schneider<sup>384)</sup> bringt Beiträge zur Morphologie des Beraun-, Moldau- und Egergebietes und schickt seiner Studie eine

---

<sup>376)</sup> Geomorpholog. Studien in dem Tertiärbecken Südböhmens. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 49. 1906.

<sup>379)</sup> Zur näheren Kenntnis des Budweiser Binnenlandtertiärs. Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1904, 311. — <sup>380)</sup> Vgl. S. 204, 206. — <sup>381)</sup> Lotos. Prag 1907.

<sup>382)</sup> Geomorpholog. Probleme aus dem hohen Böhmerwald. Mitt. k. k. Geogr. Ges. 49. Wien 1906, 586.

<sup>383)</sup> Geol. Studien aus Südböhmen. II. Arch. Naturw. Landesforschung v. Böhmen. Prag 1904.

<sup>384)</sup> Physiographische Probleme u. Studien aus Böhmen. Lotos. N. F. I, 5. Prag 1907.

kurze Schilderung der allgemeinen Züge der Oberfläche Böhmens voraus. Vom Egertal wird eine abgeschnittene Flußschleife geschildert und Beobachtungen über diluviale Terrassen mitgeteilt, daran schließt sich eine Skizze des Flußgebietes der Sazawa. Den Elbdurchbruch durch das Nordwestende des Eisengebirges bei Elbeteinitz behandelt A. Rosiwal<sup>385)</sup>.

Über das Elbetal im böhmischen Mittelgebirge und Elbsandsteingebirge, welches J. E. Hibsich untersuchte, wird im folgenden noch die Rede sein (Nr. 394).

Ziemlich gut erforscht sind das im Massiv eingeschnittene Donautal und die Durchbruchstäler ihrer rechtsseitigen Zuflüsse. L. Wagner<sup>386)</sup> schildert das Donautal zwischen Pleinting—Passau—Aschach. Die letztgenannte Talstrecke faßt er mit Recht gegenüber der älteren Auffassung als Erosionstal auf. Er glaubt ein älteres Donautal von Schlägen in gerader Richtung gegen SO quer durch das Efferdinger Feld verfolgen zu können und meint, daß der Strom erst später sich der Täler der großen und kleinen Mühl bemächtigt habe, ebenso wie des unteren Rodeltales. Der Rodel wird die Bildung des Durchbruchstaales Ottensheim—Linz zugeschrieben. Die Aschach war nach seiner Auffassung ein Nebenfluß der Donau und mündete etwa beim Fadinger Sattel. Diese Tiefenlinie ist aber, wie V. Graber<sup>387)</sup> dartut, ein Werk der Denudation und der Beweis, daß die Donau dort geflossen sei, ist nicht beizubringen. Graber schließt auch aus dem Vorhandensein von Strudellöchern, daß die Donau einst die breite Senke zwischen Pfennigberg und Luftenberg durchflossen hat. Die Tendenz der Donau, sich von Aschach immer mehr rechts zu wenden, schreibt er den von N und NW kommenden Winden zu. Graber will auch die Abhängigkeit der Donautalstrecken vom Gebirgsbau nachweisen und führt die Richtung der Täler im Massiv auf die Richtung der Flaserung und Absonderungsrichtungen des Gesteins zurück, indem er nachweist, daß die Erosion in dieser Richtung das leichteste Spiel gehabt habe. Er geht aber entschieden zu weit, wenn er nur den Gebirgsbau für die Laufrichtung der Donau verantwortlich macht und die Epigenesis der Durchbruchstäler gar nicht in Erwägung zieht. Die Epigenesis der oberösterreichischen Donaudurchbrüche, sowie ihr präglaziales Alter wird auch in einem Exkursionsbericht des Wiener geographischen Universitätsseminars von M. Brust<sup>388)</sup> betont.

Die Untersuchungen R. Hödels über den Lauf der Donau im Massiv sind noch nicht veröffentlicht. Sie haben den Verlauf zahlreicher

<sup>385)</sup> Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1900, 151.

<sup>386)</sup> Progr. k. Gymnas. Passau 1899/1900.

<sup>387)</sup> Geomorpholog. Studien aus dem oberösterr. Mühlviertel. Peterm. Mitt. 1902, 121.

<sup>388)</sup> Die Exkursion des geograph. Instituts der Wiener Universität ins österr. Alpenvorland und Donautal (Pfungsten 1903) G. J. a. Ö. IV. 1906, 86.

Donauterrassen und die allmähliche Stromerosion klargestellt. Nur ein kurzer Vortragsbericht aus älterer Zeit liegt vor.<sup>389)</sup> Auf den Exkursionsführer von A. Penck, in dem das präglaziale Alter der Wachauer-talstrecke, sowie ihr epigenetischer Charakter bewiesen wurde und auf die Arbeiten über die epigenetischen Durchbruchstäler am Südrande des Massivs von A. Zündel<sup>193)</sup> (Flanitzal), von R. Hödl (Ybbs-, Erlauf-, Melk-, Mank- und Pielachtal), wurde schon an einer Stelle berichtet (Nr. 193—195), ebenso über die alten Donauterrassen, die H. Hassinger vom Massivrando bei Krems und Göttweih beschrieben hat (Nr. 185).

**Glaziale und fluvioglaziale Formen.** Seiner älteren grundlegenden Arbeit über die eiszeitliche Vergletscherung der deutschen Mittelgebirge läßt J. Partsch<sup>390)</sup> einige neue Beobachtungen folgen. Im Riesengebirge und Böhmerwalde sind zwei Eiszeiten nachweisbar, jedoch handelt es sich bei den Moränenzügen des Riesengebirges um drei Phasen der jüngsten Eiszeit. Im Kessel unter der Hohen Heide im Altvater wurde eine Stirn-moräne gefunden. G. Gürich weicht in seinem geologischen Führer in das Riesengebirge<sup>391)</sup> bei der Beurteilung der Glazialformen mehrfach von J. Partsch ab; so will er in den Trümmerwällen, welche die beiden Teiche abschließen, nur Steinlawinen sehen und auch dem Wall vor der Schneegrube den Charakter einer echten Endmoräne nicht zuerkennen.

M. Friederichsen<sup>392)</sup> bestätigt dagegen J. Partschs Forschungs-ergebnisse in einem mit instruktiven Bildern versehenen Exkursions-bericht. Die Unterschiede zwischen subglazialen Strudellöchern und ähnlich aussehenden Verwitterungsformen werden betont. Auch H. Cramer<sup>393)</sup> hebt hervor, daß die „Opferkessel“ des Riesengebirges keine Eiszeit Spuren, sondern den Spaltungssystemen des Gesteins folgende Verwitterungs-erscheinungen sind.

Auf die Studie Schneiders über die diluvialen Egerterrassen, welches ein geringeres Gefälle gehabt haben sollen als der gegenwärtige Fluß, wurde bereits verwiesen. (Nr. 384).

Die fluvioglazialen Elbterrassen untersuchte J. E. Hibsich<sup>394)</sup>. Die höchste ist zu einer Zeit gebildet, als die Kreidetafeln schon stark ab-getragen waren und die Elbe sowie die anderen gegen N verlaufenden Flütse durch die Eismauer im Norden zurückgestaut wurden und Schmelzwasser vom Inlandeis nach Böhmen eindrang. (Nordische Ge-

<sup>389)</sup> Verb. d. Ges. D. Naturf. und Ärzte. Wien. 1894. II, 1, 251.

<sup>390)</sup> Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet. Geogr. Zeitschr. X. 1904, 657.

<sup>391)</sup> Sammlg. geol. Führer VI. Berlin. Bornträger. 1900.

<sup>392)</sup> Die Riesengebirgsexkursion d. XIII. D. Geogr.-Tages. 1901.

<sup>393)</sup> Zeitschr. D. Geol. Ges. 1901.

<sup>394)</sup> Versuch einer Gliederung der Diluvialgebilde im nordböhm. Elbetal. Jahrb k. k. Geol. Reichsanst. 49. 1900, 641.

schiebe in der Terrasse.) Sie liegt östlich von Aussig 300 bis 400 *m* in der Elbnähe 270 *m* hoch. Als beim Zurtückweichen des Eises die Elbe wieder gegen Norden ging, schnitt sie eine Terrasse 60 *m* über dem heutigen Fluß ein, während die jüngste Terrasse 20 *m* über dem Flußspiegel liegt.

Mit den Karseen des Böhmerwaldes beschäftigte sich P. Wagner<sup>395</sup>). Sie liegen in Nord- und Ostexposition in 925 bis 1093 *m* Höhe, in einer Zone, welche während der Eiszeit die Zwischenregion bildete zwischen der Schneegrenze und der oberen Waldgrenze, wo die Erosion des Schmelzwassers und die Wandverwitterung am stärksten wirkten. Als das Ergebnis beider sieht Wagner die Kare an, in welche sich später Firnmassen und kleine Gletscher einlagerten, denen aber der Autor nur eine sekundäre Rolle bei der Ausgestaltung der Kare zuschreibt (vgl. Nr. 61 ff.)

Die fluvioglazialen Terrassen bei Pilsen an der Beraun und ihren Quellflüssen untersuchte C. v. Purkyně<sup>396</sup>). Er unterschied eine 340 bis 360 *m* hohe Terrasse, die er der Rißeiszeit zuschrieb, eine 20 bis 30 *m* tiefer gelegene (Polondien) und eine 312 *m* hohe Niederterrasse (Meckleburgien).

Über die Vereisung des nordöstlichen Mähren und Schlesien, die aber nur geringe morphologische Spuren hinterlassen hat, berichten M. Kříž<sup>397</sup>) und K. Maška<sup>398</sup>) Arbeiten, deren Inhalt leider dem Referenten nicht bekannt wurde. Die „Beiträge zur Kenntnis der Quartärzeit in Mähren“<sup>399</sup>) von Kříž enthalten viel wertvolles prähistorisches und paläontologisches Material, aber wenig morphologisches, ausgenommen einige Mitteilungen über Löß- und Lehmlager und Beschreibungen der Höhlen des mährischen Devongebietes worüber unten noch die Rede sein wird.

**Karsterscheinungen.** Diese sind in den Sudetenländern fast ganz auf das Gebiet der Devonkalke in Mähren beschränkt.

R. Trampler hat zahlreiche Beiträge zur Kenntnis der Karsterscheinungen in der „Mährischen Schweiz“ geliefert. Er berichtete über die Entdeckung und Entstehung der Ochozerhöhle<sup>400</sup>), beschrieb die Dolinen- und Poljenformen des Hosteriner Tales<sup>401</sup>). Die reihenweise auf-

<sup>395</sup>) Wiss. Veröfftl. Ver. f. Erdk. Leipzig. IV. 1890.

<sup>396</sup>) Das Pleistozän (Diluvium) bei Pilsen. Bull. de l'Académie des Sciences de Bohême. 1904.

<sup>397</sup>) O zaledněni severovýchodni Moravy a rakouského Slezska. Kojetoin 1907.

<sup>398</sup>) Poznámky k diluvialním nálezům v jeskyních mladečských a stopán glazialním na severovýchodni Moravě. Ber. Kom. z. naturw. Durchforschung Mährens. Zeitschr. mähr. Landesmus. Brünn. V. 1905.

<sup>399</sup>) Steinitz 1903. Selbstverlag.

<sup>400</sup>) Österr.-ung. Revue. 20. 1896, 183.

<sup>401</sup>) Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1899, 205.

tretenden Dolinen<sup>402)</sup> liegen auf Gesteinsklüften und stehen mit unterirdischen Wasserläufen in Verbindung. Weitere Berichte folgten über die Burghöhle im Punkwatal<sup>403)</sup>, über das Burgverließ<sup>404)</sup> und eine neue Tropfsteinhöhle<sup>405)</sup>. Seine letzte Arbeit über die mährischen Karsttäler<sup>406)</sup> faßt die verschiedenen Beobachtungen zusammen. Er findet im Vergleich zu anderen europäischen Karstgebieten hier eine geringere Intensität des Karstphänomens. Die Täler sind entweder permanent oder periodisch trocken. Sacktäler fehlen, Dolinen sind auf den Hochflächen zwischen den Tälern häufig und stellen sich oft als Schlotöffnungen dar. Daß die Trockenlegung der Karsttäler auf eine postmiozäne Hebung des Massivs zurückzuführen ist, hat F. Machaček<sup>354)</sup> betont. A. Rzehak<sup>407)</sup> gab einen Überblick über das Karstphänomen im mährischen Devonkalk. M. Kříž schildert in seiner oben erwähnten prähistorischen Arbeit die wichtigsten Höhlenfundstätten, teils nach eigenen Forschungen, teils nach der Literatur.<sup>399)</sup> Bemerkenswert sind seine Angaben, welche das präjurassische Alter mancher Karstschlünde dartun. K. Absolon<sup>408)</sup> schrieb über die Macocha und gab eine mit zahlreichen Abbildungen versehene Monographie des mährischen Karstes heraus<sup>409)</sup>.

Ferner liegen zwei Führer in das Höhlengebiet von Brünn vor, der tschechische von F. Koudelka<sup>410)</sup> ist reich illustriert, von größerem wissenschaftlichen Wert ist aber der deutsche von A. Makowsky und A. Rzehak<sup>411)</sup>. Referierend gehalten ist die Arbeit von V. J. Prochazka über den mährischen Karst<sup>412)</sup>.

Kleinere Karsterscheinungen aus der Gegend von Boskowitz beschreibt J. Knies<sup>413)</sup>. Den Karstschlund des Gevatterloches im Devonkalk bei Mähr.-Weißkirchen schildert J. Šindel<sup>414)</sup>. Über die nahegelegenen Höhlen von Čenotin berichtet M. Remesš<sup>415)</sup>. Aus der Umgebung von Mähr.-Weißkirchen beschrieb W. Petrascheck<sup>416)</sup> dolinen-

<sup>402)</sup> Drei Dolinengruppen im mährischen Karst. Ebd., 1900, 381.

<sup>403)</sup> Deutsche Rundsch. f. Geogr. u. Stat. 20. 1900.

<sup>404)</sup> Ebd., 21, 1901. — <sup>405)</sup> Ebd., 24, 1904.

<sup>406)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien, 50. 1907, 5.

<sup>407)</sup> Globus. 84. 1903, 281.

<sup>408)</sup> Propast Macocha. Prag 1904. Die Geschichte der Macochaliteratur enthält der Časopis des Olmützer Mus. Ver. 1899.

<sup>409)</sup> Moravsky kras. Prag 1906.

<sup>410)</sup> Průvodce do moravsk. jeskyň. 2 Bände. Brünn 1900 u. 1902.

<sup>411)</sup> Führer in das Höhlengebiet von Brünn 1903.

<sup>412)</sup> Z. nověj ž ti literatury o moravzkém Krasu. Brünn 1904. Vgl. auch S. 216.

<sup>413)</sup> Devonské ostrůvky v okrese Boskovickém. Věstník. Naturw. Klub. Proßnitz 1902.

<sup>414)</sup> Ebd., 1902.

<sup>415)</sup> Časopis des Olmützer Mus. Vereines 17, 1900, 148 u. 18, 1901, 68.

<sup>416)</sup> Zur Kenntnis der Gegend von Mähr.-Weißkirchen. Verb. k. k. Geol. Reichsanstalt 1905. 333.

artige Formen, die durch alttertiäre Mergel ausgefüllt sind, H. Hasinger<sup>417)</sup> brachte weitere Belege für das hohe Alter der Karsterscheinungen in den Devonkalkinseln bei Mähr.-Weißkirchen.

A. Rzehak<sup>418)</sup> gab eine Beschreibung der Saubsdorfer Tropfsteinhöhle in Österr.-Schlesien.\*)

**Verschiedene morphologische Arbeiten.** Eine ausgezeichnete Studie über die Pässe der Sudeten verdanken wir R. Fox<sup>419)</sup>. Vertreten sind mehrere Paßtypen: Sättel, Wall-, Lücken- und Stufenpässe. Alle sind Erosionsgebilde, häufig folgte die Erosion dem Schichtstreichen (Eulen- und Adlergebirge). Besonders eingehend werden die Durchgangspässe der Zentralsudeten behandelt. Für alle Pässe werden auch die Höhen der Fußorte und die Anstieglängen angegeben. Das Schwergewicht der Arbeit liegt in der Behandlung der Bedeutung dieser morphologischen Eigenschaften für die anthropogeographischen Verhältnisse. Erdpyramiden, unweit von Pilsen, beschreibt C. R. v. Purkyně.<sup>420)</sup>

### Die Karpathen.

**1. Allgemeines.** V. Uhlig<sup>421)</sup> hat die Grundlinien des Aufbaues der Karpathen festgelegt und „Bau und Bild der Karpathen“ in der bekannten Geologie Österreichs geschildert. Er hat den Charakter der karpathischen Jurakluppen als echte Meereskluppen betont<sup>422)</sup> und in der Tatra einen neuen Typus des Gebirgsbaues aufgestellt, der in sich die Eigenschaften des Horstes und der Schuppenstruktur eines Faltengebirges verbindet<sup>423)</sup>. M. Lugeon<sup>424)</sup> erkannte letztere Ansicht nicht an, sondern suchte den Gebirgsbau der Tatra nach Analogie der Westalpen aus großartigen Überschiebungen zu erklären, eine Ansicht, welcher V. Uhlig sich längere Zeit beizupflichten wehrte<sup>425)</sup>, während er jetzt geneigt ist, an eine Revision seiner Ansicht von der Bildung der Karpathen zu schreiten, da gewisse tektonische Tatsachen mit der Deckentheorie harmonisieren und eine befriedigendere Erklärung als früher durch sie gewonnen wird<sup>426)</sup>.

<sup>417)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 51, 1908, 87.

<sup>418)</sup> Mitt. Schr. f. Naturkd. Österr. Tour.-Klub. 10. 1898, 47.

<sup>419)</sup> Forschg. z. d. Landes- u. Volkskd. XIII, 1. 1900.

<sup>420)</sup> Pyramidy Zemni u Malčie v Plzeňsku. Prag 1898.

<sup>421)</sup> III. Teil v. Bau u. Bild Österreichs. Wien 1903.

<sup>422)</sup> Die Beziehungen der südlichen Kluppenzone zu den Ostkarpathen. Sitz.-Ber. k. k. Ak. Wiss. Wien. 106, 1897, 188, u. Verh. Geol. Reichsanst. 1897. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien 1897, 40. 188. Die Kluppen der Karpathen. Comptes Rendu. Congrès Géol. IX, 1903, 427 u. a. a. O.

<sup>423)</sup> Denkschr. k. k. Ak. Wiss. Wien 64, 643, 68, 1.

<sup>424)</sup> Analogie entre les Carpathes et les Alpes. C. R. Ac. Paris 1902.

<sup>425)</sup> Zur Umdeutung der tatrischen Tektonik durch M. Lugeon. Verh. Geol. Reichsanst. 1903.

<sup>426)</sup> Über die Tektonik der Karpathen. Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien 1907, 871.

\*) Über Höhlenforschung in Böhmen. Vgl. S. 207.

Die Überschiebung soll von Süden erfolgt sein. Die Analogie zwischen alpinen Decken und karpathischen Zonen wird hergestellt. Sichere Spuren von Wurzelregionen wurden bisher nicht gefunden.

Über die Beziehungen zwischen der Tektonik der Karpathen und der Vorländer schrieb auch W. Teyssseire<sup>427)</sup>, doch ist der Inhalt seiner Arbeit dem Referenten leider nicht bekannt geworden.

Die Klippen der Karpathen schildert auch M. Limianowski<sup>428)</sup>.

Eine physikalisch-geographische Schilderung der österreichischen Karpathenländer findet sich auch in A. Rehmanns großem Werk: „Länder des ehemaligen Königreiches Polen und der benachbarten slawischen Länder“<sup>429)</sup>. Eine Skizze desselben Gebietes lieferte auch E. v. Romer<sup>430)</sup>. Gegen die Karpatheneinteilung dieses Autors wendete sich E. Philippson<sup>431)</sup>.

Die mittlere Höhe der über das Gebirgssystem der Karpathen verlaufenden höchsten Linie wurde von E. Szankovits<sup>432)</sup> in einer magyarischen Arbeit berechnet. Einer mittleren Kammhöhe von nur 702 *m* im karpathischen Hochgebirge, von 760 *m* im mährisch-ungarischen Grenzgebirge steht gegenüber der Wert 1418 *m* für das Maramaroser Gebirge, 1361 *m* für die Zentralkarpathen und 1390 *m* für die Ostkarpathen.

J. Partschs<sup>433)</sup> Eiszeitstudien ließen in den Karpathen mit ihrem kontinentalen Klima eine geringere Depression der eiszeitlichen Schneegrenze unter der heutigen erkennen als im ozeanischen Westen. In der Tatra werden zwei Eiszeiten nachgewiesen.

Fortlaufende Literaturberichte zur Physiogeographie der polnischen Länder liefert E. Romer<sup>434)</sup>.

**2. Arbeiten über einzelne Gebiete.** H. Vettters<sup>435)</sup> behandelt die kleinen Karpathen als gologisches Bindeglied zwischen Alpen und Karpathen. Schönberger<sup>436)</sup> berechnete den karpathischen Anteil an der

---

<sup>427)</sup> Bullet. Soc. Géol. d. France. 6, 1906, 151.

<sup>428)</sup> Ozwiąku w budowie tektonicznej Karpat i ich przedmaja. Kosmos. 32. Lemberg 1907.

<sup>429)</sup> Ziemia dawnej Polski i sasiednich krajów slowiańskich opisane pod wzgl. fizyczno geograficznym. I. Karpaty. 1894. II. Niżowa Polska. (Die poln. Niederung). Lemberg 1904.

<sup>430)</sup> Ziemia geografia fizyczna ziem polskich. Lemberg 1901. (Phys.-geogr. Skizze der poln. Länder.) Nakł. Macierzy Polskiej.

<sup>431)</sup> Die Einteilung der Karpathen. Geogr. Zeitschr. 1897, 530.

<sup>432)</sup> Abrégé du B. S. Hongroise de Géogr. 1904, 128.

<sup>433)</sup> Geogr. Zeitschr. X. 1904. Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet.

<sup>434)</sup> Seit 1903. In den Beilagen zum „Kosmos“. XXI ff.

<sup>435)</sup> Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1904, 134.

<sup>436)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 1902, 221.



Umrahmung des Marchbeckens auf 334 *km* bei einer mittleren Höhe von 606 *m*. In einer vorwiegend historischen Arbeit schildert F. Maywald<sup>437)</sup> die Pässe der Westkarpathen unter besonderer Berücksichtigung der Paßstraßen der Sandsteinzone.

Die Zerfransung und Zerlappung des Außenrandes der Weißen Karpathen und Westbeskiden führte H. Hassinger<sup>438)</sup> auf die seit Beginn der Kreidezeit viermal sich erneuernde Quertalbildung in diesem Gebiete zurück.

Mannigfache morphologische Beobachtungen aus dem Gebiete der Lissahora enthält ein Exkursionsbericht von R. Lucerna<sup>439)</sup>. E. Hanslik<sup>440)</sup> behandelt die Grenzen und Glieder der Westbeskiden, als deren Ostgrenze die Skawa gezogen wird. Untergruppen sind: die Mährischen, Schlesischen (Lissa-, Weichsel-, Solagebirge) Beskiden, das Betsch-, Jablunkau- und Saybuscher Gebirge, das Javornikgebirge und die Hohen Beskiden. In der Einleitung zu einer kulturgeographischen Arbeit<sup>441)</sup> gibt derselbe Autor ein Entwicklungsbild der Westbeskiden. Die wichtigsten Momente aus demselben sind: Nach Ablagerung des Godulasandsteines erster Aufstau, Beginn der Abtragung, Entstehung der Jablunkauer- und Saybuscher Senke. Verschüttung der Täler und Rücken des alten Kreidegebirges durch die Ablagerungen der oberen Kreide, zweiter Stau, zweite (eoazäne und oligozäne) Transgression. Dritter Aufstau, alle drei Gebirgsgruppen ergreifend, an die Zone der Kreidebildungen wird die Zone der Hohen Beskiden angegliedert. Entstehung einer Wasserscheide in den Karpathen, Rückzug des Meeres auf das Vorland, Ablagerung der neogenen Schichten am Karpathenrand, Ausräumung des Neumarkterbeckens. Stetig andauernde Gebirgsabtragung bis zur Gegenwart. Das Flußnetz der Beskiden ist im allgemeinen in Anpassung an bereits vorhandene Gebirgsinseln entstanden. Die Folgeflüsse der Nordseite haben Durchbruchstäler, die teils alte Meeresstraßen zwischen den Klippen benützen, wie das Olsatal, teils Denudationsdurchbrüche sind, wie die Quellflüsse der Ostrawitza und die Sola, in deren Unterlauf durch Unterfolgeflüsse die Verebnungsfläche des Saybuscher Beckens geschaffen wurde. Der Wechsel von Sandstein und Schiefer ist heute der ausschlaggebende Faktor im Landschaftsbilde, die Längstäler sind mächtiger geworden als die Quertäler und die Herausarbeitung der Gebirgsgruppen ist auch auf die Gesteinsbeschaffenheit zurückzuführen.

---

<sup>437)</sup> Leipziger Dissert. 1906. Teschen. Beskid.-Ver.

<sup>438)</sup> Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 51, 1908, 87.

<sup>439)</sup> Vgl. Nr. 343.

<sup>440)</sup> Mitt. Besk.-Ver. 1904

<sup>441)</sup> Ergänzt. Heft 158. Peterm. Geogr. Mitt. 1907.

Über die eiszeitliche Vergletscherung der Babiagora, die ein kleines Kar trägt, wird an anderer Stelle kurz Mitteilung gemacht<sup>442</sup>).

V. Uhlig's Tatraverk<sup>443</sup>) enthält im Kapitel IV Beiträge zur Oberflächengeologie dieser Gebirgsgruppe, in dem die Kare des Hochgebirges und andere glazialgeologische Erscheinungen besprochen werden. Die Frage, ob es sich bei den Karen um glaziale oder subglaziale Erosionsformen handelt, wird offen gelassen. Das Werk „Bau und Bild der Karpathen“ und der Exkursionsführer des IX. Internationalen Geologenkongresses bringen einige gute morphologische Charakterbilder aus der Tatra und aus der Klippenregion.

E. Loysch<sup>444</sup>) lieferte eine Orometrie der Hohen Tatra.

E. v. Romer<sup>445</sup>) brachte morphologisches Beobachtungsmaterial aus den Wald- und Ostkarpathen<sup>446</sup>), studierte die Talasymmetrie, berichtete über Exkursionen im Quellgebiete der Bistrica, Lomnica und Schwarzen Theiß, die Tal-, Kar- und Gipfformstudien bezweckten, und behandelt die Eiszeitspuren im Świdowiecgebirge<sup>447</sup>).

Romer geht entschieden zu weit, wenn er annimmt, daß sich die morphologischen Verhältnisse der Karpathen seit dem Schwinden der Gletscher nicht mehr verändert haben.

St. Rudnyckyj<sup>448</sup>) schrieb Beiträge zur Morphologie des karpathischen Dniestergebietes. Im westlichen karpathischen Dniestergebiet herrschen runde Gipfformen mit rostförmiger Kammanordnung vor, östlich vom Stryknie sind die Kämme schärfer, Rosttypus und Konstanz der Gipffhöhen verlieren sich. Hier sollen die Quertäler älter sein als die Flyschfaltung, im westlichen Abschnitt soll dagegen eine miozäne Rumpffläche vorliegen, auf welcher die Flüsse als Flachlandflüsse mäandrierten, um später einzuschneiden. Wie die Rumpffläche entstanden und warum sie auf den westlichen Abschnitt beschränkt ist, bleibt vorderhand unklar.

Auch die tektonische Arbeit von V. Uhlig<sup>449</sup>) über die Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Ostkarpathen enthält einige morpho-

---

<sup>442</sup>) E. Hanslik, Die Eiszeit in den schlesischen Beskiden. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien, 50, 1907, 312.

<sup>443</sup>) Führer für die geologischen Exkursionen in Österreich. IIIe. Pienninische Klippenzone u. Tatragebirge. Wien 1903.

<sup>444</sup>) Jahrb. ungar. Karp.-Ver. 26, 1899, 56.

<sup>445</sup>) Studya nad asymetrią dolin. Progr. Szkoły Realn. Lemberg 1897.

<sup>446</sup>) Kosmos 1904, 493.

<sup>447</sup>) Bullet. de l'Acad. de sc. Cracovie. 1905 u. poln. in den Abhandl. Math.-Ntw.-Klasse. Ak. Krakau. 46. 1905.

<sup>448</sup>) Geogr. Jahresber. a. Ö. V. 1907 u. Sammelchr. Math.-Ntw.-Sekt. d. Sewčensko-Ges. Wiss. Lemberg. X, 1906. (Ruthen. m. deutschem Resumé.)

<sup>449</sup>) Sitzungsber. k. Ak. Wiss. 106, 190.

logische Beobachtungen, z. B. über die Formen des Verrucanodolomits, welcher als ununterbrochenes Felsband die Landschaft durchzieht.

S. Athanasiu<sup>450)</sup> schrieb eine morphologische Skizze der Nordmoldauischen Karpathen.

Morphologisch gut untersucht sind die außerhalb Österreichs gelegenen Südkarpathen durch E. de Martonne<sup>451)</sup>, P. Lehmann<sup>452)</sup>, L. Mrazec<sup>453)</sup>, L. v. Lóczy<sup>454)</sup> und R. Lucerna<sup>455)</sup>.

Besonders für das Studium der Glazialformen in anderen Teilen des Gebietes wird die vergleichsweise Heranziehung dieser zum Teil nach den neuesten Gesichtspunkten vorgenommenen Forschungen (Martonne und Lucerna) wichtig und wertvoll sein.

### Karpathenvorland.

R. Hoernes<sup>456)</sup> behandelt in „Bau und Bild der Ebenen Österreichs“ auch das Karpathenvorland, jedoch vorwiegend vom stratigraphischen Gesichtspunkte. Der Einfluß der Eiszeit auf die Oberflächengestalt der Ebene wird kurz geschildert und das Problem der Talungleichseitigkeit nach der Literatur behandelt.

Auch V. Łoziński<sup>457)</sup> skizziert die Ausdehnung des Inlandeises und dessen Einfluß auf die Hydrographie des Karpathenvorlandes.

E. Hanslik<sup>458)</sup> verfolgt die morphologischen Spuren der Eiszeit am Rande der schlesischen Beskiden und findet eine 270 bis 290 m hohe lehmbedeckte Terrasse, deren Entstehung er der Stauwirkung des Inlandeises zuschreibt. Die Wasserscheide zwischen Weichsel und Oder ist postglazial.

---

<sup>450)</sup> Soc. d. Scint. Bukarest 1899. 48.

<sup>451)</sup> Évolution morphologique des Karpathes méridionales. Rep. VIII. Int. Geol. Congr. Washington 1904, 138.

Sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales. C. R. des Séances de l'Acad. des Sc. Paris 1899. 129, 894 u. versch. and. Arbeiten, die alle aufgezählt werden in der wichtigen Publikation: „Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie“. Revue de Géogr. Tome I. Année 1906—1907. Paris, 230.

<sup>452)</sup> Schneeverhältnisse und Gletscherspuren in den Transsylvanischen Alpen. IX. Jahresber. d. Geogr. Ges. Greifswald 1905. (Polemik mit E. de Martonne.)

<sup>453)</sup> Sur l'existence d'anciens glaciers sur le versant Sud de Karpathes méridionales. Bull. Soc. des Sc. Boucares. VIII, 1899.

<sup>454)</sup> Über die Seen des Retezatgebirges. Földr. Közlemenyek. 32, 1907, 63.

<sup>455)</sup> Einige Gletscherspuren aus dem Fogarascher Gebirge. Zeitschr. f. Gletscherkd. II, 1907. 67.

<sup>456)</sup> Bau und Bild Österreichs. IV. Wien 1903.

<sup>457)</sup> Kosmos 1900 (25.), 450.

<sup>458)</sup> Die Eiszeit in den schles. Beskiden. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 50. 1907, 312.

Eine entwicklungsgeschichtliche Skizze der Umgebung von Krakau gibt T. Wiśniowski<sup>459</sup>).

Die Dünen im rechtsseitigen Weichseltiefend, nördlich von Rzeszów, beschreibt W. Friedberg<sup>460</sup>) und führt die Entstehung der Bogendünen auf die vorherrschenden Ostwinde zurück. Dagegen ist E. Romer<sup>461</sup>), der die Dünenlandschaft in den Diluvialsanden der San- und Bugniederung untersuchte, der Ansicht, daß die Bogenbildung der Dünen keine primäre Erscheinung sei, sondern daß die vom Ostwind aufgeschütteten Dünen durch die während der Postglazialzeit vorherrschenden Westwinde deformiert wurden.

Den Horstcharakter der podolischen Platte hebt W. Teyssseire<sup>462</sup>) in einer geologischen Monographie hervor, kürzer schildert die Rumpffläche und ihren geologischen Bau J. de Siemiradzki<sup>463</sup>).

Die Täler der ostkarpathischen und podolischen Flüsse mit ihrer Terrassenlandschaft im Unterlauf schildert V. Łoziński<sup>464</sup>).

St. Rudnickyj<sup>465</sup>) sucht in dem karpathischen und subkarpathischen Dniestergebiet eine miozäne Rumpffläche nachzuweisen, welche eine spätere (postglaziale) Aufwölbung erfahren hat. Von dieser sind die Veränderungen in den Abflußverhältnissen im Gebiete der San-Dniesterscheide herzuleiten. Die Verbiegung führte zur Einsenkung der Mäander im San- und Dniestergebiete.

E. Romer<sup>466</sup>) glaubt zwar an eine glaziale Hebung der podolischen Platte, jedoch nicht an die postglaziale Aufbiegung der Karpathen und ihres Vorlandes. Er verfolgte die diluvialen Abflußtäler im Dniestergebiete zur Zeit der Stillstandslage des Inlandeises am Karpathenrande. Die Cañontäler der podolischen Platte hält er für glazial, und zwar für älter als den Löß, entstanden durch die erwähnte glaziale Hebung des Horstes, das Błozewskatal für den Rest eines San-Dniester-Urstromtales. Romers

---

<sup>459</sup>) Kosmos, 1900, 25, 200.

<sup>460</sup>) Atlas geolog. Galicy. Heft 16. Krakau 1903, 33.

<sup>461</sup>) Einige Bemerkungen über fossile Dünen. Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1907, 48. Ausführlicher in „Kosmos“ 1906, 334 (poln.).

<sup>462</sup>) Der podolische Horst von Podolien. Beitr. z. Paläont. u. Geolog. Österr.-Ung. 15. 4, 1901.

<sup>463</sup>) La constitution géologique de la Podolie Autrichien. Annal. d. Géogr. 14, 1905, 332.

<sup>464</sup>) Doliny rzek wschodnio-karpackich i podolskich. Lemberg 1905 u. Geolog. Zentralblatt VII. 2275. Autoreferat.

<sup>465</sup>) Beiträge zur Morphologie des karpathischen Dniestergebietes. Geogr. Jahresber. a. Ö. V, 1906, 66. Ruthen. in Zapiski Towaristwa Sewčenki Zbirnik. X, 1905, u. XI, 1907.

<sup>466</sup>) Zur Geschichte des Dniestertales. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien. 50. 1907, 275. Polemik mit Rudnyckyj.

Studien über die Talasymmetrie, welche im Vorlande auf die Lößeinwehungen zurückzuführen ist, wurde schon gedacht<sup>446)</sup>.

Der bodengestaltende Einfluß des Löß fand auch noch andere Bearbeiter.

Rudzki<sup>467)</sup> nimmt an, daß der Massenzuwachs der Lößakkumulation eine Senkung der Landoberfläche des von der Inflation betroffenen Gebietes herbeiführen konnte.

W. v. Łoziński<sup>468)</sup> hebt besonders den das alte Relief konservierenden Einfluß der Lößdecke hervor und schildert die geomorphologische Wirkung, den die Lößbildung auf das Erlahmen der Tiefenerosion ausübte. In derselben Arbeit wird die Verbauung kleiner Nebentälchen des Santales durch Moränen geschildert, dem Haupttal wurde durch die wenig mächtige Zunge des Inlandeises kein wesentlich neuer Zug aufgeprägt.

Auch Karsterscheinungen kommen in Podolien im Bereiche der Senonkalkmergel vor. W. v. Łoziński<sup>469)</sup> beschreibt Trichter und Schloten aus diesem Gebiete. Das Becken von Koltów hält er für ein Senkungsbecken mit oberirdischer Entwässerung. Das wenig feste Material und die dichte Pflanzendecke führen zur raschen Zerstörung der einzelnen Karstformen, die sich aber immer wieder erneuern. Der Lithotamnienkalk besitzt durch unterirdische Auslaugung entstandene Karstformen, die Gipslager sind reich an Erdfällen. Grunds Karstwassertheorie möchte Łoziński dahin modifiziert wissen, daß nicht ein Karstwasserspiegel, sondern mehrere voneinander unabhängige Grundwasserniveaus vorhanden sind.

---

<sup>467)</sup> Bullet. intern. de l'Acad. d. Cracovie. 1899, 169, 445. Zeitschr. f. Gletscherkd. I, 188.

<sup>468)</sup> Quartärstudien im Gebiete der nordischen Vereisung Galiziens. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1907, 375.

<sup>469)</sup> Die Karsterscheinungen in Galizisch-Podolien. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1907, 684. Karte der Verbreitung des Karstphänomens u. Photographien.