

Schichtfolge und Tektonik der Kalkalpen im Gebiete der Rax.

Von H. P. Cornelius.

Mit 1 Tafel und 11 Textfiguren.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkungen	134
Zur Erforschungsgeschichte	134
Die Schichtfolge	136
1. (Perm? und) Trias	136
a) Prebichlschichten	136
b) Werfener Schichten	137
c) Gutensteiner Kalk und Dolomit	140
d) Reiflinger Kalk	142
e) Wettersteinkalk und Dolomit	144
f) Karnische Stufe	152
a) Reingrabener Schiefer und Lunzer Sandstein	152
β) Müritzaler Kalke bzw. Mergel	153
γ) Opponitzer Kalk und Dolomit	154
g) Nor	154
a) Norischer Hallstätter Kalk	154
β) Hauptdolomit	155
h) Rhät?	155
2. Lias	155
3. Gosauschichten (Oberkreide)	156
4. Jüngeres Tertiär	158
Der Gebirgsbau	160
1. Beziehungen zwischen Grauwackenserie und Kalkalpentrias	161
2. Der Südfall der Rax	162
3. Der Westfall der Rax	164
4. Die Nordseite der Rax und das Naßwalder Halbfenster	167
5. Die Nordostseite der Rax und der Zusammenhang mit dem Schneeberg ...	171
6. Der Zusammenhang mit der Schnealpe	175
7. Die Gegend um den Großen Sonleitstein	177
8. Der Deckenbau des Raxgebietes	180
9. Die Bruchtektonik	187
Literatur:	
1. Das Gesamtgebiet der Raxkarte selbst betreffend	191
2. Sonstige angeführte Literatur	194

Vorbemerkungen.

Die vorliegende Arbeit enthält einen ergänzenden Text zu den der Raxkarte beigegebenen Erläuterungen — die ja weniger für den engeren Fachkreis gedacht sind. Oder richtiger gesagt: den den kalkalpinen Teil des Kartengebietes betreffenden Teil dieses Begleittextes; die Grauwackenzone und das Gebiet der Semmeringtrias sollen bei späterer Gelegenheit über die ganze Ausdehnung des Blattes Mürrzuschlag und womöglich noch über dessen Ostrand hinaus im Zusammenhang dargestellt werden. Auch auf eine Darstellung der Morphologie habe ich verzichtet; zumal eine solche für die allernächste Zeit von anderer Seite in Aussicht steht. Dagegen schien es mir nützlich, die Literatur über das ganze Kartengebiet hier zusammenzustellen.

Ich habe mich jedoch bemüht, überflüssige Wiederholungen zu vermeiden. So sind z. B. lithologische Kennzeichnungen von Schichten, die hier nur in annähernd gleicher Vollständigkeit wie in den Erläuterungen hätten gegeben werden können, weggelassen und durch einen Hinweis auf die „Erläuterungen“ ersetzt worden.

Die Aufnahme der Raxkarte wurde in den Jahren 1932—1934 ausgeführt; geringfügige Ergänzungen erfolgten noch 1936. Der vorliegende Text ist ebenfalls bereits seit Winter 1934/35 niedergeschrieben; Zeitumstände — insbesondere das lange Zeit ungewisse Schicksal der Karte — verzögerten die Drucklegung. Wichtige seither erfolgte Veröffentlichungen wurden soweit als möglich noch berücksichtigt.

Wiederholt sei auch an dieser Stelle mein Dank an alle im Vorwort zu den „Erläuterungen“ namentlich genannten Helfer und Förderer meiner Arbeit!

Zur Erforschungsgeschichte.

Klarer als bei vielen anderen Alpengegenden lassen sich in der Erforschungsgeschichte des Raxgebiets zwei Perioden auseinanderhalten: eine erste, für welche die Folge und Altersstellung der Schichten, und eine zweite für die der Gebirgsbau und sein Werden das Hauptproblem darstellt. Nur ganz kurz und unter Beschränkung auf das Wichtigste sei dies hier ausgeführt.

Bereits mit Beginn der Tätigkeit der Geologischen Reichsanstalt wurde das Raxgebiet in den Kreis der Untersuchungen gezogen. Hauer erkannte bereits den Werfener Zug Reichenau—Preiner Gscheid—Altenberg als Basisglied der Kalkalpen. In der Folge hat dann Hertle die ersten detaillierten Aufnahmen durchgeführt, u. zw. mit viel Sorgfalt. In unserem Gebiet zeigt sich diese besonders in der Umgebung von Naßwald, wo der Autor Werfener und Gutensteiner sowie die „Gößlinger Schichten“ (= Reifflinger Kalk) bei der Singerin bereits kennt.

Weitere Arbeiten knüpften sich damals an das Projekt und die Durchführung eines großzügigen Unternehmens im Dienste des öffentlichen Wohls: den Bau der ersten Wiener Hochquellen-Wasserleitung. Von Ed. Sueß, dem Urheber dieses Projekts, liegt ein Bericht vor, welcher bereits einige wichtige Erkenntnisse über den Gebirgsbau ausspricht. F. Karrer hat die beim Bau entstandenen Aufschlüsse untersucht und beschrieben und bei der Gelegenheit die ersten Fossilien im Wettersteinkalk gefunden.

Auch in der Grauwackenzone, wo um die gleiche Zeit die langjährigen Arbeiten Toulas begannen, gelang damals mit den ersten Fossilfunden im Karbon ein bedeutsamer Fortschritt, dem sich — als große Überraschung für die damalige Zeit — alsbald die Trias- und Liasfunde des gleichen Forschers im Semmeringgebiet¹⁾ anschlossen.

Andere Erkenntnisse knüpfen sich an den zu jener Zeit noch blühenden Bergbau, dessen Aufschlüsse uns A. R. Schmidt überliefert hat — damit auch die Möglichkeit, die Erzvorkommen zu deuten, welche heute die verlassenen Stollen nicht mehr gewähren.

Die achtziger Jahre brachten sodann die Arbeiten, welche auf lange hinaus für unsere Kenntnisse des Gebietes maßgebend blieben: einmal Toulas Untersuchung des Semmeringgebietes; anderseits die im Auftrage der Geologischen Reichsanstalt durchgeführte Aufnahme des Kartenblattes Mürz-zuschlag durch M. Vacek und G. Geyer. Während Vacek sich bei der Kartierung der Grauwackenzone vielfach durch theoretische Voreingenommenheiten über Schichtfolge und Lagerung beirren ließ, so daß seine Aufnahme nur in großen Zügen ein brauchbares Bild liefert, ist die Geyersche in den Kalkalpen von mustergültiger Exaktheit — derart, daß es auch heute in vielen Gegenden schwer ist, am Kartenbild etwas Wesentliches zu verbessern; abgesehen von den Oberflächenbildungen, welche dem Branch der damaligen Zeit entsprechend stiefmütterlich behandelt sind. Was freilich die Deutung der Schichten betrifft, so stand da Geyer im Banne der Triasstratigraphie von Mojsisovics, welche bekanntlich wenige Jahre später zusammenbrach; dadurch wurde er zu z. T. folgenschweren Irrtümern geführt. Und für die Erkenntnis des Gebirgsbaues war die Zeit überhaupt noch nicht gekommen. Alles in allem aber bedeutet die Geyersche Arbeit zweifellos einen Markstein in der Geschichte unserer Kenntnisse der Rax und der steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen überhaupt.

Die folgenden Jahre brachten eine Reihe von Arbeiten des unermüdlichen Bittner, der schon 1882 das merkwürdige Werfener Vorkommen und die Reingrabener Schiefer am Kaisersteig bekanntgemacht hatte. Seine späteren Veröffentlichungen sind äußerst wichtig durch zahlreiche Angaben über fremde und eigene Fossilfunde. Eine bleibende Entdeckung ist vor allem der norische Hallstätter Kalk von Naßwald; wogegen sich bezüglich des Kalkes der Rax die Schlußfolgerungen zunächst in einer falschen Richtung bewegten, daß es Dachsteinkalk sei; davon ließ sich auch Geyer (1903) schließlich anstecken. Erst Pias (1920, 1925) Algenarbeiten blieb es vorbehalten, in dieser Frage zu einer Klärung zu führen.

Der Übergang von der ersten Erforschungsperiode zur zweiten fällt ungefähr zusammen mit der Jahrhundertwende — genauer mit dem Wiener Internationalen Geologenkongreß (1903), der unter die ostalpinen Geologen den Zankapfel der Deckentheorie warf. Unter dem Einfluß dieser neuen Lehre standen die nächsten Arbeiten, die über unser Gebiet erschienen: von Mohr (1910) und von Kober [1909, 1912 (a und b)]. Beide kamen zu der Erkenntnis, daß Deckenbau im Sinne der Theorie — mit Bewegung von S gegen N — vorliege; Mohr für die Grauwackenzone, Kober sowohl für diese wie für die Kalkalpen. Aber bei beiden waren die Grundlagen noch

¹⁾ Dieselben wurden zwar außerhalb unseres Kartengebietes gemacht, müssen aber, da für dasselbe von maßgebender Wichtigkeit, hier doch erwähnt werden.

nicht genügend tragfähig: zunächst, vor allem in der Grauwackenzone, die stratigraphischen; auch läßt sich die Grauwackenzone nicht nach einem so engen Ausschnitt beurteilen als es Mohr damals tun mußte. Er hat denn auch in späteren Arbeiten (z. B. 1933¹⁾ ²⁾) seinen früheren Standpunkt recht radikal preisgegeben. Bei Kober hinwiederum liegt der Fehler, speziell im kalkalpinen Anteil, z. T. auch in mangelhafter stratigraphischer Erkenntnis (vgl. S. 143 u. a.), außerdem aber im Bestreben, die aus einzelnen für ihn maßgebenden Profilen erschlossenen Verhältnisse in möglichst weiter Ausdehnung immer wiederzufinden. Die Folge ist ein Schematismus seiner Deckenkonstruktionen, der oft mit den Verhältnissen in der Natur keine Ähnlichkeit mehr hat. Immerhin, als ein wichtiger Schritt vorwärts auf dem Wege zur Erkenntnis der wahren Zusammenhänge ist sein Deckenschema der Kalkalpen zu werten.

Die Kriegsjahre brachten die Untersuchungen Ampferer's, (1916, 1918) die für die Tektonik unseres ganzen kalkalpinen Gebiets — nicht nur der im Titel genannten Gosauablagerungen — von größter Wichtigkeit sind. Seine Auffassung des Baues der Rax kommt sehr nahe derjenigen, welche aus den folgenden Seiten hervorgehen wird.

Vor wenigen Jahren wurde sodann der N-Rand der Rax in eine moderne, geologische Aufnahme einbezogen: des Blattes Schneeberg—St. Ägyd durch E. Spengler. Sie ist mit großer Sorgfalt ausgeführt. Für die Erkenntnis mancher Zusammenhänge wurde für Spengler freilich zum Verhängnis die Nachbarschaft der Blattgrenze, jenseits deren er auf zusammenhängende Begehungen verzichten mußte.

Die letzten Jahre brachten schließlich noch die Arbeiten von Lahn (1930, 1933). Dieser Autor bemüht sich das Deckenschema seines Lehrers Kober fester zu begründen; doch halten die dafür verwendeten Stützen der Kritik nicht stand.

Eine kleine Arbeit von Gläßner (1935) bringt noch einige wichtige Beobachtungen aus der Grauwackenzone.

Die Schichtfolge.

1. (Perm? und) Trias.

a) Prebichlschichten.³⁾

So bezeichne ich im Anschlusse an Schwinner (1929, S. 216) die Konglomerate (und Breccien), mit welchen die kalkalpine Sedimentreihe beginnt. Bei früheren Autoren gehen dieselben allgemein unter der Bezeichnung Verrukano. Da aber das permische Alter des Verrukanos von Verruca selbst mindestens sehr fraglich ist (vgl. z. B. Schaffer, 1934; nach Fucini würde es sich um Wealden handeln!), wird man diesen Ausdruck besser überhaupt vermeiden, so alt eingebürgert er ist; zudem sind die Gesteine, die in verschiedenen Alpengegenden „Verrukano“ heißen, unter sich so verschieden, daß es auch unter diesem Gesichtspunkte wohl besser ist, Lokalnamen dafür zu verwenden.

¹⁾ Näher eingegangen auf Kobers Vorstellung ist S. 180.

²⁾ Die andern berühren unser Gebiet nicht unmittelbar.

³⁾ Besser als Prebichlkonglomerat, da größtenteils als Breccie ausgebildet!

Im Bereich der Raxkarte sind die Prebichlschichten fast ausschließlich aus Quarztrümmern zusammengesetzt, die nur teilweise gerollt, öfters eckig sind und etwa Walnußgröße erreichen. Durch ihre weiße Farbe heben sie sich gut ab von dem meist rotbraunen, stark eisenschüssigen, kieseligen Bindemittel, das jedoch an Menge oft sehr zurücktritt. Schichtung ist oft nicht deutlich, soweit das Konglomerat nicht mit Sandsteinen wechsellagert, von denen es nicht scharf getrennt ist. Es zerfällt leicht in große Blöcke, welche das Ausgehende stets gut kenntlich machen.

Diese Schichten sind nur entwickelt einmal zu beiden Seiten des Altenberger Tals: am Erzberg und N des Kerngrabens; und zweitens im O vom Schwarzeckkogel an, besonders aber am Knappenberg und beim Knappenhof. Die Doppelung dort wie auch im Kerngraben ist wohl tektonisch. Mächtigkeit maximal etwa 20–30 m. Zwischen diesen beiden Verbreitungsgebieten fehlen die Prebichlschichten (entgegen der Angabe auf Vaceks Manuskriptkarte) ganz; was wohl tektonisch bedingt sein dürfte (vgl. S. 164).

Das Alter der Prebichlschichten — Perm oder unterste Trias — steht noch immer nicht fest. Auch über die Bildungsumstände — mariner Transgressions- oder rein festländischer Verwitterungsschutt — herrscht noch Ungewißheit. Die Zusammensetzung läßt sie im Raxgebiet zweifellos als Restschotter bezeichnen und auf gründliche Umarbeitung schließen; aber anderwärts gilt dies nicht überall, z. B. finden sich im Prebichlgebiet (Spengler, 1926) oft die Gesteine der jeweiligen Unterlage darin, was gegen einen nennenswerten Transport spricht. Es bleibt da also noch mancherlei zu klären.

Wegen der Lagerungsbeziehungen zum Untergrund siehe später (S. 161).

Die Prebichlschichten sind der Hauptträger¹⁾ der Eisenerze (Siderit, auch Eisenglanz), auf welche früher bei Altenberg wie auch am Knappenberg ein nicht unbedeutender Bergbau umging. Sie bilden in der Hauptsache lagerförmige Imprägnationszonen an der Hangendgrenze der Prebichlschichten (vgl. A. R. Schmidt, 1870, 1880; K. A. Redlich, 1907, 1931; Redlich und Stanczak, 1922).

b) Werfener Schichten.

Wegen des normalen Gesteinscharakters vgl. Erläuterungen.

Zu den Werfener Schichten habe ich noch Gesteine von etwas abweichender Beschaffenheit gezogen, die auf dem Preiner Abfall der Rax bereits zwischen solchen der Grauwackenzone stecken. Am überzeugendsten sind die Verhältnisse auf der O-Seite des Griesleitengrabens: dort bedecken über dem Porphyroid der Grabensohle das ganze Gehänge lichtgrüne, feinserizitische Schiefer und eigentümlich gebänderte Gesteine aus weißlichen Lagen von 1 bis 2 mm bis (ausnahmsweise) fast 1 cm Dicke und viel dünneren, grünlichen Lagen dazwischen; erstere treten auf angewitterten Flächen erhaben hervor. Vielfach zeigen sie intensive Fältelung. Untergeordnet findet sich auch violetter Werfener Schiefer damit verbunden, insbesondere knapp unter der überfalteten Grauwackenserie, welche die Höhe des Rückens (darüber führt der Steig zur Preiner Wand usw.) bedeckt (vgl. Karte und Profil Fig. 3). Ich sehe

¹⁾ Erzspuren kommen auch tiefer in allen Schichten des Paläozoikums zuweilen vor; insbesondere im Blasseneckporphyroid; ganz vereinzelt auch in Werfener Schichten.

in den erwähnten fremdartigen Gesteinen leicht metamorphe Werfener (Schiefer und feinschichtige Sandsteine). Gründe für diese Auffassung sind: 1. das erwähnte Auftreten der violetten Schiefer; 2. der Umstand, daß die fraglichen Gesteine gegen N — schon am Weg S unterm Bachingerbrünnl — mit normalen Werfenern sich zu verbinden scheinen; 3. ein allerdings nur negativer: daß ähnliche Gesteine der Grauwackenzone — nicht nur im Raxgebiet! — normalerweise fremd sind.

Ähnliche grünliche Schiefer — ohne die gebänderten Gesteine — finden sich gegen W bis übers Preiner Gscheid hinaus — bequem zugänglich am Schlangenberg, wo sie reichlich umherliegen — in Porphyroid eingeschaltet; auch in ihnen erblicke ich eingefaltete, leicht metamorphe Werfener Schichten. Ursache der Metamorphose: die hohe Belastung — nicht nur durch die normale Kalkalpenserie, sondern auch noch darübergangene Decken; vgl. S. 181f.! —, unter der die Einfaltung in die Grauwackenzone erfolgte (ähnlich z. B. W der Hochveitsch; Cornelius, 1930), bedingte eine bedeutende Temperatursteigerung, so daß Umwandlung von Tonsubstanz in Serizit möglich war.

Im Dünnschliff zeigt das Bändergestein aus dem Griesleitengraben in den weißen Lagen Quarzaggregate von sehr feinem Korn (0.01–0.02 mm); nach Reliefunterschieden möchte man auch die Anwesenheit von Feldspat annehmen, doch sind jene wenigstens z. T. auch sicher auf winzige, eingestreute Serizitschüppchen zurückzuführen. Die grünen Lagen bestehen vorwiegend aus Serizitblättchen (0.02–0.03 mm lang und ganz dünn; seltener größer), die merkwürdig wenig parallel geordnet erscheinen. Auch Chlorit ist beigemengt, z. T. auch Titanit; endlich ist auch hier Quarz eingestreut (wie überhaupt die gegenseitige Abgrenzung von beiderlei Lagen z. T. nicht gar so scharf ist). Er bildet Schlieren oder auch Einzelkörner, die hier bis 0.05 mm erreichen können.

Ein Schliff grünlichen Schiefers aus dem Graben, der von der Siebenbrunnwiese seinen Anfang nimmt, zeigt hingegen den Serizit als vorherrschenden Gemengteil (Blättchengröße 0.01–0.02 mm). Nur verhältnismäßig spärlich liegen Quarzkörner dazwischengestreut (0.01–0.05 mm); häufiger Pennin in elliptisch begrenzten Körpern (0.05 × 0.2 bis 0.1 × 0.3 mm). Ihre großen Achsen sind genau in die Schieferung eingeregelt, haben aber keine kristallographische Bedeutung (Regelung nur nach Korngestalt). Im serizitischen Grundgewebe wird die Schieferung hervorgebracht durch Scherflächen in 0.04–0.06 mm Abstand, auf welchen der Serizit mit (001) eingeregelt ist, während er dazwischen kreuz und quer liegt.

Weit gediehen ist die Metamorphose somit nicht; immerhin ist sie als Anfangsstadium einer solchen bemerkenswert.

Hinzuweisen ist noch auf das mikroskopisch nachgewiesene Vorkommen von Eruptivmaterial in einem Werfener Sandstein der kleinen Deckscholle auf der O-Seite des Weichtales (vgl. S. 173). Näheres darüber bei Cornelius, 1936 (b).

Kalke sind den Werfener Schichten vielfach eingelagert (auf der Karte ausgediehen;¹⁾ wahrscheinlich gehören sie durchwegs in ein Niveau an der Obergrenze (vgl. Geyer, 1889, S. 736); die zahlreichen Wiederholungen, wie sie besonders das Gebiet um Altenberg und der Naßkamm zeigt, wären dann ausnahmslos — z. T. ist dies ganz sicher — tektonisch zu erklären. Gesteinscharakter siehe „Erläuterungen“. Ausnahmsweise können die Kalke so dunkelgrau werden, daß die Abtrennung vom Gutensteiner Kalk Schwierigkeiten macht (W-Seite der Naßkammaufwölbung z. T.); soweit eine deut-

¹⁾ Soweit es nämlich möglich war! Wo mehrere Züge von Kalk am Gehänge übereinander ausstreichen, z. B. Naßkamm, N-Seite, da sind die Grenzen z. T. problematisch, da die Kartierung nach Lesesteinen kein eindeutiges Bild gab.

liche Wechsellagerung mit tonigen Schiefern stattfindet, wurden sie in solchen Fällen noch zu den Werfenern gerechnet. Endlich finden sich vereinzelt (N Zweiggraben des Schönergrabens u. a.) dunkelrote Kalkbänke, bis 2–3 m in Schiefer eingeschaltet. Spätige Beschaffenheit (Echinodermenreste!) kommt vor, aber nur als Ausnahme. Die Kalke bilden häufig Wandstufen, wodurch sie innerhalb der einförmigen Werfener Gehänge besonders auffallen.

Sowohl in den Kalken als in einzelnen Sandsteinlagen kommen in großer Zahl schlecht erhaltene Zweischaler (*Anodontophora fassaensis*) vor; ich fand sie verschiedentlich auf der N-Seite des Naßkammes und im Reißtal im Schutt — stets so, daß eine genauere Feststellung des Fundpunktes nicht möglich war. Außerdem fand ich auf der W-Seite des Altenberggrabens (S Lahngraben) im Schutt einen Block von gelblichgrauem Kalk mit mangelhaft erhaltenen Cephalopoden.

Von der S-Seite des Feuchters, oberhalb des Hofes Haaberg bei 650 m Höhe, führt Spengler (1927) folgende Formen an (ebenfalls aus den Kalken):

- Myophoria costata* Zenk.,
- Hoernesia socialis* Bronn.,
- Anodontophora cf. canalensis* Cat.,
- Naticella costata* Mstr.,
- Holopella gracilior* Schaur.

Eigenartige Wulste, wie sie der in einem Steinbruch aufgeschlossene Kalk SW vom Törlweg (bei zirka 800 m) zeigt, sind dagegen sicher anorganischer Bildung.

Rauhwaacke findet sich ebenfalls häufig in den Werfener Schichten. Auch sie scheint primär an die Obergrenze¹⁾ gebunden (Hirschwang; Gsohlriegel—Lipmetsgraben; Gegend von Naßwald; Deckscholle des Gr. Sonnleitsteins u. a.). Im Altenbergtal und am Törlweg treffen wir sie freilich auch, z. T. in mehrfacher Wiederholung, mitten zwischen den Schiefern.

Auch Gips tritt in den oberen Werfener Schichten auf: sowohl im oberen Griesleitengraben (Bädecker, 1920; vgl. auch Lahn, 1930, S. 7), auf dessen O-Seite er in einer großen — jetzt ganz verwachsenen — Grube früher ausgebeutet wurde, als auch bei Hinter-Naßwald, wo eine kleine Gipspartie am Waldrand S der Häuser zutage tritt. Das erste Vorkommen zeichnet sich durch Reinheit und schneeweiße Farbe aus; eine daraus austretende Quelle schmeckt ausgesprochen nach $MgSO_4$. Auch der Quellenstollen des Naturfreundehauses am Waxriegel hat nach Lahn (1930) Gipslagen angefahren. Gips oder Rauhwaacke verraten sich auch an vielen Stellen, wo sie nicht zutage ausgehen, durch große Sickerlöcher.

Die Mächtigkeit der Werfener Schichten schwankt außerordentlich: von wenigen Metern auf der S-Seite der Heukuppe bis zu 1 km und darüber im Altenbergtal und am Naßkamm. Doch ist daran tektonische Wegquetzung im einen, Anschoppung im andern Falle — diese an Schichtwiederholungen ohne weiteres ersichtlich, vgl. die Profile auf Taf. VII — in hohem

¹⁾ Kobers Vermutung (1926, S. 40 f.), daß in der mächtigen Rauhwaackenzzone auf der S-Seite von Schneeberg—Rax die letzten Reste einer vollständig zermalmt „vor-alpinen“ Triasserie vorlägen, ist ganz und gar unwahrscheinlich — eben wegen der allgemeinen Häufigkeit von Rauhwaacken in den oberen Werfener Schichten (weit über das Raxgebiet hinaus!).

Maße beteiligt; Vorgänge, für welche die Werfener Tonschiefer vermöge ihrer Plastizität wie geschaffen sind.

Eruptivgesteine der Werfener Schichten. Über sie wurde schon berichtet [Cornelius, 1936 (b)]. Es handelt sich einmal um den Uralitdiabas am Gsohlhornsteig (nur Lesesteine), anderseits um den Quarzporphyrptuff, der am Törlweg ansteht und unterhalb noch eine Strecke weit das Gehänge bedeckt. Während der erstere wohl als altersgleiche Einschaltung aufzufassen ist, ist der Quarzporphyrptuff wohl eher eine tektonische Scholle, vielleicht permischen Alters.

c) Gutensteiner Kalk und Dolomit (Anis).¹⁾

Normalerweise — Ausnahmen in lückenlos aufgeschlossenen Profilen sind sehr selten — liegen über den Werfener Schichten dunkle Kalke, bzw. Dolomite, welche merkwürdigerweise im bisherigen Schrifttum in ihrer Eigenart stets verkannt worden sind; selbst bei Geyer sind sie nur teilweise als „Zlambachschichten“ ausgeschieden, sonst im Sammelbegriff des „Unteren Dolomits“ (der auch den später zu besprechenden Wettersteindolomit mitumfaßt) aufgegangen, und Ampferer (1918), ebenso wie Lahn (1930, 1933) sind ihm darin gefolgt. — Wegen der Gesteinsbeschaffenheit der Kalke vgl. die Erläuterungen; betont sei hier nur das gelegentliche Vorkommen von rosafarbenem Kalk und grau und rosa Bänderkalcken²⁾ sowie von Knollenkalcken mit dunklen Wülsten und Knollen (einige Zentimeter lang und 1 bis 2 cm dick) in rosa Bindemittel, wobei die Knollen oft so dicht liegen, daß sie sich fast berühren.

Solche Knollenkalke sind in fast allen Profilen am S-Abfall der Heukuppe zu beobachten; sie scheinen hier einen durchlaufenden Horizont zu bilden. Endlich kommen auch noch Übergänge in hellen, massigen Kalk vor, der sich von Wettersteinkalk nicht unterscheiden läßt. Wo das auf beschränktem Raum der Fall ist, wie NW unterm Blasriegel (SW-Seite der Heukuppe), da wurde der helle Kalk nicht ausgeschieden — vielleicht nicht ganz konsequent, da sich möglicherweise gerade an solchen Stellen der Übergang zu der lichten Riffkalkfazies des Anis ankündigt (darüber unter Wettersteinkalk, S. 151). Wegen der Dolomite sind ebenfalls die Erläuterungen zu vergleichen.

Die Verteilung von Kalk und Dolomit folgt keiner bestimmten Regel. Auf der S-Seite der Rax vom Waxriegel um die Heukuppe herum und auf der W-Seite bis über den Lipmetsgraben herrscht der Kalk vor;

¹⁾ Im Gebrauch des Namens Gutensteiner Kalk herrscht unter den Autoren keine Einigkeit; vielfach wird er nur auf unteranisische Kalke beschränkt. In Übereinstimmung mit den von Pia (1930) ausgesprochenen Grundsätzen der Namensgebung scheint es mir indessen zweckmäßig, dunkle Kalke des Anis überhaupt — soweit sie nicht die knollige Beschaffenheit des Reiflinger Typus annehmen — als Gutensteiner Kalk zu bezeichnen, zumal ja die Armut an Fossilien in den seltensten Fällen eine genauere Fixierung der darin enthaltenen Niveaus zulassen wird. Auch die Verwertung der Dünnschichtigkeit als Definitionsmerkmal (z. B. bei Spengler) scheint mir nicht zweckmäßig aus dem Grunde, weil dieses Merkmal häufig — bei der Kartierung nach Lesesteinen — sich der Beobachtung entzieht; in solchen Fällen müßte demnach die Festsetzung einer Grenze des Gutensteiner Kalkes der Willkür überlassen bleiben.

²⁾ Dieselben sind vielleicht ein wichtiger Fingerzeig für die Deutung mancher der ganz ähnlichen Bänderkalke, die in der Semmeringserie weit verbreitet sind.

nur in sein oberes Drittel ist auf der S-Seite der Heukuppe eine bis etwa 40—50 m mächtige Dolomitzone eingeschaltet, meist schon am flacheren Böschungswinkel kenntlich; dabei ist die Grenze Kalk-Dolomit meist ganz auffallend scharf. Auf der W-Seite des Altenbergtales und im Reißtal herrscht dagegen der Dolomit mit wenigen Ausnahmen; ausschließlich herrscht er in den meist geringmächtigen Aufschlüssen um das Naßwaldtal und ebenso an der SO-Ecke der Rax, vom Törlweg bis zum Höllental. Auch in den Deckschollen der Gupfmulde und des Großen Sonnleitsteins ist dies nicht anders; dagegen ist am Rauchkogel plötzlich wieder nur Gutensteiner Kalk, noch dazu mächtig entwickelt, vorhanden. Auch am Schneeberg herrscht der Kalk auffallend vor, sowohl in der basalen Serie des oberen Weichtales, hart am Rande der Karte, als auch in den Deckschollen beiderseits der unteren Weichtalklamm, während in der Zone Stadelwandgraben—Krummbachsattel sich Kalk und Dolomit ungefähr die Waage halten.

Die Mächtigkeit ist am größten in den Profilen auf der S-Seite der Heukuppe: 300, ja bis über 500 m, was aber jedenfalls z. T. auf tektonische Anschoppung zurückgeht. Von dort gegen N sinkt sie anscheinend bis auf Null auf der W-Seite des Hohen Gupfs; doch mag daran ebenfalls die Tektonik mitbeteiligt sein (vgl. Fig. 10). Auf der W-Seite des Altenberggrabens und im Reißtal ist sie ziemlich regelmäßig 80—120 m; ähnliche Beträge erreicht sie auch in der Deckscholle der Gupfmulde. Im Naßwaldertal geht sie dagegen — in der basalen Serie — kaum über 20 m (ausgenommen O vom Reithof, wo sie 40—50 m erreichen mag); ähnlich ist es in der Deckscholle des Großen Sonnleitsteins, wogegen am Rauchkogel 100 m überschritten werden dürften (allerdings wieder mit Beteiligung tektonischer Zusammenstauchung). Auf der S-Seite in der Gegend Preiner Wand—Gsöhlhorn schrumpft der Gutensteiner Kalk ebenfalls auf geringe Beträge (20—30 m?) zusammen, während er auf der W- und S-Seite des Sängerkogels und Feuchterbergs¹⁾ ganz — vermutlich tektonisch? — zu fehlen scheint.

Fossilien fehlen leider fast ganz. Eine Ausnahme macht ein Fund von kleinen Gastropoden (unter 1 cm Durchmesser), welche die Schichtfläche eines auf der S-Seite des Blasriegels gefundenen Stückes bedecken; für eine Bestimmung sind sie zu schlecht erhalten. Ferner ist an der S-Seite der Heukuppe, vom Amaliensteig gegen W, eine Lage des massigen Gutensteiner Kalks an der Basis der Wand unmittelbar über dem Dolomitband ganz erfüllt mit sehr schlecht erhaltenen organischen Resten, die auf der Oberfläche als lichte Tupfen und Sprenkeln zur Erscheinung kommen. Neben sicheren Echinodermensplittern scheinen ? Korallen oder ? Spongien vorzuliegen.

Einlagerungen. Dahin gehört vor allem eine Breccie, die sich auf der W-Seite des Altenberggrabens über mehr als 1 km Erstreckung verfolgen läßt. Anstehend beobachtet wurde sie auf dem Rücken über Punkt 1251; sie liegt unter dem obersten Drittel des Gutensteiner Dolomits und erreicht mehrere Meter Mächtigkeit. Sie besteht aus eckigen Brocken verschieden-

¹⁾ Ich kann jedenfalls Spengler nicht beipflichten, wenn er (1927) meint, daß am Feuchter keine scharfe Grenze zwischen skythischen und anisischen Kalken zu ziehen sei. Die dortigen Kalke sind zwar z. T. dunkel gefärbt, unterscheiden sich aber deutlich von den typischen Kalken des Anis (durch Mergellagen) und gehören wohl bis an die Grenze des lichten, massigen (Wetterstein-)Kalkes — die übrigens nirgends gut aufgeschlossen ist — zum Skyth.

farbigen, aber meist dunklen Dolomits, die meist nur auf der Anwitterungsfläche zur Beobachtung kommen; die größten sind faustgroß, doch gehen sie normalerweise nicht über 1—2 cm Kantenlänge. Sie sind meist ohne deutliches Bindemittel aneinandergeschweißt; doch fand ich im Schutt auch ein Stück, das 3—4 cm lange, nur $\frac{1}{2}$ cm dicke Scherben hellen Dolomits in einer Grundmasse von dunklem zeigt. Hier ist es wohl klar, daß es sich um eine Primärbreccie im Sinne von Spitz und Dyhrenfurth (1916) handelt: um Wiederaufarbeitung des eben abgesetzten Sediments und nachfolgende Wiederverkittung; eine Deutung, die ich übrigens auf die ganze Breccienbank verallgemeinern möchte (wenigstens als Arbeitshypothese).

Eine andre Einlagerung sind gelbliche bis grünliche, auch rötliche Mergel,¹⁾ die 2—3 m mächtig auf dem Blasriegel wie am Gsohlriegel, etwas S der Kammhöhe bei zirka 1450 m, in dem Dolomit (der dem Gutensteiner Kalk hier eingeschaltet ist; vgl. oben) stecken. Am Gsohlriegel gehen sie z. T. in feine Breccien über, enthalten auch etwas Lumachelle, anscheinend aus Austernbruchstücken. Am Blasriegel ist Bohnerz damit vergesellt (allerdings wurde es nur in losen Stücken gefunden und stammt vielleicht doch von höher oben, von der jungtertiären Oberfläche). — Auch auf der S-Seite der Heukuppe, einige Schritte W vom Reißtaler Steig-Einstieg, sind ähnliche Mergel vertreten. Auch hier stecken sie in dem Dolomitband, das den Gutensteiner Kalk in einen oberen massigen (wandbildenden) und einen tieferen, gut geschichteten Anteil (latschenbestandenes Geschröf) zerlegt.

Das Alter des Gutensteiner Kalks kann nur nach Analogie mit andern Gegenden, wo er fossilführend entwickelt ist, als größtenteils tiefanisisch vermutet werden; womit ja seine Lagerung auch im Raxgebiet bestens harmoniert. Auf der S-Seite der Heukuppe reicht er vielleicht in etwas höhere Horizonte hinauf. Seine Entstehungsbedingungen bleiben noch zu klären; wahrscheinlich ist nur, daß er eine Bildung verhältnismäßig flachen Meeres ist.

d) Reifflinger Kalk.

Unter diesem Namen versteht man bekanntlich dunkle Knollenkalke, wie sie in den östlichen Nordalpen in verschiedenen Horizonten des Anis wie des Ladin auftreten können. — Auch in unserem Gebiet ist ihre Stellung nicht einheitlich; es müssen daher die verschiedenen Vorkommen gesondert besprochen werden.

a) Am S-Abfall der Heukuppe ist die Sachlage am klarsten: hier liegt unmittelbar über dem Gutensteiner der Reifflinger Kalk mit ziemlich scharfer Grenze, insbesondere auch viel weniger widerstandsfähig gegenüber der Verwitterung und daher als Rasenterrasse in der ganzen S-Wand auffallend. Er ist im ganzen etwas weniger dunkel gefärbt als der Gutensteiner Kalk und enthält auf den grobbuckligen Schichtflächen Überzüge von gelblichem bis grünlichem Mergel. Im unteren Teil ist er reich an schwarzen Hornsteinknollen, die erhaben herauswittern, weiterhin aber auch zerstört werden, wobei oft eine konzentrisch-schalige Struktur zum Vorschein kommt;

¹⁾ Von Werfener Schichten, an die man beim ersten Anblick denken könnte, sind sie leicht zu unterscheiden: nicht nur durch die blasseren Farben und den Kalkgehalt, sondern auch durch den Mangel an regelmäßiger Feinschichtung.

gegen oben gehen sie verloren, worauf sich ein allmählicher Übergang in den Wettersteinkalk vollzieht. Die Mächtigkeit beträgt etwa 12–15, stellenweise (Reiðtaler Steig) aber auch nur 5–6 m.

An der SW-Ecke der Heukuppe wiederholt sich, wenig höher im Wettersteinkalk, nochmals ein ähnlicher Knollenkalk; er steht in Verbindung mit den später (S. 148) zu besprechenden Mergellagen der W-Seite.

β) Auf der W-Seite des Hohen Gupfs bilden dünnsschichtige, dunkle Knollenkalksteine die breite waldbestandene Terrasse zwischen den beiden hohen Wandstufen aus lichtem Wettersteinkalk; sie sind also in diesem eingeschaltet (wobei aber zu beachten ist, daß die untere Wettersteinkalkpartie noch anisisch ist; vgl. S. 145). Nach beiden Seiten existieren allmähliche lithologische Übergänge. Hier ist der Reiflinger Kalk frei von Mergel, dagegen reich an Hornsteinkonkretionen, oft von bizarrer Gestalt; manches mögen verkieselte Fossilien sein, doch war eine deutbare Form nirgends mehr zu erkennen.¹⁾ Hier ist die Mächtigkeit viel größer, 100–150 m.

γ) Gegenüber auf der W-Seite des Altenberggrabens erreicht der Reiflinger Kalk das Maximum seiner Entwicklung. Auch da liegt er über anisischem Wettersteinkalk, der die schroffe Naßwand bildet, jedoch mit scharfer Grenze, z. T. sogar diskordant (vgl. S. 176). Er bildet ein weniger steiles, schroffes oder rasenbedecktes, von Rinnen durchfurchtes Gehänge. Seine Gesteinsbeschaffenheit ist ganz ähnlich wie auf der östlichen Talseite (siehe oben β). Nach oben geht er in den (Wetterstein-) Dolomit über, der mit wieder schrofferen Formen Zäunwände und Dürrkogel krönt. Hier am W-Rand unserer Karte ist der Reiflinger Kalk 200–250 m mächtig; gegen N nimmt er rasch ab und keilt östlich unterm Ameisbühel bereits aus. Gegen W geht er jenseits der Kartengrenze, im Blarergraben, unter mehrfacher Wechsellagerung in Wettersteinkalk über.

δ) Im Reiðtal setzt von der Schönen Lucke abermals Reiflinger Kalk herab, ungefähr in der Fortsetzung des vorigen, aber mehrfach mit Wettersteindolomit verzahnt (in einer Weise, die sich wegen des steilen Waldgeländes nicht genauer beobachten läßt). In der Reiðtalsklamm setzt er über das Tal; hier ist er bereits nicht mehr sehr typisch: dolomitisch, kaum knollig, nur noch in einzelnen Lagen hornsteinführend. In den Zacken östlich der Klamm geht er in schwarzen, geschichteten Dolomit über und verliert sich weiterhin ganz im Wettersteindolomit, wie dies Geyer schon 1889 (S. 679 f.) beschrieben hat.

Geyer hat die unter β bis δ genannten Kalke als „Zlambachschichten“ bezeichnet. Vielleicht war das mit Schuld daran, daß Kober und ihm folgend Lahn (1931, 1933) glaubten, darin Hallstätter- bzw. „Mürzkalk“ sehen zu müssen. Die vorstehend von vielen Stellen erwähnten Übergänge in Wettersteinkalk und -dolomit widerlegen eine solche Auffassung (und die daran geknüpften tektonischen Folgerungen; S. 180). Und wenn auch der petrographische Charakter gegenüber den karnischen Mürztaler Kalken wirklich z. T. nur wenig verschieden ist (vgl. S. 153), so sind doch mit diesen fast immer die leicht kenntlichen Reingrabener Schiefer verbunden, die in unseren Fällen gänzlich fehlen.

¹⁾ Röhrenförmige Gebilde können den Verdacht auf verkieselte Diploporen erwecken, doch hat ihn die mikroskopische Untersuchung (Pia) nicht bestätigt.

ε) Ganz ähnlich wie in den zuletzt betrachteten Profilen ist das Auftreten des Reifflinger Kalkes in der Deckscholle der Gupfmulde, insofern als er sich auch hier — im nördlichen Teil der Rauhen Wand — allmählich gegen oben aus lichtem Wettersteinkalk entwickelt, der violett-grau, dünnschichtig und knollig, schließlich noch etwas dunkler wird und schwarze Hornsteinkonkretionen aufnimmt. Ein Hangendes ist hier nicht mehr erhalten.

ζ) Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Vorkommen, die vermutlich sämtlich noch dem Anis angehören, ist der Reifflinger Kalk westlich der Singerin wohl schon ladinisch, da er über der „grünen Schicht“ bei der Hanfbrücke [Spengler, 1931 (b)] liegt. Es ist ein dunkelgrauer, dünnschichtiger Kalk, teilweise mit Mergelbelag auf den Schichtflächen, aber nur schwach zu knolliger Ausbildung neigend und frei von Hornstein. Er begleitet die Straße von der Hanfbrücke bis zur Singerin; gegen S dürfte er sich im Wettersteinkalk verlieren [vgl. auch Bittner, 1893 (b)]. Etwas W der Singerin glaubt man an der Straße Diploporen zu sehen; doch konnte Pia im Schlift keine Algen erkennen.

η) Wohl die — wenn auch durch Brüche abgetrennte — südliche Fortsetzung des vorigen ist ein Vorkommen von sehr ähnlichen, dunklen, dünnbankigen Kalken W des Schliefering-Jagdhauses.¹⁾ Doch scheint hier grauer Mergel — ganz ähnlich denen vom Altenberger Steig usw. (S. 148) — in größerer Menge damit (im Hangenden ?) verbunden zu sein; anstehend allerdings konnte ich ihn nicht finden.

Diese beiden Vorkommen ζ und η sind bei Hertle (1865, S. 473 f.) unter dem Namen „Gößlinger Schichten“ beschrieben (η ist wohl identisch mit der Lokalität „NW vor der Mündung des Frohnbaches in die Schwarza“.¹⁾ Hertle fand darin *Posidonomyen*, die von Stur als *P. wengensis* bestimmt werden konnten.

e) Wettersteinkalk und -dolomit.

Der Wettersteinkalk ist das wichtigste Gestein, das sich am Aufbau der Rax beteiligt; die ganze Hochfläche und ihre randlichen Steilabstürze bestehen zum allergrößten Teil daraus.

Er ist ein vorwiegend massiger oder doch nur undeutlich und in dicken Bänken geschichteter²⁾ Kalk; ganz selten sind Stellen mit gut ausgeprägter Schichtung, an denen sich Streichen und Fallen messen läßt. Gewöhnlich ist er lichtgrau gefärbt; doch sind auch dunklere Partien nicht allzuselten (z. B. Barental, Scheibwaldhöhe u. a.); ja lokal kann die Farbe fast so dunkel

¹⁾ Wohl auf einer irrtümlichen Deutung dieser Lokalität beruht es, wenn bei Stur (1871, Tabelle auf S. 239) die *Posidonomya Wengensis* aus „Wenger Schiefer“ von Kaiserbrunn, Krummbachgrabeneingang angegeben ist; dort ist mir nirgends ein Gestein bekannt, das auf jenen Namen Anspruch erheben könnte. Allerdings erwähnt auch Hertle „Spuren von Gößlinger Schichten“ von Kaiserbrunn.

²⁾ Die inhaltsreiche Arbeit von Sander (Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge; Min.-Petr. Mitt. 48, 1936, S. 27 und 141) konnte hier leider nicht mehr benutzt werden; ich muß jedoch feststellen, daß ich die von Sander aus dem Karwendel beschriebenen, feingebänderten Zwischenschichten nirgends angetroffen habe. Wenn sich dies bei speziell darauf gerichtetem Suchen bestätigt, so wäre damit ein Unterschied gegenüber den gleichalterigen Kalken Tirols gegeben.

werden wie bei normalem Gutensteiner Kalk.¹⁾ Andererseits gibt es auch lichtrote Färbung, jedoch in noch beschränkterer Ausdehnung. — Die Anwitterungsfarbe ist stets hell, vorwiegend grauweiß (bei den oben genannten abweichend gefärbten Varietäten ist sie auch etwas alteriert, doch spielen sie der Menge nach kaum eine Rolle).

Nicht immer ist der Wettersteinkalk dicht; feinkristalline Varietäten sind mindestens ebenso verbreitet (wie das ja auch in andern Gegenden: Karwendel, Wendelstein u. a. vorkommt). Es besteht keinerlei Grund, darin eine Wirkung irgendwelcher Metamorphose zu sehen (normalerweise; siehe aber unten!); wir müssen vielmehr annehmen, daß eine Erscheinung der Diagenese vorliegt. Als solche ist sie ja auch von andern fossilen und rezenten Riffkalken bekannt. In dasselbe Kapitel gehören die weitverbreiteten Sinterstrukturen (vgl. Leuchs, 1928). Manchmal, z. B. auf große Erstreckung im Bärengraben und auf der O-Seite der Heukuppe oder an verschiedenen Stellen an der Höllentalstraße oberhalb Kaiserbrunn, besteht das ganze Gestein aus einer Breccie aus Kalkbrocken verschiedenster Größe, die durch Sinterkrusten verkittet sind; dank ihrer lichten Färbung heben sich diese von dem gerade in solchen Fällen oft verhältnismäßig dunklen Kalk vorzüglich ab.

Unter den Fossilien des Wettersteinkalkes stehen an erster Stelle die Kalkalgen. Man trifft sie auf dem Plateau fast überall, vielerorts geradezu gesteinsbildend; auf der Karte sind hier nur einige der schönsten und reichsten Lokalitäten vermerkt. Auch auf dem Höllentalgehänge sind sie häufig anzutreffen, z. B. am Wachthüttelkamm schon zirka 50 m über der Talsohle; in der Gegend der Singerin wurden sie von Bittner und Karrer schon vor Jahrzehnten gefunden. Dagegen sind von den S- und W-Abstürzen bisher keine Algenfunde bekanntgeworden (außer knapp unter der Plateaukante, z. B. am Törlweg oder am Altenberger Steig). Ein einziger Fund überhaupt liegt vor aus dem anisischen Anteil des Wettersteinkalks, von der O-Seite der Schneealpe; dort fand ich am Kampel oberhalb vom Binderwirtshaus am Fuße der lichten Steilwand, welche die „Naßwand“ nach N fortsetzt, einen Block voll kleinen Diploporen, welche J. Pia — von dem auch die weiteren Algenbestimmungen herrühren — als

Physoporella pauciforata

bestimmte. Damit ist das Alter dieses vielumstrittenen Kalkzuges eindeutig als oberanisisch festgelegt, wie das Geyer schon 1889 (S. 636, „Oberer Muschelkalk“) richtig vermutet hat.

Alle andern Algenfunde stammen aus dem oberen, ladinischen Wettersteinkalk, u. zw. handelt es sich wie bei den älteren Funden [Pia, 1912, S. 38; 1920, S. 42; vgl. auch Spengler, 1931 (c), S. 30], so auch bei den neu hinzugekommenen stets um

Teutloporella herculea Stopp.,

bzw. in einem Fall — Ohnemoskogel — um die nahe verwandte

Teutloporella aequalis.

¹⁾ Ich habe solche Stellen (S Habsburghaus, Dreimarkstein) genau daraufhin untersucht, ob da nicht etwa doch Gutensteiner Deckschollen vorliegen; konnte aber stets raschen Übergang in normalen, lichten Wettersteinkalk feststellen. Stellenweise an der Höllentalstraße sieht man übrigens dunkle Flecken von nur einigen Zentimetern bis Dezimetern Durchmesser, mit unregelmäßiger, aber auch nie ganz scharfer Umgrenzung.

Auch Codiaceen treten auf; z. B. in einem Stück von der Scheibwaldhöhe. In Stücken von N der „Weißen Wand“ (W-Seite des Großen Kesselgrabens) erkennt man sie schon makroskopisch als licht umranderte, knollige Gebilde von 1 bis 2 cm Durchmesser („*Pycnostroma*“ Pia). Nähere Bestimmung ist nicht möglich.

Von tierischen Fossilien stehen an erster Stelle — zwar nicht der Häufigkeit nach, aber als einzig bestimmbar — die Brachiopoden. Bittner gibt 1891 als Fundstelle die Preiner Wand, bzw. „Abstieg von der Rax ins Preiner Tal, im Schutt“ an. 1892 (S. 28) erwähnt er, daß die Brachiopoden aus drei getrennten Bänken stammen, sah sich aber leider durch schlechtes Wetter genötigt, auf weitere Beobachtungen über die Lagerung zu verzichten, und macht auch keine genaueren Angaben über die Lage der Fundorte. Nach Geyer (mündliche Mitteilung) sollen Brachiopoden an der Preiner Wand — und ebenso zwischen Predigtstuhl und Karl Ludwig-Haus — hart am Rande der Felsabstürze herausgewittert zu finden sein; doch hatte ich bei allerdings wenig eingehendem Suchen kein Glück. — Nach Bittner (1892, a. a. O.) handelt es sich um folgende Arten:

- Terebratula praepunctata* Bittn. (sehr häufig!), mit ihren Nebenformen:
- Terebratula euryglossa* Bittn.,
- Terebratula euryglossa* var. *biplicata* Bittn.,
- Terebratula pleurocoela* Bittn.,
- Terebratula Raxana* Bittn.,
- Waldheimia* (*Aulacothyris*) *compressa* Bittn.,
- Waldheimia* (*Aulacothyris*) *Zugmayeri* Bittn.,
- Waldheimia* (*Aulacothyris*) *canaliculata* Bittn.,
- Waldheimia* (*Aulacothyris*) *cinctella* Bittn.,
- Rhynchonella Seydelii* Bittn.,
- Rhynchonella pumilio* Bittn.,
- Rhynchonella Raxana* Bittn.,
- Rhynchonella lycodon* Bittn.,
- Rhynchonella vulnerata* Bittn.,
- ?*Thecidium* (? *Thecospira*) sp. ind.,
- Retzia* cf. *Schwageri* var. *fastosa* Bittn.,
- Spiriferina Myrina* Bittn.,
- Spiriferina orthorhyncha* Bittn.,
- Spiriferina* 2 sp. ind.,
- Spirigera dyactis* Bittn.,
- Spirigera* cf. *leptorhyncha* Bittn.,
- Spirigera* cf. *Wissmanni* Münst sp.,
- Amphiclina* sp. (aff. *Lunzensis* Bittn.).

Auch im Höllental S der Singerin fand Bittner [1893 (a)] *Terebratula praepunctata*.

Außerdem ist an vielen Stellen die ganze Gesellschaft der Riffbildner reichlich vertreten: Korallen (große Stücke mit z. T. zentimeterdicken Ästen, aber sehr schlecht erhalten; jede Struktur pflegt verlorengegangen zu sein, so daß eine Bestimmung nicht in Frage kommt). Bryozoen und Spongien sind z. T. besser erhalten und dürften für Spezialisten bestimmbar sein. Glieder von Crinoiden fanden sich im Schutt unter den Wänden W

der Gamsecker Hütte (vielleicht aus dem tieferen, anisischen Anteil des Wettersteinkalkes stammend?) sowie auf der N-Seite des Naßwaldertales unter der Vogelkirche (hier auch größere Stielfragmente von Dr. R. Toth gefunden). Auf der Raxhochfläche nicht selten sind auch Querschnitte turmförmiger Gastropoden; endlich waren nach Bittner (1891) mit den von ihm untersuchten Brachiopoden auch unbestimmbare Zweischaler der Gattungen *Gervillia*, *Avicula*, *Cassianella*, *Pecten* und *Lima* vergesellt.

Vielfach geht der Wettersteinkalk in Dolomit über; Beschreibung siehe Erläuterungen! Hier sei nur auf die wenig scharfe Abgrenzung gegenüber dem Gutensteiner Dolomit ausdrücklich hingewiesen. Die Dolomitisierung ergreift vorzugsweise die tieferen Lagen des Wettersteinkalkes; aber weder ausschließlich noch überall. So fehlt auf der W-Seite der Heukuppe und unterm Hohen Gupf Wettersteindolomit ganz; ebenso unterm Gsohlhorn, am Sängerkogel und auf der S-Seite des Feuchters. Dazwischen aber ist er unterm Predigtstuhl und am Waxriegel mehrere 100 m mächtig entwickelt. Von der Preiner Wand gegen O verzahnt er sich mit dem Kalk: so sieht man am Törlweg beide zweimal miteinander wechsellagern. Im Reißtal hingegen ist durch die ganze, allerdings — wohl unter tektonischer Mitwirkung — stark reduzierte Mächtigkeit von Anis und Ladin nur Dolomit vorhanden bis zur Auflagerung der Reingrabener Schiefer; Wettersteinkalk fehlt hier (in der basalen Serie; vgl. S. 167) ganz, schaltet sich aber bei Hinter-Naßwald ausnahmsweise unter dem Dolomit ein! Auf der NO-Seite der Schneealm ist die Verteilung überhaupt recht unregelmäßig; zudem vollzieht sich der Übergang Kalk-Dolomit hier vielfach sehr allmählich (vgl. Geyer, 1889, S. 639), so daß die scharfen Grenzen der Karte bis zu einem gewissen Grade willkürlich sind. Auf der N-Seite des Naßwaldertales liegt am Ohnemoskogel usw. meist wieder geringmächtiger Wettersteindolomit an der Basis des Kalks, mit dem er sich auch stellenweise verzahnt; gegen O aber verschwindet unter dem Rauchkogel der Wettersteinkalk ganz, der Dolomit reicht (wie im Reißtal) bis zur Basis der Reingrabener Schiefer. Auf der N-Seite der Rax hingegen fehlt der Dolomit wieder überhaupt bis auf geringe Spuren; ähnlich im Höllental. Dagegen ist er streckenweise auch auf dem Plateau vorhanden. Die Vorkommen am Gaislochboden usw. dürften ja mit dem basalen Dolomit der S-Seite in unmittelbarer Verbindung stehen (siehe das Profil 9, S. 178), ebenso der längs der O-Seite des Bärengrabens bis zum Habsburghaus auftretende Dolomit. Dagegen gibt es zweifellos in höherem Niveau auch Dolomit; solcher tritt in der Umgebung der Speckbacherhütte mehrfach auf engbegrenzten Flächen auf, von denen nur die größeren auf der Karte berücksichtigt werden konnten. — Auf der W-Seite des Altenbergertales endlich findet sich die Dolomitentwicklung wesentlich erst über dem Reiflinger Kalk.

Es geht mithin nicht an, von einem „Unteren Dolomit“ im Gegensatz zum Wettersteinkalk zu sprechen; ein Irrtum, der, hergeleitet aus Geyers¹⁾ Stratigraphie, sich bis auf die neueste Zeit (Lahn, 1930, 1933) fortgeerbt hat. Es handelt sich hier vielmehr um unregelmäßige, „wilde“ Dolomitisierung — wie dies ja auch in andern Nordalpengebieten,

¹⁾ Geyer selbst hat (1889, S. 738) jedoch sehr wohl erkannt, daß der Dolomit eine verschieden hoch — gelegentlich bis zur Basis der Raibler Schichten — hinaufreichende Fazies ist!

z. B. Hochschwabgruppe (Spengler), festgestellt worden ist. Irgendeine über größere Strecken zu verwertende stratigraphische Bedeutung besitzt die Trennung von Dolomit und Kalk keinesfalls.

Es kann hier nicht auf die verschiedenen über den Vorgang der Dolomitisierung geäußerten Ansichten eingegangen werden. Nur so viel sei bemerkt, daß es sich zweifellos um einen dem Absatz sehr bald nachfolgenden diagenetischen Vorgang handeln muß. Speziell aufmerksam gemacht sei in diesem Zusammenhang auf die wiederholten Wechselagerungen von Dolomit und Kalk, welche man auf dem Wege Karl Ludwig-Haus-Habsburghaus¹⁾ zu studieren Gelegenheit hat, wobei bemerkenswerterweise gerade die in den Dolomit eingreifenden Kalkzungen oft besonders reich an Diploporen und andern Fossilresten sind.

Einlagerungen im Wettersteinkalk finden sich, wenn man absieht von den bereits erwähnten Reiflinger Kalken (S. 142f.), hauptsächlich an der W- bis SW-Seite der Heukuppe. Dort ist die Felswand durch eine Reihe von sanftgeneigten Terrassen und Bändern gegliedert; die bedeutendste ist die oberste, die sich vom „Zahmen Gamseck“ bis zur SW-Ecke der Heukuppe durch verfolgen läßt, auf etwa 1800—1850 m Höhe. Die tiefste findet sich bereits wenig über der Wettersteinkalkbasis, dort wo der Altenberger Steig — der diese ganze gebänderte Zone durchquert — in die Felsen eintritt. Diese Terrassen sind bedingt durch relativ leicht verwitternde, zu flachen Scherben zerfallende, dünnsschichtige Mergel, von grauer bis gelblicher, lokal auch rötlicher Farbe. Durch tektonische Beanspruchung werden sie zunächst flaserig und ähneln dann manchen Aptychenmergeln der Unterkreide. Als tektonische Fazies aber entsprechen ihnen auch noch graue und gelbe, ausgesprochen gieschiefer Gesteine, die schon am Gamsecker Steig unterhalb der Leitern, besonders aber im unteren Teil der Kahlmauer (Zugang zum Inntalerband) in dünnen Schichten mit dem Wettersteinkalk wechseln; sie geben z. T. zur Auswitterung auffälliger, parallel der Wand verlaufender Furchen Anlaß. Die obige Deutung wird dadurch um so wahrscheinlicher, daß ja auch der Wettersteinkalk selbst hier in ähnlicher Weise umgeformt ist (siehe S. 151). — Die nördlichste Spur der Mergel befindet sich an der Wildfährte, wo sie das Band bilden, auf dem der oberste Abschnitt des Steiges verläuft (sie wurden hier anscheinend — Lichtenecker, 1928, — mit Werfener Schichten verwechselt). — Zu bemerken ist übrigens, daß die Kalkbänke, welche die einzelnen Mergelbänder am Altenberger Steig usw. trennen, sich vom normalen Wettersteinkalk in ihrem Aussehen z. T. nicht unerheblich entfernen, sie werden lilagrau, z. T. dünnsschichtig und nähern sich dem Typus des Reiflinger Kalkes. Leider gelang es weder in ihnen noch in den Mergeln Fossilien zu finden, welche über die Entstehungsweise dieser interessanten, faziellen Abweichung näheren Aufschluß geben könnten.

Eine andere sehr bemerkenswerte Einlagerung im Wettersteinkalk ist die „Grüne Schicht“, welche sich vom Großen Fuchsloch um die Heukuppe herum bis zum Altenberger Steig (hier allerdings nur noch in Spuren) verfolgen läßt, im Hangenden der obersten Mergellage. Sie besteht aus dichtem bis feinstsandigem Material von etwas über Glashärte,²⁾ eigentümlich mattem, öligem Glanz und blaßgrünlicher Farbe, vielfach in regelmäßigem Wechsel

¹⁾ Ausscheidung auf der Karte weitgehend schematisiert!

²⁾ „Kieselig“, wie in der Literatur öfters zu lesen, scheint es mir nach der Härte nicht zu sein.

mit etwas dunkleren, olivgrünen Lagen. Gehalt an kohlensaurem Kalk ist oft nicht nachweisbar, doch findet sich auch Wechsellagerung mit kalkigen Lagen. — Leider scheitert die Untersuchung im Dünnschliff an der außerordentlichen Feinheit, die keinerlei Bestimmungen mehr zuläßt; das Aussehen ist mit dem eines Mikrofelsits zu vergleichen, mit eingestreuten, unregelmäßigen Fetzen von hellem Glimmer, von zirka 0.1 mm Länge bis hinab zur Grenze der Sichtbarkeit; außerdem in den dunkleren Lagen — wo der Glimmer mehr zurücktritt —, dunklere Flecken, ebenfalls bis 0.1 mm Durchmesser; sie bestehen im vorliegenden Zustand wesentlich aus Fe-Hydroxyd, woraus nur zu entnehmen ist, daß es sich ursprünglich um ein relativ eisenreiches Mineral handeln muß.¹⁾ — Die maximale Mächtigkeit dieser grünen Schicht beträgt zirka 3—4 m. Sie tritt auch auf der N-Seite der Rax zwischen Singerin und Reithof, an der Straße N der Hanfbrücke wieder auf, wo sie insbesondere der Stollen der Wiener Wasserleitung angefahren hat [Geyer, 1889; Bittner, 1893 (b), S. 323; Spengler, 1931 (b), S. 516] — hier jedoch im Liegenden des S. 144 besprochenen Reifflinger Kalkes. — Eine naheliegende Deutung dieser „Grünen Schicht“ ist die als vulkanische Einstreuung, analog der südalpinen Pietra verde, an welche der Gesteinscharakter einigermaßen erinnert.²⁾ Der Gedanke, daß es sich sogar um die gleichen Eruptionen handelte, die Aschen etwa von Predazzo bis in die Nordalpen verstreut hätten, erscheint gar nicht unmöglich (vgl. Hummel, 1932, S. 434 f.); wissen wir doch, daß z. B. die großen chilenischen Ausbrüche vom Frühjahr 1932 Aschen in sehr merklicher Menge bis in eine Entfernung niederfallen ließen, gleich der vom Vesuv bis Schweden; wir brauchten uns also auch nicht zu scheuen, zwischen Predazzo und die Rax noch einen ansehnlichen Betrag tektonischer Verkürzung einzuschalten. Leider fehlt es bisher an einer Möglichkeit, die ange deutete Arbeitshypothese zu prüfen.

Die „Grüne Schicht“ ist schon von Geyer (1889, S. 742, u. a.: „Rascherhorizont“; worunter jedoch auch andre Bildungen z. T. verstanden werden) und neuerdings von Spengler [1926 (b), 1931 (c)] im Hochschwabgebiet und am Schneeberg nachgewiesen worden. In Spuren gefunden habe ich sie auch am Kampl an der Schneecalpe. Schon länger bekannt ist sie ferner am S-Abfall des Steinernen Meeres (Bittner, 1884) sowie im Karwendelgebirge. Letzteres Vorkommen ist besonders wichtig, da es J. Pia dort gelang, ihr Alter durch Diploporenfunde als oberstanisisch festzulegen (laut mündlicher Mitteilung). Falls sie überall gleichalt — und gerade wenn die obige Arbeitshypothese zutrifft, wäre das anzunehmen —, wäre damit ein ausgezeichnetes Mittel gegeben, um den Wettersteinkalk in einen anisischen und einen ladinischen Anteil zu zerlegen (siehe unten). Die „Grüne Schicht“ würde dann wohl den ältesten der südalpinen Eruptionen entsprechen, die ja um die Grenze von Anis und Ladin stattgefunden haben; vgl. Hummel, a. a. O.

¹⁾ E. Lahn (1930, S. 6) erwähnt aus der „Grünen Schicht“ von den Raxenmäuern vereinzelte Diploporen. Es ist im höchsten Grade bedauerlich, daß er keine näheren Bestimmungen derselben gibt. Mir ist es nicht geglückt, dort irgendeine Spur von Fossilien zu finden.

²⁾ Engere Beziehungen zu den von Ampferer (1930) entdeckten basischen Eruptionen des obersten Lechtals sind nicht ersichtlich; diese gehen auch z. T. bis in jüngere (karnische) Schichten hinauf.

Sonst finden sich gelegentlich noch — jedoch stets nur in ganz geringer, nicht kartierbarer Ausdehnung — dunkelrote, tonig-eisenschüssige Einlagerungen, wohl primärer Natur; denn mancherorts scheint ohne Zwang wirklich keine andere Deutung möglich, weder die als jungtertiäre Terra rossa noch als tektonische Bildung (siehe unten); so z. B. am Bismarcksteig oder an der Brandschneid bei etwa 1100 m. An letztgenannter Stelle tritt inmitten ungeschichteten Kalkes plötzlich horizontale Bankung auf, und inmitten der gebankten Partie erscheint eine Kalkbreccie mit dunkelrotem Bindemittel, etwa 3–4 m mächtig; seitlich keilt sie sehr bald aus, es handelt sich nur um eine Linse. Ihre Entstehung ist allerdings nur schwer zu deuten, wenn man nicht Einschwemmung von einem benachbarten Festland (vgl. Leuchs, 1932, S. 109 f.) zu Hilfe nimmt.

Häufiger treten ganz ähnliche Bildungen: Breccien mit tonig-eisenschüssigem Bindemittel, übergehend in dunkelrote Tone an Verwerfungen im Wettersteinkalk auf. So ist das Gaisloch durch das Herauswittern eines solchen Gesteinskörpers entstanden; wenig unterhalb sieht man den roten Ton, verbunden mit feiner Dolomitbreccie, noch am Weg anstehen. Kleinere Vorkommen ähnlicher Art sind längs der Höllentalstraße an vielen Stellen durch die Verbreiterungsarbeiten aufgeschlossen worden (z. B. knapp unter- und oberhalb Kaiserbrunn). Wesentlich bedeutender ist wieder jenes im Steinbruch bei der Windbrücke (Hirschwang). Die ausgedehnten, auffallend rot gefärbten Gesteinspartien dort bestehen aus zerrüttetem Wettersteinkalk; in dem Teil des Bruchs N von dem gegen das Höllental vorspringenden Felskamm läuft aber auch eine 1–2 m mächtige Lage von dunkelrotem, z. T. auch schmutziggrotem Ton steil N-fallend hindurch. — Die Herkunft des Tons wie des Eisens ist in diesen Fällen einigermaßen rätselhaft. Ich hatte an Einschleppung von Verwitterungsprodukten, sei es der Gosau, sei es der jungtertiären Landfläche, gedacht; in beiden Fällen könnte man bauxitischen Charakter des Tons erwarten. Ich ließ daher eine Probe von Hirschwang durch Dr. O. Hackl chemisch prüfen. Das Ergebnis war:

SiO ₂	24.97%
Al ₂ O ₃	12.22%
Fe ₂ O ₃	9.10%
Glühverlust	23.20% (Wasser mit viel Kohlensäure).

Der nicht bestimmte Rest — rund 20.5% — ist jedenfalls größtenteils Kalk in Form von Karbonat; wenn dieses auch feinen, beigemengten Splitterchen des benachbarten Kalkes entstammen kann, so ist doch auch der Kieselsäuregehalt für Bauxit viel zu groß. Die angedeutete Herkunft bleibt damit unkontrollierbar.

Noch problematischer ist die Deutung dünngeschichteter, roter Kalke, die auf manchen Verwerfungen im Wettersteinkalk stecken. So am (aufgelassenen) Steig über die „Rote Erde“, der ein Stück weit einer Rinne folgt, in der ein solcher Kalk mit senkrechter Schichtung (parallel zu den Klüftwänden) steckt; ebenso am Teufelsbadstubeisteig, kurz bevor man den Plateaurand erreicht. Hier liegt die Schichtung flach. Am gleichen Steig, an der horizontalen Strecke unterhalb der Teufelsbadstube, steckt ebenfalls auf der Verwerfung ein bläulichgrauer, gelbbraun verwitterter Kalk, stark sandig und ungeschichtet. Es ist schwer anzunehmen, daß diese Gesteine erst durch die Bewegung auf den Verwerfungen ihre bezeichnenden Eigenschaften erhalten hätten; viel lieber würde man in ihnen eingeschleppte Fetzen höherer oder tieferer Schichten sehen. Aber solche sind unbekannt! Denn die roten Kalke des Lias z. B. sehen ganz anders aus. Es liegt hier ein Rätsel vor, dessen Lösung nur von der Zukunft erhofft werden kann.

Auch an der Überschiebungsfläche, welche die NW-Seite der Rax umzieht (vgl. S. 165f.) ist der Wettersteinkalk in Breccien mit rotem eisenschüssigem Bindemittel verwandelt. Solche sind z. B. aufgeschlossen an der Basis der Scheibwaldmauer an verschiedenen Stellen, oder unter der Engleitner Mauer. Die Herkunft des färbenden Eisens ist hier geradeso Problem wie oben; fest steht nur, daß es aus dem Wettersteinkalk selbst nicht wohl stammen kann.

Eine tektonische Umformung ganz anderer Art hat der Wettersteinkalk an der Basis der Kahlmauer erfahren: hier ist er zu einem ausgesprochenen Bändermarmor geworden. Die Korngröße ist zwar nicht gewachsen gegenüber der auch normalerweise schon öfters vorkommenden (vgl. oben); ganz fremdartig aber ist die feine Bänderung in einige Millimeter bis etwa 1 cm mächtigen Lagen von verschiedener (weißer, grauer, gelblicher, rötlicher) Färbung, die oft wieder noch feiner unterteilt sind. Sie gehen parallel der — hier deutlich ausgeprägten — Schichtung und ebenso parallel der Überschiebung der von der Gupfmulde herüberziehenden Werfener Schichten (vgl. S. 165). Auch in deren südlicher Verlängerung, am Gamsecker Steig, findet sich Ähnliches. Es handelt sich da um eine ausgesprochene „Dislokationsmetamorphose“, wie sie in den Kalkalpen nur selten zu beobachten ist.

Zum Schlusse noch die Altersfrage: Es war bereits wiederholt die Rede davon, daß im Wettersteinkalk ein anisischer und ein ladinischer Anteil enthalten ist. Durch Fossilien belegt ist — wegen einer Ausnahme vgl. S. 145 — allerdings nur das letztere; aber tatsächlich meidet die leitende ladinische Alge, *Teutloporella herculea*, die tieferen Teile des Wettersteinkalkes in den S-, W- und NW-Abfällen des Raxplateaus vollständig; wenn sie im Höllental bis an die Basis hinabgeht, so beruht dies auf der Lagerung (vgl. S. 171f.) — die anisische Obergrenze liegt dort tiefer! An der Heukuppe und W der Singerin dürfte sie durch die „Grüne Schicht“ gegeben sein; anderwärts aber läßt sie sich kaum einigermaßen genau bestimmen. Dies ist der Grund, weshalb ich lieber darauf verzichte, für den anisischen Anteil des Wettersteinkalkes einen eigenen Lokalnamen (Steinalmkalk, Pia, 1923) zu gebrauchen.

Auch die Frage nach dem Altersumfang dieses anisischen Anteils läßt sich vorläufig nicht entscheiden; reicht der Wettersteinkalk, bzw. -dolomit nur bis ins Oberanis oder greift er gelegentlich auch tiefer hinab? Die sehr veränderliche Mächtigkeit des Gutensteiner Kalkes sowie der gelegentlich wirklich zu beobachtende Übergang desselben in lichten Kalk machen immerhin die Antwort im letzteren Sinne nicht unwahrscheinlich.

•Eine Frage von nur noch historischem Interesse ist die der Vertretung des Nors in den lichten Kalken der Rax. Bittner sprach dieselben bekanntlich als Dachsteinkalk an (1882, 1890, 1891); später (1892, S. 28—35) kam er zwar zu einem skeptischen Ergebnis bezüglich der Altersbestimmung der von ihm beschriebenen Brachiopoden. 1893 (a) jedoch hielt er es für „definitiv festgestellt“ — nach dem Fund karnischer Fossilien am Kuh-schneeberg —, daß die Hauptmasse der oberen Kalke von Rax und Schneeberg Dachsteinkalk sei. Auch Geyer gab 1903 seine frühere abweichende Ansicht auf. Tatsächlich mußte die Analogie mit der Schichtfolge Ramsadolomit-Dachsteinkalk in den ost-alpinen Plateaubergen vom Leoganger Steinberg bis zum Gesäuse zu verlockend scheinen (solange man wenigstens die Stellen der Rax mit mächtig entwickeltem „Unteren“, d. h. Wettersteindolomit — vor allem die meistbegangene S-Seite! — als maßgebend ansah!); und so sind Kober und noch Ampferer¹⁾ (1918) von jener Auffassung beeinflusst. Spengler konnte sodann im Hochschwabgebiet den größeren Teil der lichten Plateau-

¹⁾ Der sich allerdings über das Alter seines „Brecciendolomits“ und „lichten Kalkes“ nicht näher äußert.

kalke dem Ladin zuweisen (1920); und Pia hat (1920, S. 180), gestützt auf diesen ihm bereits bekannten Befund und das häufige Vorkommen von *Teutlop. herculea* an der Rax, für hier etwas Ähnliches erwartet und später (1925) mit voller Sicherheit ausgesprochen; wie ich seinen mündlichen Mitteilungen entnehme, vermutete er im obersten Mergelzug am Altenberger Steig den trennenden karnischen Horizont. Die Auffindung der „Grünen Schicht“ dortselbst hat diese Vermutung widerlegt; und es läßt das Vorkommen von *Teutlop. herculea* auch in den höchsten Teilen der Rax sowie die vollständige Abwesenheit der für Dachsteinkalk charakteristischen Fossilien (Megalodonten, die z. B. an der benachbarten Schneecalpe reichlich vorkommen) für eine Vertretung des Nors keinen Raum mehr übrig. Wir kommen also zurück auf die ältere Auffassung Geyers (1889), der an der Rax nur Wettersteinkalk¹⁾ kennt.

f) Karnische Stufe.

Nur an wenigen Stellen der Rax kommen karnische Schichten vor: auf der O-Seite des Reißtales unter der Scheibwaldmauer und am Fuß der Felswände südlich Oberhof-Reithof. Beiderorts setzen sie über das Naßwalder Tal hinweg und erreichen in der Gegend Rauchkogel—Kotgraben—Heufuß größere Ausdehnung.

Es sind drei Glieder zu unterscheiden:

α) Reingrabener Schiefer (und Lunzer Sandstein — der kaum eine Rolle spielt).

Lithologische Beschreibung siehe Erläuterungen. — Sie waren auf der O-Seite des Reißtales schon Bittner (1882, S. 110) und Geyer (1889, S. 681) bekannt — diesem ungefähr in ihrer tatsächlichen Ausdehnung; doch sind die Verhältnisse komplizierter als er annahm, da sich die Schichten tektonisch wiederholen (vgl. Taf. VII). An dem Jagdsteig,²⁾ O Binderwirt, fanden darin Bittner und Geyer

Halobia rugosa,

ein bezeichnendes karnisches Fossil, das auch heute noch dort vorkommt.

Weiter N, am Simonriegel und Schönriegel, enthalten die Reingrabener Schiefer eine auffallende Einlagerung: eine feine Breccie, aus einige Millimeter bis höchstens 1—2 cm großen Bröckchen dunklen, hell anwitternden Kalks — offenbar der liegenden, gleich zu erwähnenden Kalklage entstammend; auch abgerollte Fossilbruchstücke — Korallen, Spongien finden sich darin; endlich nicht selten bis etwa zentimeterlange Fragmente von Krinoidenstielen, welche von Dr. O. Kühn als

Isocrinus tirolensis Laube

bestimmt werden konnten. Es ist dies eine Spezies, welche bisher aus den Cassianer Schichten Südtirols und des Bakony bekannt ist. — Das dunkle, tonige Bindemittel bildet oft nur Häute zwischen den Kalkstückchen. Diese Breccien³⁾ bilden offenbar — gefunden sind nur Lesesteine — einige Zentimeter bis höchstens Dezimeter mächtige Lagen im unteren Teile des Reingrabener Schiefers.

¹⁾ Bzw. Hallstätter Kalk — einen Namen, durch den man sich nicht beirren lassen darf, da ihn Geyer für altersgleich mit dem Wettersteinkalk hält, ja beide Namen manchmal fast als Synonyme verwendet, entsprechend einer seit Hauer (1853) eingebürgerten, seither als irrig erwiesenen Ansicht.

²⁾ Bei Geyer Kaisersteig; der heutige markierte Kaisersteig befindet sich weiter S!

³⁾ Sie sind von mehr als nur lokaler Bedeutung; ich fand Ähnliches wiederholt in der Gegend zwischen Gußwerk und Niederalpl, auch dort mit den gleichen Krinoiden.

Neu aufgefunden sind die Vorkommen von Reingrabener Schiefen auf der O-Seite des Rauchkogels N Hinter-Naßwald. Hier trifft man sie an dem (auf der Karte zu hoch eingetragenen) Jagdsteig auf der S-Seite des Steindlriegels bei zirka 850 m; ferner auf dem Steindlriegel selbst bei etwa 950 m auf einem kleinen Sattel, den ein höherer Jagdsteig quert; längs diesem sind sie ein Stück weit zu verfolgen. Sie liegen hier auf Wettersteindolomit und werden von Gutensteiner Kalk überschoben.

Die weiteren Vorkommen im Gebiete des Kaltwassergrabens sind Spengler bereits bekannt (vgl. Blatt Schneeberg—St. Ägyd). Besonders bemerkenswert ist hier das Profil (vgl. Fig. 11 auf Taf. VII) auf dem Sporn zwischen den beiden Ästen des Lamergrabens;¹⁾ über normalem Wettersteindolomit folgen typische Reingrabener Schiefer, 6—8 m; sodann grauer, feinkörniger Sandstein, kaum mehr als 1 m, endlich dunkler, stark bituminöser Opponitzer Dolomit, der weiterhin in Hauptdolomit übergeht. — Der Sandstein ist wohl aufzufassen als letzte Spur des weiter N weit verbreiteten, gegen S verschwindenden Lunzer Sandsteins! Auch weiter W gegen den Kaltwassergraben findet er sich in Spuren.

Die Mächtigkeit der Reingrabener Schiefer schwankt stark von einem Profil zum andern; daß daran die Tektonik nicht unbeteiligt ist, besteht dringender Verdacht. Das Maximum mit etwa 30 m dürfte am Simonriegel vorhanden sein.

β) Mürtzaler Kalke, bzw. Mergel.

So bezeichne ich mit Spengler (1925) dunkelgraue bis schwarze Kalke bis Mergelkalke, die einem Teil von Geyers „Zlambachschichten“ und „Oberen Hallstätter Kalken“ entsprechen. Die dichten, ziemlich reinen Kalke wittern viel heller, gelblich bis bläulichgrau an; charakteristisch sind die häufig vorhandenen Konkretionen von schwarzem Hornstein, die von regelmäßigen, rundlichen Knollenformen bis zu bizarrem Gekröse gehen. Mitunter glaubt man undeutliche, organische Formen an ihnen zu erkennen, ohne daß sich diese jedoch sicher erfassen ließen. Aber auch sichere organische Reste sind — wenigstens auf der O-Seite des Reißtales — gar nicht selten, allerdings im allgemeinen sehr schlecht — als Steinkerne ohne Abdruck — erhalten, so daß es Dr. O. Kühn nicht möglich war, auch nur eine Art sicher zu bestimmen. Es liegen vor:

Thecosmilia sp.,

Montlivaultia sp.,

ferner unbestimmbare Spongien, Brachiopoden, Gastropoden, ein kleiner Ammonit.

Die Mehrzahl der gefundenen Stücke stammt aus losem Material im Wassergraben und vom Simonriegel, sowohl aus den höheren Kalkzügen als auch aus der vielleicht 4—6 m mächtigen Kalklage, die dort (und auf einer großen Strecke des Reißtaler Vorkommens überhaupt) unmittelbar über dem Wettersteindolomit und unter den Reingrabener Schiefen liegt. Diese Kalklage zeichnet sich dadurch aus, daß hier auch sonst fehlende Gesteinstypen auftreten: nämlich hell anwitternde oolithische Kalke und — anscheinend

¹⁾ Die Terrainzeichnung auf allen topographischen Karten ist hier so mangelhaft, daß sich die wirkliche Bodengestaltung daraus kaum erraten läßt.

daraus hervorgehend — Lumachellen. Sie scheinen in dünnen Lagen mit den normalen, dichten Kalken zu wechseln; mehr lassen die ungenügenden Aufschlüsse nicht erkennen. — Die Hauptmasse der Kalke liegt indessen in den Reißtaler Profilen im Hangenden der Reingrabener Schiefer; hier erreichen sie etwa 30—40 m Mächtigkeit.

Die Kalke können allmählich übergehen in Mergel. Beschreibung siehe Erläuterungen. — Hornsteinknollen fehlen ihnen, ebenso bis jetzt sichere Fossilreste. — Im Reißtal sind sie nur andeutungsweise mit den Mürtzaler Kalken verknüpft; dagegen sind sie typisch entwickelt bei Vorder-Naßwald (anstehende Aufschlüsse in Bachanrissen SO vom Oberhof sowie an der Straße beim Haus vor Eintritt in die Saurüsselklamm); ebenso auf der N-Seite der Vogelkirche, östlich vom Heufuß, wo sie mit Hallstätter Kalk verschuppt, ansehnliche Mächtigkeit (50—100 m) erreichen. Verknüpfung mit Reingrabener Schiefer ist hier nicht beobachtet; doch handelt es sich da überall um tektonisch umgrenzte Fragmente.

γ) Opponitzer Kalk (und Dolomit).

Beschreibung siehe Erläuterungen. — Kommt an der Rax selbst nicht vor, dagegen auf der NO-Seite des Rauchkogels [Bittner, 1893 (a)], an die 100 m mächtig und von dort in den Kaltwasser- und Lamergraben weiterziehend; hier befindet er sich ganz regelmäßig im Hangenden der Reingrabener Schiefer. Er scheint die Mürtzaler Kalke (wenigstens teilweise) faziell zu vertreten, da er nirgends in einem Profil mit ihnen vorkommt. Eine Ausnahme bildet vielleicht der Sporn zwischen Naßwälder und Großbodental östlich Oberhof, an welchem zu unterst ein dunkelgrauer Dolomit ansteht, der nach seiner lithologischen Beschaffenheit am ehesten Opponitzer sein könnte, doch fehlen sichere Beweise. Überlagert wird er von Mürtzaler Mergeln, die gegen oben ohne scharfe Grenze in Hallstätter Kalk übergehen. Hier liegt also möglicherweise ein Profil aus der Zone des Faziesüberganges vor.

g) Nor.

α) Norischer Hallstätter Kalk.

Solcher findet sich mit Sicherheit nur in der Umgebung von Naßwald, auf der S-Seite des Nagelgrabens sowie in der westlichen Fortsetzung (Reitalm- und Oberhofmäuer) und auf der S-Seite des Großbodens. Auch einige kleinere Schollen in der Fortsetzung gegen W (Luxriegel, Finkgraben)¹⁾ sowie beim Heufuß und östlich der Wallneralm rechne ich hierher. Das Alter der auf der Karte vermutungsweise ebenfalls als Hallstätter eingetragenen Kalke des Schneealplateaus (Ameisbühl, Dürrkogel) ist noch nicht endgültig geklärt. Wegen des mehrfach behaupteten Vorkommens von Hallstätter Kalken in anderen Teilen des Gebiets: S-Seite der Rax, Reißtal, Naßwand usw. vgl. S. 143, 162 u. a.

Die Hallstätter Kalke von Naßwald sind graue, öfters ins bräunliche spielende, ausnahmsweise auch rötliche oder rot geaderte Kalke, meist dicht und vollkommen massig; nur nahe der Liegendgrenze können sie dünn geschichtet sein (Sporn westlich Oberhof), was wohl mit einem Übergang in die liegenden Mürtzaler Mergel zusammenhängt. In der Anwitterung

¹⁾ Vielleicht entsprechend dem „Geschichteten Dachsteinkalk“, welcher auf Blatt Schneeberg—St. Ägyd hier eingetragen ist.

unterscheiden sie sich nicht vom Wettersteinkalk und sind auch im Handstück oft nicht zu unterscheiden; sie bilden auch recht ansehnliche, schroffe Felspartien. Die Mächtigkeit ist nicht unbedeutend: bis über 200 m in den Reithofmauern.

Das norische Alter dieser Kalke geht hervor aus den seinerzeit von Bittner [1893 (b)] gefundenen Fossilien:

- Halobia distincta* Mojs.,
- Halobia* div. sp.,
- Spiriferina* aff. *halobiarum* Bittn.,
- Rhynchonella* cf. *annexa* Bittn.,
- Aulacothyris* sp.,

dazu kommen nicht näher bestimmbare Arcesten aus der Gruppe der Intuslabiaten und Orthoceren (Geyer, 1889, S. 666). Auch die mehrfach — Sonnleite, Heufuß, S Großboden — zu beobachtende Unterlagerung durch Mürztaler Mergel steht damit im Einklang; streng beweisend ist sie allerdings nicht, da sämtliche Vorkommen in einer heftig geschuppten Zone liegen und tatsächlich z. B. S Oberhof der Mürztaler Mergel über dem Hallstätter Kalk liegt. (Das ist jedoch tektonisch zu erklären!)

β) Hauptdolomit.

Beschreibung siehe Erläuterungen. — Vom Wettersteindolomit schwer unterscheidbar, die besser hervortretende Schichtung des Hauptdolomits ist kein durchgreifendes Kennzeichen; mehr bräunliche Färbung wie in anderen Gebieten konnte ich überhaupt nicht beobachten. Bei kleinen und tektonisch isolierten Vorkommen muß daher die Zugehörigkeit manchmal offen bleiben; in der Karte sind solche zweifelhafte Fälle jeweils nach der größeren Wahrscheinlichkeit behandelt.

Wie aus der Lagerung über dem Opponitzer Kalk und aus Analogien mit anderen Gegenden hervorgeht (Fossilien fehlen), ist der Hauptdolomit ebenfalls norisch: ein zeitliches Äquivalent des Hallstätter Kalks. Aber auch diesen sieht man mitunter (S Oberhof—Nagelegraben) gegen oben in Dolomit übergehen, der auf der Karte ebenso wie der Hauptdolomit bezeichnet ist.

h) Rhät?

Fossilführende Kössener Schichten des Rhät sind durch Geyer (1889, S. 663) aus dem Gebiete des Mitterberges, hart N vom Rande unserer Karte, bekanntgeworden. Ich fand nur dunkle, fossilere Mergel, schlecht aufgeschlossen, im Gebiete des Finkgrabens, welche möglicherweise dahin gehören könnten. Doch läßt die petrographische Beschaffenheit auch die Deutung als Mürztaler Mergel zu; und die Lagerung — über Hallstätter Kalk — beweist in einer so verschuppten Gegend wenig. Ich habe sie auf der Karte zum Mürztaler Mergel gezogen, möchte aber ausdrücklich auf die hier angedeutete andere Möglichkeit hinweisen.

2. Lias.

Ebenfalls nur in der Gegend Luxriegel—Finkgraben finden sich dunkelrote, dichte Kalke, z. T. etwas flaserig; kleine Spatsplitterchen sind darin nicht selten, auch ein nicht näher bestimmtes Bruchstück eines Belemniten

wurde gefunden. Auch rote Krinoidenkalke kommen vor, wenn auch weit seltener.

Diese Gesteine liegen unmittelbar über dem tiefsten der Hallstätter Kalkzüge dieser Gegend und scheinen von Werfener Schichten (tektonisch) überdeckt zu werden. Ihre Mächtigkeit scheint kaum viel über 1 m hinauszugehen.

Offenbar liegt hier eine bisher unbekannte südöstliche Fortsetzung der Liaskalke um den Mitterberg vor, in welchem schon Geyer (1889, S. 662) eine Brachiopodenfauna des Lias β gesammelt hat.

Bildungen des höheren Jura sowie der Unterkreide fehlen.

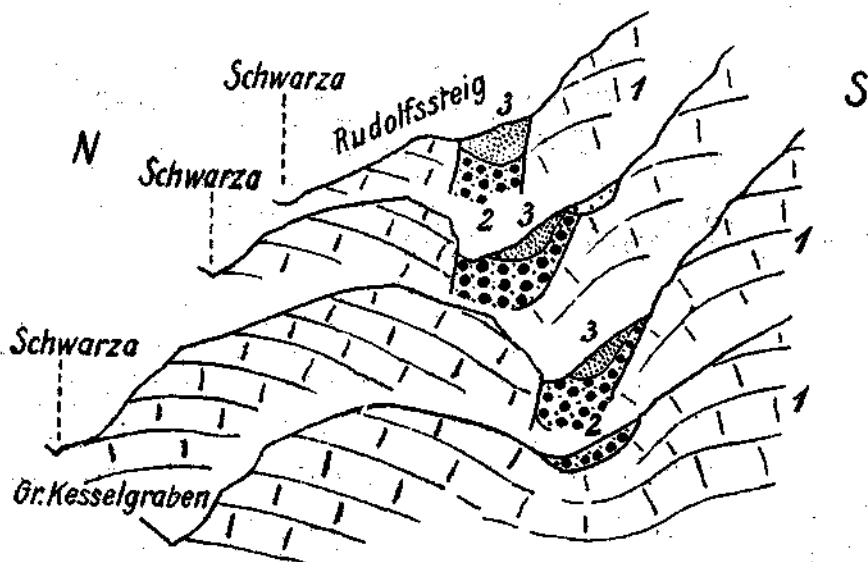


Fig. 1. Profile durch die Höllentalgossau, zirka 1:10.000.

1 Wettersteinkalk; 2 Gosaukonglomerat (und Kalk); 3 Gosausandstein.

3. Gosauschichten (Oberkreide).

Solehe sind an der Rax und auch im weiteren Kartengebiet nur an wenigen räumlich eng umgrenzten Stellen vorhanden.

a) Kleines Höllental—Rudolfssteig. Hier sind zwei ganz verschieden ausgebildete Abteilungen vertreten; die untere besteht aus einem Basis-konglomerat mit vorwiegend Geröllen heller Triaskalke, daneben aber auch von Werfener Schiefer, von schwarzem und rotem Hornstein — Gesteinen also, die jetzt in der Umgebung z. T. nicht mehr vorkommen. Exotische, kristalline Gerölle fehlen indessen. Die Mehrzahl der meist deutlich gerundeten Gerölle ist tauben- bis hühnereigroß, doch gibt es auch wesentlich größere und anderseits auch Stellen, wo das Konglomerat in feine Breccie übergeht mit höchstens einige Millimeter großen Bröckchen. Das Bindemittel ist stark eisenschüssig und tritt gewöhnlich stark zurück, wo es mehr hervortritt, wird ein rötlicher Kalk daraus.

Die obere Abteilung ist ein mürber, graubrauner Sandstein bis sandiger Mergel von sehr feinem Korn; feinste Quarzkörnchen und gelegentlich Glimmer-

blättchen sind darin zu erkennen sowie — bei Prüfung mit Salzsäure — starker Kalkgehalt. Häufig enthält er verkohltes Pflanzenhäkel und ebenfalls nicht selten schneeweiße Molluskenschalen von leider meist schlechter Erhaltung. Herr Dr. O. Kühn konnte bestimmen:

Gryphaea vesicularis Lam.,

Cucullaea austriaca Zitt.,

Actinacis sp.,

Dazu kommt ein von Geyer (1889, S. 687) gefundenes

Dentalium sp.;

ferner unbestimmbare Gastropoden.

Während am Rudolfsteig, wo sie schon Geyer kannte, fast nur die Mergel zu sehen sind (gegenwärtig übrigens sehr schlecht, wegen frischer Holzschlängerung), gewinnen im Kleinen Höllental die Konglomerate größere Ausdehnung (Lahn, 1931); dort ist auch klar zu sehen, daß sie die Mergel unterteufen (vgl. die Profile Fig. 1).

β) Studierkogel—Schliefering. Am Sattel N des Studierkogels und in der östlichen Fortsetzung auf der flachen Schulter S vom Worte „Schliefering“ der Karte treten ebenfalls mürbe, braune Sandsteine auf [Spengler, 1931 (c)]; leider sind die Aufschlüsse sehr mangelhaft (Fig. 5, S. 169).

γ) Ein drittes, winziges, aber sehr interessantes Vorkommen fand ich im Naßwalder Tal, auf dem Rücken unter der Engleitner Mauer. Wenige Meter unter dieser Wettersteinkalkwand liegen Blöcke herum einerseits von Werfener Rauhwacke, anderseits von feinem, gelbem Quarzsandstein von geringer Festigkeit (Fig. 4, die wegen der mangelhaften Aufschlüsse nur unzureichend erkennbare Lagerung ist dort hypothetisch dargestellt!). Letzterer kann schwerlich etwas anderes sein als Gosau; Fossilien wurden freilich nicht gefunden. — Wegen der Deutung der für die geologische Geschichte sehr wichtigen Stelle vgl. S. 167f.

δ) Endlich verdanke ich Herrn Hofrat G. Geyer die Kenntnis eines weiteren, allerdings problematischen Vorkommens auf dem Raxplateau selbst. Derselbe brachte mir vom Holzknechtsteig auf der N-Seite der Preiner Wand Stücke mit von einem gelben, feinsandigen Kalk bis kalkigen Sandstein, dessen lithologischer Charakter am ehesten für Gosau spricht (Raibler Schichten, an die man auch denken könnte, sind aus den steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen in ähnlicher Ausbildung nicht bekannt). Selbst wiederfinden konnte ich das Vorkommen nicht; es handelt sich jedenfalls nur um einzelne lose herumliegende Stücke.

Weitere Vorkommen des Kartenbereichs außerhalb der Rax:

a) Auf der N-Seite der Vogelkirche, S Wallneralm kleben Gosaukonglomerate und -breccien auf dem Gehänge in etwas größerer Ausdehnung als Spenglers Karte (Blatt Schneeberg—St. Ägyd) angibt; sie reichen bis auf den Kamm selbst (Fig. 11). Sie liegen auf Wettersteindolomit (Tektonik siehe S. 170 f.). Sie bestehen aus hellen (vornehmlich wohl Wetterstein-) Kalkbrocken in rotem Bindemittel; Verwechslung mit tektonisch zerrüttetem Wettersteinkalk ist dadurch ausgeschlossen, daß mitunter sehr regelmäßige, wohlgerundete Gerölle darin zu finden sind.

c) Am Sattel N Schwarzkogel (W Weichtal, Schneeberggebiet) tritt Gosau genau in der Fortsetzung der unter β erwähnten Aufschlüsse auf [Spengler, 1931 (c), S. 74], aber viel mächtiger, reicher entwickelt und besser aufgeschlossen: es sind hier wieder Konglomerate — auf der S-Seite (Schwarzkogel) ohne scharfe Grenze aus dem Wettersteinkalk hervorgehend —, welche feine Sandsteine als Kern einer steilen Synklinale beiderseits einschließen; im N-Flügel wechsellagern die Gesteine teilweise. Ihre Ausbildung ist ähnlich wie im Kleinen Höllental (α). — Das tiefere Vorkommen auf Spenglers Karte scheint mir nicht anzustehen, sondern nur auf Grund von oben abgestürzter Blöcke eingetragen zu sein.

η) Am Prettschacher (Fig. 7, S. 174) ist die Gosau durch Ampferer (1918, S. 8) bekannt geworden. Sie beginnt auf der S- und W-Seite mit grobem Konglomerat von wechselnder Mächtigkeit (6—20 m), das sich durch die rötliche Farbe gut vom liegenden Wettersteinkalk abhebt. Einzelne bis kubikzentimetergroße eckige Blöcke des letzteren schwimmen im Konglomerat. Gegen oben geht dieses über in rötliche und gelbe Kalke, zuerst dünn geschichtet, etwas wulstig-knollig, nach oben immer massiger. Auf der O-Seite im Krummbachgraben liegen schon an der Basis solche Kalke, jedoch breccios durch Gehalt an kleinen grauen und weißen Kalksplintern (Auflagerung auf die Trias ist hier allerdings nicht sichtbar). — Weiter aufwärts wiederholt sich das Konglomerat nochmals (S unter Prettschacher Gipfel). Weiter gegen den Sattel wird der Kalk sehr unrein, grau und bräunlich; auch graue Mergel scheinen vorzukommen, lassen sich aber in dem mangelhaft aufgeschlossenem Waldgelände nicht genau abtrennen. — In der Nähe des Steiges wurde (beim Fossilzeichen der Karte) eine Koralle gefunden, die Herr Dr. O. Kühn als

Cyclolites undulata Goldf.

bestimmt hat.

ϑ) Am Feuchterberg fand ich ein neues, kleines Vorkommen auf der S-Seite — wohl das westlichste Relikt des von Ampferer bis zur Eng verfolgten „südlichen Gosauzuges“. Am Gehänge oberhalb von Haaberg liegt, an einem bei etwas über 700 m querenden Jagdsteig gut aufgeschlossen, Konglomerat bis Breccie von sehr wechselnder Trümmergröße; oft sind kopfgroße Kalkbrocken in ganz feinklastische Massen eingebettet. Neben Kalkmaterial sind darin sehr reichlich Stückchen von Werfener Schichten — die z. T. ja das unmittelbare Liegende bilden; außerdem fand ich ein einzelnes Gerölle eines schwarzgrauen, feinblättrigen Schiefers wohl aus der Grauwackenzone (Silur?). Nesterweise sehr reichlich sind bis erbsengroße, gut gerollte Quarze. Bemerkenswert ist noch ein einzelnes Gerölle eines bräunlichen, hellgefleckten, fast dichten Kalkes, wie er ganz ähnlich in den Gosauschichten, z. B. der Mariazeller Gegend, verbreitet ist.

4. Jüngerer Tertiär.

Von solchem sind nur rudimentäre Spuren vorhanden: die sogenannten „Augensteinschötter“. Sie sind auf der Rax vor allem durch Göttinger (1915) bekanntgeworden; nach seinen Angaben ist der größte Teil der Fundstellen auf meine Karte übernommen. Das sehr reiche Vorkommen auf dem Schütterboden findet sich erstmalig bei Lahn (1930, S. 8) erwähnt.

Ein neu entdecktes Augensteinvorkommen¹⁾ fällt aus der Reihe der bisher bekannten heraus; befindet es sich doch nur zirka 150 m über der Sohle des Höllentals, auf dessen NO-Gehänge nicht weit vom Ferdinand-Mayr-Weg. W der Furche, welche den Gutensteiner Kalk der S. 172f. erwähnten kleinen Deckscholle gegen W begrenzt, ist ein Fleck von 3 bis 4 m² ganz übersät mit hirsekorn- bis erbsengroßen Quarzgeröllchen. Deutung siehe unten!

Auch unter den Augensteinen der Rax s. str. überwiegen bei weitem Quarzgerölle, weiß bis (sekundär) gelblich; stets sind sie schön gerollt, z. T. poliert. In der Regel liegt ihr Durchmesser zwischen einigen Millimetern und 2 cm, doch beobachtete Götzinger auch größere (bis 5 cm Länge). Untergeordnet fand er auch gneisartige Gesteine und vereinzelt Phyllit-splitter. Solche, aus Muskowit und mit Quarz — anscheinend Trümmer eines ehemals größeren Gerölles — habe auch ich auf der S-Seite des Hofhalkkogels gefunden.²⁾ — Die Augensteine liegen gewöhnlich an Stellen, wo Roterde in größeren Mengen zusammengeschwemmt ist, viel seltener zwischen Gesteinschutt oder auf nackten Felsflächen; nie im Humus, der eine jüngere, vegetative Akkumulation ist (Götzinger, 1915, S. 273).

Oft in Begleitung der Augensteine, gelegentlich auch für sich allein, trifft man Bohnerz; meist nur einige Millimeter lange, glänzend dunkelbraune Körperchen, die aber gelegentlich auch Dimensionen bis zu Halbf Faustgröße erreichen (Götzinger).

Bisher nicht beachtet war dagegen, daß in den Roterdeanhäufungen gelegentlich auch Plättchen von gelb- bis rotbraunen, sehr mürbem, feinsandigem Schiefer vorkommen, selten über 1 cm² groß. So vereinzelt auf der N-Seite der Heukuppe; oberhalb der Kahlmäuer am Wildfährtesteig; N vom Ebenfeld; in der Mulde N vom Habsburghaus; verhältnismäßig reichlich am Habersfeld N vom Bißkogel. Unmittelbar vergesellt mit Augensteinen waren sie zwar an keinem dieser Punkte, doch liegen solche z. B. am Ebenfeld ganz in der Nähe. Ich möchte jene Schieferplättchen am ehesten für stark verwitterte und ausgelaugte Werfener ansprechen.

Bezüglich der Deutung der Augensteine können wir über manche der z. T. ziemlich abenteuerlichen älteren Hypothesen heute zur Tagesordnung übergehen (z. B., daß sie durch aufsteigende Thermalwässer aus der Unterlage der Trias heraufgespült oder daß sie durch Vögel verschleppt wären). Auch daß sie Verwitterungsrückstände mesozoischer Konglomerate wären (Machatschek, 1922), ist schwer anzunehmen. In Frage kämen da nur einmal die Prebichlschichten; die sind aber nicht nur gänzlich unbekannt aus den Deckschollen der Rax und ihren Fortsetzungen, sondern sie würden

¹⁾ Ähnlich bis zu einem gewissen Grade die Funde von Glaesner (1935) im Gebiete der Semmeringtrias (Straße Orthof—Adlitzgraben und Falkensteinhöhle, beides im Bereiche der Raxkartel).

²⁾ In der Nachbarschaft des Habsburghauses fand ich einen größeren (zirka 20 cm langen), unregelmäßig geformten Block von Grünschiefer, den ich beim Abschlagen eines Probestückes zertrümmert habe. Das Gestein stimmt (wenigstens makroskopisch) vollkommen überein mit einem in der Gegend des Preiner Gscheids in der Silbersbergserie vorkommenden Typus. Da das Habsburghaus vermittle des Aufzuges vom Preiner Gscheid Proviant und Wasser bezieht, möchte ich annehmen, daß jener Block auf gleichem Wege durch Zufall mit herauf befördert worden ist; daß er mit den Augensteinen — aus denen er durch Gesteinsart wie Größe herausfällt — etwas zu tun hätte, scheint mir sehr unwahrscheinlich.

auch gar nicht lauter so wohlgerundete Quarzgerölle liefern können. Und anderseits die Gosauschichten (Ampferer, 1916, S. 226), die tatsächlich mancherorts ähnliche Quarzgerölle enthalten (Feuchterberg, vgl. S. 158). Im ganzen aber besteht doch ein beträchtlicher Gegensatz zwischen dem Material der Augensteine und dem, welches die Gosaukonglomerate nach vollständiger Auflösung allen Kalkes hinterlassen müßten (vgl. Spengler, 1926, S. 35); rote und schwarze Hornsteine (in der Höllentalgosau wirklich nachgewiesen; S. 156), ferner Quarzporphyre usw. fehlen unter den Augensteinen mindestens des Raxgebiets ganz. Umgekehrt sind gneisartige Gesteine, wie sie Götzingen unter diesen fand, der Gosau fremd, und Phyllite mindestens in der Gosau des Raxgebiets¹⁾ nicht nachgewiesen.

Es bleibt also nur die seit Götzingen (1913) wohl von der Mehrzahl der Forscher angenommene Deutung als Rückstände von Schotterdecken des jüngeren Tertiärs. Dabei müssen wir eine mehrmalige Umlagerung dieser einst noch über den heutigen Gipfeln („Augensteinlandschaft“; Lichteneker, 1925) abgesetzten Schotter in Rechnung ziehen — ein Vorgang, der von dem ursprünglichen Schottermaterial schließlich eben nur das Allerwiderstandsfähigste übrig ließ; als Zwischenaufenthalt können wir dabei (Winkler, 1928) Höhlen und Karstschlote betrachten, bei deren Zerstörung die Augengneise erst wieder über das Plateau ausgestreut wurden. Wie weit die Einschwemmung in unterirdische Höhlengänge führen kann, ersieht man am besten aus der von Tschebull (1889) überlieferten Beobachtung von Geröllen in der Höllentalquelle, die wohl Augensteine gewesen sein dürften (Waagen, 1926, S. 457). Und so werden auch die oben erwähnten Augensteine am Höllentalgehänge auf einem ähnlichen Wege an ihren heutigen Fundpunkt gelangt sein (wobei übrigens vorausgesetzt werden darf, daß auch ihre ursprüngliche Ablagerungsstätte gegenüber den Gipfeln von Schneeberg und Rax tektonisch eingesenkt wurde; vgl. Erläuterungen, S. 47).

Daß das Material der Augensteine aus den Zentralalpen — im weitesten Sinne: einschließlich der Grauwackenzone! — stammt, ist schwerlich zu bezweifeln; denn wo sollte es in den Kalkalpen seine Heimat haben? Um das Herkunftsgebiet näher zu kennzeichnen, ist jenes jedoch zu wenig charakteristisch.

Noch nicht berücksichtigt wurde die Herkunft der Werfener Fragmente. Gleicher Herkunft wie die Augensteine sind sie nicht; dies zeigt der Mangel an Abrollung wie auch das leicht zerstörbare Material. Wohl eher können sie von dem Untergrund stammen, welcher die Schotter vor ihrer Umlagerung trug. Wir kommen damit zur Vorstellung — die mit Folgerungen aus der Tektonik (vgl. S. 183) sehr wohl harmonisiert —, daß nicht gar weit über den heute höchsten Kuppen des Raxplateaus ausgedehnte Deckschollen von Werfener Schichten gelegen haben müssen.

Wegen der quartären Ablagerungen des Raxgebietes vgl. Erläuterungen.

Der Gebirgsbau.

Wie schon einleitend erwähnt, besteht nicht die Absicht, hier die Fragen der Grauwackentektonik aufzurollen. Nur ganz kurz sei darauf hingewiesen, daß den Sockel der Rax auf deren S-Gehänge ein isoklinal N-fallendes Schichtpaket bildet, dessen ältestes Glied 1. die (?kambrische) Silbersbergserie ist;

¹⁾ Wohl aber in jener des oberen Mürztals (Krampen)!

darüber folgt 2. das Blasseneckporphyroid, endlich 3. silurische Schiefer und Lydite; 2 und 3 wiederholen sich von der Gegend des Preiner Gscheids gegen W nochmals infolge einer Schuppung. Am S-Rand ist die genannte Schichtfolge ihrer ganzen Erstreckung nach — meist über den Bereich unserer Karte hinaus — auf pflanzenführendes Oberkarbon überschoben.¹⁾

Nur ein Punkt muß hier etwas eingehender erörtert werden:

1. Die Beziehungen zwischen Grauwackenzone und Kalkalpentrias.

Bekanntlich ist an günstig aufgeschlossenen Punkten eine diskordante Auflagerung der Trias (bzw. der Prebichlschichten als Basisglied) auf die paläozoische Serie der Grauwackenzone festzustellen (Ohnesorge, 1905; Spengler, 1925); doch sind solche Fälle sehr selten. Immerhin beweisen sie das Vorhandensein der variskischen Faltung in der Grauwackenzone. Wahrscheinlich ist dieselbe nicht auf die wenigen Punkte beschränkt, sondern ganz allgemein verbreitet. Tatsächlich läßt sie sich in unserem Gebiet trotz ganz unzulänglicher Aufschlüsse in der Grenzregion sicherstellen: wie nämlich die Karte zeigt, liegen die Werfener (bzw. Prebichlschichten) bald auf Silurschiefern, bald auf Porphyroid auf, also zweifellos nicht konkordant! Wie groß der Diskordanzwinkel ist, läßt sich nirgends feststellen (was diesbezüglich auf den Profilen Fig. 2 und 3 dargestellt, ist hypothetisch). Wohl aber läßt sich etwas anderes feststellen, was noch wichtiger ist: daß nämlich die Werfener von der oben erwähnten höheren Porphyroidschuppe, der sie bei Altenberg aufliegen, auf deren Silurschieferunterlage übergreifen (östlich der Jahnhütte)! Mit anderen Worten: Die Überschiebung des Porphyroids über das Silur war zu Beginn der Trias schon da; auch sie gehört der variskischen Gebirgsbildungsperiode an (vgl. dazu Hießleitner, 1931).

Wir kommen also zu der Auffassung, daß ein ansehnlicher Teil der Grauwackentektonik schon vortriadischen, variskischen Alters ist [vgl. dazu auch Spengler, 1926 (a); Hießleitner, 1931; Schwinner, 1929]. Aber keineswegs die ganze! Denn auf der O-Seite des Griesleitengrabens sind Gesteine der Grauwackenzone 1 km weit über Werfener klar sichtbar überfaltet; und vom Koglergraben bis zum Schwarzeckkogel lassen sich immer wieder schmalere oder breitere Züge von leicht metamorphen Werfenern (vgl. S. 138) mitten im Porphyroid feststellen, die jedenfalls mit der obigen Überfaltung in Zusammenhang stehen — wenn sich dies auch nicht im einzelnen nachweisen läßt, da andre Störungen (Brüche; Kartel) hinzutreten. Es haben also immer noch ganz ansehnliche post-triadische, alpidische Bewegungen in die Grauwackenzone eingegriffen.

Auch bezüglich der Metamorphose der Grauwackengesteine — die ja mit der Tektonik in nahen Beziehungen steht — läßt sich Ähnliches sagen: wenn sie auch zweifellos schon gelegentlich der variskischen Gebirgsbildung zustande kam, nicht viel anders als wir sie heute beobachten können — dies beweisen Bruchstücke metamorpher Grauwackengesteine im Prebichlkonglomerat (Spengler, 1926, Schwinner, 1929) —, so

¹⁾ Auf eine Diskussion früherer Ansichten über die Tektonik der Grauwackenzone. — Kober, Mohr — kann hier nicht eingegangen werden; dies bleibe späterer Gelegenheit vorbehalten. Gleiches gilt von den neuerdings von E. Habersfelner in Eisenerz erzielten Ergebnissen, deren Übertragung auf das Raxgebiet mir nicht ohne weiteres möglich scheint.

muß sie doch gelegentlich der alpidischen Bewegungen gleichsinnig weitergebildet worden sein. Denn sonst wäre es nicht möglich, daß sie auch auf die Werfener Schichten übergriffe (S. 138)! Letzteres konnte ich übrigens ganz ähnlich wie an der Rax auch im Gebiet der Rotschlschneid (Hochveitsch) beobachten, woselbst auch Werfener und Grauwackengesteine mehrfach verschuppt sind (1930).

Im ganzen aber können wir doch festhalten: die Trias der Rax liegt als normale, transgredierende Decke auf der variskisch verschuppten Serie der Grauwackenzone.

2. Der S-Abfall der Raxtrias.

Er ist tektonisch außerordentlich einfach: eine normale Folge von Werfener Schichten — Gutensteiner Kalk und Dolomit — Reiflinger Kalk — Wettersteinkalk bildet den S-Abfall der Heukuppe, wobei — von Brüchen abgesehen, (vgl. S. 187 f.) — nur im Bereiche des Gutensteiner Kalks kleine Detailkomplikationen durch Faltung feststellbar sind. Weiter östlich verschwindet der Reiflinger Kalk, der Gutensteiner Kalk wird rein dolomitisch und schrumpft zusammen; dagegen stellt sich mächtiger Wettersteindolomit ein — aber die normale Aufeinanderfolge bleibt gewahrt.¹⁾

Erst ganz im O wird sie durch größere Detailkomplikationen gestört (Profil Fig. 2); hier ist die Kalkmasse des Sängerkogels durch einen Zug von Werfern abgetrennt, der über die Einsattelung S vom Gsohlhorn (Geyer, 1889, S. 676) und die Heumahdwiese zu verfolgen ist; dann setzt er aus, doch sind noch an der Straßenrampe N der Raxbahn-Talstation Werfener in der Böschung nachweisbar. Und der begleitende Gutensteiner Dolomit ist fast zusammenhängend zu verfolgen: von der Straße unterhalb des Vorsprungs N der Talstation, wo ihn schon Geyer kannte, über die Rippe, die zu eben diesem Vorsprung hinabzieht — hier durch kleine Querbrüche verstellt — bis gegen die Heumahdwiese liegt er N, im Hangenden des Werfener Keils; bei der Heumahdwiese ist das Hangende nicht aufgeschlossen, dagegen treten unterhalb am Waldrand die schwarzen Dolomite (und Kalke) wieder auf, im Liegenden der Werfener. Diese bilden also eine steile, nach S überliegende Antiklinale. Die Annahme einer Verwerfung wird ebenso überflüssig als die eines Deckenkontaktes (Waagen), da ja die Werfener gegen W mit der Unterlage des Sängerkogels in Verbindung stehen. Dieser selbst ist als zugehörige Synklinale aufzufassen — allerdings eine etwas unregelmäßige; während steile Schichtstellung in dem Kalk des O-Abfalles mehrfach erkennbar ist, ist von einer Umiegung zu flacher Lagerung nirgends etwas zu sehen; ebensowenig irgendeine Spur von Gutensteiner Kalk auf der W- oder S-Seite. Ich nehme also an, daß den Boden der Synklinale eine Abscherungsfläche bildet, u. zw. muß dieselbe nicht allzu flach, um fast 500 m auf 1.75 km Horizontaldistanz gegen O einsinken, da bei der Wind-

¹⁾ Die Verhältnisse am Waxriegel und Göbl-Kühnsteig sind durch die Bruchtektonik zu erklären, vgl. S. 188 — Inwiefern Kober [1912 (b)] und Lahn (1930, S. 11) den hier auftretenden, ganz normalen Gutensteiner- und Wettersteinkalk — auch „fleischroter, geflammter Marmor“ kann lokal in solchem vorkommen! — als ein Element der Hallstätter Decke deuten, ist mir unverständlich. Die „Rauhackenspuren“ (Lahn) an der Kalk-Dolomit-Grenze haben mit einem Überschiebungskontakt nichts zu tun; es sind nur luckig verwitternde Zertrümmerungsprodukte des Dolomits, wie sie sich an diesem Bruch öfters finden, von einer echten (d. h. Werfener) Rauhacke konnte ich auch nicht Spuren bemerken.

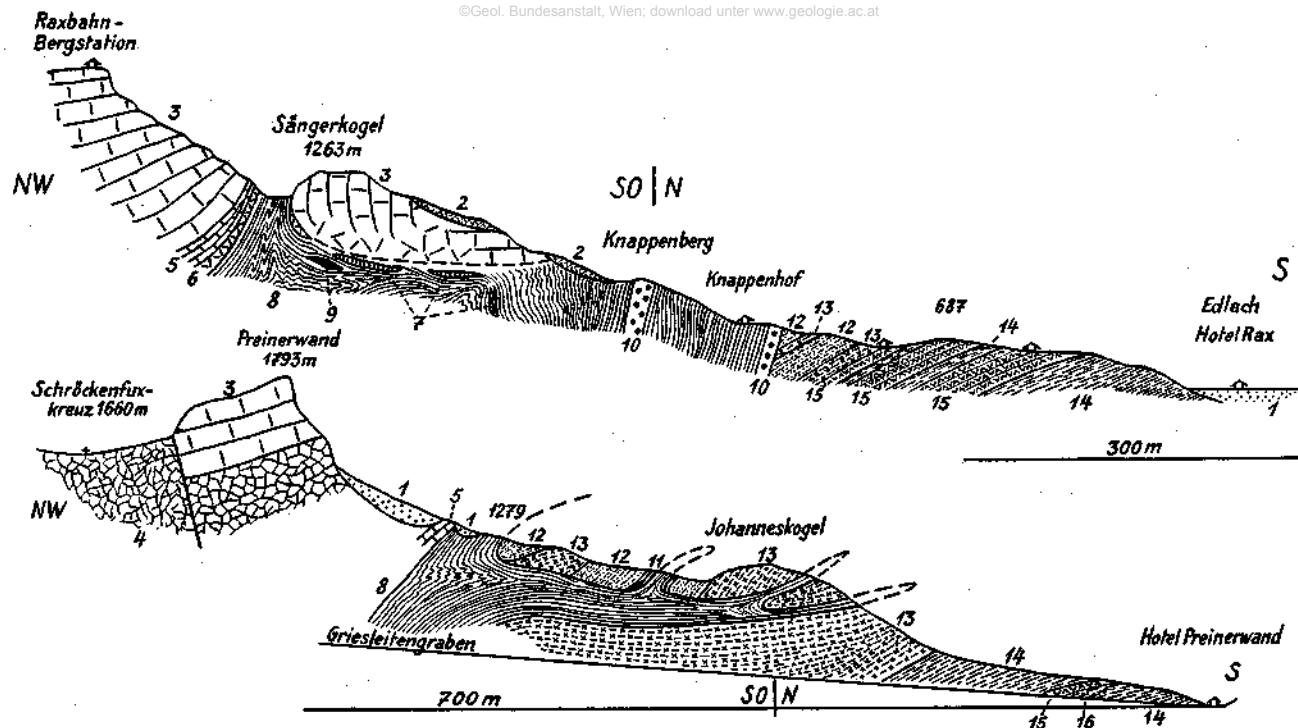


Fig. 2 und 3. Profile von der Südseite der Rax, 1:25.000.

- | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 Bach- und Gehängeschutt | 6 Rauhwacke | } Werfener Schichten | 11 Lydit | } Silur |
| 2 Quartärbreccie | 7 Kalke | | 12 Schiefer | |
| 3 Wettersteinkalk | 8 Schiefer und Sandstein | | 13 Porphyroid | |
| 4 Wettersteindolomit | 9 Uralitdiabas | | 14 Schiefer | } der Silbersbergserie. |
| 5 Gutensteiner Kalk und Dolomit | 10 Prebichlschichten | | 15 Grünschiefer | |
| | | | 16 Konglomerat | |

brücke der Kalk bis zur Talsohle hinabreicht (allerdings sind daran auch Brüche beteiligt, vgl. S. 189).

Während auf dem größten Teil des Raxsüdabfalles die Werfener auffallend geringmächtig, nehmen sie in der Gegend um den Törlweg beträchtlich zu. Beides, Reduktion wie Zunahme, scheint mir tektonisch bedingt; im Falle der Zunahme spricht dafür schon das große tektonische Durcheinander, die mehrfache Wiederholung von Kalk und Rauhwaacke zwischen den Schiefern sowie von Diabas und Porphyrtuffschollen, die alle im Streichen gar nicht weit zu verfolgen sind. Die Reduktion aber zeigt, daß trotz der normalen Aufeinanderfolge der Verband der Trias mit der Grauwackenserie keineswegs ungestört ist; es hat eine wohl wesentlich durch die plastischen Werfener Schiefer vermittelte Gleitbewegung zwischen beiden stattgefunden.

Wenn von mancher Seite das Auftreten der Transgressionsbildung der Prebichlschichten und deren häufig von dem unmittelbaren Untergrund beeinflusste Zusammensetzung gegen größere Verschiebungen an der Grauwacken-Kalkalpengrenze ins Feld geführt wird, so ist dazu für den vorliegenden Fall zu bemerken, daß eben auf der S-Seite der Rax auch die Prebichlschichten wohl durch Abscherung zumeist fehlen (S. 137); und allgemein, daß die Hauptverschiebungen sich wohl weniger an der Transgressionsfläche, als vielmehr höher, innerhalb der Werfener Schiefer als Differentialbewegungen abgespielt haben. Darauf deutet ja schon deren ungemein veränderliche Mächtigkeit längs des ganzen Kalkalpensüdrandes hin. Ob freilich diese Verschiebungen nach Hunderten von Metern oder nach Kilometern messen, ist nicht so leicht zu entscheiden und wohl auch von Fall zu Fall verschieden.

Jedenfalls können wir feststellen: ein Deckenkontakt ist auf der ganzen S-Seite der Rax nirgends nachweisbar; eine Trennung in eine „Hallstätter“ und eine „Dachsteindecke“ besteht hier nicht zu Recht. Es ist vielmehr eine einheitliche normale Schichtfolge, von den mit der oberen Grauwackenserie verbundenen Werfern bis zum Wettersteinkalk des Plateaus.

3. Der W-Abfall der Rax (vgl. die Profilserie Taf. VII).

Gehen wir um das SW-Eck der Heukuppe beim Blosriegel herum, so sehen wir auf der W-Seite zunächst ganz das, was die Aufschlüsse des S-Abfalls erwarten ließen; der Gutensteiner Kalk senkt sich nach N unter den Wettersteinkalk. Bald aber kommt letzterer tiefer herab; in der Gegend um die Karreralpe, wo man auch gelegentlich steilstehende Schichtung zu erkennen glaubt — in auffallendem Gegensatz zu den oberhalb in der Wand flach durchziehenden Mergelbändern (vgl. S. 148). Die Basis ist hier nicht abgeschlossen; aber gehen wir noch weiter gegen den Blosriegel, so treffen wir steilstehenden Gutensteiner Kalk, ONO streichend. Dort wo der Altenberger Steig den Gsohlriegel quert, liegt Wettersteinkalk wieder flach darüber (mit Zwischenlage von 1 bis 2 m schwarzem Dolomit, der auf Karte und Profilen nicht ausscheidbar war). Wenn auch in Kontaktnähe die Schichtung un deutlich wird, so liegt doch zweifellos eine kleine tektonische Diskordanz vor.

Noch am Kamm des Gsohlriegels und bis auf dessen N-Seite sehen wir die steilen Gutensteiner Bänke. Steigen wir aber über Punkt 1444 ab, so treffen wir auf hellen, massigen Kalk, der westlich von flachliegendem Gutensteiner unterlagert wird. Jener bildet den Kern einer kleinen gegen NW übergelegten Synklinale.

Mit dieser Synklinale in Zusammenhang steht nun die steile Stellung der etwa WNW geneigten Wettersteinkalkplatten im unteren Teil der Wände am „Zahmen Gamseck“, die Geyer, 1889, S. 677, bereits beschrieben hat, während im oberen Teil der Wand vollkommen horizontale Lagerung herrscht (von untergeordneten Fältelungen in den Mergel einschaltungen abgesehen, wie sie Ampferer, 1918, S. 28, abgebildet hat). In den Profilen (Taf. VII) ist die Sache etwas schematisch dargestellt. N über dem Lipnitsgraben sieht man den Wettersteinkalk sich wieder flachlegen, um darauf mit O-Fallen zum Hohen Gupf hinaufzuziehen; es ist die schöne Muldenbiegung, welche schon von Altenberg aus jedem Beschauer auffallen muß.

Diese „Gupfmulde“ enthält nun einen fremdartigen Kern; schon Geyer wußte, daß über ihrem Wettersteinkalk wieder Werfener Schichten auftreten (1889, S. 678), was er freilich den damaligen Anschauungen gemäß durch senkrechte Brüche erklären wollte. Die Umdeutung in eine Deckscholle hat Ampferer (1918, S. 28 f.) vorgenommen. — Die Werfener lassen sich einerseits (hauptsächlich Kalke) längs des Steigs über die Gamsecker Hütte hinaus nach N verfolgen; zwischen sie und den liegenden Wettersteinkalk sind z. T. schwarze Gutensteiner Dolomite als Schubsetzen eingeklemmt, manchmal mit den Werfenern zu einer tektonischen Breccie verknüttet. Andererseits ziehen die Werfener steil gestellt, ja z. T. — was ebenfalls Geyer schon gesehen — gegen WNW überkippt in den Gamsecker Graben hinüber, der ihnen seine Entstehung verdanken dürfte.¹⁾ Die Werfener tragen etwas Gutensteiner Dolomit, der in der Wand W des Gamsecker Grabens mächtig anschwillt; darüber im Kamm der Rauhen Wand Wettersteindolomit, Wettersteinkalk und endlich Reiflinger Kalk, die meist mittelsteil gegen NW bis WNW einfallen. Die Muldenbiegung machen sie nicht mehr mit, dürften vielmehr — unmittelbar sichtbar ist dies freilich nicht — mit tektonischer Diskordanz an den Werfenern der Deckschollenbasis abstoßen.

Der SO-Schenkel der Gupfmulde setzt sich nun in den Kahlmäuern fort. Auch diese höchste und berühmteste Steilwand der Rax zeigt nur im oberen Teil flache Lagerung; im unteren aber schießen die Schichten steil nach NW bis WNW ein. Das ist hier besonders deutlich einmal durch die mehrfachen Einlagerungen der S. 148 erwähnten Schiefer; andererseits durch die am Fuß der Wände fast allgemein zu beobachtende tektonische Bänderung und Verschieferung des Wettersteinkalks (S. 151), welche der Schichtung parallel geht. Die Auflagerung der Werfener ist eine Strecke weit durch Schutt verdeckt; wo aber gegen W ein größtenteils bewaldeter Rücken vorspringt, da liegt Werfener Kalk, Werfener Schiefer und nochmals Werfener Kalk steil WNW fallend, konkordant auf dem Wettersteinkalk; endlich zu oberst (geologisch, nicht topographisch!) Gutensteiner Dolomit, welchen ein horizontal bei etwa 1050 m vom Naßkamm herüberkommender Jagdsteig quert. — N von diesem Rücken ist ein Wasserriß eingeschnitten, den die Werfener auch noch überschreiten; N von ihm sieht man sie (grüne Schiefer und gelbe Kalke) meist enorm zerdrückt, z. T. in Breccie mit Kalzitbindemittel verwandelt, noch über einer tiefsten Steilstufe aus Wettersteinkalk diesem aufgeklebt. Die nördlichste von den Kahlmäuern ausstrahlende Rippe macht diesen

¹⁾ Dagegen ist nichts davon zu sehen, daß die Werfener unter das Gamseck hineingingen — wie dies nach Kober und Lahn sein müßte!

Erscheinungen ein Ende; sie ist anscheinend durch eine Verwerfung stärker herausgehoben. Aber ein dunkler Dolomit, welcher einige Zacken am Ende dieser Rippe bildet, dürfte noch dem Gutensteiner Dolomit der Deckscholle zuzurechnen sein.

Schwierig sind die Erscheinungen am N-Rand der Deckscholle zu deuten. Etwas N der Gamsecker Hütte stoßen die Werfener Schichten an einem Bruch ab, der auch die ganzen Triaskalke der Unterlage abschneidet und ebenso gegen ONO über die Rauhe Wand weiterzieht. NNW von ihm liegt Gutensteiner Dolomit, ungewöhnlich mächtig, auf den basalen Werfener Schichten; auf der N-Seite ist die Unterlagerung ganz deutlich. Durch weitere Brüche abgetrennt, folgt eine weitere Scholle aus nun weniger mächtigem Gutensteiner- und darüber Wettersteindolomit, ebenfalls unmittelbar von den liegenden Werfern unterlagert. Eine letzte Verwerfung trennt sie von den Werfener Schichten des Naßkammes. Man möchte meinen, daß diese Gutensteiner Schollen normal auf den basalen Werfern liegen. Auf der N-Seite der „Rauhen Wand“ jedoch kommen diese basalen Werfener in ganz gleiche Höhe mit den durch den Gamsecker Graben herabziehenden der Deckscholle. Die Aufschlüsse genügen nicht, um diese Verhältnisse restlos zu entwirren; vorläufig muß man sich mit der Vermutung begnügen, daß hier an obigen Brüchen die Deckscholle tief in die Unterlage eingesenkt ist; wobei wohl auch die letztere bereits von der Erosion angegriffen war, als die Überschiebung erfolgte („Reliefüberschiebung“, Ampferer, 1924).

Einen jener Brüche kann man noch auf die O-Seite des Reißtales verfolgen, wo er den Gutensteiner Dolomit nördlich des Kaisersteigs gegen Werfener Schichten verstellt; auf ihr Eindringen in die Kalkmasse der Rax sind wohl deren tiefe Verletzungen im Großen Gries und N vom Hohen Umschweif zurückzuführen; doch sind die Brüche nicht genauer verfolgbar und erlöschen zweifellos bald. Jedenfalls aber ändert sich von hier ab die Tektonik gründlich; die noch in den Kahlmäuern so auffällige Abbeugung der Raxkalkplatte ist verschwunden — ganz flach streicht sie in der Scheibwaldmauer aus; darunter liegt eine normale Schichtfolge: Werfener—Gutensteiner—Wettersteindolomit—Raibler Schichten, diese beiden mehrfach miteinander verschuppt; und in den obersten Wettersteindolomit, noch über den Raiblern eingeknetet, ist der berühmte Werfener Fetzen vom Brunnen am Kaisersteig (Bittner, 1882, S. 112; Geyer, 1889, S. 680; Ampferer, 1918, S. 30). Es sind rote und grüne Tonschiefer und gelbe Kalke, im ganzen etwa 10 m. Gegen S sind sie nicht weiter verfolgbar; gegen N dagegen verraten sich die gelben Kalke durch Leesteine in der Schutthalde, bis man zu einem Wasserriß kommt, welcher die letztere durchschneidet. Er entblößt die stark verquälten, im ganzen aber steil S fallenden Werfener Kalke, denen zwei geringmächtige Linsen von Gutensteiner Dolomit¹⁾ eingeknetet sind, bis hinauf zum Kontakt mit dem diskordant darüber geschobenen Wettersteinkalk. Auch weiter N, beim Schütterkogel der Karte, liegt noch ein kleiner Rest von Werfern hart unter dem Wettersteinkalk. Letzterer ist zweifellos überschoben — gewöhnlich ist er auch an der Basis stark zerrüttet, häufig in rote Breccien (vgl. S. 151) verwandelt. Aber ein normaler Verband zwischen

¹⁾ Er ließ sich auf Karte und Profil nur schematisch andeuten!

Wettersteinkalk¹⁾ und Werfenern ist aus den Aufschlüssen nicht ersichtlich — eher das Gegenteil! Die Werfener dürften zu der Deckscholle der Gupfmulde in näheren Beziehungen stehen (vgl. S. 182).

Die Überschiebung der Wettersteinkalkplatte ist bis zum Peterjocksteig durch die z. T. unmittelbar darunter anstehenden karnischen Gesteine sehr klar ausgeprägt. Weiter nach N setzen sie nicht fort; die Überschiebung verläuft dort zwischen Wettersteindolomit im Liegenden und Wettersteinkalk im Hangenden. Werfener Schichten treten hier — im Gegensatz zu einer mißverständlichen Bemerkung bei Spengler [1931 (c), S. 14] — nicht mehr auf bis unter der Engleitner Mauer (siehe unten).

Von den Beobachtungen in der Tiefe des Reißtals wird in einem späteren Abschnitte die Rede sein (vgl. S. 176).

4. Die N-Seite der Rax und das Naßwalder Halbfenster.

Gegen die Engleitner Mauer²⁾ zieht, einige 100 m S vom Ausgang des Übeltals, ein Holzziehweg durch einen wenig eingeschnittenen Graben empor. Er zeigt nur Wettersteindolomit, bis hart unter die senkrechte Mauer aus Wettersteinkalk. An deren Fuß zeigt der Rücken N des Grabens eine kleine Verflachung bei zirka 900 m; und hier findet man spärlich Stückchen von lichtgrünen Werfener Tonschiefern. Besser und weit wichtiger sind die Aufschlüsse S des Grabens (Fig. 4). Dort beobachtet man schon tiefer (zirka 820 m) eine Verflachung, mit der der Wettersteindolomit aufhört. Darüber liegt dunkler Gutensteiner Dolomit; er trägt bei zirka 870 m einen massigen, hellen Kalkklotz — wohl Wettersteinkalk. Auf dem flachen Sattel darüber folgen Werfener, weiter — leider nur in Blöcken — Rauhwacke und der S. 157 erwähnte feinkörnige Gosausandstein. Der Kontakt mit dem Wettersteinkalk der Engleitner Mauer ist nicht aufgeschlossen. — Von der Verflachung bei 820 m führt (wohl einer kleinen Verwerfung entsprechend) ein Graben S hinab, auf dessen O-Seite alles mit Werfenern bedeckt ist, die den obigen Gutensteiner Dolomit unterlagern (das im Profil gezeichnete Einfallen ist jedoch nur hypothetisch!).

Leider verschwinden in dem S folgenden Graben alle Aufschlüsse; in seinem Hintergrund ist noch einmal etwas Gutensteiner Dolomit zwischen Wettersteindolomit und -kalk zu sehen. Ebenso auf dem Sporn S des Grabens in gleicher Stellung, dazu ein wenig Werfener; damit ist es aber hier zu Ende.

Gehen wir gegen N, so finden wir jenseits des Übeltals an dem ehemaligen (jetzt verlegten) Schüttersteig über Wettersteindolomit dunklen Kalk und Dolomit, der wohl nur Gutensteiner sein kann. Wesentlich bedeutungsvoller sind die Aufschlüsse an dem etwas nördlicheren, jetzt benutzten Schüttersteig: dort tritt wieder Werfener Schiefer auf und reicht bis fast zur Talsohle herab. Doch, wie weiter S Dolomit unter diesen hineingeht, so stellt er sich auch weiter NO wieder darunter ein. Die Terrasse darüber ist wohl von den Werfenern (bzw. deren Rauhwacken, die sich durch große Sickerlöcher verraten!) wenig-

¹⁾ Mindestens im oberen Teil ist der Wettersteinkalk der Scheibwaldmauer — nach im Schutt gefundenen Diploporen zu schließen — bereits ladinisch; für eine Vertretung des Anis bleibt angesichts der geringen Gesamtmächtigkeit — beim Kaisersteig zirka 100 m, weiter N bis 250 m — nicht viel Platz.

²⁾ Die topographische Darstellung ist hier sehr falsch; tatsächlich verläuft eine steile Wettersteinkalkwand quer über den Rücken S vom Übeltalausgang, ungefähr NNO—SSW.

stens z. T. gebildet. Dieselben streichen gegen NO noch etwas überm Dolomit weiter. Gegen oben ist alles von Wettersteinkalkschutt überdeckt.

N dieser Aufschlüsse überschreitet die Raxüberschiebung das Naßwalder Tal: der Wettersteinkalk der Vogelkirche steht in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem der Rax, während ihre Unterlage in dem Wettersteindolomit fortsetzt, der von N her steil unter den Gipfel der Vogelkirche hineingeht. Der Rücken N dieses Felskopfes trägt an seinem Gehänge gegen die Wallneralm die S. 157 erwähnte Gosau; und auf sie überschoben liegt

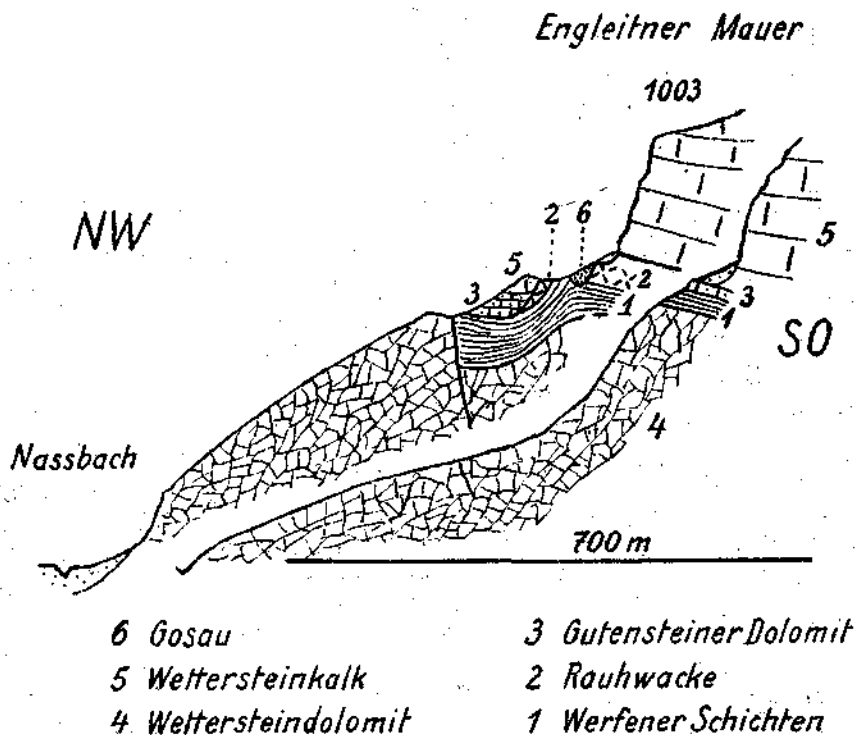


Fig. 4. Profil an der Engleitner Mauer.

an der östlichen Kuppe dieses Rückens noch ein ganz kleiner durch die Erosion abgetrennter Wettersteinkalkrest.

Damit sind wir am Rande des durch Spengler bekanntgewordenen „Naßwalder Halbfensters“ angelangt (Fig. 5). Der Überschiebungsrand der Schneebergdecke springt nämlich nach O zurück bis in den Nagelegraben und von dort wieder nach NW vor bis zum Mitterberg (schon außerhalb des Kartenbereiches). Er ist gekennzeichnet durch kleine, schon Spengler [1931 (b), S. 511] bekannte Werfener Vorkommen in dem seichten Graben N der Saurüsselklamm (Wasseraustritte!) sowie auf der S-Seite des Nagelegrabens (Wiesenband bei zirka 870 m). Auf der NO-Seite des Halbfensters steht ihnen ein breites und zusammenhängendes Band von Werfener Schichten gegenüber: beginnend im hintersten Nagelegraben (gute Aufschlüsse am Jagdsteig), reicht es über das sanfte Wiesengelände ums Theresienheim

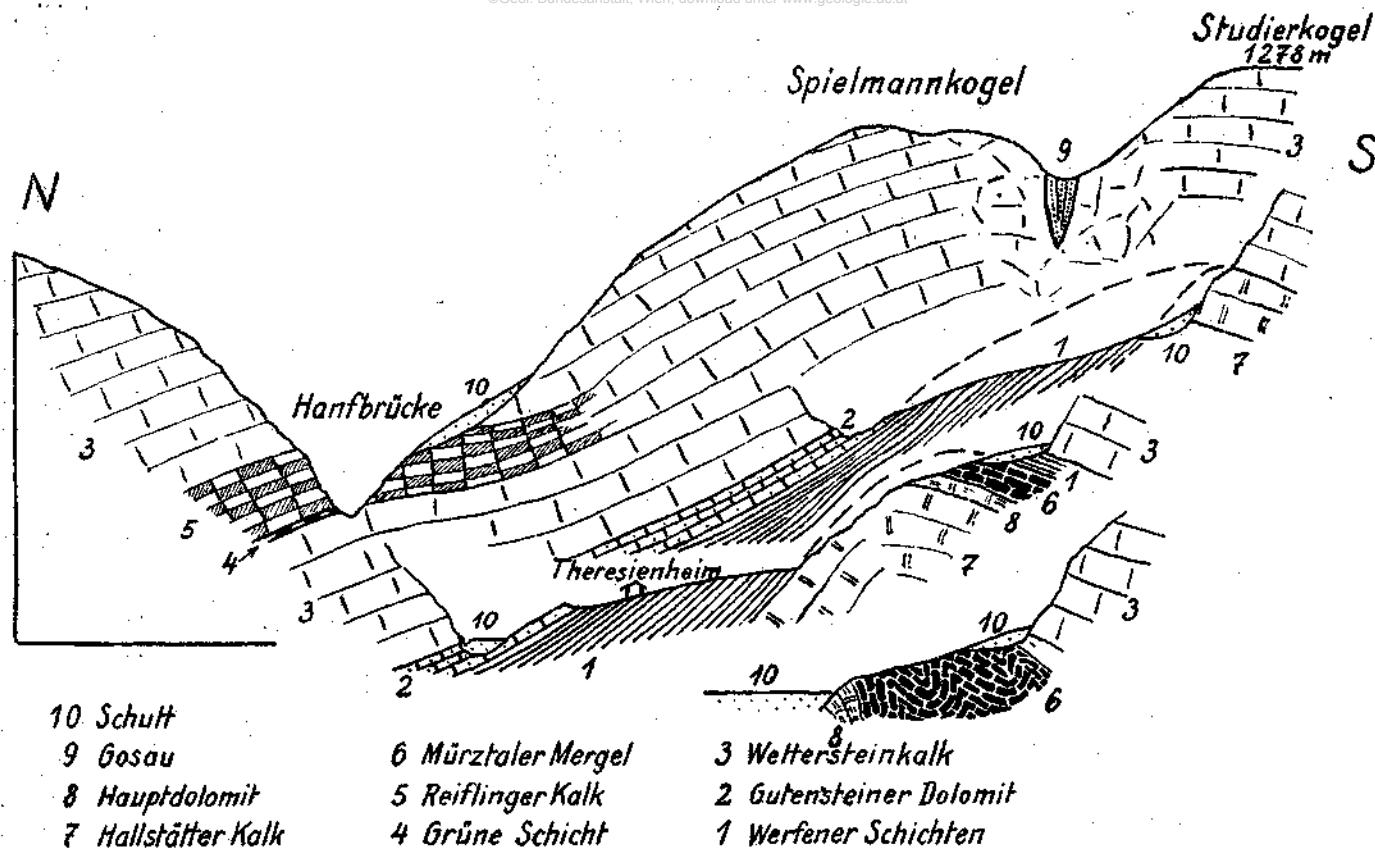


Fig. 5. Kulissenprofil durch die Südosthälfte des Naßwälder Halbfensters, zirka 1:20.000.

und die Hänge überm Reithof auf die Terrasse über den Reithof- und Oberhofmauern (wegen der Fortsetzung jenseits des Pointentals vgl. S. 171). Dazwischen tauchen nun, im „Halbfenster“ etwas unsymmetrisch emporgewölbt, jüngere Schichten der Unterlage auf. Sie sind mehrfach geschuppt. Zu oberst liegt auf der S-Seite eine Schuppe, welche nur aus Mürztaler Mergeln besteht; ein guter Aufschluß an der Straße, bei einem Haus N vom Ausgang der Saurüsselklamm, zeigt sie senkrecht mit NW-Streichen; weitere Aufschlüsse befinden sich an der steilen Böschung auf dem S-Ufer des Naßbachs, von Naßwald abwärts. Dort taucht darunter der — zu oberst in Dolomit übergehende — Hallstätter Kalk hervor, welcher die untere hohe Felsstufe auf der S-Seite des Nagelegrabens bildet; er gehört einer zweiten, mächtigsten Schuppe an. Seine Fortsetzung auf der nördlichen Talseite bilden die schroffen Felsen der Reitalm- und Oberhofmauern; doch ist er hier mindestens gegen das W-Ende hin nochmals geteilt durch ein Band dunkler (Mürztaler?) Mergel, auf einer sehr auffälligen Terrasse bei zirka 960 m. Auch die Mürztaler Mergel der oberen Schuppe haben auf der N-Seite noch eine schwache Vertretung in Gestalt einiger Zwickel dunkler Mergelkalke, entlang dem Rande des Hallstätter Kalkes im Walde W Reithof. Unterlagert wird dieser im O von meist stark zertrümmertem Dolomit, der das ganze Gehänge unter der Oberhofmauer bildet; auch an der Straße zum Heufuß sieht man ihn anstehen. Dort schiebt sich zwischen ihn und den Hallstätter Kalk, ohne scharfe Grenze gegen diesen, eine wenige Meter mächtige Partie dunkler, dünngeschichteter, etwas mergeliger Kalke. Man kann eine Vertretung der Mürztaler Mergel in ihnen sehen; der Dolomit wäre demnach als Wettersteindolomit aufzufassen. Gegen W endet er unter schuttbedecktem Gehänge, das seine Beziehung zu den ihn ablösenden Mürztaler Mergeln verschleiert. Es läßt sich also nicht sicher sagen, ob diese nicht unter den Dolomit und damit einer selbständigen Schuppe angehören; eine Felspartie von lichtem, massigem (Hallstätter?) Kalk in ihrem Hangenden, im Walde N über Großboden würde dafür sprechen. Weiter W, auf der Sonnleite, freilich reichen die Mürztaler Mergel bis unter den Hallstätter Kalk der Oberhofmauer empor; der Dolomit ist hier verschwunden. Ebenso ist es auf der südlichen Talseite. Gegen den Heufuß zu stellt sich auf beiden Talseiten nochmals lichter Kalk in massigen Felsen unter den Mergeln ein. Spengler [1931 (b), S. 511] hielt ihn für Wettersteinkalk.¹⁾ Da er aber wieder von Mürztaler Mergeln unterlagert wird — sowohl am Wege zum Heufuß als beim Aufstieg von da zur Wallneralm sind sie sichtbar, freilich nur in Lesesteinen — so möchte ich darin lieber eine weitere, tiefste Schuppe von Hallstätter Kalk erblicken.

Auf der S-Seite des Großbodentals spielt Hallstätter Kalk die Hauptrolle, steile Felspartien bildend; er greift an einer Stelle auf das Nordufer des Baches herüber und legt sich unmittelbar auf den Dolomit unter der Oberhofmauer, entspricht also zweifellos dem Hallstätter Kalk der letzteren. Sonst aber wird er von Mürztaler Mergeln unterlagert, sowohl im W (vgl. oben) wie im O (vgl. Taf. VII, Fig. 11). Gegen W keilt er östlich der Wallneralm aus. Darüber liegen dort an einem Jagdsteig deutlich aufgeschlossene Werfener Schiefer (Quelle!), die wohl auch, wenigstens z. T., den Untergrund der sumpfigen Wiesen bei der Wallneralm bilden. Lahn (1930) und Spengler [1931 (b), S. 511]

¹⁾ Auf Blatt Schneeberg—St. Ägyd ist die Farbe ausgeblieben.

lassen mit ihnen bereits die überschobene Serie der Rax beginnen. Indessen folgt darüber erst Dolomit, der mit dem Wettersteindolomit der Raxunterlage in ununterbrochenem Zusammenhang steht, in dem auch weiter O nochmals ein Sporn von hellem (Hallstätter?) Kalk steckt (Felswand im Walde). Ich betrachte also auch diesen Dolomit — welcher die S. 157 und 168 erwähnte Gosau trägt — als noch zur Unterlage gehörig; jene Werfener werden damit aber zu einem Glied der Schuppenzone im Naßwalder Halbfenster.

Gegen W enden beim Heufuß und N davon noch auf der O-Seite des Pointentals plötzlich alle Gesteine dieser Schuppenzone; einförmiger Hauptdolomit tritt an ihre Stelle. Offenbar setzt hier eine größere N—S streichende Verwerfung hindurch. Nur der Hallstätter Kalk der Oberhofmauer scheint W der breiten Schuttgasse des Pointentals noch eine — wesentlich schwächere — Fortsetzung in hellen Felsstufen zu finden, die vom Luxriegel westwärts ziehen; nahe der Obergrenze ist darin auch hier eine Trennung durch dunklen Mergel, schlecht aufgeschlossen auf einer Terrasse, angedeutet. Im Hangenden des Hallstätter Kalks liegt roter Liaskalk (vgl. S. 155), darüber mehrfach ganz unzweideutig aufgeschlossene Werfener! Ihnen entsprechen also wohl die obigen Werfener der Wallneralm. Denn auch hier am Luxriegel folgt darüber wieder eine weithin verfolgbare helle Felsstufe, vermutlich Hallstätter Kalk, mit dunklen Mergeln (Mürztaler oder Rhät?, vgl. S. 155) im Hangenden. Sie tragen abermals Werfener; aber über diesen ist noch ein dritter Zug von Hallstätter Kalk eingeschaltet. Erst in seinem Hangenden treten die Werfener auf, welche als normale Basis das Anis und Ladin des Huebmerkogels usw. unterlagern. Mit ihnen verläßt der Ausstrich der Schneebergüberschiebung das Gebiet unserer Karte.

5. Die NO-Seite der Rax und der Zusammenhang mit dem Schneeberg.

Der Abfall der Rax gegen das Höllental ist tektonisch ihre allereinförmigste Seite; kein Wunder — tritt hier doch nirgends mehr auch nur das stratigraphisch Liegende¹⁾ des Wettersteinkalks zutage. Die klotzigen, lichten Felswände dieses Gesteins beherrschen noch mehr als anderwärts das Bild — so ausschließlich, daß man auf den ersten Blick gar nicht glauben möchte, daß hier irgendeine Möglichkeit besteht, etwas vom Gebirgsbau zu entziffern.

Und doch gibt es solche Möglichkeiten. Zunächst hat schon Geyer (1889, S. 685) festgestellt, daß die gelegentlich im Wettersteinkalk sichtbare Schichtung von beiden Seiten her, von der Rax wie vom Schneeberg, gegen das Höllental zu einfällt; daß dieses mithin längs einer queren, NW—SO verlaufenden Einmuldung eingeschnitten ist. Damit im Einklang steht die

¹⁾ Auch den „Unteren Dolomit“ Geyers bei Kaiserbrunn habe ich nicht finden können, bloß lokale Dolomitisierung des Wettersteinkalkes an mehreren Stellen im unteren Krummbachgraben. — Suess (1864, S. 82) gibt Werfener und Gutensteiner Schichten aus dem Höllental „etwa auf dem halben Wege zwischen der Singerin und dem Kaiserbrunn“ an, ebenso Hertle (1865, S. 460) „nordwestlich von Kaiserbrunn und bei diesem selbst“ Werfener Schichten; doch sagt der letztere selbst: „sie sind nirgends deutlich entblößt und konnte deren Vorhandensein nur durch Geschiebe konstatiert werden“. Kein späterer Beobachter hat von diesen Befunden wieder etwas zu Gesicht bekommen; und ich möchte vermuten, daß es sich in diesen sämtlichen Fällen um verschlepptes Material — aus dem Weichtal, bzw. aus dem Stadelwand- oder Krummbachgraben — gehandelt hat.

Tatsache, daß am Wachthüttelkamm schon wenig über der Talsohle ladinische Diploporen gefunden wurden; wir befinden uns hier also in etwa 550 m Höhe bereits Hunderte von Metern über den Werfener Schichten, welche auf der gegenüberliegenden Seite der Rax, unter der Heukuppe, bis 1400 m emporreichen.

Weitere Feststellungen tektonischer Art lassen sich mit Hilfe der Gosauschichten machen, welche mehrfach tief eingemuldet, bzw. an (untergeordneten, wenn auch ihrer Bedeutung nach schwer abzuschätzenden) Bewegungsflächen eingeklemmt den Wettersteinkalk unterbrechen. Dahin gehören einmal die kleinen Vorkommen am Sattel N Studierkogel und S Schliefering, welche an einer solchen fast senkrechten Bewegungsfläche liegen. Spengler hat dieselbe noch über das Höllental hinweg zu dem weiteren Gosaurest N des Schwarzkogels verlängert. Das ist möglich unter der Voraussetzung, daß die Bewegung hier als einfache, steile Einfaltung — denn eine solche liegt am Schwarzkogel vor — ausklingt; sowie unter der zweiten — nicht überprüfbar —, daß durch eine jüngere Querverschiebung die W-Seite um zirka $\frac{1}{2}$ km nach N verschoben ist.

Auch die Gosau im Kleinen Höllental (vgl. Fig. 1, S. 156) ist muldenförmig eingefaltet, mit Mergel im Kern; von N her sieht man sie vom Wettersteinkalk (der die Felsstufe knapp über der Grabensohle bildet) steil überschoben; gegen W streicht sie mit recht steilem Achsengefälle — lokal ist in den rötlichen, konglomeratischen Kalken das Einfallen sichtbar! — in die Luft aus, der hoch darüber aufragende Scheiderücken gegen den Kleinen Kesselgraben ist bereits ganz Wettersteinkalk. Aber die Gosau von diesem tektonisch zu trennen — den Konglomeraten zum Trotz, mit welchen sie ihm auflagert — und als Fenster unter dem Wettersteinkalk zu deuten, liegt keinerlei Grund vor.¹⁾ — In Verbindung mit dieser Gosau hat Geyer (1889, S. 687) Spuren von Werfern gefunden, deren Anstehen er indessen für fraglich hielt. Wie es scheint, sind dieselben zwar von keinem späteren Beobachter wiedergefunden worden, auch nicht von mir; trotzdem möchte ich die Beobachtung Geyers keineswegs in Zweifel ziehen.²⁾ Wie sie zu deuten wäre, werden wir gleich sehen.

Es treten nämlich auch auf der Schneebergseite Werfener auf; zunächst auf der W-Seite des Weichtals, am Ferdinand-Mayer-Weg [Spengler, 1931 (b), S. 513]. Sie bilden dort z. T. eine kleine Verflachung des Gehänges, vom Hermann Inntaler-Kreuz gegen N über dem steileren, unteren Wettersteinkalkgehänge. W darüber liegt dunkler Kalk — wohl Gutensteiner, wenn er auch nicht ganz typisch ist. Er ist z. T. stark zerrüttet; gegen W wird er durch eine seichte Furche im Gehänge begrenzt — der S. 188 zu behandelnden Verwerfung entsprechend —, jenseits welcher der Wettersteinkalk wieder beginnt. Ganz unbekannt war bisher die Fortsetzung jenseits des Weichtales. Dem Steig in dessen Sohle folgend, beobachtet man wenig oberhalb der Holzleitern Spuren von Werfener Schiefer, die vom östlichen Gehänge herab-

¹⁾ Waagen (1926, S. 433) hat die Ansichtsskizze Ampferers (1918, S. 40), auf der Verrutschung und Perspektive den Eindruck hervorbringen, als ob die Gosau unter dem Wettersteinkalk auftauche, als Profil mißdeutet!

²⁾ Denn in einem so dicht bewaldeten Gebiet werden auf beschränkter Fläche auftretende Gesteine — zumal so leicht verwitternde wie Werfener Schiefer — oft nur durch eine zufällige Entblößung, z. B. Entwurzelung eines Baumes, sichtbar.

kommen. Steigt man ihnen nach, so findet (Fig. 6) man das Ausgehende längs einer wenig ausgeprägten, gegen N ansteigenden Furche, darüber, den höchsten Teil des Rückens zwischen Weichtal und Lahngraben bildend, den gleichen dunklen (wahrscheinlich Gutensteiner) Kalk, wie zuvor erwähnt. An dem flachen Sattel, wo er bergwärts endet, erreichen die Werfener den Rücken; hier liegt der früher [Cornelius, 1936 (b)] beschriebene Sandstein umher. Aber noch weiter bergwärts folgt wieder schwarzer (Gutensteiner) Dolomit, der sich auch im W-Gehänge ein Stück weit unter den Sandstein hinein verfolgen läßt, dann erst Wettersteinkalk. Solcher umgibt die älteren Gesteine auch auf der O-Seite, doch sind hier die Aufschlüsse nicht klar.

Maßgebend für die Auffassung der beschriebenen Reste ist vor allem der Umstand, daß in der Tiefe des Weichtals der Wettersteinkalk zwischen

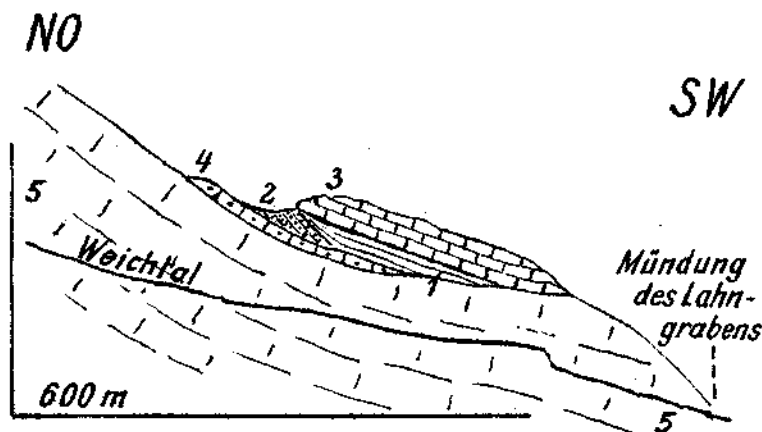


Fig. 6. Profil der Deckscholle auf der Ostseite des Weichtales.

2 Sandstein	} Werfener Schichten	4 Gutensteiner Dolomit	1 Wettersteinkalk
1 Schiefer		3 Gutensteiner Kalk	

ihnen ununterbrochen durchzieht, z. T. stark tektonisch zertrümmert. Die Werfener liegen ihm also ohne Zweifel als Deckschollen auf; und es liegt nahe, diese Deutung auch auf jenes Geyersche Vorkommen am Rudolfsteig auszudehnen. Daß sich die Deckschollen gerade in dieser tiefen Lage erhalten haben, während die Höhen der Rax und des Schneebergs von solchen frei sind, dürfte zunächst mit der oben erwähnten Quermulde des Höllentals zusammenhängen. Es ist aber durchaus möglich, daß dieselbe schon einen Vorläufer in Gestalt einer vorgosauischen Senke hatte; denn die Erhaltung der verschiedenen Gosaureste gerade im Höllentalbereiche — im Gegensatz zu den Hochflächen! — zeigt wohl an, daß wir hier der Oberfläche, auf welcher die Gosau abgelagert wurde, überhaupt näher sind als dort. Die Überschiebung jener Deckschollen wäre also in jene vorgosauische Senke hinein erfolgt („Reliefüberschiebung“, Ampferer, 1924).

Es mag nun nahelegend scheinen, die schon lange¹⁾ bekannten (Geyer, 1889, S. 693; Ampferer, 1918, S. 6) Werfener und Gutensteiner Gesteine

¹⁾ Sueß (1864, S. 89) und Hertle (1865, S. 469) kannten sie nur bis W unter den Krummbachsattel.

des Stadelwand- und Krummbachgrabens in gleichem Sinne zu deuten; Geyers Profil, a. a. O., läßt zu einer solchen Umdeutung geradezu ein, das eine Synklinale von Wettersteinkalk, und darin von oben eingefaltet, tiefere Trias zu zeigen scheint. Allerdings ist seine Zeichnung zu ergänzen, derart, daß

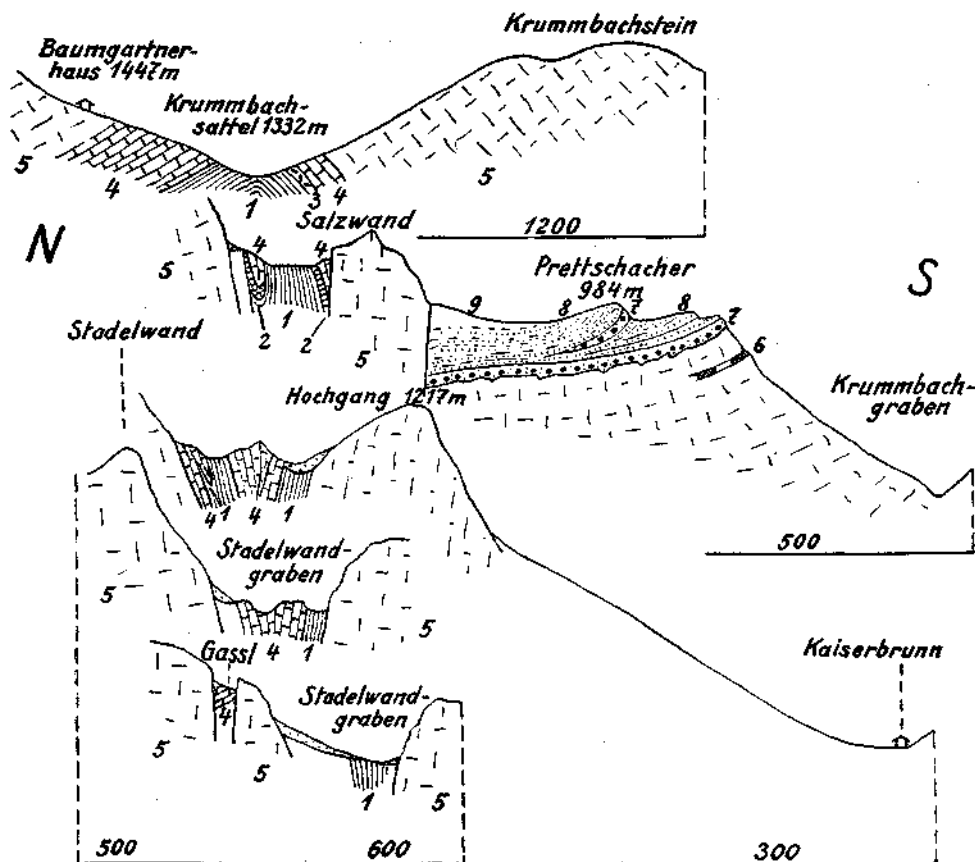


Fig. 7. Profile durch die Gegend des Krummbach- und Stadelwandgrabens, 1:15.000.

3 Rauhwacke	6 Reiffinger Kalk ¹⁾	9 Mergel	} der Gosau- schichten.
2 Kalke	5 Wettersteinkalk	8 Kalke	
1 Schiefer u. Sandstein	4 Gutensteiner Kalk und Dolomit	7 Konglomerat	

sich nordseitig zwischen Werfener und Wettersteinkalk noch Gutensteiner Dolomit einschaltet (Fig. 7); ein kleines Vorkommen von solchem²⁾ findet sich auch im „Gaßl“, das den Zugang zum Stadelwandgrat vermittelt, an Verwerfungen eingeklemmt (z. T. an den umgebenden glatten Wettersteinkalkwänden unmittelbar sichtbar). — Gehen wir nun aber weiter nach O,

¹⁾ Nach Ampferer ergänzt (vom Verfasser nicht anstehend beobachtet).

²⁾ Er ist allerdings sehr stark, vielfach bis zur Unkenntlichkeit zerrüttet. Splitter, von schwarzem Hornstein, die ich dort fand, stützen die obige Deutung; aus dem Raxgebiet ist zwar sonst bisher kein Hornstein im Gutensteiner Kalk, bzw. Dolomit gefunden worden, wohl aber in vielen andern Gegenden.

so zeigt schon am Sattel zwischen Prettschacher und Krummbachgraben die Zone älterer Schichten ziemlich regelmäßig antiklinalen Bau, soweit sich dies aus den größtenteils allein vorliegenden Lesesteinen (vor allem auf der O-Seite) ableiten läßt. Ganz klar ausgesprochen ist der antiklinale Bau am Krummbachsattel (Fig. 7; hart jenseits des Kartenrandes), wo man wenigstens auf der N-Seite, am Weg zum Baumgartnerhaus mehrfach deutlich bergwärts einfallende Schichten des Gutensteiner Kalks sieht und zudem keine scharfe Grenze zwischen ihm und dem Wettersteinkalk darüber ziehen kann; auch auf der S-Seite ist die Aufeinanderfolge der Gesteine ganz normal, wenn auch das Einfallen nicht festzustellen. Es bleibt hier also bei einer an die bisherige angelehnten Auffassung: einer Auffaltung von unten, die gegen W in eine steile Aufpressung, schließlich in einen gegen unten beinahe abgeschnürten Keil übergeht.

Es mag auffallend scheinen, daß trotz dieser Steigerung der tektonischen Erscheinungen gegen W am Höllental plötzlich alles zu Ende ist — eine Fortsetzung an der Rax existiert nicht, insbesondere nicht der früher öfters angenommene Zusammenhang mit dem Höllentalbruch, der nicht nur eine ganz anders gerichtete Fortsetzung, sondern auch eine ganze andere tektonische Funktion hat (vgl. S. 188). Eine Lösung scheint die oben erwähnte Gutensteiner Einkerbung im „Gaßl“ anzudeuten: daß nämlich die Aufpressung sich gegen W in ein Bündel divergierender Verwerfungen zersplittert.

Knapp S dieses Zuges älterer Schichten folgt die breite Gosanmulde des Prettschachers (Ampferer, 1918, S. 8, und Profil Fig. 10 c, S. 6). Sie ist gegen N durch eine parallel zum Werfenerzug verlaufende Verwerfung begrenzt, die sich auch auf dem nächstöstlichen Rücken noch nachweisen läßt: dort ist zwischen zwei Zerrüttungszonen Dolomit in den Wettersteinkalk eingeklemmt. — Gosau tritt hier nicht mehr auf, ebensowenig am Hochgang: der Prettschacher scheint also auch in der Querrichtung eingefaltet zu sein.

Der Feuchterberg besteht ganz aus Wettersteinkalk; erst am S-Abfall wird die Unterlage sichtbar: Werfener Schichten. Gutensteiner Kalk fehlt wie am Sängerkogel (vgl. S. 141). Auffallend ist, daß die Auflagerungsgrenze zwar im großen ganzen O—W verläuft, wogegen das Streichen der Werfener überall, wo es meßbar ist, sich um die NO-Richtung bewegt. Insbesondere gilt dies von dem großen Anriß an der Böschung über der elektrischen Bahn Payerbach—Hirschwang; hier sind auch zahlreiche Kleinfalten sichtbar, die ebenfalls alle NO streichen. Es scheint also eine Diskordanz gegen den auflagernden Wettersteinkalk zu bestehen, die am ehesten tektonisch zu deuten ist: durch ein Gleiten des letzteren auf den Werfenern; dabei wurde auch der Gutensteiner Kalk zerrissen und ging lokal verloren. (Ein Teil der Unstimmigkeit ist allerdings wohl auch auf Verwerfungen zurückzuführen; vgl. S. 190.)

Sonst ist auf der S-Seite des Feuchterberges noch das Auftreten der S. 158 erwähnten Gosau bemerkenswert. Es ist wohl eine letzte Spur des großen Gosauzuges, den Ampferer (1918) auf der S-Seite des Gahns bis zur Eng verfolgt hat.

6. Der Zusammenhang mit der Schneecalpe.

Wie die Schichten des Hohen Gupfs gegen O vom Altenberger Tal flach wegfallen, so die der Schneecalpe gegen W. Die große Werfener Masse dazwischen bildet also eine Aufwölbung in der Richtung von O nach W. Daß

ihre Schichten auch in dieser Richtung und nicht nur in S—N zusammengestaucht sind — vgl. dazu Lahn (1930) — sieht man sehr deutlich an den steilgestellten Werfener Kalken in den Gräben beiderseits des Naßkamms, die nicht nur um S—N streichen, sondern auch gleichgerichtete Falten (z. B. im Krieriffelgraben) erkennen lassen. Ich glaube deshalb auch die Wiederholungen der Kalke in südlicheren Profilen auf solche N—S streichende Falten zurückführen zu müssen, wenn es sich dort auch nicht unmittelbar nachweisen läßt (vgl. die Profile auf Taf. VII).

Über den Werfernern wiederholen sich die Schichten der Hohen-Gupf-Basis zunächst spiegelbildlich, mit dem Unterschied, daß sich zwischen die (gegen N in Dolomit übergehenden) Gutensteiner Kalke und den anisischen (vgl. S. 145) Wettersteinkalk der Naßwand gegen N zu noch lichter (Wetterstein) Dolomit einschiebt. Auch der beiderseitige Reiflinger Kalk entspricht sich; doch ist er von dem Kalk der Naßwand streckenweise durch eine tektonische Diskordanz getrennt, die ihn gegen N auskeilen macht und den hangenden N fallenden Wettersteindolomit in der Gegend des Naßkamms in unmittelbaren — ebenfalls diskordanten — Kontakt mit dem Naßwandkalk bringt (vgl. Profil Fig. 8 sowie Ampferers, 1918, Fig. 47). Das Abstoßen der N fallenden Schichten an der fast horizontal darunter durchziehenden Naßwand ist von der Rax aus bei günstiger Beleuchtung sehr schön zu sehen; und auch im einzelnen Aufschluß sieht man, z. B. am Aufstieg vom Naßkamm zum Ameisbühel, deutlich eine Gleitfläche und den Dolomit darüber stark zertrümmert. Trotzdem ist diese Diskordanz nur von lokaler Bedeutung und kein Deckenkontakt (Kober, 1926, S. 388; Ampferer, 1918, S. 29; Lahn, 1930 und 1933); denn sowohl gegen NO (vgl. S. 143) als gegen SW (Cornelius, 1934) gehen alle beteiligten Gesteine lithologisch ineinander über.¹⁾

Gegen N senken sich alle Schichten immer steiler, zuletzt fast senkrecht ins Reißtal hinab. Aber schon gleich N über der Reißtalclamm, die in die steilstehenden Schichten eingeschnitten ist, sieht man den Reiflinger Kalk²⁾ wieder flach am Gehänge ausstreichen; und bei Hinter-Naßwald und am Wasseralmbach tauchen unter S fallendem Wettersteinkalk und — soweit vorhanden — Gutensteiner Dolomit wieder Werfener auf. Zwischen dem Naßkamm und Hinter-Naßwald bilden die Schichten also eine Synklinale, deren Kern sich um die Reißtalclamm befindet.

Jedenfalls ist der im Bereich unserer Karte befindliche Teil der Schneealpe tektonisch einheitlich und entspricht dem basalen Teil der Rax, mit welchem er unmittelbar zusammenhängt.

¹⁾ Die Werfener, die Kober, a. a. O., „hoch oben auf dem Plateau der Schneealpe, auf dem Ameisbühel“ angibt, habe ich nicht wiederfinden können. Ich will deswegen ihr Vorhandensein nicht in Abrede stellen; es können ganz gut winzige Reste einer Deck-scholle analog Roßkogel, Hoher Gupf, Weichtal usw. auch dort noch vorhanden sein. Auf keinen Fall aber könnten diese Werfener in die Unterlage des Dolomits gehören, der den größten Teil des Schneealpenplateaus bildet!

²⁾ Inwieweit die mehrfachen Wiederholungen von Reiflinger Kalk und Wettersteindolomit, die man beim Aufstieg über die Hornermaner beobachtet (vgl. Geyer, 1889, S. 637), stratigraphisch oder tektonisch bedingt sind, läßt sich nicht sicher entscheiden; doch ist mir der zweite Fall wahrscheinlicher, und dementsprechend ist auch das Profil, Fig. 8, gezeichnet. Selbstverständlich sollen die darin angedeuteten Umbiegungen nur ein Schema geben!

7. Die Gegend um den Großen Sonnleitstein.

Der Scheitel der Antiklinale von Hinter-Naßwald, welche durch das Auftauchen der eben genannten Werfener zum Ausdruck kommt, scheint sich schon wieder unter dem N darauffliegenden Wettersteinkalk des Ohnemoskogels usw. zu befinden; denn während dieser überm Kaisersteig bis unter 1000 m, an der Kudlmauer sogar unter 950 m hinabsteigt, sieht man dazwischen im Oselgraben die Werfener noch bis etwa 1030 m am Weg und auch östlich der Kudlmauer bis gegen 1000 m in Gestalt spärlicher Schieferplättchen im Waldboden.¹⁾ Den N-Flügel der Antiklinale bilden die, soweit sich sehen läßt, im Durchschnitt mittel N fallenden Schichten der obersten Verzweigungen des Kaltwassergrabens, bis zum Hauptdolomit des Schwarzriegels [vgl. Spengler, 1931 (b), Profil X auf Taf. XIX]; allerdings ist der Zusammenhang durch die gleich zu erwähnenden Deckschollen und durch quartäre Bildungen stark verschleiert.

Gegen O versinken die Werfener der Naßwalder Antiklinale rasch, gleich unter Hinter-Naßwald; allerdings ist daran auch eine bedeutende Verwerfung mitbeteiligt — am deutlichsten zu erkennen aus dem plötzlichen Aufhören der Werfener O der Kudlmauer gegen O, wo im Lärchgraben bis zur Talsohle hinab nur mehr Wettersteindolomit zu sehen ist. Auf der O-Seite des Rauchkogels ist der Antiklinalscheitel ausgedrückt durch den Verlauf der karnischen Basis: Jagdsteig S Steindlriegel etwas über 800 m, Steindlriegel 950 m, Kamm Rauchkogel—Vogelkirche zirka 925 m. Von dort geht es gegen N hinab; doch tritt auf dem Gehänge östlich des Kaltwassergrabens — nicht weit von diesem anstehend sichtbar, mit N-Fall — nochmals Wettersteindolomit zwischen dem Opponitzer Kalk zutage, der wohl einer kleinen Parallelantiklinale angehört.

Nun zu den bereits erwähnten Deckschollen! Ist man vom Kaisersteig²⁾ aus über das steile Wettersteinkalkgehänge des Letting- oder Ohnemoskogels aufgestiegen, so trifft man hinter den genannten Kuppen einen flachen, z. T. sumpfigen Wiesenboden, den Plutschenboden, auf dem wiederum Werfener zutage treten (Fig. 8). Sie sind zwar nur spärlich sichtbar; trotzdem kannte sie schon Geyer (1889, S. 647 f.; die Lokalität heißt bei ihm Plotschboden). Sie streichen gegen O über den Kamm, der vom O-Eck des Großen Sonnleitsteins nach SO zieht, und sind in Spuren noch auf der kleinen Verflachung WNW Punkt 1348 sichtbar. N tragen sie spärlichen Gutensteiner und z. T. Wettersteindolomit, weiter den massigen Wettersteinkalk des Sonnleitsteingipfels. Das Einfallen ist hier nirgends sichtbar; doch zeigt der Verlauf der Schichten am Sonnleitstein-O-Ende, daß es sehr steil sein muß. Auch nördlich trennen wieder Werfener den Wettersteinkalk von dem liegenden Hauptdolomit des obersten Schwarzriegelgrabens: knapp über dem Jagdsteig, der vom Sattel unter Punkt 1226 das Gehänge gegen W quert, sind sie hart am Kartenrande sichtbar; und gut erschlossen sind sie auf dem Sattel zwischen Großem und Kleinem Sonnleitstein, besonders in den östlich hinabziehenden

¹⁾ Von „stark geneigt“ (Lahn, 1930, S. 20) ist indessen keine Rede; ebensowenig von einem Hinaufziehen der Werfener gegen den Plutschenboden.

²⁾ Der von Hinter-Naßwald zum Steinalpel führt! Nicht zu verwechseln mit dem Kaisersteig östlich Binderwirt; vgl. S. 152; 166!

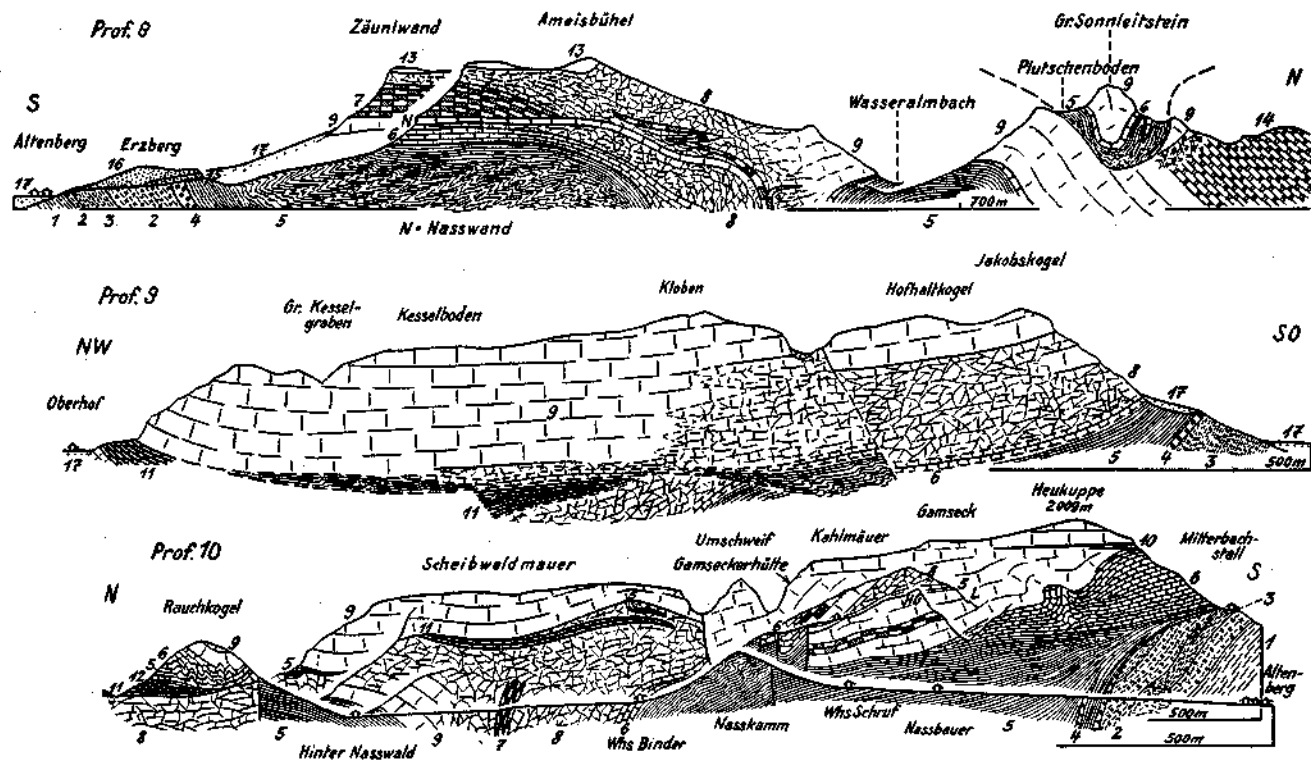


Fig. 8—10.

Zu Fig. 8–10.

Profil 8. Sammelprofil längs der Westseite von Altenberggraben und Reißtal, etwas schematisiert.

Profil 9. Querschnitt durch den östlichen Teil des Raxstockes, hypothetisch ergänzt, um zu zeigen, wie man sich die Lagerung in der Tiefe ungefähr vorstellen muß.

Profil 10. Sammelprofil (in Kulissen) längs der Ostseite von Altenberggraben und Reißtal.

17 Bach- und Gehängeschutt	9 Wettersteinkalk
16 Moräne (Rißzeit!)	8 Wettersteindolomit
15 Quartäre Breccie	7 Reifflinger Kalk
14 Hauptdolomit	6 Gutensteiner Kalk und Dolomit
13 Hallstätter Kalk (?)	5 Werfener Schichten
12 Opponitzer Kalk	4 Prebichlschichten
11 Mürtaler Mergel und Kalk; Rein-	3 Silurschiefer
grabener Schiefer	2 Porphyroid
10 „Grüne Schicht“	1 Silbersbergserie.

Gräben.¹⁾ Hier sind sie mit Gutensteiner Kalk verschuppt. Der massige, helle Kalk des Kleinen Sonnleitsteins ist hingegen wieder Wettersteinkalk; Geyer (1889, S. 652) hat darin große Diploporen „ähnlich jenen im Wettersteinkalk des Höllentales am Fuße des Schneeberges“ gefunden. Er ist wohl zu deuten als eine Art Schubfetzen. — Auf der O-Seite endlich vereinigen sich die beiden Werfener Züge — wenn auch starke Schuttbedeckung den Zusammenhang z. T. verdeckt — auf einer flachen, z. T. sumpfigen Terrasse im Hintergrund der Verzweigungen des Kot- und Kaltwassergrabens (Geyer, 1889, S. 648); sie liegen dort auf lichtem, zertrümmertem Dolomit, von dem man im Zweifel sein kann, ob es Wetterstein- oder Hauptdolomit ist.

So ist der Große Sonnleitstein auf drei Seiten von Werfener Schichten umschlossen, die selbst auf jüngerer Unterlage aufruhend. Er ist, wie zuerst Kober [1912 (b)] erkannt hat, eine Deckscholle, besser gesagt das östliche Ende einer Deckscholle, die von der Hinteralpe bei Frein bis hierher reicht [vgl. dazu Spengler, 1931 (b), S. 507 f.].

Nicht beistimmen kann ich Spengler hingegen, wenn er a. a. O. auch noch Punkt 1311 zur Deckscholle zieht; denn die Werfener bleiben nach meinen Beobachtungen durchwegs auf dessen N-Seite, während die S-Seite bis hinab zur Basis der Kudlmauer einheitlicher Wettersteinkalk ist. Sehen läßt die stark schuttbedeckte N-Flanke allerdings fast nichts; aber sie läßt die Auffassung, daß sich die Werfener am Kamm mit jenen auf der Terrasse bei 1100 m verbinden, als mindestens ebenso begründet erscheinen wie die Spenglersche, daß dort der Wettersteinkalk des Großen Sonnleitsteins mit jenem von Punkt 1311 zusammenhängt — womit man dann auf der S-Seite ins Gedränge kommt, da man keine Grenze gegen das basale Gebirge mehr ziehen kann.

Dagegen existiert noch eine Deckscholle, welche Spengler und andere nicht erkannt haben: auf dem Rauchkogel (1279 m, Fig. 10). Durch die ganze O-Flanke dieses Berges zieht nämlich in bedeutender Mächtigkeit ein dunkler, dünngeschichteter Kalk, der nichts anderes sein kann als Gutensteiner; z. T. wird er auch etwas knollig und nähert sich dem Reifflinger Typus. Die reichlich vorhandenen anstehenden Felsen lassen meist steile Schichtstellung, z. T. auch Falten erkennen (am besten zugänglich an einem bei etwa 1000 m querenden Jagdsteig). Unter jene anisichen Kalke fällt im S Wetterstein-

¹⁾ Das kleine Werfener Vorkommen, das Spengler [vgl. 1931 (b), S. 508] auf der O-Seite des Kleinen Sonnleitsteins einträgt (Blatt Schneeberg—St. Ägyd), ist zu streichen, da es sich um Moränenschutt handelt!

dolomit und -kalk ein; weiterhin unterlagern sie die bereits mehrfach (S. 152, 154) erwähnten Reingrabener Schiefer und Opponitzer Kalke. Wo die Auflagerung auf letztere den NO-Kamm des Berges quert, da finden sich auch noch Werfener dazwischen, die allerdings nur sehr spärlich (am besten im SO-Gehänge) sichtbar sind. Über den anisischen Kalken folgt Wettersteinkalk, der den Gipfel bildet; vermutlich gehört auch der lichte Dolomit bei der Suttin noch zur Deckscholle. Jedenfalls aber wird sie hier durch die Fortsetzung jener Verwerfung abgeschnitten, die wir oben als O-Begrenzung der Naßwalder Werfener Schichten kennen lernten; sie bringt das Ladin der Unterlage in unmittelbare Berührung mit jenem der Deckscholle, und damit ist wohl erklärt, weshalb letztere so lange Zeit unerkannt blieb. Sehr kompliziert werden die Verhältnisse auf ihrer N-Seite; leider z. T. auch schwer erkennbar wegen starker Schutt- und Waldbedeckung. Steigt man im Kaltwassergraben¹⁾ auf, so durchquert man auf längere Strecke den Opponitzer Kalk des basalen Gebirges. Wo er in W fallenden Platten (Untertauchen der oben erwähnten Teilantiklinale!) den Graben quert, sieht man wenig oberhalb massige, helle Felsen aus feinkristallinem Kalk ebenfalls den Graben übersetzen; dann folgt Hauptdolomit. Steigt man nun auf der S-Seite empor, längs der Grenze dieser beiden Gesteine, so trifft man W von der ersten hohen auffallenden Felsgestalt des hellen Kalkes eine kleine Verflachung, darauf unzweifelhafte grüne Werfener Schiefer! Die Felsen des hellen Kalkes ziehen nun im Bogen gegen SW, dann wieder gegen S aufwärts; und hier finden sich auch wieder Werfener am Gehänge, an der Grenze gegen den Hauptdolomit. Sie gehören offenbar an die Basis der Deckscholle; der helle Kalk ist wohl Wettersteinkalk, Gutensteiner Kalk scheint hier zu fehlen. Wohl aber findet er sich auf der N-Seite des Kaltwassergrabens, zusammen mit Werfernern (schöne Quelle!), zwischen der Fortsetzung des hellen Kalkes und dem liegenden Opponitzer Kalk, bzw. Hauptdolomit. Dann macht die Moränenlandschaft des Kotgrabens den Aufschlüssen ein Ende. — Ihre Deutung ist wohl die, daß die Rauchkogeldeckscholle hier mit S—N-Streichen in die Unterlage eingesenkt ist; als W-Begrenzung kommt dabei vielleicht eine weitere Fortsetzung der oben bis zur Suttin verfolgten Verwerfung in Betracht, an der die Werfener S vom Kaltwassergraben heraufgeschleppt wären. Möglich ist aber auch, daß es sich um eine quere Einfaltung handelt.

8. Der Deckenbau des Raxgebietes.

Historisches. Es ist nicht nötig, hier auf die Vorstellungen einzugehen, die man sich vor Aufkommen der Deckentheorie vom Bau der Rax machte; sie gehören restlos der Vergangenheit an. Dagegen muß der Auffassung Kober's mit einigen Worten gedacht werden; nicht nur weil er als erster die Deckentheorie auf dieses Gebiet anwandte, sondern auch, weil seine Ansichten am meisten speziell auch in Nichtfachkreisen Eingang gefunden haben dürften. Kober trennte bekanntlich eine tiefere Hallstätter und eine höhere hochalpine — später (1923) hochostalpine — Decke. Die Trennungsfläche glaubte er rings um die N-, W- und S-Seite der Rax verfolgen zu können. Dabei hat er aber verschiedenwertige Schubflächen vereinigt: die Überschiebung auf der N-Seite der Rax und jene über dem Hohen Gupf, welche er irrtümlich quer durch die W-Abfälle von Garssee—Heukuppe fortsetzend dachte. Daß ihm dabei auch die Schichtbezeichnungen Hallstätter Kalk und Zlambachschieften, wie er sie in der früheren Literatur vorfand, einen Streich spielten, ist nahelegend — sie mußten es doch zu verlockend erscheinen

¹⁾ Dessen Abzweigung vom Kotgraben wesentlich höher liegt, als die Karte angibt!

lassen, wirklich obertriadische Schichten in der Raxbasis anzunehmen! Die Kombination einzelner, genauer begangener Profile auf der S-Seite führte ihn dann dort zur Annahme einer Trennungsfäche, welche den Gutensteiner-Werfener-Sockel des Gebirges unter spitzem Winkel durchschneiden würde. Das ist natürlich unmöglich — auch abgesehen von jenen irrtümlichen Schichtdeutungen; und so war sein Lösungsversuch zum Scheitern verurteilt. Gleiches gilt auch von dem seines Schülers Lahn, der in den letzten Jahren versuchte, das Koberse Schema zu stützen, dabei aber z. T. die gleichen stratigraphischen und tektonischen Fehler beging (vgl. S. 143). Kober's Auffassung wurde 1918 von Ampferer eine andre entgegengestellt. Er erkannte die Überschiebung auf der N-Seite von Rax und Schneeberg an, zog sie aber nicht auf die S-Seite durch, sondern betrachtete die dort — außerhalb unserer Karte, im Schneeberggebiet — vorliegende Überschiebung als gegen S gerichtet. Außerdem erkannte er erstmalig, daß auch auf der Kalkmasse der Rax (Gupfmulde) noch Reste einer höheren Einheit erhalten sind. — Ampferer's Auffassung ist die, an welche sich die hier vertretene am engsten anschließt.

Zu einer etwas andern Ansicht — besonders was den Zusammenhang mit der Nachbarschaft im W und N betrifft — ist Spengler in seinen letzten Arbeiten [1931 (a, b, c)] gekommen; auf sie ist im folgenden noch näher einzugehen¹⁾.

Bemerkt sei noch, daß die Namen Hallstätter (bzw. Mürzdecke, Lahn) und Hochalpine oder Hochostalpine Decke hier nicht mehr gebraucht werden, nachdem es sich herausgestellt hat, daß sie in einer dem Schema entsprechenden Bedeutung nicht vorhanden sind!

* * *

Versuchen wir nun aus den voranstehend kurz wiedergegebenen Beobachtungen die Summe zu ziehen, so gelangen wir zu der folgenden Vorstellung vom tektonischen Bau:

Auf der ganzen S-Seite herrscht normaler Verband zwischen Trias und Unterlage, nur mit untergeordneten Störungen. Zu diesen — abgesehen von den Brüchen (vgl. S. 187) — gehören sowohl die differentiellen Gleitungen innerhalb der plastischen Werfener Massen, welche deren Mächtigkeitschwankungen von zirka 20 bis über 1000 m bedingen, als auch die steil südgerichtete Aufwölbung am Sängerkogel. Letztere entspricht wohl einer jüngeren Bewegungsphase: den am ganzen Kalkalpensüdrand verbreiteten, von Hahn (1913, S. 305 f.), Trauth (1916), Ampferer (1918), Spengler (1918), Pia (1923) u. a. nachgewiesenen und auch von Kober (1926, S. 121) als wahrscheinlich anerkannten Bewegungen gegen S. Eine größere Schubfläche innerhalb der Trias streicht hier jedenfalls nirgends aus.

Gegen W setzen sich die Verhältnisse in ganz gleichartiger Weise in der Schneecalpe fort; nämlich im basalen Teil der Schneecalpe, welchem die Deckschollen des Rauhensteins, der Lachalpe, (Heritsch, 1921), des Rößkogels [Kober, 1912 (b)] aufgelagert sind. Wenn wir von S ausgehen, erscheint also die Gesamtmasse der Rax als „basales“ Gebirge²⁾ im Sinne von

¹⁾ Nach Abschluß des Manuskriptes erschien das Buch von E. Kraus (Der Abbau der Gebirge, I: Der alpine Bauplan; Berlin 1936, bei Bornträger), worin auf S. 262 f. auch die Tektonik des Schneeberg-Rax-Gebietes behandelt wird. Kraus legt Spenglers Ergebnisse zugrunde und deutet sie auf allgemeine Unterschiebung aus S (d. h. relative Bewegung des Hangenden gegen S), im Gebiet S der Puchberg—Mariazeller Störungszone. Dazu sei hier nur soviel bemerkt, daß nach meinen Ergebnissen die Schneebirgdecke (in meinem Sinne, vgl. S. 1821) ganz zweifellos von SO gegen NW bewegt ist (S. 185 f.) — relativ zur Unterlage selbstverständlich! Damit wird das Deutungsschema von Kraus in einem wichtigen Punkte durchbrochen. Gegen den Grundgedanken seines Buches: Bau des Gebirges nach unten, durch „Verschluckung“ (Ampferer), soll damit indessen nichts gesagt sein.

²⁾ Wobei „basal“ selbstverständlich ein relativer Begriff ist und nicht etwa — autochthon zu setzen!

Spengler [1931 (b)] mit alleiniger Ausnahme der Deckscholle in der Gupfmulde und der kleinen Werfener Reste unter der Höllentalgosau (welche sich O des Höllentals, beiderseits des unteren Weichtals, fortsetzen); nur sie können den genannten Deckschollen auf der Schneecalpe entsprechen. Das ungefähr war auch Spenglers Ansicht noch 1928.

Zu einem andern Bilde ist Spengler, 1931, von der N-Seite ausgehend, gekommen: hier wird die Masse von Schneeberg—Rax vom Ausstrich einer großen Bewegungsfläche umgrenzt, und nördlich liegt ihr eine Reihe von Deckschollen gegenüber, dem gleichen basalen Gebirge aufgelagert, deren größte, im Großen Sonleitstein in unser Gebiet hereinragend, eben jene oben genannte Roßkogeldeckscholle ist. Spengler hat darum die Rax-Schneeberg-Masse mit jenen Deckschollen zu einer einheitlichen „Schneebergdecke“ vereinigt.

Hier liegt also eine Unstimmigkeit vor: es ist ausgeschlossen, daß die Rax zugleich dem basalen Gebirge entspricht, wie wir, von S ausgehend, feststellen konnten, und den darüberliegenden Deckschollen, wie dies nach Spenglers Beobachtungen auf der N-Seite den Anschein hatte. Wo liegt die Lösung?

Sie scheint mir darin gegeben, daß die große auf der N-Seite der Rax austreichende Schubfläche eben — was Spengler noch nicht wußte — nicht weiter nach SW verfolgt werden kann als bis unter die Scheibwaldmauer beim Kaisersteig. Hier geht sie zu Ende; in den Kahlmäuern bereits tritt etwas anderes an ihre Stelle: eine steile Abbiegung der Kalktafel gegen WNW, und diese setzt sich als O-Flügel der Gupfmulde noch weiter nach S fort. Mit anderen Worten: die Schneebergüberschiebung beginnt im SW als einfache, aufrechte Mulde mit NNO-Streichen;¹⁾ wo die Bewegung — als deren mittlere Richtung wir die von SO gegen NW annehmen müssen — größeres Ausmaß gewinnt, N der Kahlmauer, da ist ihr SO-Schenkel zerrissen; die Kalkplatte der Rax legt sich nun als flache Decke über ihr Vorland. Die Schneebergdecke wird damit zu einer (relativ) lokalen Komplikation innerhalb des basalen Gebirges; eine Auffassung, welche mit der von Ampferer, 1918, und Spengler, 1928, geäußerten im wesentlichen harmonisiert.

Diesem basalen Gebirge einschließlich der Schneebergdecke stehen nun die Deckschollen auf Rax, Schneecalpe und an der Puchberg—Mariazeller Linie als Teile einer höheren Einheit gegenüber, die Lachalpendecke genannt sei (im Anschluß an Heritsch, 1921). Ihr Verhältnis zur Schneebergdecke muß demnach ein anderes sein als es Spengler (1931) annahm. Den Schlüssel zum Verständnis liefert die Deckscholle in der Gupfmulde: sie liegt eingefaltet in der Synklinale, in welcher die Schneebergüberschiebung gegen SW ausklingt. Dies legt die Vermutung nahe, daß diese auch dort, wo sie als flache Überschiebung entwickelt ist, Äquivalente jener Deckscholle unter sich einwickelt. Und wirklich lassen sich die Werfener am Kaisersteig, die ganz ohne normalen Verband mit dem Wettersteinkalk des Hangenden sind, am besten in dieser Weise deuten: als eingewickelte Fetzen einer höheren Einheit; als unmittelbare Fortsetzung jener in der Gupfmulde wurden

¹⁾ Damit hängt wohl auch die Zusammenstauchung in O—W-Richtung zusammen, die die Altenberger Werfener Schichten betroffen hat!

sie ja schon von Geyer (1889, S. 679) aufgefaßt. Auch auf das Vorkommen unter der Engleitner Mauer läßt sich diese Auffassung ausdehnen, ebenso auf den kleinen Fetzen N der Vogelkirche, der ebenfalls außer stratigraphischem Verband mit dem Hangenden ist. Von dem Vorkommen am Schüttersteig hingegen läßt sich das nicht sagen, da die Aufschlüsse nicht ausreichen; und die Werfener im Nagelegraben gehören sicher normal an die Basis der Schneebergdecke. Diese erreicht aber hier schon eine größere Schubweite und fördert damit im Zusammenhange tiefere Schichtglieder zutage als im W, wo sie im Ausklingen ist.¹⁾

Wenn ich somit dazu komme, die Beziehungen der Schneebergdecke zu den Deckschollen im N im Sinne einer Einwicklung zu deuten, so lassen sich dafür auch zeitliche Gründe anführen. Die Förderung der Deckschollen an der Puchberg—Mariazeller Linie ist bekanntlich vorgosauisch erfolgt [Spengler, 1931 (b), S. 523 f.]; gleiches dürfte auch für die Werfener auf der Rax am Rudolfssteig sowie überm Weichtal gelten, wegen des reichlichen, aufgearbeiteten Werfener Materials in der Höllental-Gosau. Dagegen ist der Wettersteinkalk der Schneebergdecke N der Vogelkirche auf Gosau überschoben; bei der Engleitner Mauer (vgl. S. 167) ist das gleiche Verhalten zwar nicht unmittelbar zu sehen, aber doch anzunehmen. Denn wäre dort die Gosau nach der Überschiebung der Schneebergdecke in einem die ganze Mächtigkeit des Wettersteinkalks durchschneidenden Tal abgelagert worden, so müßte sie unbedingt Bruchstücke desselben enthalten und könnte nicht als feiner Quarzsandstein ausgebildet sein, wie dies tatsächlich der Fall ist.

Während also die Lachalpendecke sicher vorgosauisch ist, scheint mir die Schneebergdecke — und damit auch die Einwicklung der ersteren — nachgosauisch.²⁾ Sie wird damit zwar nicht zur direkten Fortsetzung, wohl aber zu einem räumlichen wie auch zeitlichen Gegenstück zu Spenglers (1925) Hochschwabschuppe — was ja mit Spenglers früherer Auffassung (noch 1928) wohl übereinstimmt.

Kurz hinzuweisen bleibt endlich noch auf das ganz verschiedene mechanische Verhalten der Gesteine an den beiden Bewegungsflächen. An der

¹⁾ Wie sich das Verhältnis auf der N-Seite des Naßwaldertales gestaltet, bleibt noch zu untersuchen; ich habe meine Begehungen am Kartenrand abgebrochen. Die Schneebergdecke reicht hier jedenfalls bis zum Mitterberg; ich möchte vermuten, daß in der Schuppenzone, welche — bis in unser Kartengebiet herein — ihre Basis bildet, bereits Fetzen der Lachalpendecke stecken.

²⁾ Damit setze ich mich allerdings zu anscheinend wohlbegründeten Ansichten Ampferers (1918, S. 7), Kobers (1926, S. 34) und Spenglers [1928, S. 16, 1931 (b), S. 523 f.] in Widerspruch. Alle betrachten die Schneebergdecke als vorgosauisch, u. zw. sind für Ampferer maßgebend — neben dem negativen Merkmal: daß an der Überschiebung nirgends Gosau eingeklemmt sei — die Verhältnisse im Gosabecken der Neuen Welt, wo eine breite und tiefe mit Gosaschichten gefüllte Mulde die Schneebergdecke fast bis zur Basis zu durchdringen scheint; wogegen Spengler sich hauptsächlich (1928) auf die Verhältnisse im Miesenbachtale stützt, wo nach Koßmats Darstellung (Blatt Wiener Neustadt) Gosau über Schubschollen und Unterlage einheitlich zu transgredieren scheint. Nun, in diesem letzteren Falle scheint es sich auch wieder um die Frage zu drehen: wo hört die Schneebergdecke auf und wo beginnen die (eventuell unter sie eingewickelten) Reste der Lachalmdcke? Die Klar von der Gosau transgressiv überdeckten Werfener bei Miesenbach würde ich — nach Koßmats Kartendarstellung — jedenfalls eher zu letzteren stellen. Was aber die Gosaumulde der Neuen Welt betrifft, so liegt hier doch vielleicht erst eine jüngere Verbiegung der samt ihrer Gosauauflagerung bewegten Schneebergdecke vor.

Sohle der Schneebergdecke ist der Wettersteinkalk zu einer Breccie zertrümmert — wie in zahllosen analogen Fällen in den Kalkalpen. An der Sohle der Lachalpendecke aber fanden wir den gleichen¹⁾ Wettersteinkalk (vgl. S. 151) zu einem Bändermarmor verwalzt. Nach allem was wir wissen, muß dieser zweite Typus der Umformung unter wesentlich höherer Belastung zustande gekommen sein als der erste; und wir müssen annehmen, daß durch den genannten Unterschied zwei Schubflächen charakterisiert sind, die zu verschiedenen Zeiten und unter ganz verschiedenen mechanischen Bedingungen²⁾ in Tätigkeit traten; wir können weiter schließen, daß die Schneebergdecke ein recht kümmerliches Gebilde ist gegenüber der gewaltigen Gesteinslast, welche als Lachalpendecke sich darüber hingewälzt haben muß — von deren einstiger Mächtigkeit die heute noch vorliegenden kläglichen Reste gar keinen Begriff mehr geben. (Nachdem die Bewegung der Lachalpendecke bereits vorgosauisch erfolgt ist, ist es ja leicht verständlich, wenn ihr größter Teil seither bereits abgetragen ist.)

Daß die Reste der Lachalpendecke auf der Rax dem Wettersteinkalk — z. T. (Gupfmulde!) sogar einer nur geringen Mächtigkeit karnischen Wettersteinkalks — aufliegen, während sich N des Naßwalder Tales höhere Schichtglieder bis zum Lias (Mitterberg) dazwischen einstellen, ist wohl am einfachsten so zu deuten, daß im S die letzteren bereits abgetragen waren als die Decke anrückte; mit andern Worten, daß es sich um eine Relieffüberschiebung (Ampferer, 1924) handelt. Die Verhältnisse auf der N-Seite der Gupfdeckscholle, wo überschobene und basale Werfener einander sehr nahe kommen — allerdings ist diese Gegend durch Brüche kompliziert und im einzelnen nicht ganz klar —, lassen sogar die Vermutung aufkommen, daß hier die Decke bereits eine tiefere Erosionsfurche vorgefunden habe. — Auch die Schneebergdecke muß eine bereits erodierte Oberfläche vorgefunden haben, vorausgesetzt, daß die obenstehende Altersdeutung richtig ist; denn wir wissen ja, daß zur Gosauzeit eine gewaltige Abtragung stattfand. Trotzdem darf nicht jede Verringerung der Schichtmächtigkeit auf diese Weise erklärt werden; gerade die erstaunlich geringe Mächtigkeit der Mitteltrias unter der Schneebergdecke im Reißtal kann niemals durch vorgosauische Erosion bedingt sein, sonst müßten die karnischen Schichten ihres Hangenden entfernt worden sein! Hier müssen vielmehr tektonische Ursachen mitspielen. In welcher Weise eine vorrückende Decke ihren Untergrund in Mitleidenschaft ziehen kann, zeigen ja die Schubschollen im Naßwalder Halbfenster oder die Schuppen auf der O-Seite des Reißtales, die wohl sämtlich aus dem Untergrund der Schneebergdecke hervorgeschürfte Hangendteile der Unterlage enthalten.

Es bleibt noch die Frage der Herkunft der kalkalpinen Decken. Daß die Schneebergdecke nahe SO von der Gegend, wo sie sich heute befindet, beheimatet sein muß, geht aus ihrem geschilderten tektonischen Verhalten

¹⁾ Daß sich andre Gesteine z. T. ausgesprochen anderes Verhalten, ist kein Gegenargument; insbesondere Dolomite sind ja auch als Unterlage der Lachalpendecke (z. B. Schubspäne in der Gupfmulde) stets intensiv zertrümmert — wie das eben ihrer größeren Sprödigkeit entspricht.

²⁾ Daß an der tektonisch höheren Schubfläche der Umformungstyp herrscht, der größerer Tiefe entspricht, zeigt auch, daß beide nicht gleichalterig sein können und daß die tiefere Schubfläche jünger sein muß, wie das mit der obenstehenden Annahme einer Einwickelung der Lachalpendecke an der Schneebergüberschiebung in Einklang steht.

unmittelbar hervor. Aber auch der Ablagerungsbereich der Lachalpendecke muß wenig weiter S anschließend gedacht werden — entsprechend der zuerst von Hahn (1913) ausgesprochenen Ansicht über die Herkunft der juvavischen Deckenreste, der Spengler (1928, siehe oben), Staub (1924, S. 206) und Kober (1931) beigetreten sind. In unserem Falle spricht dafür auch die vollständige fazielle Übereinstimmung zwischen Deckschollen und „basalem Gebirge“ — wenn sie sich auch leider nur auf die untere und mittlere Trias erstreckt, da höhere Schichten den Deckschollen fehlen.

Um nochmals kurz zusammenzufassen: vorgosauisch erfolgte die Aufschiebung der Lachalpendecke wahrscheinlich ungefähr von S gegen N. (Genauere Anhaltspunkte zur Feststellung der Bewegungsrichtung hat das Raxgebiet zwar nicht geliefert, doch läßt die weite Verbreitung dazugehöriger Deckschollen im Gebirgstreichen — wenigstens bis ins Gesäuse — eine andere Richtung gar nicht in Frage kommen.) Später — nachgosauisch — fand der Vorschub der Schneebergdecke statt, welche die Reste der Lachalpendecke in ihrem Bereich, soweit sie von der vor- und nachgosauischen Erosion verschont geblieben, auf ihrem Rücken verschleppte (Weichtall), bzw. unter sich einwickelte (Kaisersteig, Wallneralm). Diese Bewegung erfolgte im Durchschnitt wohl in ungefähr SO—NW-Richtung;¹⁾ im Raxgebiet aber in OSO—WNW bis fast O—W. Dies zeigt sowohl das NNO- bis S—N-Streichen der Gupfmulde, in welcher die Überschiebung gegen SW ausklingt, als auch das S—N-Streichen des Überschiebungsrandes von der Scheibwaldmauer zum Mitterberg N Naßwald (der demnach, von der tiefen Einbuchtung des Naßwalder Halbfensters abgesehen, ungefähr — nicht genau! — dem ursprünglichen Stirnrand der Schneebergdecke entsprechen dürfte). Im Zusammenhang mit dieser O—W-Bewegung stehen wohl auch die gleichgerichteten Zusammenstauchungen im Altenberger Gebiet, auf die Ampferer und Lahn schon hingewiesen haben; ferner die merkwürdige N—S-streichende Einfaltung der Rauchkogeldeckscholle (vgl. S. 180).

Der Bewegungsbetrag nimmt dabei von SW gegen NO rasch zu: im Bereich der Gupfmulde ist er nur durch deren Einmündung vertreten, d. h. < 1 km; im Naßwalder Halbfenster erreicht er fast 5 km (Entfernung von der äußersten Spitze des Fensters bis zum Mitterberg, in die SO—NW-Richtung projiziert), im Schneeberg 7.5 km (vom S-Rand des Hengstfensters bis zum Überschiebungsrand am Kuhschneeberg); dabei ist zu bemerken, daß die beiden letzten Werte Minimalwerte sind, da wir ja nicht wissen, wie weit sich die Fenster noch unter die Decke hineinestrecken. Diese Zahlen erlauben uns noch weitere interessante Feststellungen über Art und Größe der Bewegung. Es geht daraus nämlich unmittelbar hervor, daß die Bewegung nur eine drehende²⁾ gewesen sein kann, um einen Drehpunkt in der südlichen Verlängerung der Gupfmulde, etwa W oder SW von der Heukuppe; anders wäre die rasche

¹⁾ Damit harmonisch auch das allgemeine NO-Streichen der Kleinfalten in der Werfener Unterlage auf der S-Seite des Feuchters; vgl. S. 175.

²⁾ Das ist nicht das einzige derartige Beispiel in den Alpen; vgl. B. Sander (1921). In unserem Fall liegt es nahe, das Auftreten des Drehmomentes mit dem Umbiegen der gesamten Nordalpen zu NO-Streichen, in die Karpathen hinüber, in Beziehung zu setzen (vgl. dazu auch Lahn, 1930, S. 30). — Übrigens darf man sich nicht vorstellen, daß die Zunahme der Überschiebungsbeträge im weiteren Fortstreichen gegen NO noch weiter gehen müsse!

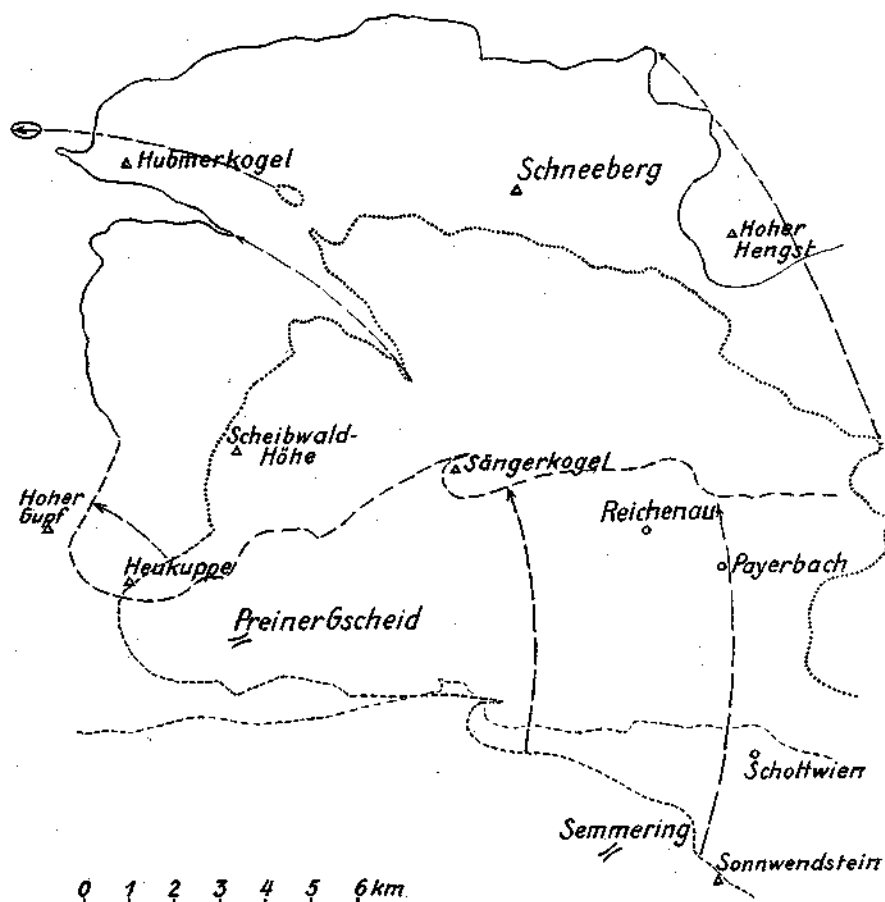


Fig. 12. Kartenskizze des Raxgebiets, 1:175.000.

Versuch einer Rekonstruktion der Drehbewegung am Westende der Schneebergdecke: die ausgezogene Linie gibt die heutige Lage des Überschiebungsrandes, die langgestrichelte die des südlichen Erosionsrandes der Triaskalke der Schneebergdecke wieder. Punktiert, bzw. kurzgestrichelt: die gleichen Linien vor der Drehbewegung (welche damals selbstverständlich noch nicht mit den Rändern der Triaskalkplatte identisch waren!). Die Pfeile zeigen Richtung und Ausmaß der Bewegung an. — Die jüngeren Bewegungen: Einklemmung der Gosaumulden, Auffaltung des Krummbachsattels, Überschiebung gegen Süden am Sängerkogel usw., Verschiebungen an Brüchen sind dabei nicht berücksichtigt worden, da ihr Ausmaß schwer abzuschätzen ist; im übrigen ist es nicht sehr bedeutend. Die wirkliche Ausgangslage des Südrandes war jedenfalls noch etwas weiter südlich. — Feinstriehliert: heutiger Ausstrich der Überschiebung der Grauwackenzone über die Semmeringtrias.

Zunahme der Überschiebungsbeträge gegen NO nicht zu verstehen. Denken wir uns nun die Bewegung rückgängig gemacht (vgl. die Skizze Fig. 12), so kommen wir mit dem N-Rande des Schneebergs ungefähr in die Linie des Krummbachsteins. Da aber innerhalb der Wettersteinkalkplatte keine nennenswert ins Gewicht fallenden Zerrungen erfolgt sind, so müssen wir

uns auch deren S-Rand um den gleichen Betrag nach S zurückgedreht denken. Die Ausführung dieser Operation bringt den Triasrand am Feuchter und Gahns in die Gegend des Sonnwendsteins! Fürwahr ein überraschendes Ergebnis; wobei nochmals betont sei, daß auch dies ein Minimalbetrag ist — haben wir doch nur mit den wirklich sichtbaren Überdeckungsbreiten gerechnet und die ganze seither erfolgte Erosion vernachlässigt.¹⁾

Noch später — wenn auch vielleicht z. T. im unmittelbaren Anschluß²⁾ an die Vorbewegung der Schneebergdecke — erfolgten noch Verbiegungen derselben, welche zur Einklemmung der Gosau am Studierkogel, Höllental usw. sowie zur Aufpressung der Krummbachsattelzone führten (letztere wohl im Zusammenhang mit der Aufwölbung des Hengstfensters östlich vom Schneeberg!); endlich noch die Überschiebungen gegen S am südlichen Triasrand, in unserem Gebiet nur durch den Werfener Keil N des Sängerkogels vertreten, wogegen sie wenig weiter O auf der S-Seite des Gahns wesentlich größere Bedeutung zu gewinnen scheinen (vgl. Ampferer, 1918). Diese Bewegungen stehen vielleicht schon in Verbindung mit einer seit Jungtertiär erfolgten Hebung des Gebiets um örtlich wechselnde Beträge (bis gegen 2000 m) — zu erschließen aus dem Vorkommen der Augensteine, welches zeigt, daß sich einst über den heutigen Gipfeln das Aufschotterungsgebiet von Flüssen ausbreitete.

Endlich sind noch bis in geologisch junge Vergangenheit Verbiegungen und Verschiebungen an Brüchen erfolgt; davon soll noch im nächsten Kapitel die Rede sein.

9. Die Bruchtektonik.

In den vorausgehenden Abschnitten wurde nur beiläufig auf die eine oder andere Bruchstörung hingewiesen, die Mehrzahl derselben aber mit Stillschweigen übergangen. Das soll nun, soweit erforderlich, nachgeholt werden.

Dieser Vorgang ist dadurch begründet, daß in unserem wie in den meisten andern Alpengebieten die Brüche mehr nur ein untergeordnetes Beiwerk der Tektonik darstellen.

Der wichtigste Bruch der Rax ist der Große Höllentalbruch, der seit Geyer (1889, S. 687) eine bedeutende Rolle in allen Erörterungen über die Rax spielt, dessen Verlauf im einzelnen aber nie genauer festgestellt wurde.

¹⁾ Um eine ähnliche Operation mit der Lachalpendecke auszuführen, sind die erhaltenen Reste derselben zu fragmentarisch. Immerhin kann kein Zweifel bestehen, daß ihr Herkunftsgebiet weit über den heutigen Bereich der Semmeringtrias sich hinstreckt haben muß; selbst wenn wir die Ausdehnung heute entfernter Zwischenstücke noch so gering einschätzen. Es wäre verlockend, daran anschließend die Frage des „Semmeringfensters“ aufzurollen; doch würde dies hier zu weit führen, zumal die Rax nicht den geeignetsten Ausgangspunkt dafür bietet. Ich möchte hier nur darauf hinweisen, daß mir innerhalb meines Aufnahmegebiets — auch über den Bereich der Raxkarte hinaus, von Turnau bis zum Semmering — keine Tatsache bekanntgeworden ist, die gegen die Fensternatur spräche; im Gegenteil lassen sich manche bisher nicht beachtete Tatsachen als neue Stützen dafür verwerten. Aber davon mehr bei anderer Gelegenheit.

²⁾ Das ist allerdings deshalb nicht sehr wahrscheinlich, weil die betreffenden Züge ungefähr O—W streichen, also wohl einem Zusammenschub wieder in S—N-Richtung ihre Entstehung verdanken und nicht einer Bewegung in SO—NW-Richtung. Eine genauere zeitliche Einordnung aller dieser Vorgänge ist nicht möglich; es kann nur vermutet werden, daß sie irgendeiner (vielleicht mehr als einer?) gebirgsbildenden Phase im älteren Tertiär entsprechen.

Der Große Höllentalbruch trennt Kuhschneeberg und Hochschneeberg [Bädecker, 1922, S. 71; Spengler, 1931 (*c*), S. 92]. Im Weichtal — das ungefähr seinem Verlauf folgt — tritt er in den Bereich unserer Karte ein; die dortige Werfener Deckscholle (vgl. S. 172) dürfte gegen W von ihm abgeschnitten werden. Im Bereich des Wachthüttelgrabens ist er an der Zerspaltung des Wettersteinkalks kenntlich, am Wachthüttelkamm verrät er sich durch Zertrümmerungszonen, die mehrfach (besonders bei zirka 900 m) gut aufgeschlossen sind. Sie streichen quer (rund 45° O) über den Kamm und quer zum Großen Höllental. Auch an der Straße wenig NW der Abzweigung des Wachthüttelkammsteiges sind mächtige Zertrümmerungszonen aufgeschlossen, die hier aber einen stark der N—S-Richtung genäherten Verlauf des Bruches anzeigen. Jedenfalls darf man somit nicht von einem Bruch reden, vielmehr von einem ganzen Bündel von Brüchen. So bleibt es auch im Großen Höllental. Der Teufelsbadstubensteig folgt eine große Strecke weit einem dieser Brüche, der NNO streicht, mehr oder minder steil bergwärts fällt und meist an Einschaltungen von rotem Ton usw. (vgl. S. 150) kenntlich ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach seine Fortsetzung ist es, die im Gaisloch wieder sichtbar wird, mit mittelsteilem SO-Fallen; auch hier ist er durch rote Breccie und roten Ton gekennzeichnet. In der Klobenwand sind ebenfalls ungefähr der Wand parallellaufende Brüche durch rote Breccien und Tone gekennzeichnet, z. B. am Hoyossteig und noch an vielen andern Stellen. Man darf daraus nun aber ja nicht folgern, daß das Große Höllental ein grabenförmiger Einbruch wäre, wie das gelegentlich (ohne daß das Ausstreichen der Brüche genauer bekannt gewesen wäre) angenommen wurde; dagegen spricht schon das bergwärtige Einfallen der Brüche auf der O-Seite. Mir scheint vielmehr, daß alle diese Brüche gleichsinnige Bewegungen vermittelt haben (vgl. unten). — Am Gaislochboden und Grünschacher mangeln sichere Aufschlüsse, wenn wir absehen von gelegentlichen roten Zertrümmerungszonen im Gebiete des Klobentörls und der Abstürze der Scheibwaldhöhe. Der (oder ein) Hauptast trennt aber auch hier wahrscheinlich die einzelnen Dolomitauflüsse im NW vom Kalk im SO, so wie dies an der Preiner und Königsschußwand der Fall ist. Unter diese fällt die Bruchfläche wiederum gegen SO ein; die eigentümliche dünne Kalklamelle der Königsschußwand findet so ihre Erklärung als letztes von der Erosion stehen gelassenes Kalkrelikt des SO-Flügels. Weiter quert der Bruch den Waxriegel, wo er die ganz unglaubliche Zerrüttung des Dolomits verursacht. Hier zersplittert er in mehrere Äste: ein solcher schwenkt nach WNW um, überquert den Siebenbrunnkessel, auf dessen W-Seite er als Furche im Gehänge S der Windungen des Schlangenwegs zur Erscheinung kommt; hier stößt Gutensteiner und Reiflinger Kalk der Heukuppe am Wettersteindolomit des Siebenbrunnkessels ab, doch scheint die Störung weiterhin bald zu erlöschen. Die andern Äste treten in die Grauwackenzone ein mit nur wenig abgelenkter Richtung: einer verläuft W vom Preiner Gscheid bis zum Sonnleitner, wo er die Grenze Karbon—Silberbergserie um etwa 600 m horizontal verstellt; ein zweiter zieht unter der Reißtaler Hütte (hier Werfener an Porphyroid abstoßend) in den Koglergraben hinüber, an dessen Mündung er ebenfalls die Karbongrenze um etwa 600 m verschiebt. Innerhalb des Karbonzugs erlöschen alle.

Die mechanische Deutung dieser Bruchzone ergibt sich aus den letztgenannten Beobachtungen: es liegt offenbar eine Zone von Horizontal-

verschiebungen vor. Ihr Betrag ist durch die Summe $600 + 600 = 1200$ m der Größenordnung nach gekennzeichnet (selbstverständlich muß er nicht über die ganze Erstreckung der gleiche bleiben). Damit ist eine Verstellung der beiden Bruchflügel in der Vertikalen (Bädecker, 1922, S. 71; Lichtenegger, 1926) ohne weiteres vereinbar; gibt es doch sehr wenig Bruchflächen, an denen nur eine Horizontal-, bzw. Vertikalkomponente tätig war. Im Gegenteil: es wird nun ganz gut verständlich, daß auf der Rax der NO-Flügel gehoben (Scheibwaldhöhe gegen Grünsbacher um 150–200 m), am Schneeberg dagegen gesenkt (um 250–300 m, Bädecker) erscheint; die Bewegung der SO-Scholle ging eben im S gegen NO abwärts, im N in gleicher Richtung wieder aufwärts. Aus der Verstellung der Plateauflächen ergibt sich auch das Alter wenigstens eines wesentlichen Anteils der Bewegung als nachaltmiozän, womit selbstverständlich ältere, gleichsinnige Bewegungen in keiner Weise bestritten werden sollen.

Andere Brüche sind merkwürdigerweise in der Grauwackenzone fast auffälliger als in der Trias, was ja wohl darauf beruhen dürfte, daß innerhalb des Wettersteinkalks eine Verstellung schwer festzustellen, die Triasbasis an den Bergrändern aber häufig nur mangelhaft aufgeschlossen ist. So ist sehr deutlich das Bruchbündel in der Grauwackenzone zwischen Prein und Edlach,¹⁾ das auch in die Unterlage des Karbons (Haarkogel) eingreift. Auch hier dürften Transversalverschiebungen mindestens vorwiegen. Daran schließen sich die Brüche der Gegend Großau—Knappenhof, die wegen der Unstimmigkeiten im Schichtbestand zwischen fast jedem Geländerrücken und seinem Nachbarn im Bereich der Grauwacken- und z. T. noch Werfener Schichten angenommen werden müssen, am Rande der kalkigen Trias sich aber nur selten (Törl!) in bemerkenswerter Weise fühlbar machen (Näheres siehe Kartel). Es ist nicht ausgeschlossen, daß hier z. T. ältere (variszische?) Störungen vorliegen, die in späterer Zeit wieder aufgelebt sind, aber nur mit einem Bruchteil ihres Gesamtverstellungsbetrages die Trias noch in Mitleidenschaft ziehen. Ein relativ bedeutender Bruch läßt am O-Fuß des Sängerkogels die Werfener Schiefer über der total zerrütteten Rauhwacke wieder erscheinen und durchsetzt sodann den Wettersteinkalk bei der Windbrücke, dessen gewaltige, an den roten Farben weithin kenntliche Zertrümmerung er hervorgebracht hat. Hier lassen sich an Harnischen neben Bewegungen mit vorwiegender Horizontalkomponente auch solche in rein vertikaler Richtung (Senkung des O-Flügels) ablesen. Die Verwerfung läuft anscheinend in die große, nördliche Zweigschlucht des Großen Fuchsgrabens (S Großofen) hinein. Kleinere Querbrüche, wohl auch hauptsächlich Transversalverschiebungen, konnten bei der Kartierung des Gutensteiner Dolomits N der Raxbahn festgestellt werden;²⁾ in ihr System gehören auch die Harnische, die Lichtenegger (1928, S. 129) an der Höllentalstraße festgestellt hat. Daß diese Brüche noch weit nach N fortsetzen, zeigen die vielen, meist nahe N—S-streichenden Zerrüttungszonen an der Höllentalstraße, welche die Arbeiten zu deren Verbreiterung 1934 bloßgelegt haben. Aber auch nach S setzen hier Brüche bis in die Grauwackenzone fort; wenigstens muß ich darauf das

¹⁾ Eine Detailbeschreibung der einzelnen Brüche würde zu weit führen; es sei nur bemerkt, daß sie größtenteils aus Lesesteinkartierung erschlossen wurden.

²⁾ Auf der Karte z. T. übertrieben eingetragen.

Auftreten von Werfener Schichten an dem Sporn SO Hirschwang (grüne, glimmerreiche Tonschiefer mit Kalklagen bei einem der Siedlungshäuser künstlich aufgeschlossen) zurückführen. Und am S-Gehänge des Feuchterbergs scheinen NW-streichende Brüche wiederholt die NO-streichenden Werfener abzuschneiden; einer ist übrigens in einem künstlichen Aufschluß NO Hirschwang im Walde als Zerrüttungszone in Werfenern unmittelbar sichtbar.

Den gelegentlich (Waagen, 1926/1) angenommenen Längsbrüchen an der SO-Ecke der Rax kann ich dagegen eine nennenswerte Bedeutung nicht zuerkennen; es besteht kein Anlaß, mehr in ihnen zu sehen, als ganz geringfügige Diskontinuitäten,¹⁾ wie sie die steife Kalkplatte der Rax zu Tausenden durchziehen, ohne daß man sie durch Kartierung feststellen könnte (vgl. Lichtenegger, 1928). Sicherlich ist die tektonische Bedeutung z. B. des Querbruchs der Windbrücke (siehe oben) wesentlich größer.

Dagegen liegt gar kein Anlaß vor, Brüche anzunehmen, die den S-Abbruch der Triasplatte bedingen würden. Auch Suess „Linie von Hirschwang“ (1864, S. 47) ist — mindestens im Bereich der Rax — zu streichen; die Diskordanz zwischen Werfenern und Wettersteinkalk, soweit eine solche vorhanden, ist ohne Schwierigkeit anders zu erklären (vgl. S. 175 und oben!) als durch eine steile Verwerfung.

Auf der W-Seite der Rax sind kleinere Brüche — teils angenähert N—S, teils mehr oder minder im (Gesamt-) Streichen verlaufend — nicht selten (siehe Karte). Von größerer Bedeutung sind nur die S. 166 bereits erwähnten, welche WSW—ONO-streichend die Deckscholle der Gupfmulde nördlich abschneiden. Sie sind stellenweise (besonders im Graben östlich Seelenriegel) unmittelbar aufgeschlossen; ebenso auch die östliche Fortsetzung des südlichen Bruches jenseits des Reißtales, wo Gutensteiner Dolomit steil gegen die basalen Werfener einfällt. Dann treten diese Brüche in die Wettersteinkalkplatte ein, deren stellenweise sehr auffällige Zerrüttung (Rote Wand, Rote Schlurze u. a.) auf sie zurückzuführen ist; doch zersplittern sie hier und erlöschen bald. Eine Verstellung der Plateauoberfläche haben sie nicht hervorgebracht, sind also wohl älter; dagegen erfolgt die Änderung in der Tektonik der Kalkplatte (vgl. S. 182) augenscheinlich an ihnen. Sie dürften also relativ alt sein, wohl ein Nebenprodukt der Bewegung der Schneebergdecke gegen NW — zu der sie diagonal verlaufen! Dies legt die Vermutung nahe, daß auch sie in erster Linie die Rolle von Transversalverschiebungen spielen; doch ist Sicheres nicht festzustellen. Jedenfalls scheint auch der Betrag der an ihnen erfolgten Vertikalbewegung (u. zw. Senkung des S-Flügels) nicht ganz unbeträchtlich — N der Gupfmulde wenigstens 300—400 m insgesamt — zu sein.

Das Fehlen von Gutensteiner Kalk längs des W-Fußes des Hohen Gups könnte zu der Annahme verleiten, daß auch hier zwischen Werfener Schichten und Wettersteinkalk ein größerer N—S-Bruch durchzieht. Wenn man sich aber Rechenschaft gibt von der starken Mächtigkeitsabnahme des Gutensteiner Kalks von der Heukuppe (S-Seite) gegen N, so erscheint eine solche Annahme keineswegs notwendig; vgl. Profil Fig. 10.

Recht bedeutend scheint auch der vertikale Verstellungsbetrag der schon mehrfach (S. 177) genannten Verwerfung zu sein, welche beim Brunngraben

¹⁾ Über Brüche, an welchen gar keine Verschiebung der beiderseitigen Gesteinsmassen gegeneinander erfolgt ist, wie sie gerade für den SO-Teil der Rax auch schon behauptet wurden, kann man vom Standpunkt der Tektonik aus ruhig zur Tagesordnung übergehen.

die Werfener Aufwölbung von Hinter-Naßwald gegen NO abschneidet. Gegen NW nimmt er noch zu; hier reichen die Werfener des SW-Flügels östlich der Kudlmauer bis gegen 1000 m hinauf, während im NO-Flügel Wettersteindolomit bis zur Talsohle hinabgeht (unter 700 m). Auf dem Kamm ist darüber, infolge der Absenkung, die Rauchkogeldeckscholle gegen 400 m mächtig erhalten; die Gesamtsprunghöhe mag hier an 500 m ausmachen.

Literatur.

1. Das Gesamtgebiet der Raxkarte selbst betreffend.

Ampferer O., 1916. Vorläufiger Bericht über neue Untersuchungen der exotischen Gerölle und der Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Sitzungsber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, 125, S. 217.

Ampferer O., 1918. Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 96, S. 1.

Bädecker D., 1922. Zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. Geogr. Jahresh. aus Österreich, 12, S. 5.

Bittner A., 1882. Die geologischen Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich und der weiteren Umgebung.

Bittner A., 1890. Aus dem Gebiete des Hochschwab und der nördlich angrenzenden Gebirgsketten. Verh. G. R. A., S. 299.

Bittner A., 1891. Triasbrachiopoden von der Raxalpe und vom Wildangergebirge bei Hall in Tirol. Verh. G. R. A., S. 55.

Bittner A., 1892. Brachiopoden der alpinen Trias. Nachtrag I, Abh. G. R. A., 17/2.

Bittner A., 1893 (a). Aus den Umgebungen von Naßwald und von Rohr im Gebirge. Verh. G. R. A., S. 295.

Bittner A. 1893 (b). Aus dem Schwarza- und Hallbachtale. Verh. G. R. A., S. 320.

Böhm A. v., 1900. Die alten Gletscher der Mur und Mürz. Abh. Geogr. Ges. Wien, 2, S. 91.

Brückner E. 1923. Alte Züge im Landschaftsbild der Ostalpen. Zeitschr. Ges. f. Erdk., N. S. 23., S. 95.

Cornelius H. P., 1933 (1). Aufnahmeberichte über Blatt Mürzzuschlag. Verh. G. B. A., S. 32 und 42.

Cornelius H. P., 1933 (2). Die eiszeitliche Vergletscherung im Semmeringgebiet. Zeitschr. f. Gletscherk., 21, S. 197.

Cornelius H. P., 1934. Aufnahmebericht über Blatt Mürzzuschlag. Verh. G. B. A., S. 40.

Cornelius H. P. 1935 (a). Aufnahmebericht über Blatt Mürzzuschlag. Verh. G. B. A., S. 42.

Cornelius H. P., 1936 (a). Erläuterungen zur Geologischen Karte des Raxgebietes 1:25.000. Herausg. v. d. G. B. A.

Cornelius H. P., 1936 (b). Eruptivgesteine in den Werfener Schichten der steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen. Verh. G. B. A., S. 197.

Diener C., 1903. Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Wien und Leipzig (bes. S. 396 f.).

Geyer G. 1889 (1). Vorlage der geologischen Karte der Mürztaler Kalkalpen und des Schneeberges. Verh. G. R. A., S. 56.

Geyer G., 1889 (2). Beiträge zur Geologie der Mürztaler Kalkalpen und des Wiener Schneeberges. Jb. G. R. A., 39, S. 497.

Geyer G., 1903. Exkursion auf den Wiener Schneeberg. IX. Intern. Geologenkongr., Exkursionsführer.

Glaßner M., 1935. Augensteinschotter im Bereich des Semmeringkalks und die geologischen Verhältnisse des Fundgebietes. Verh. G. B. A., S. 167.

Götzinger G., 1918. Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitt. Geograph. Ges. Wien, 56, S. 54.

Götzinger, 1915. Weitere neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochalpenplateaus. Verh. G. B. A., Nr. 14, S. 272.

- Hauer, F. v., 1850. Über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der nordöstlichen Alpen zwischen Wien und Salzburg. Jb. G. R. A., 1, S. 17.
- Hauer, F. v., 1853. Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. Jb. G. R. A., 4, S. 715.
- Heritsch F., 1921. Geologie der Steiermark. Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark, 57 (bes. S. 122).
- Hertle L., 1865. Lilienfeld—Payerbach. Geologische Detailaufnahme in den nordöstlichen Alpen des Erzherzogtums unter der Enns zwischen dem Flußgebiet der Erlauf und Schwarza. Jb. G. R. A., 15, S. 451.
- Karrer F., 1875. Wettersteinkalk im Höllentale. Verh. G. R. A., S. 216.
- Karrer F., 1877. Geologie der Kaiser Franz-Josef-Hochquellenwasserleitung. Abh. G. R. A., 9.
- Kober L., 1909. Über die Tektonik der südlichen Vorlagen des Schneebergs und der Rax. Mitt. Geol. Ges. Wien, 2, S. 492.
- Kober L., 1912 (a). Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Ebendort, 5, S. 368.
- Kober L., 1912 (b). Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. Denkschr. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., 88, S. 345.
- Kober L., 1923. Bau und Entstehung der Alpen. Berlin.
- Kober L., 1926. Geologie der Landschaft um Wien.
- Kober L., 1931. Das alpine Europa. Berlin.
- Krebs N., 1908. Die nördlichen Alpen zwischen Enns, Traisen und Mürz. Geogr. Abh., 8.
- Krebs N., 1913. Länderkunde der österreichischen Alpen (1. Aufl.).
- Krebs N., 1928. Die Ostalpen und das heutige Österreich (2. Aufl. der Länderkunde der österreichischen Alpen).
- Lahn E., 1930. Zum geologischen Bau des Rax- und Schneeealpengebiets. Mitt. Geol. Ges. Wien, 23, S. 1.
- Lahn E., 1933. Der Bau der niederösterreichisch-steirischen Kalkhochalpen (Schneebergalpen). N. Jb. f. Min., B.-Bd. 71, Abt. B, S. 241.
- Lichtenecker N., 1925. Das Bewegungsbild der Ostalpen. Naturwiss., S. 739.
- Lichtenecker N., 1926. Die Rax. Geograph. Jahresber. aus Österreich, 13, S. 150.
- Lichtenecker N., 1928. Bemerkungen zu L. Waagens „Tektonik und Hydrologie der Südostecke des Raxgebirges“ und zu der Besprechung dieser Arbeit durch B. Rinaldini. Verh. G. B. A., Nr. 5, S. 121.
- Mohr H., 1910. Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitt. Geol. Ges. Wien, 3, S. 104.
- Mohr H., 1933. Ein neuer Pflanzenfund im metamorphen Carbon der Ostalpen und seine Stellung im alpinen Bauplan. Centralbl. f. Min., Abt. B, S. 98.
- Morlot, A. v., 1850. Einiges über die geologischen Verhältnisse in der nördlichen Steiermark. Jb. G. R. A., 1, S. 99.
- Penck A. und Brückner E., 1909. Die Alpen im Eiszeitalter (bes. III. Bd., S. 1136).
- Pia, J. v., 1912. Neue Studien über die triadischen *Siphoneae verticillatae*. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns u. d. Orients, 25.
- Pia, J. v., 1920. Die *Siphoneae verticillatae* vom Karbon bis zur Kreide. Abh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 11, Heft 2.
- Pia, J. v., 1925. Die Gliederung der alpinen Mitteltrias auf Grund der Diploporen. Anz. Akad. Wien, Nr. 23.
- Redlich K. A., 1903. Turmalin in Erzlagerstätten. Tschermarks Mitt., 22, S. 502.
- Redlich K. A., 1907. Der Eisensteinbergbau in der Umgebung von Payerbach-Reichenau. Berg- u. Hüttenmänn. Jb.
- Redlich K. A., 1908. Die Erzlagerstätten von Dobschau und ihre Beziehungen zu den gleichartigen Vorkommen der Ostalpen. Zeitschr. f. prakt. Geol., 16/7.
- Redlich K. A., 1931. Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. Beiträge zur Geschichte des österreichischen Eisenwesens, I, Wien-Berlin-Düsseldorf (bes. S. 56 f., S. 64 f.).
- Redlich K. A. und Stanczak W., 1922. Die Erzvorkommen von Neuberg bis Gollrad. Mitt. Geol. Ges. Wien, 15, S. 169.
- Rinaldini B., 1928. Erwiderung auf Lichteneckers „Bemerkungen usw.“ in Verhandlungen 1928, Nr. 5, S. 132. Verh. G. B. A., Nr. 8, S. 184.

Rotter E., 1907. Bericht über die Exkursion des geographischen Seminars der Universität Wien auf die Raxalpe am 29. Juni 1907. Geogr. Jahresh. aus Österreich, 7, S. 122.

Schmidt A. R., 1870. Über das Vorkommen des Eisensteins auf den Berghauen bei Neuberg in Steiermark. „Bergeist“ (Beilage), Nr. 104, S. 651.

Schmidt A. R., 1880. Struktur der Spateisensteinlagerstätten bei Neuberg. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 28, S. 468.

Sigmund A., 1908. Die Minerale Niederösterreichs. Wien und Leipzig (F. Deuticke).

Sigmund A., 1937. Dasselbe, 2. Aufl. (hier auch weitere Literaturangaben über Mineralvorkommen!).

Sölch J., 1923. Das Semmeringproblem. In: „Zur Geographie des Wiener Beckens“; Festschrift für Franz Heiderich, Wien; S. 15.

Sölch J., 1928. Die Landformung der Steiermark. Verlag d. Naturw. Ver. Steiermark, Graz.

Spengler E., 1927. Fossilien der oberen skythischen Stufe aus dem Schneeberggebiete. Verh. G. B. A., S. 205.

Spengler E., 1928. Über die Länge und Schubweite der Decken in den nördlichen Kalkalpen. Geol. Rdsch., 19, S. 1.

Spengler E., 1931 (a). Aufnahmsbericht über Blatt Schneeberg—St. Ägyd. Verh. G. B. A.

Spengler E., 1931 (b). Die Puchberg-Mariazeller Linie und deren Bedeutung für den Gebirgsbau der östlichen Nordalpen. Jb. G. B. A., 81, S. 487.

Spengler E., 1931 (c). Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Schneeberg—St. Ägyd. Wien.

Staub R., 1924. Der Bau der Alpen. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, n. F., 52 (bes. S. 204).

Stur D., 1864. Über die neogenen Ablagerungen im Gebiete der Mürz und Mur in Ober-Steiermark. Jb. G. R. A., 14, S. 220.

Stur D., 1871. Geologie der Steiermark.

Stur D., 1883. Funde von unterkarbonen Pflanzen der Schatzlarer Schichten am Nordrande der Zentralkette in den nordöstlichen Alpen. Jb. G. R. A., 33, S. 189.

Suess E., 1864. Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt Wien.

Suess F. E., 1928. Grundsätzliches zur Entstehung der Landschaft von Wien. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 81, S. 177.

Toula F., 1876. Ein Beitrag zur Kenntnis des Semmeringgebirges. Verh. G. R. A., S. 334.

Toula F. 1877 (1). Petrefaktenfunde im Wechsel-Semmeringgebiete. Verh. G. R. A., S. 195.

Toula F. 1877 (2). Die Semmeringfahrt. Mit Zugrundelegung der von Prof. G. Tschermak mitgeteilten geologischen Aufzeichnungen. Führer zu den Exkursionen der Deutsch. Geol. Ges., V, S. 185.

Toula F. 1877 (3). Beiträge zur Kenntnis der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen. Verh. G. R. A., S. 240.

Toula F. 1885. Geologische Untersuchungen in der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Semmeringgebietes. Denkschr. Akad. Wien, 50, S. 121.

Toula F., 1903. Führer für die Exkursion auf den Semmering. IX. Intern. Geologen-Kongr., Wien, Exkursionsführer.

Tschebull A., 1889. Über die Vermehrung der Hochquellenwassermenge in Wien. Wochenschr. Österr. Ing.- u. Arch.-Ver., 14, Nr. 12, S. 110.

Tschermak G., 1873. Die Zone der älteren Schiefer am Semmering. Verh. G. R. A., S. 62.

Vacek M., 1886. Über die geologischen Verhältnisse des Flußgebietes der unteren Mürz. Verh. G. R. A., S. 455.

Vacek M., 1888. Über die geologischen Verhältnisse des Semmeringgebietes. Verh. G. R. A., S. 60.

Waagen L., 1926 (1). Tektonik und Hydrologie der Südostecke der Rax. Jb. G. B. A., 76, S. 431.

Waagen L., 1926 (2). Die Färbungs- und Salzungsversuche im Quellgebiet der Ersten Wiener Hochquellenleitung. Verh. G. B. A., S. 195.

Geologische Karten.

Blatt Mürtzzuschlag, 1:75.000, aufgenommen von G. Geyer und M. Vacek im Auftrage der G. R. A., handkoloriert.

Blatt Schneeberg—St. Ägyd, 1:75.000, aufgenommen von E. Spengler und O. Ampferer, G. B. A., Wien 1932.

Blatt Mürtzzuschlag, 1:75.000, aufgenommen von H. P. Cornelius, G. B. A., Wien 1936.

Geologische Karte des Raxgebietes, 1:25.000, aufgenommen von H. P. Cornelius, G. B. A., Wien 1936.

2. Sonstige angeführte Literatur.

Ampferer O., 1924. Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen (1. Fortsetzung). Jb. G. B. A., 74, S. 35.

Ampferer O., 1930. Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales mit einem petrographischen Text von W. Hammer. Jb. G. B. A., 80, S. 103.

Ampferer O., 1932. Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. Wien (G. B. A.).

Bittner A., 1884. Aus den Salzburger Kalkhochgebirgen. Verh. G. R. A., S. 104.

Hahn F. F., 1913. Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitt. Geol. Ges. Wien, 6, S. 238.

Hiebleitner G., 1931. Zur Geologie der erzführenden Grauwackenzone von Radmer bei Hieflau. Jb. G. B. A., 81, S. 49.

Hummel K., 1932. Zur Stratigraphie und Faziesentwicklung der südalpiner Mitteltrias. N. Jb. f. Min., B.-Bd. 68, Abt. B, S. 403.

Leuchs K., 1928. Beiträge zur Lithogenese kalkalpiner Sedimente. N. Jb. f. Min., B.-Bd. 59, Abt. B, S. 357.

Leuchs K., 1932. Feinschichtung, Gleitfaltung, Algenrasen und Trümmerlagen im Wettersteinkalk. Chemie d. Erde, 7, 1932, S. 95.

Machatschek F., 1922. Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien, I/4.

Pia J., 1923. Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernes Meeres bei Saalfelden. Sitzungsber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 132, S. 35.

Pia J., 1930. Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias. Leipzig und Wien.

Sander B., 1921. Zur Geologie der Zentralalpen. Jb. G. B. A., 71, S. 174.

Schaffer F. X., 1934. Verrukano ist kein stratigraphischer Begriff. Centralbl. f. Min., Abt. B., S. 56.

Schwinner R. 1929. Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. Geol. Rundschau, 20, S. 211.

Spengler E., 1920. Zur Stratigraphie und Tektonik der Hochschwabgruppe. Verh. G. B. A., S. 49.

Spengler E., 1918. Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. Mitt. Geol. Ges. Wien, 11, S. 1.

Spengler E., 1925. Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassingalpen, II. Jb. G. B. A., 75, S. 273.

Spengler E., 1926 (a). Über die Tektonik der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe. Verh. G. B. A., S. 127.

Spengler E., 1926 (b). Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes und deren Beziehungen zur Morphologie. 2, Geomorph., 2, S. 21.

Spitz A. und Dyhrenfurth G., 1916. Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Seans und dem Stilfserjoch. Beitr. z. geol. Karte Schweiz, n. F., 44.

Trauth F., 1916. Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, 9, S. 77.

Winkler A., 1928. Über Studien in den inneralpineren Tertiäralagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. Sitzungsber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 137, S. 183.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [87](#)

Autor(en)/Author(s): Cornelius Hans Peter

Artikel/Article: [Schichtfolge und Tektonik der Kalkalpen im Gebiete der Rax 133-194](#)