

# Geologische Untersuchungen in der Salmgruppe (Oberdonau).

Von † Julius v. Pia, Wien.

Mit 9 Figuren im Text und Tafel I bis VII.

## Inhaltsübersicht.

	Seite
<b>A. Einleitung</b> . . . . .	7
<i>a)</i> Allgemeine Vorbemerkungen . . . . .	7
<i>b)</i> Zur Topographie der Salmgruppe . . . . .	10
<i>c)</i> Die Grundzüge der Geologie der Salmgruppe . . . . .	12
1. Schichtfolge . . . . .	12
2. Tektonik . . . . .	14
<b>B. Örtliche Beschreibung</b> . . . . .	15
<i>a)</i> Der Scharnsteinberg . . . . .	15
<i>b)</i> Die Hohe Mauer . . . . .	19
<i>c)</i> Der Schütterberg . . . . .	23
<i>d)</i> Der Windhagkogel . . . . .	25
<i>e)</i> Der Beilstein . . . . .	31
<i>f)</i> Die Jansenmauer . . . . .	34
<i>g)</i> Der Enzenbachgraben . . . . .	36
<i>h)</i> Der Tießenbachgraben . . . . .	37
<i>i)</i> Der Bräuberg . . . . .	38
<i>k)</i> Der Bräugraben (Steinkirchnergraben) und der Hutkogel . . . . .	43
<i>l)</i> Der Hochsalm . . . . .	46
<i>m)</i> Der Wolfswiesenkogel . . . . .	53
<i>n)</i> Der Janslkogel . . . . .	58
<i>o)</i> Der Wassergraben . . . . .	60
<i>p)</i> Der Gamsenbrand . . . . .	61
<i>q)</i> Der untere Hollerbachgraben und seine nördlichen Nebengräben . . . . .	63
<i>r)</i> Der Gamsberg . . . . .	69
<i>s)</i> Der obere Hollerbachgraben . . . . .	75
<i>t)</i> Der Stoßberg . . . . .	76
<i>u)</i> Das Gebiet zwischen Weißenbach und oberem Hollerbach . . . . .	77
<i>v)</i> Stoßbach, Schwarzenbach und Weißenbach . . . . .	81
<i>w)</i> Der Speikkogel . . . . .	83
<i>x)</i> Der Gaisstein . . . . .	86
<b>C. Zusammenfassung</b> . . . . .	92
<b>I. Stratigraphie</b> . . . . .	92
<i>a)</i> Werfener Schichten . . . . .	92
<i>b)</i> Muschelkalk (Gutensteiner und Reiflinger Kalk) . . . . .	92

	Seite
c) Wettersteinkalk . . . . .	93
d) Ramsaudolomit . . . . .	96
e) Lunzer Schichten . . . . .	96
f) Opponitzer Kalk . . . . .	97
g) Hauptdolomit . . . . .	99
h) Plattenkalk und Rhät . . . . .	100
i) Lias . . . . .	103
1. Hierlatzkalke . . . . .	103
2. Hornsteinkalke . . . . .	104
3. Fleckenkalke . . . . .	105
k) Höherer Jura (Dogger und Malm) . . . . .	105
1. Hornsteinkalke, dunkle Schiefer, Fleckenkalke . . . . .	105
2. Dunkelgrauer Krinoidenkalk . . . . .	106
3. Grünauer Marmor . . . . .	106
4. Braunrote Kieselkalke . . . . .	107
5. Rote Knollenkalke . . . . .	107
l) Oberster Jura . . . . .	107
1. Oberalmschichten . . . . .	108
2. Plassenkalk . . . . .	108
m) Neokom . . . . .	108
n) Oberkreide . . . . .	109
1. Die Oberkreide innerhalb der Kalkalpen . . . . .	109
2. Die Flyschzone . . . . .	114
o) Eozän . . . . .	115
p) Quartär . . . . .	115
II. Tektonik . . . . .	116
a) Allgemeines . . . . .	116
b) Überschiebungen . . . . .	117
1. Die Salmüberschiebung . . . . .	117
2. Andere Schubflächen innerhalb der kalkalpinen Salmgruppe . . . . .	119
c) Verkehrte Brüche . . . . .	119
1. Lackergaben . . . . .	119
2. Rauhkogelbruch . . . . .	119
3. Hutkogelbruch . . . . .	120
4. Jansenmüerstörungen . . . . .	121
d) Die übrigen Brüche . . . . .	123
e) Die Faltung . . . . .	126
f) Die Flyschgrenze . . . . .	131
g) Die Oberkreide im Becken von Grünau . . . . .	134
h) Tektonische Beziehungen zur Umgebung . . . . .	135
1. Beziehungen gegen E . . . . .	135
2. Beziehungen gegen W . . . . .	138
3. Beziehungen gegen S (die Frage des Almfensters) . . . . .	140
i) Abschließende Bemerkungen zur Tektonik . . . . .	147
III. Bemerkungen zur Morphologie und Hydrologie . . . . .	150
Schriftennachweis . . . . .	151
Figurenerklärung zu Tafel I bis VII . . . . .	154

## A. Einleitung.

### a) Allgemeine Vorbemerkungen.

Die ältere Geschichte der geologischen Forschungen in unserem Gebiet ist von Geyer (1918, S. 1—2) kurz dargestellt worden. Er erwähnt die Aufnahmen von Cžjžek (in den Fünfzigerjahren), von Mojsisovics (1883—1886) und seine eigenen (1908—1910). Unter den neueren Arbeiten, die sich mit einzelnen Sonderfragen der Geologie der Salmgruppe befassen, sind die wichtigsten wohl die von Hahn, Spengler, Brinkmann (siehe Schriftenverzeichnis). Lahner hat dankenswerte Übersichten des geologischen Baues gegeben. Man könnte vermuten, daß das Gebiet durch diese Untersuchungen geologisch gut erforscht ist. Meine Absicht bei den ersten Begehungen war daher nur, die Diploporenfundstellen kennen zu lernen und ausgiebig dort zu sammeln. Bald erwies es sich jedoch, daß die Karte der Geologischen Reichsanstalt selbst in gröberen Zügen von der Wirklichkeit stark abweicht. Man vergleiche etwa den Südhang des Windhagkogels und des Gamsenbrandes, den Gaisstein, den Stoßberg, besonders aber das Gebiet des Rauhkogels und Engelsplans auf jener Karte und auf der der gegenwärtigen Arbeit beigegebenen Skizze. Es ist gewiß ganz ausgeschlossen, daß ein so erfahrener Geologe, wie G. Geyer, sich in einem solchen Maße täuschen konnte. Der Fehler muß in der damals üblichen Art der Untersuchung gelegen haben, bei der eigentlich immer wieder nur Revisionen älterer, ganz unzulänglicher Karten, aber nie gründliche Neuaufnahmen ausgeführt wurden. (Die Angabe auf dem Kartenblatt „Kirchdorf“: „Neu aufgenommen von G. Geyer“, ist offenbar nicht wörtlich zu verstehen. Die Erläuterungen sprechen auf S. 2 nur von einer „letzten Revision“.) Es scheint mir beispielsweise sicher, daß Geyer auf dem Mittagstein, auf den doch ein bezeichneter Weg führt, nicht gewesen ist. Sonst hätte er hier unmöglich Hauptdolomit eintragen können. Auch den Gaisstein hat er offenbar nicht betreten.

Für schädlich halte ich es auch, wenn bei einer Aufnahmearbeit die Karte zu sehr in den Vordergrund gestellt wird, wogegen der Text sich auf gelegentliche Aufnahmeberichte und Erläuterungen beschränkt. Erst wenn man sowohl Karte und Profile zeichnet, als auch den Bau der Gegend mit Worten auszudrücken sucht, wird man gezwungen, sich über ihn eine möglichst klare Vorstellung zu machen.

Die Aufnahmen Geyers sind verschiedenen wichtigen theoretischen Überlegungen zugrunde gelegt worden, wie der Frage des Verlaufes des Tirolischen Bogens und des Vorhandenseins eines „Almfensters“. Es ist klar, daß diesen Erörterungen unter den gegebenen Umständen die Grund-

lage fehlte. Ich bezweifle nicht, daß die neuesten Blätter der Geologischen Bundesanstalt bzw. Reichsstelle für Bodenforschung unvergleichlich genauer gearbeitet sind. Für einen sehr beträchtlichen Teil der Alpen sind wir aber offenbar immer noch auf Karten von der ungefähren Beschaffenheit des Blattes „Kirchdorf“ angewiesen. Man wird sich nicht darüber täuschen dürfen, daß auf ihnen aufbauende geologische Synthesen einen ziemlich zweifelhaften Wert haben. Wir werden ja in einem späteren Abschnitt sehen, daß beispielsweise die tektonische Stellung des Traunsteins wahrscheinlich eine ganz andere ist, als man sich bisher vorstellte. Diese Erkenntnis der Grenzen unseres derzeitigen Wissens scheint mir nicht das unwichtigste Ergebnis meiner Untersuchung zu sein.

In der ganzen Geschichte der Wissenschaft eilt die theoretische Fragestellung den wirklichen Kenntnissen immer wesentlich voraus — begreiflicherweise, weil die Einzeluntersuchung ja erst aus den theoretischen Fragen ihr Interesse erhält. Als Darwin den Abstammungsgedanken zum Sieg führte, hatte man sowohl auf dem Gebiet der Paläontologie als auf dem der Vererbungslehre fast verschwindende Kenntnisse. Die Einzelbeobachtung kommt eben erst in Schwung, wenn sie durch überraschende und umstrittene allgemeine Gedanken angeregt wird. Dadurch entsteht freilich die Gefahr, daß die Beobachter sich von vorneherein darauf einstellen, nur bestimmten Fragen nachzugehen und diese durch angeblich entscheidende Befunde zu klären. Ich fürchte, für dieses Verfahren ist der menschliche Geist auch in seinen besten Vertretern nicht weitblickend und durchdringend genug. Wer wüßte nicht aus seiner eigenen Erfahrung, wie oft eine scheinbar eindeutige Beobachtung ihren Sinn mit dem Fortschreiten der Aufnahme vollständig ändert. Darwin schildert in seiner Autobiographie anschaulich, wie er seine Untersuchungen über Abstammungslehre damit begann, daß er jahrelang alle erreichbaren Tatsachen zusammentrug, von denen ihm schien, daß sie irgend etwas mit dieser Frage zu tun haben könnten. Darwin war ohne Zweifel ein unübertroffener Meister der naturwissenschaftlichen Methode. In der Geologie geschieht dieses Sammeln von Tatsachen am besten durch die geologische Kartenaufnahme.

Wenn wir im Verständnis des Baues der Alpen weiterkommen wollen, müssen wir also kartieren, fleißig kartieren. Das ist ja auch keine lästige oder undankbare Arbeit. Abgesehen davon, daß es einen wie kaum eine andere in die innigste Berührung mit der Natur bringt, muß man dabei sehr viel denken. Man muß sich geradezu bei jedem Strich, den man auf der Karte zeichnet, etwas denken. Jede Gesteinsgrenze kann nur der Ausstrich einer ganz bestimmt gelagerten Schicht- oder Störungsfläche sein. Unter dem Gesteinsverlauf, wie er auf Blatt „Kirchdorf“ etwa am Westende

des Kremsmauerzuges oder auf der Westseite des Windhagkogels erscheint, kann sich gewiß niemand etwas vorstellen, besonders wenn man die Morphologie mitberücksichtigt. Der bekannte Satz: „Haud quaquam mente, sed malleo pedibusque“ ist meiner Meinung nach ein Hohn auf die edle Tätigkeit des Aufnahmegeologen, wenn man nur Denken nicht mit Spekulieren verwechselt. Dessen erstes Bestreben ist ja nicht, eine topographische Karte mit Farben zu bemalen, sondern von der Beschaffenheit und räumlichen Anordnung aller Gesteine seines Gebietes ein genaues, anschauliches Bild zu gewinnen. (Die Anfertigung der Karte ist dazu nur ein sehr nützliches Hilfsmittel.) Dann ist er berufen, zu entscheiden, welche theoretischen Vorstellungen zu diesem Bild passen und welche nicht. (In ganz entsprechender Weise muß man eine Kalkalge zuerst auf Grund der Dünn-  
schliffe im Geist räumlich rekonstruieren, bevor man sie systematisch bestimmen kann.)

Leider muß ich diese Ausführungen mit dem Bekenntnis schließen, daß meine eigenen Untersuchungen in der Salmgruppe meinen grundsätzlichen Forderungen keineswegs ganz gerecht werden. Seit dem Jahre 1926 habe ich einzelne geologische Begehungen in diesem Gebiet ausgeführt, nicht immer unter sehr günstigen Verhältnissen, da im Frühjahr noch Schnee lag. Im ganzen waren es, ohne die Vergleichswanderungen in die Umgebung, 51 Exkursionen. Aus verschiedenen äußeren Gründen konnte ich aber nie einen ganzen Sommer auf diese Arbeiten verwenden. Das wird sich auch in Zukunft nicht bessern. Wollte ich mit der Veröffentlichung warten, bis ich eine allen meinen Forderungen entsprechende Karte geschaffen hätte, so würde diese fast sicher nie erscheinen. Da ich der Meinung bin, daß meine bisherigen Ergebnisse immerhin einen gewissen Fortschritt bringen und da meine Begehungen sich jetzt mit einer annähernd gleichmäßigen, wenn auch noch unzulänglichen Dichte über das ganze Gebiet erstrecken, lege ich meine Arbeit den Fachgenossen vor, nicht als eine fertige Neuaufnahme, sondern als einen Hinweis darauf, wie notwendig eine solche Neuaufnahme in einem großen Teil der nördlichen Kalkalpen ist.

Ursprünglich sollte die gegenwärtige Schrift auch ein algologisches Kapitel enthalten. Es erwies sich aber als zweckmäßig, dieses getrennt zu veröffentlichen. Die Arbeit ist schon ziemlich weit gediehen und ich hoffe, sie bald nachfolgen zu lassen.

Die Akademie der Wissenschaften in Wien hat mir die verhältnismäßige Abrundung meiner Aufnahme dadurch erleichtert, daß sie einen ursprünglich für eine andere Arbeit bestimmten Betrag für diesen Zweck freigab. Der Deutsche Alpenverein hat wieder einen Teil der Kosten für

die Ausstattung meines Berichtes übernommen. Der Besitzer des größten Teiles des von mir untersuchten Gebietes, Johann Freiherr v. Herring-Frankendorf, hat mir das Betreten seiner Reviere in sehr freundlicher Weise gestattet und erleichtert, obwohl ich meine Begehungen gelegentlich bis in die Zeit der Hirschbrunft ausdehnte. Die Freunde, Fachgenossen und Schüler, die mich auf Wanderungen begleitet haben und mir wertvolle Hilfe gewährten, kann ich hier nicht alle erwähnen. Ich nenne aber Ing. Bruno Weinmeister, einen genauen Kenner der Gegend, der mir bei dieser und anderen Gelegenheiten ein besonders lieber Gefährte war. Ihnen allen sage ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank.

### b) Zur Topographie der Salmgruppe.

Das untersuchte Gebiet bildet einen Teil des Berglandes, das man seit A. Böhm (1887, S. 436; auch Gerbers 1901, S. 2) als die Grünauer Voralpen zu bezeichnen pflegt. Durch das Almtal werden sie in die Traunsteingruppe und die Kasberggruppe im weiteren Sinn zerlegt. Von dieser trennt Machatschek (1922, S. 30) längs des Talzuges Grünaubach—Schindlbach—Wasserboden—Steyrling die Kremsmauergruppe ab. Wenn man sie noch weiter unterteilen will, kann man von der Tatsache ausgehen, daß sich in ihr drei selbständige Berge über 1400 m erheben, die Kremsmauer (1599 m), der Hochedl (1426 m) und der Hochsalm (1403 m). Zur Hochedlgruppe rechne ich auch den Gaisstein, obwohl er ja durch den nur 972 m hohen Rauschersattel sehr deutlich abgegliedert ist. Die Hochedlgruppe ist sowohl geographisch als geologisch von den nördlicheren Bergen gut zu unterscheiden. Dagegen gehen Kremsmauerzug und Salmgruppe unmerklich ineinander über. Zur einigermaßen willkürlichen Abgrenzung benütze ich den Umstand, daß der Kamm Rauhkogel—Kremsmauer sich nur an einer Stelle unter 1200 m senkt, nämlich zwischen P. 1238 des Gamsberges und P. 1231 des Pfannsteins. Die Salmgruppe ist nach dieser Festlegung durch folgende Täler zu umreißen: Alm—Grünaubach—Stoßbach—Weissenbach—Lackergraben—Steinbach bis zur Mündung in die Alm. Sie hat einen etwa dreieckigen Umriß und umfaßt im N auch ein kleines Stück der Sandsteinzone, nämlich den Rauschenberg, auch Feldberg oder Hahnberg (fälschlich „Hamborg“) genannt. Diesen Teil habe ich aber nicht untersucht.

Wie stets, wenn man in den nördlichen Kalkalpen auf die Meßtischblätter 1 : 25.000 angewiesen ist, ergaben sich bei der Eintragung der geologischen Beobachtungen manchmal ziemliche Schwierigkeiten. Der Lippensattel ist im Gegensatz zur Darstellung auf den Karten eine sehr deutliche

Eintiefung, die wesentlich tiefer als 1100 *m* liegt (nach meiner Messung etwa 1040 *m*). Der Steched-Saukogel befindet sich nicht dort, wo das Meßtischblatt den Namen „Stachlige Sau“ aufweist, sondern ist ein untergeordneter Gipfel auf dem Kamm Windhagkogel—Hochsalm. Nach meiner Barometermessung dürfte er etwa 1290 *m* hoch sein. Vom Windhagkogel ist er durch eine geringe Einsattlung, die Steched-Saukogel-Lucken (ungefähr 1275 *m*), getrennt, vom Hochsalm durch den Grabersattel (etwa 1180 *m*). Der Beilstein kehrt gegen den Windhagkogel eine recht auffallende Wand, das Dürreck (ungefähr 1150 *m*). Das kommt auf dem Meßtischblatt gar nicht zum Ausdruck. Der Wolfswiesenkogel entsendet gegen SE, zur Zimmertbrunn-Wiese, einen durch die Salmüberschiebung bedingten, felsigen Kamm. Der Unterlauf des Schachingergrabens liegt viel weiter östlich, als auf dem Meßtischblatt angegeben. Auch die Anordnung der Gräben auf der NW-Seite des Gaissteins mußte berichtigt werden.

Manche Koten sind auf dem Meßtischblatt offenbar verschrieben. Der Punkt 989 nordwestlich des Hochsalm-Gipfels muß nach den Höhenlinien wohl 889 heißen, der Punkt 877 im Lackergraben 677, P. 824 nächst der Kieshütte am Schindlbach 842. Auch die Kote 687 auf der linken Seite des Tießenbaches ist offenbar falsch, denn sie liegt über der 700 *m*-Linie. Da ich nicht ermittelt konnte, wie sie richtig heißt, mußte ich sie weglassen. Die anderen aufgezählten Fehler — und verschiedene kleinere — habe ich auf Tafel VII richtiggestellt, so gut das ohne genauere topographische Arbeiten möglich war.

Ich mußte darauf verzichten, die Wege auf meiner Skizze einzuzeichnen. Vorwiegend handelt es sich um Jagdsteige, die auf keiner der veröffentlichten Karten ersichtlich sind und die der Geologe immer nur stückweise kennen lernt. Die Markierungen sind auf den verschiedenen „Wanderkarten“, die mir zur Verfügung standen, sehr wenig genau dargestellt. Ich habe dagegen versucht, die meisten Jagdhütten und Holzknechtstuben in meine Skizze aufzunehmen, da sie beim Zurechtfinden im Gelände wichtige Anhaltspunkte liefern können. Ob die mit Barometer und Geologenkompaß ermittelte Lage immer ganz richtig ist, kann ich allerdings nicht versprechen.

Um die Beschreibung zu erleichtern, habe ich in meine Skizze eine größere Anzahl von Namen neu aufgenommen. Für Auskünfte darüber bin ich meinem Freund Bruno Weinmeister, dem Oberlehrer Pauer in Steinbach, den Förstern Wischenbart und Löberbauer, dem Jäger Peterlehner und manchen anderen zu aufrichtigem Dank verpflichtet. In einigen Fällen habe ich die auf dem Meßtischblatt angegebenen Namen durch bessere ersetzt, besonders dann, wenn dadurch die Möglichkeit eines

Mißverständnisses behoben wurde (z. B. nördlicher Loskogel = Gamsenbrand, Hotterberg = Gamsberg). In anderen Fällen habe ich beide Namen in die Karte aufgenommen.

### c) Die Grundzüge der Geologie der Salmgruppe.

Um das Verständnis der unten folgenden örtlichen Beschreibungen zu erleichtern, scheint es notwendig, hier die vertretenen Gesteine und die wichtigsten tektonischen Linien anzuführen. Eine genauere zusammenfassende Erörterung folgt in einem späteren Abschnitt.

#### 1. Schichtfolge.

Die tiefere Trias, Werfener Schichten, Haselgebirge, Gutensteiner Kalk und Reiflinger Kalk, nehmen in der Salmgruppe nur eine sehr geringe Fläche ein, wenn ihr Auftreten auch tektonisch wichtig ist.

Der Wettersteinkalk vertritt in der Regel das ganze Ladin. Ramsau-dolomit ist wenig oder gar nicht entwickelt. Die Lunzer Schichten zeigen interessante Anklänge an die Nordtiroler *Cardita*-Schichten. Der stellenweise ziemlich mächtige Opponitzer Kalk ist teils vom Muschelkalk, teils vom Dachsteinkalk nicht leicht zu unterscheiden. In seinen Hangenden tritt oft ein bituminöser Dolomit auf, den ich als den Abschluß der kar-nischen Hauptstufe betrachte. Es folgt der oft sehr helle Hauptdolomit. Den Plattenkalk habe ich auf der Karte mit dem Rhät zusammengezogen. Dieses besteht aus Kössener Schichten und oberem Korallenkalk.

Auf eine genaue Gliederung des Jura mußte ich verzichten. Die tektonischen Schichtausfälle sind in dem Gebiet so stark, daß man kaum irgendwo ein zusammenhängendes Profil finden kann. Geyers Karte mit ihren regelmäßig hinziehenden Bändern der verschiedenen Juragesteine gibt auch in dieser Hinsicht ein unrichtiges Bild. Die wichtigsten Gesteine des Lias sind Krinoidenkalke und graue Hornsteinkalke, die einander seitlich vertreten. Im höheren Jura herrschen rote Knollenkalke und rote Hornsteinkalke. Zu jenen gehört der Grünauer Marmor, der nach Geyer den

---

Fig. 1. Die Salmgruppe aus NW. vom Hackelsberg, nächst dem Schöberlbauern. Vgl. Taf. I, Fig. 1. Mittlerer Maßstab etwa 1 : 32.000. D = Dachsteinkalk und Kössener Schichten, F = Flysch, H = Hauptdolomit, J = Jura und Unterkreide, L = Lunzer Schichten, O = Opponitzer Schichten, W = Wettersteinkalk, waagrechte Schraffen = Windhagdecke. Am Fuße des Scharnsteinberges ist die Darstellung sehr vereinfacht.

Fig. 2. Die Salmgruppe aus NNE, vom Pernecker Kogel. Vgl. Taf. II, Fig. 5. Mittlerer Maßstab etwa 1 : 47.000. Buchstaben wie in Fig. 1.

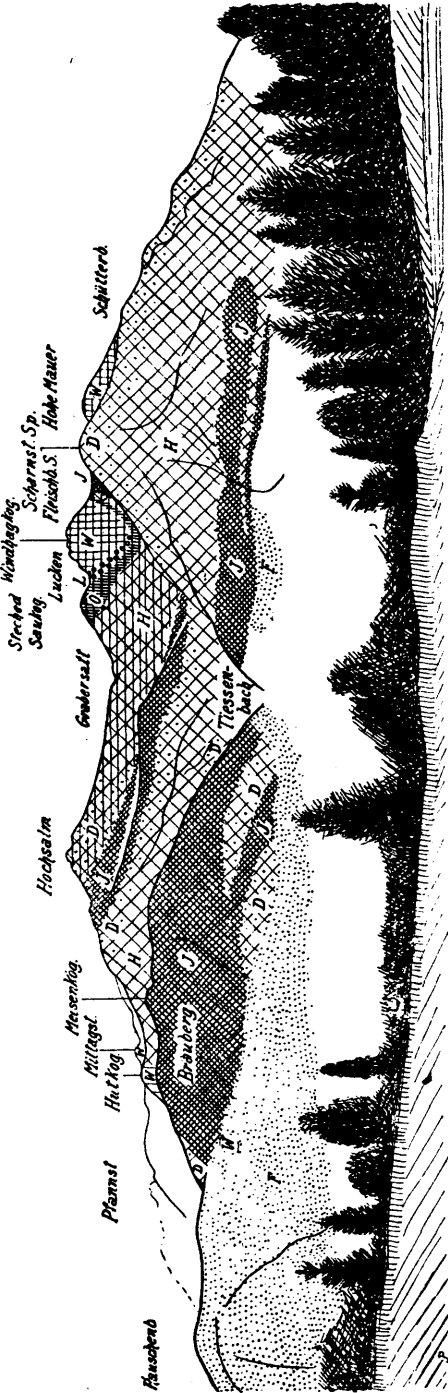


Fig. 1.

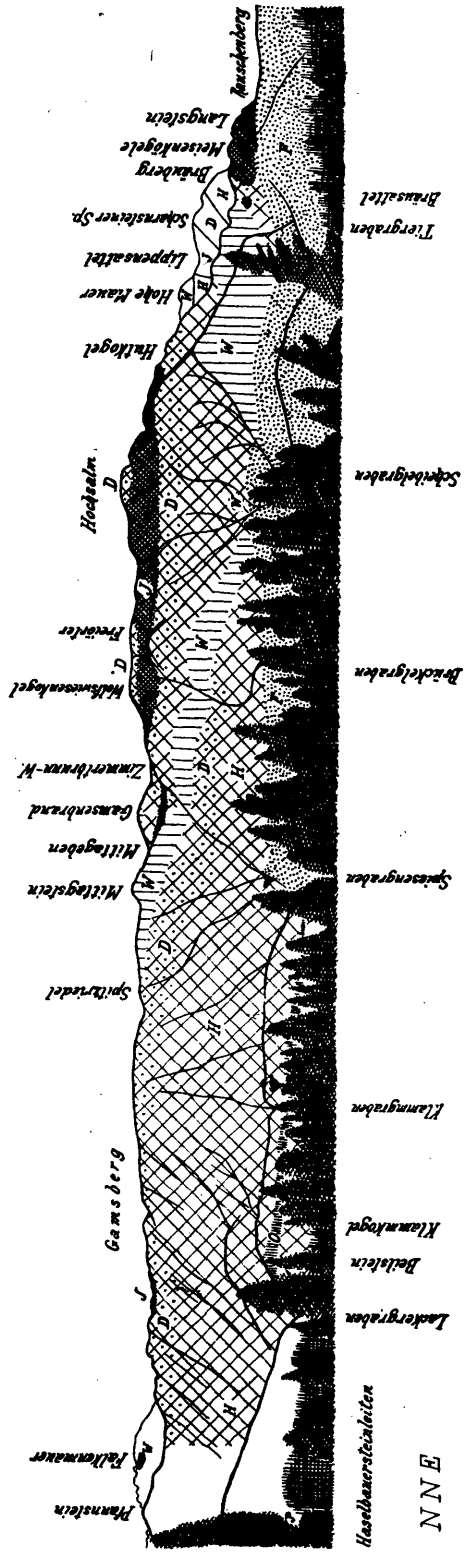


Fig. 2.

NNE

Klauskalken entspricht. Die hellgrauen, porzellanartigen, dichten Kalke mit Hornsteinen, die die roten Kalke und Hornsteine des Jura überlagern, habe ich wegen ihrer beträchtlichen Mächtigkeit getrennt ausgeschieden. Nach langem Schwanken habe ich sie als Oberalmschichten in den obersten Jura gestellt, da sie dem entsprechenden Schichtglied in der Osterhorngruppe ungemein gleichen. Helle Plassenkalke sind ihnen vielfach eingelagert. Geyer hatte sie offenbar als Neokom angesehen. Ich habe dagegen nur die in Hangenden folgenden mehr sandig-schiefrigen Gesteine als Unterkreide ausgeschieden.

Mit der Oberkreide und dem Quartär habe ich mich nicht näher beschäftigt. Ich habe sie deshalb auf der Karte auch nicht gegliedert.

Eine eigentümliche Schwierigkeit der Stratigraphie der Salmgruppe liegt in dem wiederholten Auftreten sehr weitgehender sogenannter Faziesrekurrenzen. Das hat bei den früheren Aufnahmen zu verschiedenen Verwechslungen geführt. Wettersteinkalk wurde als Dachsteinkalk ausgeschieden und umgekehrt, Opponitzer Kalk als Muschelkalk, Dachsteinkalk als Opponitzer Kalk, Plassenkalk als Dachsteinkalk. Die Oberkreide ist von den Werfener Schichten und besonders vom Lunzer Sandstein oft schwer zu unterscheiden. Bei den Sandsteinen dürften diese Schwierigkeiten noch nicht ganz überwunden sein.

## 2. Tektonik.

Die Flyschgrenze scheint trotz mancher Eigentümlichkeiten eine bedeutende Überschiebung zu sein.

Im NW des kalkalpinen Salmgebietes treten in tiefer Lage Jura- und Kreidgesteine auf. Daran schließt südlich der Sattel des Scharnsteinberges und weiterhin die stark zusammengequetschte Salmmulde, von der nur der Nordflügel zu sehen ist. Auf sie legt sich schließlich der inverse Schenkel der Windhagdecke. Die Störung zwischen beiden nenne ich die Salmüberschiebung.

Von den Brüchen zähle ich hier nur die wichtigsten auf:

Der Klammkogelbruch bei Steinbach hat einen eigentümlich bogenförmigen Verlauf.

Die etwa nord-südlichen Spiesenbrüche verschieben den Klammkogelbruch und auch die Flyschgrenze.

Der Rauhkogelbruch beginnt an der Flyschgrenze nordöstlich des Hochsalm und setzt sich nach ESE bis über den Rand meiner Karte fort.

Der Bräugrabenbruch verläuft über die tieferen nördlichen Hangteile des Scharnsteinberges und des Hochsalm.

Der Hutkogelbruch löst sich vom Bräugrabenbruch los, verläuft über den Hutkogel und die Mittageben und erlischt im Gebiet des oberen Hollerbaches.

Der nord-südliche Gamsenbrandbruch durchschneidet den Osthang dieses Berges.

Die Falkenmauer wird im N von einem Bruch begrenzt, der in mein Aufnahmegebiet hineinreicht.

Die Jansenmäuerstörungen folgen dem nördlichen Hang des Tales von Grünau. Dann spielen sie im Gaisstein eine wichtige Rolle.

Über den Rauschersattel muß eine wichtige Störung verlaufen, deren Natur noch nicht recht aufgeklärt ist.

Im einzelnen ist die Schichtlage durch viele kleine Aufpressungen und Schuppungen ungemein gestört. In dem schlecht aufgeschlossenen Gelände war es nicht möglich, diese Dinge gleichmäßig zu verfolgen. Ich mußte mich auf einzelne besser sichtbare Beispiele beschränken.

Die vielen Kleinfaltungen (vgl. S. 117) bringen es auch mit sich, daß einzelne Messungen von Schichtfallen für das Verständnis tektonischer Zusammenhänge nicht ausschlaggebend sein müssen. Wohl aber war es wieder möglich, die gefundenen Fallzeichen zu Diagrammen zusammenzustellen, worauf ich zurückkomme.

## B. Örtliche Beschreibung.

### a) Der Scharnsteinberg.

Im unteren Teil des Tießenbaches gehören die nördlichsten aufgeschlossenen Gesteine dem Rhät an. Jura konnte ich am Fahrweg nicht finden. Das erste anstehende Gestein, wenn man von N kommt, gerade dort, wo die Straße ziemlich genau unter der Ruine Scharnstein in den Wald eintritt, ist Dachsteinkalk. Er fällt hier N 30° E mit 32° Neigung, ganz kurz danach flach talauswärts. Wenige Schritte oberhalb der nun folgenden Brücke ist auf der rechten Seite (gegenüber der Straße) anstehender heller Kalk mit Korallenstöcken zu sehen, der vermutlich das obere Rhät vertritt. Etwa 50 m südöstlich der Abzweigung des bezeichneten Weges zur Ruine stehen am Fahrweg Kössener Schichten an, schwarze, weiche Schiefer und graue, plattige Knollenkalke. Manche Bänke sind ganz mit Gervillien und anderen Bivalven bedeckt. Die Schichten sind sehr verbogen; eine vorherrschende Fallrichtung war nicht zu erkennen. Vielleicht wieder 50 m weiter im SE fließt der Bach über feste, gebankte Kalke. Sie gehen bachaufwärts in der gewöhnlichen Weise, durch Kalke mit gitter-

förmigen Furchen auf den verwitterten Oberflächen, rasch, aber ohne scharfe Grenze in Hauptdolomit über. Es scheint im untersten Tießenbach also ursprünglich eine Schichtfolge Hauptdolomit—Plattenkalk—Kössener Schichten—oberer Rhätkalk vorhanden gewesen zu sein, die jetzt freilich durch sehr viele kleine, nicht genau verfolgbare Störungen zerstückelt ist. Auf der rechten Bachseite sieht man oberhalb der zuletzt genannten Aufschlüsse von Dachsteinkalk größere Hauptdolomitwandeln. Hier muß also eine Störung vorhanden sein. Vermutlich hängt sie mit dem Fehlen des Rhäts auf der Südseite des Langstein zusammen (S. 123). In dem vom Scharnsteinberg kommenden linken Seitengraben des Tießenbaches fällt der Hauptdolomit N 20° E, im untersten Teil steil, etwas weiter oben, gerade südlich der Ruine, mit nur 30° Neigung.

Südlich P. 558 besteht der Fuß des Scharnsteinberges wieder aus Dachsteinkalk. Es rührt das von dem Durchziehen des Bräugrabenbruches her. Der Kalk fällt 31° NNW und wird im S von Hauptdolomit unterlagert. Geyer scheint hier einen kleinen Aufbruch von Opponitzer Kalk angenommen zu haben (Blatt Kirchdorf). Ich kann mich dem nicht anschließen.

Bei der Ruine Scharnstein fehlt das Rhät, wohl infolge tektonischer Ausquetschung. Am Weg von S längs des Waldrandes bis zur Ruine ist nur Hauptdolomit zu sehen. Sobald man aber die Mauern gegen N verläßt, steht gerade unter ihnen ein grauer, kieseligler Krinoidenkalk, offenbar Lias, an. Nun wendet sich der Weg am Waldrand gegen W. Man trifft lose Stücke sehr harter, splittiger, grauer Fleckenmergel, dann hellgraue, dichte Mergelkalke der Oberalmschichten.

Der Kamm, der von der Ruine nach SW verläuft, folgt zunächst ziemlich genau der Grenze zwischen Lias und Hauptdolomit. Etwa 40 m über der Ruine kommt man zu einem sehr auffallenden, langen Harnisch, der einen Überhang bedeckt. Er fällt 54° W, ist aber keine wichtige tektonische Grenze, da auf seinen beiden Seiten Hierlatzkalke anstehen. Den Felsen über dem Harnisch krönt der oberste Turm der Ruine, den ich auf der Kartenskizze einzutragen versucht habe. Gleich darnach trifft man beim weiteren Aufstieg graue, etwas kristalline oberrhinische Kalke. Etwa 100 m über der Ruine bekommen sie stark gegitterte Oberflächen und kurz darauf ist man im Hauptdolomit.

Auf der Nordseite der oberen Turmruine sind größere Hierlatzkalkwandeln vorhanden.

Das nächste Profil habe ich etwa in der Mitte zwischen dem Hauptbau der Ruine und dem kleinen Graben nordnordöstlich P. 801 (Hochturm) untersucht. Die wichtigsten Feststellungen waren hier folgende:

Zu unterst, nächst dem Karrenweg, weisen die losen Stücke auf anstehende Oberalmschichten hin.

Etwa 65 *m* über dem Weg kommt man zu den ersten Wandeln. Sie bestehen aus Krinoidenkalken und sehr hellen Kalken, jedenfalls durchwegs Lias. Das Einfallen scheint 45° NE zu sein.

85 *m* über dem Weg graue Kalke, vielleicht Dachsteinkalk.

100 *m* über dem Weg ein vorspringender Felskopf, scheinbar stark verwitterter Hierlatzkalk. Einfallen 41° NNW.

Weiter bin ich hier nicht emporgestiegen.

Den besten Einblick in den verwickelten Bau des Nordfußes des Scharnsteinberges bietet der kleine Graben nordnordöstlich P. 801 (der auf dem Meßtischblatt wohl etwas zu weit im E eingetragen ist).

Das unterste hier aufgeschlossene Gestein, gerade oberhalb der Hauptkehre des Karrenweges zur Ruine, sind etwa 3—4 *m* starke gequetschte, feste, graue Kieselkalke.

Südlich davon folgt sofort Hauptdolomit. Sein Einfallen maß ich auf zwei verschiedenen Exkursionen mit 63° N und 72° N.

30—35 *m* über den Kieselkalken erscheinen unvermittelt Neokomgesteine, helle Mergelkalke und graue Fleckenmergel. Einfallen 40° SE.

40 *m* über den Kieselkalken wird das Neokom deutlich von einer dünnen, stark gequetschten Hauptdolomitscholle überschoben.

50 *m* über den Kieselkalken scheint wieder eine in den Berg hineinfallende Störungsfläche vorhanden zu sein.

Nun erhebt sich, 60 *m* über den Kieselkalken, im Graben eine größere Wand (die durch ein großes aufgemaltes Hakenkreuz kenntlich war). Sie besteht aus Hierlatz-Krinoidenkalken, die ziemlich deutlich talauswärts fallen. An ihrem Fuß sind kleine Aufschlüsse grauer, wohl rhätischer Kalke. Man sieht aber nirgends normale Kontakte, sondern nur Störungsflächen.

Etwas westlich des Grabens folgen weiter oben bald Felsen von grauem Dachsteinkalk und dann von Hauptdolomit.

Etwa 100 *m* nördlich unterhalb P. 801 ist eine Felsmasse von hellem Krinoidenkalk dem Hang deutlich mit talwärtigem Einfallen aufgeklebt. Gleich südlich von ihr steht Hauptdolomit an, der bis auf die genannte Kote anhält.

Der tiefere Teil des Hanges unterhalb des Hochturms ist leider nicht so gut aufgeschlossen, daß man die einzelnen Schollen, die in dem Graben zu sehen waren, weiter nach W verfolgen könnte. Der Fuß der Hierlatzkalkwand liegt nordwestlich der Kote in etwa 670 *m* Höhe. Sie erhebt sich

senkrecht oder hängt sogar über. Am Hang darunter steht stellenweise sicher Hauptdolomit an. Wenn man den losen Stücken trauen darf, ist darin eine Einschaltung von Oberalmschichten vorhanden.

Der Kamm, der von P. 801 nach W führt, ist im oberen Teil ein felsiger Hauptdolomitgrat. Weiter unten gabelt er sich. 100 *m* unter der Kote steht auf dem nördlichen Ast rötlicher Krinoidenkalk an. Sein Einfallen schien mir  $47^{\circ}$  NW zu sein. Unmittelbar östlich davon bildet ein von vielen Harnischen durchsetzter Hauptdolomit noch Felsen. Zwischen beiden Gesteinen sind etwas graue Rhätkalke aufgeschlossen, die auch auf dem südlichen Kamm vorkommen. Der unterste Teil beider Käme, von etwa 600 *m* an, liegt im Hauptdolomit.

Der Nordfuß des Scharnsteinberges besteht nach diesen Beobachtungen also aus einer sehr lückenhaften und stark gestörten obertriadischen, jurassischen und neokomen Gesteinsfolge, die steiler als der Hang gegen N einfällt. Ob darunter noch Flysch ansteht, wie Geyers Karte es angibt, und wie etwa das Verhältnis zu diesem ist, konnte ich nicht ermitteln. Die unregelmäßigen Aufbrüche triadischer Gesteine in der Kreide und im Oberjura sind wohl als zerrissene und übereinander geschobene kleine Falten aufzufassen.

Im S wird diese nordfallende Schichtmasse durch einen Bruch abgeschnitten, der sich auf dem Scharnsteinberg allerdings nur durch mit der Gesteinszertrümmerung zusammenhängende Besonderheiten der Geländeform zu erkennen gibt. Ich nannte ihn nach seiner Fortsetzung den Bräugrabenbruch (vgl. S. 123). Der Hochturm ist vom höheren Teil des Scharnsteinberges durch einen deutlichen Sattel abgesetzt. Ein ähnlicher, sehr auffallender Sattel befindet sich in etwas geringerer Höhe auf dem Grat südwestlich der Ruine. Nördlich beider Sättel stehen kleine, abgegliederte Dolomittürme. Die östliche Fortsetzung der Verbindungslinie dieser beiden Stellen weist gerade auf den tiefsten Teil des Bräusattels. Auf der anderen Seite dürfte das unterste auffallende Dolomitwandel im Kamm gleich östlich der Kothmühle mit derselben Störung zusammenhängen.

Der höhere Teil des Nordhanges des Scharnsteinberges gehört offenbar einem Sattel aus Hauptdolomit an. Ob eine regelmäßige Umbiegung der Schichten erfolgt, habe ich nicht beobachtet. In etwa 1000 *m* Höhe gelangt man nördlich des Scharnsteiner Spitzes aus dem Hauptdolomit allmählich in den Plattenkalk. Er fällt S  $30^{\circ}$  E mit  $23^{\circ}$  Neigung, gehört also schon dem Südflügel des Sattels an. Gleich südlich der Kote 1136 folgen rote Hornsteinkalke, die wohl in den Lias zu stellen sind (vgl. Textfig. 3). Auf der SW-Seite der Kote ist ihre unmittelbare Auflagerung auf den Dachsteinkalk aufgeschlossen. Auf dem Westkamm von P. 1136, gegen

P. 888, liegt der Übergang vom Hauptdolomit in den Dachsteinkalk ungefähr in 930 *m* Höhe. Die Schichten fallen sehr steil ungefähr S.

### b) Die Hohe Mauer (Taf. VI, Schnitt I).

Vom Gipfel des Scharnsteiner Spitzes zieht der Rhätkalk einesteils gegen den Weidinger, andernteils in den Tießenbachgraben steil hinunter. Südlich schließt sich daran ein ziemlich ausgedehntes Jura- und Kreidegebiet, in dessen Mitte die Kalk- und Dolomitmasse der Hohen Mauer aufragt.

Wir begehen zunächst am besten den Kamm vom Scharnsteiner Spitz bis zum Grünauberger Eck. Der Jura auf der Südseite des Scharnsteiner Spitzes ist nicht gut aufgeschlossen. Im Lippensattel stehen hornsteinführende graue Kalke, wohl Oberalmschichten, an. Südlich der tiefsten Einsattelung hebt sich der Kamm rasch und man kommt in Hauptdolomit. Etwa 100 *m* südlich der tiefsten Stelle steigt dann die Steilwand der Hohen Mauer auf. Ihr Fuß besteht aus deutlich geschichtetem, weißem bis schwach elfenbeingelbem Kalk, der jedenfalls als oberer Wettersteinkalk angesprochen werden muß. Der Hauptdolomit zieht auf der Ostseite deutlich unter den Wettersteinkalk hinein. Auf der SE-Seite schaltet sich zwischen beide Gesteine ein dünnschichtiger, etwas knolliger Kalk, wohl Opponitzer Kalk, ein, der mit vielen Verbiegungen unter den Wettersteinkalk einfällt. Ich maß einmal 38° NE, ein anderes Mal 20° E mit 30° Neigung. Der Wettersteinkalk auf P. 1174 fällt 30° W. Südlich schließt an den Opponitzer Kalk wieder ganz zergruster Hauptdolomit, der die tiefste Einsattelung zwischen P. 1174 und 1201 zusammensetzt.

Schon nach diesem Befund kann es kaum zweifelhaft sein, daß der obere Teil der Hohen Mauer aus einer verkehrten Schichtfolge mit Wettersteinkalk, etwas Opponitzer Kalk und Hauptdolomit besteht. Lunzer Schichten konnte ich hier nicht nachweisen. Diese ganze Masse liegt augenscheinlich auf Oberjura, denn ebenso wie im N grenzt auch im S der Hohen Mauer unmittelbar grauer, dichter, mergeliger, dünnschichtiger, stark gequetschter Kalk mit wenigen Hornsteinen an den Dolomit.

Festere graue Kalke mit Hornsteinen bilden das Grünauberger Eck. Sie fallen hier W 10° S mit 40° Neigung. Diese Gesteine herrschen auf dem Kamm bis in den Fleischbänksattel vor. Folgt man einem Steig, der aus diesem Sattel östlich unter dem Grünauberger Eck durchführt, so trifft man noch andere Oberjuragesteine, rote, fast reine Hornsteine, rote und graue, sehr hornsteinreiche Kalke, auch eine dünne Lage dunkelgrauer Krinoidenkalke. Ich hatte den Eindruck, daß es sich um einen stark zusammengepreßten sekundären Sattel handelt, der an Störungen durch die

Oberalmschichten emporgedrungen ist. Das entspricht auch dem Bild auf dem Westhang des Grünauberges (vgl. Karte). Unweit der später zu besprechenden Wand des Windhagkogels war das Einfallen der Oberalmschichten N  $30^{\circ}$  E mit  $55^{\circ}$  Neigung.

Die wichtigsten Ergänzungen zu diesen Beobachtungen auf dem Kamm bietet eine Begehung des SW-Hanges der Hohen Mauer, oberhalb der Bergsturzmasse 699 östlich des Demelmann. Die Zusammensetzung dieser Bergsturzmasse wechselt von Ort zu Ort. Dachsteinkalk findet man fast immer in ihr. Oft sind Hornsteinkalke in größerer Menge vorhanden. Ein Fleckenkalk mit Krinoidengliedern fiel mir auf. Hauptdolomit tritt nur stellenweise mehr hervor, besonders gegen N zu. Er dürfte aus der Deckscholle der Hohen Mauer stammen. Die übrigen, rhätischen und jurassischen Gesteine gehören der unterschobenen Masse an. Das vorherrschende Einfallen ihrer Schichten mit dem Hang ist offenbar für das Abgleiten verantwortlich. Die obere Spitze des geschlossenen Bergsturzkegels liegt etwa in 950 m Höhe. Darüber sind nur mehr einzelne Blöcke und gewöhnlicher Gehängeschutt vorhanden.

Das erste anstehende Gestein oberhalb des Oberendes des Bergsturzes sind graue, gebankte Dachsteinkalke. Sie liegen zunächst fast waagrecht. 50 m höher oben ist das Einfallen  $65^{\circ}$  W. In etwa 1050 m Höhe liegen über dem Dachsteinkalk unmittelbar rote Flaserkalke, die jedenfalls schon in den Oberjura gehören. Sie sind nur 1—2 m mächtig. Über ihnen folgen sofort Oberalmschichten von etwa 10 m Mächtigkeit, dann der Hauptdolomit der Deckscholle (Taf. III, Fig. 8). Alle diese Gesteine sind sehr gequetscht, verknetet und von Harnischen durchsetzt. Sie lassen sich auf der Nordseite eines kleinen Grabens, der zu der Spitze des Bergsturzes herunterzieht, ein gutes Stück weit hinauf verfolgen. Die roten Kalke nehmen gegen E etwas an Mächtigkeit zu.

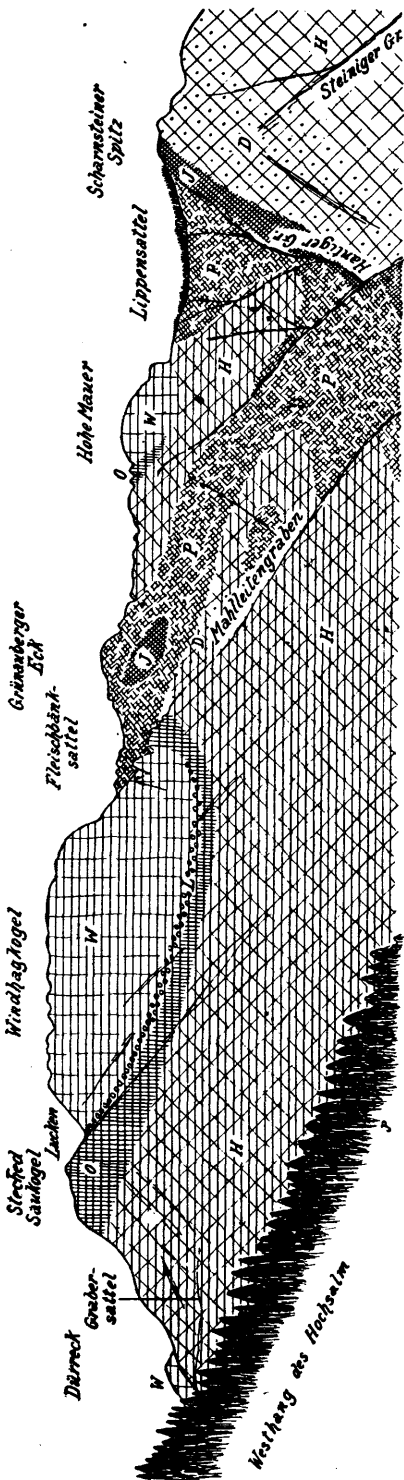
Auf der SE-Seite wird die Bergsturzmasse und die daran im E anschließende Senkung von einer sehr steilen Wand überragt, die als die Moarmäuer bezeichnet wird. Sie besteht aus Dachsteinkalk. Seine Schichten sind stark verbogen, bilden Kleinfalten, ziehen aber im ganzen parallel mit der Wand, etwa SW fallend gegen W herunter. Gegen das Grünauberger Eck zu besteht der Oberrand der Wand aus dem Dachsteinkalk aufliegenden, liassischen, braun verwitternden Hornsteinkalken. Gegen W zu wird die Wand niederer und geht schließlich in einen Steilhang über. Die Hornsteinkalke kommen hier, in etwa 830 m Höhe, bis an den Fuß der Wand herunter. Offenbar bezeichnen die Moarmäuer den Südrand des Abbruchgebietes des Bergsturzes.

Von der Hohen Mauer zieht sich der Wettersteinkalk gegen den P. 921

hinunter. Er bildet eine gegen S blickende Wand. Seine Lagerung in ihrem oberen Teil ist ziemlich flach, die Schichtung eher dünn. Beim weiteren Abstieg kommt unter dem Wettersteinkalk der Hauptdolomit hervor. Ehe man noch die Kote 921 erreicht, gelangt man aus diesem plötzlich in vorwiegend graue, teilweise auch rötliche, oberjurassische Hornsteine. In der Gegend des Punktes 921 stehen dann graue liassische Hornsteinkalke an. Sie fallen sanft WSW. Auf der Kote 766 erscheinen unter ihnen rhätische Gesteine, die hier ziemlich mannigfaltig sind: graue, gebankte Kalke, teilweise mit Lithodendren, auch Schillsteine (Lumachellen) und graue Mergel als Andeutung der Kössener Schichten. Das Einfallen maß ich einmal mit N 15° W, Neigung 22°. Das ist aber nur eine örtliche Verbiegung, denn westsüdwestlich der Kote 766 reicht der Dachsteinkalk mit schwachem südlichen oder südwestlichen Einfallen bis ins Tal. Südöstlich des Weidinger scheint er wieder von Hornsteinkalken überlagert zu sein, wenn die Aufschlüsse auch nicht gut sind.

Im unteren Teil des Schlachtgrabens kommt unter dem Dachsteinkalk der Hauptdolomit heraus. Ich maß sein Einfallen mit S 10° W, Neigung 30°, das des (teilweise auffallend knolligen) Dachsteinkalkes einmal mit S 30° E, Neigung 43°, aber auch mit N 20° E, Neigung 58°. Es sind also hier wieder beträchtliche Unregelmäßigkeiten vorhanden. Der Jura über dem Rhät ist auf dem Hang zwischen Schlachtgraben und Lippensattel nicht besonders gut aufgeschlossen. Hauptsächlich sieht man graue und rote Hornsteinkalke. Bei der Jägerstube unter dem Lippensattel stehen schon hornsteinführende Oberalmschichten an. In der Gegend südlich der Jägerstube ist der überkippte Hauptdolomit sehr wenig mächtig oder fehlt ganz, denn man kommt aus dem Oberjura in etwa 970 m Höhe unvermittelt zu Wandeln von hellem Kalk. Eine auffallende Fläche an ihrem Fuß, vermutlich ein Harnisch, fällt S 20° W mit 50° Neigung. Die Aufschlüsse sind freilich nicht gut genug, um sicher behaupten zu können, daß es sich hier um die Hauptschubfläche handelt.

Im Hantigen Graben scheint ganz unten, bei der Mündung in den Tießenbachgraben, noch etwas Hauptdolomit anzustehen. Gleich darauf quert die Basis des Plattenkalkes schräg den Graben. Das Einfallen ist 47° bis 66° S. An einer anderen Stelle maß ich S 15° W mit 25° Neigung. Trotz dieser verhältnismäßig geringen Fallwinkel zieht der Dachsteinkalk fast senkrecht den Hang zum Scharnsteiner Spitz hinauf. Wie in so vielen Fällen stimmt die Lagerung der einzelnen Schichtflächen mit dem Verlauf der Gesteinsgrenzen im Gelände nicht gut überein. Weiter oben folgen im Hantigen Graben Aufschlüsse von grauen Hornsteinkalken. Sie fallen 37° S. Schon etwas vor der Jägerstube trifft man ziemlich dunkelgraue, sandig-



schieferige Kalke und Kalkschiefer, die ich für Roßfeldschichten hielt, die aber auch dem sandigen Dogger im Hollerbachgraben (S. 65) entsprechen könnten. Sie fallen mäßig steil S. Im Graben neben (südlich) der Jägerstube stehen dann — vielleicht infolge einer untergeordneten Störung — fleischrote Flaserkalke des oberen Jura an. Südlich davon, offenbar im Hangenden, folgen etwas rote Hornsteine, darauf gleich Oberalmschichten. Steigt man von hier gegen die Hohe Mauer hinauf, so kommt man schon in etwa 900 m Höhe in einen sehr hellen Hauptdolomit. Nördlich davon, im nördlichsten Teil des Einzugsgebietes des Hantigen Grabens, ziehen die Oberjuragesteine gegen den Lippensattel weiter hinauf. Die Grenze zwischen ihnen und dem überschobenen Hauptdolomit verläuft recht steil über den Hang (vgl. Textfig. 3).

Diese sehr ins einzelne gehende Beschreibung schien mir notwendig, um zu beweisen, daß man trotz der mangelhaften Aufschlüsse, die eine Fernbeobachtung fast unmöglich machen, die Gipfelmass der Hohen Mauer sicher als eine Deckscholle erkennen kann, die wesentlich aus verkehrt gelagertem Hauptdolomit und oberem Wettersteinkalk besteht und rings auf Oberjura liegt. Sie ruht den jüngeren Schichten aber nicht flach auf, sondern ist zusammen mit ihnen tief eingemuldet. Geyer scheint, so-

Fig. 3. Der Windhagkogel vom NNW-Kamm des Hochsalm, aus etwa 1300 m Höhe. Mittlerer Maßstab etwa 1 : 13.000. D = Dachsteinkalk und Kössener Schichten, H = Hauptdolomit, J = Jura ausschließlich P, L = Lunzer Schichten, P = Oberalmschichten, Plassenkalk und Neokom, W = Wettersteinkalk, waagrechte Schraffen = Windhagdecke.

viel man das aus der sehr beiläufigen Darstellung auf Blatt „Kirchdorf“ entnehmen kann, den Wettersteinkalk der Hohen Mauer für normal gelagerten Dachsteinkalk gehalten zu haben. Da ist aber weder mit der Gesteinsbeschaffenheit noch mit dem Verhältnis zu den umgebenden Schichten vereinbar.

### c) Der Schütterberg.

Ähnlich wie der Scharnsteinberg ist der Schütterberg kein Gipfel, sondern ein Hang, nämlich der S- und SW-Hang des Grünauberger Ecks bis zum Schüttertal.

Über den Südkamm der Kote 1201 steigt man durch oberste Jura-gesteine hinunter, die in ihrer Beschaffenheit bald mehr an Oberalm-schichten, bald mehr an Dachsteinkalk erinnern. Aber auch, wenn sie ziemlich reine, mächtiger gebankte Kalke sind, erkennt man sie an dem mehr oder weniger reichlichen Auftreten von Hornsteinknollen und -bändern. Im ganzen ist das Gestein so fest, daß der Kamm ziemlich felsig wird. Wie aus der Zeichnung auf Blatt „Kirchdorf“ hervorgeht, hat Geyer den Oberjura für Dachsteinkalk angesehen, ein Fehler, den man auch auf anderen Karten, z. B. in der Osterhorngruppe, öfter findet. In etwa 1000 m Höhe war das Einfallen einer dickeren Kalkbank W 30° S mit 64° Neigung. Etwa 90 m darunter kommen auf dem Kamm unter den hellgrauen Kalken rote Flaserkalke des höheren Jura heraus. Etwas weiter unten herrschen rote Hornsteine allein vor. Deutlich unter diesen Hornsteinen erscheinen in etwa 825 m Höhe rote, feste, ziemlich knollige, gebankte Kalke. Sie fallen 40° WSW. Es muß sich wohl um den sogenannten Grünauer Marmor handeln, den Geyer (1910, S. 184; 1918, S. 34 u. 65) als eine örtliche Ausbildung der Klauskalke ansieht. Gegen unten scheinen sich graue Kalke einzustellen. Bei der Höhenlinie 800 kommt man in die grauen, braun verwitternden, sehr hornsteinreichen Kalke, die ich in den Lias stelle. Der Unterschied gegenüber den roten Hornsteinen des Oberjura wird bei dieser Begehung recht deutlich. Der aus dem tieferen Hornsteinkalk entstehende Verwitterungsboden ist nicht rot, sondern braun.

Das Schüttertal gleich östlich des eben beschriebenen Kammes schließt dieselben Schichten auf wie dieser. Der Dachsteinkalk unter dem Jura reicht hier entsprechend der Lagerung weit hinauf. In 730 m Höhe fällt er 40° SW, 100 m weiter oben W 30° S mit 39° Neigung. Auch Kössener Schillsteine sind in der Gegend zwischen den angeführten Messungen vorhanden. Erst in 910 m Höhe kommt der braun verwitternde Hornsteinkalk in die Grabensohle herunter. Er fällt W 30° S mit 48° Neigung. Weiter oben sind die Aufschlüsse im Schüttertal nicht gut.

Im unteren Teil des SW-Hanges des Schütterberges bilden die Rhätkalke größere Wandeln, die man gut verfolgen kann. Ihr Oberrand beschreibt einen sehr sanften, aber deutlichen Bogen, der an der SE-Grenze des großen Bergsturzes in etwas mehr als 700 m Höhe beginnt, sich zunächst ein wenig hebt und dann gegen den Südkamm des Schütterberges bis unter 700 m sinkt. Die Lagerung der Schichten ist hier recht flach; ich maß wiederholt  $0^{\circ}$ , im Lias-Hornsteinkalk einmal  $15^{\circ}$  SE. Etwa östlich des Friezenschusters schaltet sich zwischen den Rhätkalk und den Hornsteinkalk grauer Krinoidenkalk ein, eine Andeutung der Hierlatzschichten. Nordöstlich oberhalb des Langjägers traf ich den Grünauer Marmor in 810 m Höhe. Er bildet bei flacher Lagerung kleine Wandeln und besteht aus hellroten Kalken mit dunkelrotem Zwischenmittel. Oft führt er Hornstein.

Aus den vielen angeführten Messungen geht deutlich hervor, daß das Einfallen auf dem Schütterberg — mit Ausnahme der zuletzt erwähnten Stellen am SW-Fuß — überall mittelsteil gegen WSW bis SSW gerichtet ist. Nur selten findet man in dem untersuchten Gebiet eine so gleichmäßige Lagerung. Es ist deshalb zunächst recht merkwürdig, daß Geyer (1910, S. 185) dem Schütterberg ein östliches Einfallen zuschreibt. Er gelangt dadurch zu einer kaum verständlichen Kartendarstellung mit einer unbegründeten Verdoppelung des Rhätkalkes (Blatt „Kirchdorf“). Offenbar hängt aber das alles mit der Mißdeutung des Plassenkalkes als Rhät zusammen, die oben schon erwähnt wurde.

Die höheren Teile des Schütterberges bieten verhältnismäßig wenig Schwierigkeiten. Sie sind hauptsächlich für die Schichtfolge im Jura lehrreich. Tektonisch wichtig ist vor allem der Südfuß, nächst dem Bauern z'Schlag und dem Stummer. E  $30^{\circ}$  N vom Bauern z'Schlag, am Saumweg, wo er neben dem Waldrand verläuft, stehen rote, sandig-mergelige Werfener Schichten an. Wenige Schritte weiter östlich am Weg sind auch mehr schieferige Lagen aufgeschlossen. Sie fallen  $30^{\circ}$  E. Gleich darnach folgen am selben Weg Wandeln von hellen Kalken, wohl Rhät. Darnach gelangt man in rote und graue, stark gequetscht aussehende, jedenfalls liassische Krinoidenkalk. Es scheint, daß die Hierlatzkalke im südlichen Teil des Schütterberges auf Kosten der braunen Hornsteinkalke an Bedeutung zunehmen. Quert man von hier in etwa 670 m Höhe nach E, so gelangt man in jüngere Juraglieder: Rote Knollenkalke (Grünauer Marmor), die zwar stark in Blöcke aufgelöst sind, aber doch wohl anstehen; dann fast reine rote Hornsteine. Das weitere Anstehende bis in das Schüttertal ist von Schutt verdeckt. Nach den schon mitgeteilten Beobachtungen

über dieses muß der Untergrund hier aber bald wieder aus Rhätkalk bestehen.

Nördlich des Stummers stehen am Fuß des Berghanges harte, graue, sandige Mergel und ganz dünnplattige, hellgrau verwitternde, sandige Schiefer an. Sie fallen  $45^{\circ}$  N. Auch auf der Wiese gleich östlich davon zeigen sich dunkelgraue Schiefer. Ich hielt diese Gesteine anfangs für Kreide. Bei einem neuen Besuch fand ich aber bessere Aufschlüsse in einem kleinen Graben, der bei dem westlichsten Haus des Jagdschlusses Baron Herring ausmündet. In  $540\text{ m}$  Höhe sind in ihm graue, eben und dünn geplattete Sandsteine aufgeschlossen. Sie fallen  $N\ 32^{\circ}\ E$  mit  $40^{\circ}$  Neigung. Hier ist nun aber sicher zu sehen, daß diese grauen Sandsteine mit roten mehrfach wechsellagern. Sie müssen also doch wohl zu den Werfener Schichten gehören. Die Aufschlüsse halten bis zu den Häusern des Jagdschlusses an. Das Einfallen wechselt etwas, ist aber immer gegen den Berg gerichtet. An einer Stelle sind die Schichten in sehr enge Kleinfalten gelegt und von vielen Spatadern durchzogen. Wie die Werfener Schichten sich zu ihrer Umgebung eigentlich verhalten, konnte ich nicht erkennen. Man kann nur ganz allgemein sagen, daß sie unmittelbar an Rhät zu stoßen scheinen, vermutlich an einer mehr oder weniger steil S fallenden Störung.

Am SE-Fuß des Schütterberges greift der Wettersteinkalk der Jansenmauer ganz wenig auf ihn herüber. Dieses Vorkommen wird aber besser im Zusammenhang mit der östlichen Fortsetzung besprochen (vgl. S. 34).

#### d) Der Windhagkogel (Taf. VI, Schnitt II u. VIII).

Um den Anschluß an die Beschreibung der Hohen Mauer herzustellen, beginne ich mit einigen Bemerkungen über das Gebiet des Mahlleitengrabens. Wo dieser bei einem Holzlagerplatz, an dem zwei Riesen zusammenlaufen und von wo eine weitere talauswärts führt, in den Tießenbachgraben mündet, stehen Rhät- und Juragesteine an, von denen später (S. 38) im Zusammenhang die Rede sein wird. Steigt man durch den Mahlleitengraben hinauf, so kommt man bald in graue, hornsteinreiche Liaskalke, die taleinwärts fallen. Es folgen rote Knollenkalke und kurz danach Oberalmschichten. Sie fallen  $S\ 5^{\circ}\ W$  mit  $54^{\circ}$  Neigung. Zwischen  $710$  und  $730\text{ m}$  Höhe bildet der Bach über sie einen Wasserfall. An dessen Oberrand ist das Einfallen  $S\ 10^{\circ}\ W$  mit  $73^{\circ}$  Neigung, weiter unten weniger steil. Im höheren Teil des Wasserfalles schalten sich in die Oberalmschichten einzelne bis etwa  $1\text{ m}$  mächtige Bänke von hartem weißen Kalk ein.

Am Oberrand des Wasserfalles mündet von rechts ein Nebengraben ein, der ganz in Hauptdolomit verläuft.

In etwa 800 *m* Höhe tritt im Hauptgraben als Einschaltung in den Oberalmschichten eine etwa 10 *m* mächtige Masse von Hauptdolomit auf. Er ist sehr gut gebankt und fällt S 5° W mit 40° Neigung. Besonders sein hangendster Teil ist außerordentlich gequetscht, fast geschiefert, ganz von Spatadern und Rutschflächen durchsetzt. Auch in dem hier einmündenden linken Seitengraben ist der Dolomit zu sehen, aber noch weniger mächtig. Er keilt offenbar gegen NW aus, denn wenig weiter westlich ziehen die Oberalmschichten ununterbrochen den Hang hinauf.

Rechts des Mahlleitengrabens führt nun ein Jagdsteig in Kehren zu einer Holzknechtstube empor. Er verläuft immer durch Hauptdolomit.

Im Mahlleitengraben selbst folgen oberhalb des beschriebenen Hauptdolomites wieder Oberalmschichten. Sie sind zunächst sehr zertrümmert und kleingefaltet. Die Lagerung der Schichten wird dann viel flacher; weiterhin fallen sie sogar sanft talauswärts. Zahlreiche Bänke weißer Plassenkalke schalten sich ein. Der Bach bildet mehrere Wasserfälle.

Von der oben erwähnten Holzknechtstube führt in rund 900 *m* Höhe ein fast vollständig waagrechter Weg im Bogen über den Mahlleitengraben (und weiter zur Jagdhütte im Hantigen Graben). Auf dem Kamm rechts des Mahlleitengrabens trifft man an diesem Steig zunächst die roten Klauskalke. In einem rechten Seitengraben stehen dann graue Kieselkalke an, über denen weiter oben Hauptdolomit folgt. Unter den Kieselkalken liegen hier typische Plassenkalke. Im Mahlleitengraben selbst ruht Hauptdolomit unmittelbar auf den Plassenkalken. Unter diesen folgen hier mergelige Oberalmschichten. Die Überschiebung des Oberjura durch Hauptdolomit ist auch auf dem Kamm links des Mahlleitengrabens gut zu verfolgen. Die angeführten Beobachtungen beweisen, daß der Jura des verkehrten Schenkels in der besprochenen Gegend ausnahmsweise etwas vollständiger entwickelt ist.

Von hier aufwärts liegt der größere Teil des Einzugsgebietes des Mahlleitengrabens im Hauptdolomit. Nur im W, links des Hauptgrabens, ziehen jurassische Gesteine als ein ziemlich schmaler Streifen zwischen dem Hauptdolomit im Mahlleitengraben und dem am NE-Hang der Hohen Mauer durch. Es muß hier wohl eine Aufsattlung, die Fortsetzung derjenigen der Moarmauer, liegen.

Außerdem ist aber in der Tiefe des Mahlleitengrabens ein rings von Obertrias umgebenes Fenster jurassischer und neokomer Gesteine vorhanden. Die ersten Felsen über der Schubfläche, im Bach etwa 5 *m* oberhalb des waagrechten Weges, bestehen aus oberstem Hauptdolomit im Übergang zum Dachsteinkalk. Das Gestein fällt talauswärts, ungefähr dem Hang parallel. 20 *m* weiter oben kommen unter dem Hauptdolomit plattige

Kalke mit etwas rötlichen Hornsteinen, sicherer Lias, hervor. Sie fallen  $70^{\circ}$  NE. Talaufwärts folgen unter ihnen sofort rote, sehr tonige Kalke, wohl schon oberer Oberjura. Sie sind nur 2—3 *m* mächtig. Dann gelangt man wieder in die Wechsellagerung von Oberalmschichten und Plassenkalkbänken. Diese Gesteine halten ein Stück weit an. Sie fallen talauswärts. Zuletzt erscheinen sehr tonige graue Mergel, wohl schon Roßfeldschichten. Sie stoßen in 980 *m* Höhe gegen stark zertrümmerten dolomitischen Kalk. Nach dem Verlauf der Grenze über den Graben muß sie fast senkrecht stehen und etwa NW—SE streichen. Sie entspricht hier also wohl einem untergeordneten Bruch. In einem linken Seitengraben ist die Grenze zwischen Dolomit und Mergel auch ziemlich gut zu sehen. Die Aufschlüsse in dem weiter westlich folgenden Walde sind nicht gut, scheinen aber doch zu zeigen, daß der Hauptdolomit hier gegen N durchzieht, das Fenster also geschlossen ist.

Nun läuft der obere Mahlleitenbach ein Stück weit über mittelsteil bis sehr steil talauswärts fallende untere Dachsteinkalke. In 1060 *m* Höhe erscheinen in einer nicht gut aufgeschlossenen Weise wieder stark gequetschte Oberalmschichten. Sie fallen ziemlich steil talauswärts und halten bis zu dem Jagdsteig auf der NE-Seite des Grünauberger Ecks an, der von der Hantig-Graben-Hütte zum Fleischbänksattel führt.

Der Mahlleitengraben verläuft also, wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, ungefähr in der Richtung der sich hier stark gegen N senkenden Schubfläche. Da diese mehrfach verbogen und von untergeordneten Störungen betroffen ist, wird sie vom Graben wiederholt geschnitten, so daß Oberjura und inverse Obertrias dreimal miteinander abwechseln. Eine Besonderheit des beschriebenen Gebietes ist das Auftreten verschiedener Juragesteine im verkehrten Schenkel der Schubmasse.

Auf der Ostseite des Fleischbänksattels ist der Hauptdolomit, der nördlich des Windhagkogels so viel Raum einnimmt, nur wenige Meter breit. Man erkennt aber deutlich, daß er nördlich des Kammes sofort breiter wird. Vom Nordhang des Windhagturmes zieht er zum Grabersattel hinüber. Er ist hier überall als invers gelagert anzusehen.

Auf der NW-Seite des Grabersattels kann man die Salmüberschiebung wieder besonders gut untersuchen. Der hier herablaufende Bach schließt im oberen Teil weithin Hauptdolomit auf, der in der Umgebung größere, deutlich geschichtete Wände bildet. Das Einfallen maß ich mit W  $30^{\circ}$  S, Neigung  $50^{\circ}$ . Unter der Höhenlinie 1000 *m* zeigen sich scheinbar die ersten Spuren eines Überganges in Dachsteinkalk. In 965 *m* Höhe mündet von links ein Seitengraben. In ihm ist etwa 10 *m* über der Mündung die

Auflagerung des jüngsten Hauptdolomites auf Neokom aufgeschlossen (Taf. III, Fig. 7). Der Hauptdolomit fällt  $35^{\circ}$  WNW. Das Neokom besteht aus grauen, sandigen Mergeln, ist stark von Spatadern durchsetzt und fällt unten an der Grabenvereinigung  $48^{\circ}$  SW. Die Kleinfaltung ist nicht so stark wie auf der Südseite des Salm (vgl. S. 50): Die Schubfläche liegt den Dolomitschichten fast parallel, neigt sich also ziemlich stark gegen W.

Weiter talabwärts kommt man in gute Aufschlüsse der Juragesteine. Das Einfallen ist ungefähr südwestlich, oft recht steil,  $60\text{--}80^{\circ}$ . Zunächst trifft man mächtige Oberalmschichten. Wo der vom Hochsalm nach W laufende Bach sich mit dem vom Grabersattel kommenden vereinigt, wechsellagern sie mit wandbildenden, hell braungrauen, dichten, teilweise deutlich konglomeratischen Plassenkalken. Auch rote, tonige Knollenkalke sind mehrfach aufgeschlossen. Es schien mir, als ob sie den Oberalmschichten über den Plassenkalken eingeschaltet wären, doch möchte ich das nicht sicher behaupten. Wo der gegen SW verlaufende Graben südlich P. 963 mündet, stehen schon grauen Kieselkalke des Lias an (vgl. S. 38).

Auf der Westseite des Windhagkogels konnte ich keine Lunzer Sandsteine finden. Das erste felsbildende Gestein, das sich plötzlich steil über dem Fleischbänkesattel erhebt, ist ein deutlich geschichteter bis dünnplattiger, heller Kalk. Ob er als Opponitzer Kalk oder als oberster Wettersteinkalk zu deuten ist, blieb mir zweifelhaft. Gleich östlich folgt auf ihn rein weißer, meist nicht deutlich geschichteter Wettersteinkalk. In 1290 m Höhe fällt er  $54^{\circ}$  WSW, auf dem Gipfel des Windhagkogels W  $5^{\circ}$  N mit  $62^{\circ}$  Neigung. Der Wettersteinkalk setzt auch den P. 1325 zusammen und reicht bis zum Westhang der Lucken. Er fällt hier  $44^{\circ}$  W. Das Gipfelgestein des Windhagkogels scheint also eine Mulde mit ziemlich steilen Schenkeln zu bilden, die ungefähr N—S streicht. Unweit P. 1325 fand ich im Wettersteinkalk einige Algen. Wahrscheinlich gehören sie zu *Poikiloporella duplicata*, doch sind sie nicht sicher bestimmbar. Sie sind nämlich sehr stark von einem fremden Organismus, wohl einem Bryozoon, überwachsen. Ich komme auf den Fund in der paläophykologischen Arbeit zurück.

Auf der Ostseite der Steched-Saukogel-Lucken sind trotz starker Überrollung durch Wettersteinkalkschutt die Lunzer Sandsteine deutlich aufgeschlossen. Unter ihnen, d. h. stratigraphisch im Hangenden, treten sandige, braun verwitternde, plattige Dolomite auf. Manche Platten führen reichlich Sphärokodien. *Girvanella*-Struktur konnte ich in diesen nicht nachweisen. Dagegen umhüllen die Knollen gelegentlich teilweise aufgelöste Reste von Solenoparocéen. Dieses Gestein bildet den Westfuß des Steched-Saukogels. Es fällt  $55^{\circ}$  WSW.



ihm trifft man am Steig hellgraue, plattige, teilweise gut gebänderte Opponitzer Kalke. Sie fallen E  $20^{\circ}$  N mit  $38^{\circ}$  Neigung. In ihrem Liegenden kommt man in Hauptdolomit (vgl. S. 26). Der Opponitzer Kalk ist nördlich des Lunzer Sandsteins sehr gut bis zum Steched-Saukogel hinüber zu verfolgen. In der Mitte der Nordseite des Windhagkogels ist er am dünnsten, gegen E nimmt er bedeutend an Mächtigkeit zu. Hier fällt er etwa  $40^{\circ}$  SW, doch kommen Kleinfalten vor, an denen das Einfallen entgegengesetzt ist.

Die ganze Nordseite des Windhagkogels vom Wettersteinkalk bis zum Neokom ist nach dem Gesagten ein Musterbeispiel für einen inversen Faltenschenkel (vgl. Textfig. 3).

Der Südhang des Windhagkogels, zwischen Schüttertäl und Strauergraben (vgl. Textfig. 5), besteht im Gegensatz zur Darstellung auf Blatt „Kirchdorf“ der Hauptsache nach nicht aus Wettersteinkalk. Auch der Hauptdolomit, der ja schon am Fleischbänksattel sehr dünn ist, fehlt hier unter dem Wettersteinkalk des Gipfels vollständig. Das hängt wohl nicht nur mit Ausquetschung, sondern auch mit einem Bruch zusammen (vgl. S. 32 u. 34). Der ganze tiefere Teil des Hanges, von 1200 *m* abwärts bis etwa 800 *m*, wird von normal gelagertem Rhät und Jura, der unmittelbaren Fortsetzung des Schütterberges, aufgebaut. Der Wettersteinkalk der Jansenmäuer ist von dem des Windhagkogels durch einen 700 *m* breiten Zwischenraum getrennt.

Steigt man über den SSW-Kamm von P. 1325 hinunter, so trifft man unter dem Wettersteinkalk zunächst schlecht aufgeschlossenen Dachsteinkalk. Er fällt in 1025 *m* Höhe N  $15^{\circ}$  W mit  $16^{\circ}$  Neigung. In 960 *m* Höhe ist eine ziemlich auffallende Einsattelung. Der Kalk ist hier reich an Schillsteinen, entspricht also wohl den Kössener Schichten und dürfte mit Schieferen wechsellagern. Südlich davon erhebt sich ein schon von weitem sichtbarer Felskopf, dessen Wände sich gegen N und W, also vorwiegend hangaufwärts richten. Er besteht aus grauen, wohl oberen Rhätkalcken. Sie sind nicht gut geschichtet. Scheinbar fallen sie  $50^{\circ}$  S. Hangabwärts legen sich auf sie die grauen Lias-Hornsteinkalke, dann die roten, kieseligen Klauskalke (Einfallen  $46^{\circ}$  SSE), die roten Hornsteine, schließlich die Oberalmschichten. Dann wird die Neigung der Schichten geringer als die des Hanges, so daß beim weiteren Abstieg sämtliche aufgezählten Juraglieder wieder zum Vorschein kommen. In 820 *m* Höhe grenzen die Lias-Hornsteinkalke an den Wettersteinkalk der Jansenmäuer.

Dieselben Gesteine, jedoch ohne Oberalmschichten, sind auch im Strauergraben zu sehen.

### e) Der Beilstein.

Da es im Bereich meiner Karte zwei Beilsteine gibt, wäre dieser Berg genauer als der Grünauer Beilstein zu bezeichnen.

Im mittleren Teil des Strauergrabens, etwa westlich P. 917, stehen verschiedene Juragesteine an, darunter auch rote Klauskalke. Weiter oben erscheinen immer mehr Gerölle von Wettersteinkalk. In 950 *m* Höhe fallen reichliche lose Stücke von Lunzer Sandstein auf. In 1020 *m* Höhe stehen diese Schichten sicher an. Von hier bis zu der Jägerstube unter dem Dürre-  
eck geht man durch Lunzer Sandstein. Er zieht weiter sehr deutlich zur Steched-Saukogel-Lucken hinüber. In seinem stratigraphischen Hangenden findet man auch in dieser Gegend die Sphärokodienschichten, ferner Schillsteine mit Bivalven- und Echinodermenresten. Das Einfallen maß ich mit 63° W. An einem Steig, der von der Jägerstube in den Grabersattel führt, sind unter den Lunzer Schichten die Opponitzer Kalke aufgeschlossen. Sie fallen W 30° S mit 35° Neigung. Auch in ihnen kommen Schillsteine vor. Von hier abwärts bis in den Enzenbachgraben bei P. 716 steht nur Hauptdolomit an. Wir haben hier also noch genau dieselbe inverse Schichtfolge vor uns, wie auf dem Steched Saukogel.

In der Gegend der mehrfach erwähnten Jägerstube ist der überschobene Wettersteinkalk infolge Abtragung unterbrochen. Die Lunzer Sandsteine ziehen hier ja von der Westseite des Dürrecks auf die Ostseite des Windhagkogels hinüber. Südwestlich der Jagdhütte stehen in 1080 *m* Höhe am Hang unter den Lunzer Schichten graue, gelbbraun verwitternde, etwas knollige Plattenkalke an. Obwohl sie örtlich 40° SSW, also nicht unter den Lunzer Sandstein einfallen, möchte ich sie wegen der Gesteinsbeschaffenheit doch für Opponitzer Kalke halten. Im SW dürften sie längs einer noch zu besprechenden Störung (vgl. S. 34) gegen Dachsteinkalk stoßen.

Das Dürrecek selbst mit seinen gegen N abfallenden Wänden besteht aus Wettersteinkalk. Von hier ziehen die Wände dieses Gesteines sich senkend auf der Ostseite bis P. 921 hinunter (vgl. Taf. III, Fig. 6, u. Textfig. 4). Mit dem später zu besprechenden Wettersteinkalk der Jansenmauer hängen sie nicht zusammen. In den losen Blöcken auf der Ostseite des Dürrecks sind kleine Diploporen nicht selten. Ich konnte *Poikiloporella duplicata* bestimmen. Unter den Wänden verläuft ein recht breiter Schuttstreifen. Das erste anstehende Gestein darunter ist hier Hauptdolomit. Auf der NE-Seite von P. 921 ist unter dem Wettersteinkalk aber wieder ein sicherer Aufschluß von Lunzer Schichten, Sandsteinen und Schiefern. Darunter trifft man in etwa 900 *m* Höhe kleine Wandeln von Opponitzer Kalk. Er ist mindestens 30 *m* mächtig und fällt 47° NW, ziemlich wechselnd. Unter

den Wettersteinkalkwänden von P. 921 fand meine Frau ein loses Stück mit verschiedenen Algen. Das Auftreten von *Poikiloporella duplicata* ist nicht ganz gesichert. Eine neue Dasycladacee und eine Codiacee beschreibe ich später. Südöstlich unter P. 921 ist kein Opponitzer Kalk vorhanden, sondern sofort Hauptdolomit, der unter den Wettersteinkalk einfällt (gemessen  $60^{\circ}$  WNW).

Im Vergleich zu dem verhältnismäßig einfachen und übersichtlichen Bau des nördlichen Teiles des Beilsteins erscheint der Südhang sehr schwierig und verwickelt (Textfig. 5). Wir betrachten zunächst den Kamm 921 westlich des Enzenbachgrabens. Der Wettersteinkalk der Jansenmauer (siehe S. 34) reicht hier bis 760 m Höhe hinauf. Von da aufwärts führt über den Kamm ein guter Jagdsteig. Es folgt zunächst Hauptdolomit. Er geht bei etwa 800 m in Dachsteinkalk über. Dieser fällt  $35^{\circ}$  NE. 20 m weiter oben stehen in einem guten Aufschluß hornsteinführende graue Liaskalke an, die  $30^{\circ}$  NNE fallen. Dann gelangt man in stark zerquetschte, fleischrote Klauskalke und in rote Hornsteine, endlich 850 m ü. d. M. in Oberalmschichten. Bei 860 m Meereshöhe sind ihnen härtere Plassenkalkbänke eingeschaltet. Das Einfallen ist N  $10^{\circ}$  E, die Neigung  $70^{\circ}$ . Nördlich der anstehenden Oberalmschichten liegt ein vollkommen aufschlußloser, lehmiger Geländestreifen, dessen Natur mir bei zweimaligem Besuch nicht klar wurde. Es handelt sich wohl um ein ganz zerriebenes Gestein, möglicherweise Hauptdolomit (?). In 890 m Höhe erhebt sich auf dem begangenen Kamm eine steile Wand von elfenbeinfarbigem Wettersteinkalk mit Spuren von Diploporen. Manche Stücke sind deutlich oolithisch. Diese Felswand trägt an ihrem Oberrand die Kote 921.

Das beschriebene Profil scheint also etwa dem auf der NW-Seite der Hohen Mauer zu entsprechen, wo der inverse Hauptdolomit fehlt. Weitere Verwicklungen zeigen sich aber, sowie man die Ostseite des Kammes 921 begeht. Hier ist ziemlich genau östlich dieser Kote auf einem Felsvorsprung in 880 m Höhe eine Störung aufgeschlossen, die etwa SW—NE zu verlaufen und trotz vieler Unregelmäßigkeiten im einzelnen steil zu stehen schien (Taf. V, Fig. 11). Auf der NW-Seite sind dickbankige Kalke mit vielen Fossilien, weitaus überwiegend Gastropoden vorhanden (Taf. V, Fig. 13), die ich an Ort und Stelle für Rhät hielt, die aber auf Grund der soeben (S. 31) wiedergegebenen späteren Beobachtungen wohl Opponitzer Kalk sind. Faziell erinnert das Gestein am meisten an die Gastropodenbänke der Grauen Kalke von Südtirol. Es fällt hier  $45^{\circ}$  SW. Auf der SE-Seite des Bruches stehen ihm ungefähr flach liegende Oberalmschichten gegenüber. Sie sind oft ganz durch Spatadern ersetzt. Blöcke des Opponitzer Kalkes sind in sie hineingepreßt. An der gut aufgeschlossenen Stelle nehmen die

Kalke einen Raum von etwa 40 *m* Breite zwischen den Oberalmschichten und dem Wettersteinkalk ein.

Eine Ergänzung dieses Befundes gewinnt man bei der Begehung der südlichsten kleinen rechten Seitengraben des Enzenbaches. Einer dieser Gräben läuft etwa von der Kote 921 gegen E herunter; der andere befindet sich etwa südöstlich derselben Kote. Ich will diesen den ersten und jenen den zweiten Seitengraben nennen. Im unteren Teil beider Gräben steht Hauptdolomit an. Auf der rechten Seite des ersten (südlichen) Grabens trifft man in 650 *m* Höhe gepreßt aussehenden Dachsteinkalk, in 690 *m* Höhe liassischen Kieselkalk. In 710 *m* Höhe ist etwas rechts der Grabensohle eine Bleike, die vollständig zerquetschte rote und graue Mergel, vermutlich Tithon, aufschließt. Sie fallen 74° NNW und setzen sich ziemlich deutlich gegen den Südfuß von P. 921 fort. Auf der Südseite des Grabens kann man auch ältere Juragesteine in einzelnen Aufschlüssen hinauf verfolgen. Nördlich grenzt das Tithon unmittelbar an sehr grusigen, stark gestörten Hauptdolomit, der in 710 *m* Höhe die Sohle des ersten Grabens und auf dessen linker Seite kleine Wandeln bildet.

Im zweiten Graben erstreckt sich der Hauptdolomit noch weiter hinauf als im ersten. In 765 *m* Höhe ist auf der rechten Grabenseite ein deutlicher Aufschluß von Dolomit, dieser scheint aber hier nicht mehr weit nach S zu reichen. In der Grabensohle kann man einzelne Aufschlüsse davon bis etwa 865 *m* Höhe unter dem Wettersteinkalkschutt verfolgen. Quert man gegen den Kamm unterhalb P. 921, so kommt man rasch in Oberalmschichten, ohne daß zwischen ihnen und dem Dolomit andere Gesteine aufgeschlossen wären.

Wenn man von allen Einzelheiten absieht, scheint südöstlich P. 921 also eine normale, wenn auch stark verdrückte, ungefähr N fallende Schichtfolge vom Hauptdolomit bis zum Neokom vorhanden zu sein. Sie stößt im N längst einer wohl steil S fallenden und offenbar stark verbogenen Störungsfläche gegen den invers liegenden Hauptdolomit und Opponitzer Kalk auf der Ostseite von P. 921. Es ist anzunehmen, daß sie aus dem normalen Liegendschenkel der Mulde unter dem Windhagkogel und Beilstein emporgeschürft worden ist.

Der oben schon erwähnte Jagdsteig verläßt den SE-Kamm des Beilsteins in etwa 860 *m* Höhe und wendet sich in den Südhang. Zunächst geht man durch Oberalmschichten. Etwa westlich der Kote 921 und in derselben Höhe wie diese kommt man wieder an eine auffallende Störung. Sie fällt etwa 70° NE. Auf ihrer SW-Seite stehen Rhätkalke an, die 34° WNW fallen; auf ihrer NE-Seite stark gepreßte Oberalmschichten. Dieser Bruch ist ziemlich weit gegen NW zu verfolgen. Er trennt immer

Tithon von Rhätkalk. Südwestlich P. 1050 überragt der Dachsteinkalk mit einem gegen NE blickenden Wandel, das durch den Bruch bedingt ist, die stark gestörten Oberalmschichten. Gleich darauf werden diese von den überschobenen Lunzer Schichten und Opponitzer Kalken bedeckt. Wahrscheinlich trennt der Bruch jetzt diese von den Dächsteinkalken im SW.

Die Aufschlüsse auf der Südseite des Beilsteins sind verhältnismäßig günstig. Deshalb konnten die Störungen genauer beschrieben werden. Sie mögen als Beispiel dafür dienen, wie wahrscheinlich weite Teile des Salmgebietes, in denen die Aufschlüsse weniger gut oder die Gesteinsfolge eiförmiger ist, in Wirklichkeit gebaut sind.

**f) Die Jansenmäuer** (vgl. Textfig. 5 u. Taf. I, Fig. 2, Taf. VI, Schnitt II u. III).

Die Jansenmäuer (nach der Mundart eigentlich richtiger „Jansenmäuern“) sind jener Zug von Wettersteinkalk-Wänden, der, etwas westlich der Ausmündung des Schüttertals beginnend, bis zum Enzenbachgraben den Südfuß des Schütterberges (zum Teil), des Windhagkogels und des Beilsteins bildet. Es handelt sich um eine besondere tektonische Einheit.

Die kleine Wettersteinkalk-Masse auf der Westseite der Mündung des Schüttertals, zwischen dieser und dem Jagdschloß (Taf. II, Fig. 3), stößt im N gegen Rhätkalk. An einer Stelle schalten sich zwischen beide Gesteine jedoch gut aufgeschlossene Lunzer Schichten ein. Man trifft hier oberhalb der Wettersteinkalk-Wand, knapp neben dem Saumweg, einen tiefen, frisch eingerissenen Graben, der wohl der Holzabfuhr dient. Er verläuft zuerst gegen WNW, dann biegt er gegen S ab und führt über den Steilhang hinunter. Im oberen Teil besteht seine Sohle und seine Südseite aus typischem, hartem, grauem, rostbraun verwitterndem Lunzer Sandstein mit Einschaltungen schwärzlicher Schiefer. Auf der Nordseite steht ziemlich gut gebankter, hellgrauer Rhätkalk, der hier fast flach liegt, an. Er trägt einen ausgedehnten, waagrecht gestreiften Harnisch, wird außerdem von vielen Querklüften durchsetzt und ist teilweise sehr zerquetscht. (Geyer — 1910, S. 185 — scheint den damals wohl weniger gut aufgeschlossenen Lunzer Sandstein für eine Fortsetzung der Werfener Schichten beim Jagdschloß gehalten zu haben. Vgl. S. 25.)

Im Schüttertale bildet die Nordgrenze des Wettersteinkalkes einen kräftig gegen S vorspringenden Winkel, ein Beweis, daß sie gegen S fällt, wenn auch ziemlich steil. Auf der Ostseite des Schüttertals ist in etwa 800 m Höhe, wo ein Jagdsteig den Kamm quert, wieder Lunzer Sandstein aufgeschlossen. Westlich dieser Stelle stehen am Hang gegen das Schüttertale Oberalmschichten an, die hier gegen den Wettersteinkalk der Jansen-

mäuer grenzen. Von dem zuletzt erwähnten Lunzer Sandstein führt der Jagdsteig fast eben am Oberrand der Wettersteinkalk-Wände hin. Sie stoßen hier nun gegen liassische Hornsteinkalke. Gegen E erscheint unter diesen der Dachsteinkalk mit Schillsteinen und schließlich in dem östlichsten kleinen Graben vor dem Enzenbach der Hauptdolomit. Das Einfallen dieser Gesteine ist mittelsteil etwa nordwestlich. In dem erwähnten Graben ist das Herabziehen der Nordgrenze des Wettersteinkalkes wieder sehr gut zu sehen. Sie fällt auf seiner Ostseite  $53^{\circ}$  SSE (vgl. Taf. II, Fig. 4). In der Grabensohle liegt ihr Ausstrich nur etwa 50 m über dem Grünaubach. Davon sind die untersten 20 m von Schutt bedeckt, so daß die Wettersteinkalk-Wand hier nur 30 m hoch ist.

Auf der Westseite des Enzenbaches bildet der Wettersteinkalk in 750 m Höhe einen auffallenden Felskopf (Taf. II, Fig. 4). Seine Schichten stehen senkrecht und streichen WSW. Nördlich davon folgt etwas Hauptdolomit, dann gelangt man in die schon auf S. 32 beschriebenen jüngeren Gesteine. Von dem Felskopf führt der wiederholt erwähnte Steig knapp nördlich neben dem Wettersteinkalk gegen E herunter. Im tieferen Teil dieses Weges, etwa 100 m unter dem Felskopf, ist der Boden ungemein lehmig. Kleine Sandsteinstückchen stellen sich ein. Es dürfte hier jedenfalls wieder Lunzer Sandstein vorhanden sein. Die Nordgrenze des Wettersteinkalkes der Jansenmäuer zieht nicht auf die des Wettersteinkalkes des Janskogels zu, sondern mehr gegen die Enzenbachmühle. Der Kalk reicht nicht ganz bis zum Enzenbach. Ganz unten grenzt der Gehängeschutt seiner Südseite gegen den Lunzer Sandstein der Nordseite. Es ist ziemlich klar, daß die Wettersteinkalk-Massen der Jansenmäuer und des Janskogels tektonisch nicht unmittelbar zusammengehören.

Der Wettersteinkalk der Jansenmäuer ist der Hauptmasse nach hell- bis mittelgrau, niemals elfenbeinfarben wie derjenige des Beilsteins, des Windhagkogels und der Hohen Mauer. Gegen W, gegen das Jagdschloß zu, wird er teilweise ziemlich dunkel. (Wenn Geyer ihn — 1918, S. 12 — als schwarz bezeichnet, ist das übertrieben). Geyer war geneigt, diesen dunklen Kalken ein anisisches Alter zuzuschreiben (1910, S. 191; 1918, S. 12). Das ist wegen der massenhaft in ihnen auftretenden Diploporen sehr unwahrscheinlich.

Die Diploporen der Jansenmäuer gehören nämlich, wie ich auf Grund der Untersuchung vieler Handstücke wohl behaupten darf, durchwegs zu *Diplopora annulata*. Im Schutt am Fuß der Felswände findet man die Algen schon wenig westlich der Enzenbachmühle. Gegen W nehmen sie an Häufigkeit zu und sind bald massenhaft vorhanden. Ebenso reichlich trifft man sie auf den Felsen beiderseits der Ausmündung des Schüttertales

ausgewittert. Eine sehr günstige Stelle zum Sammeln sind die Schutthalden gleich östlich des Jagdschlusses Baron Herring (vgl. Taf. V, Fig. 14).

Geyer (1910, S. 190—191, und Blatt „Kirchdorf“) fand in Abbrüchen am rechten Ufer des Grünaubaches unterhalb der Jansenmauer am Südfuß des Beilsteins Werfener Schichten und Haselgebirge aufgeschlossen. Ich habe dieses Vorkommen nicht beobachtet. Es ist wohl inzwischen wieder verwachsen. Dagegen zeigte mir Herr Peterlehner einen guten Aufschluß von Haselgebirge auf der linken Seite des Grünaubaches, unmittelbar am Wasser, gerade nördlich des Waschenhauses. Man sieht hier Gips sowie blaue und rote Tone.

Aus der Gesteinsverschiedenheit zwischen dem Wettersteinkalk der Jansenmauer und dem der nördlicheren Deckschollen möchte ich schließen, daß jener wahrscheinlich unterladinisch ist. Dazu paßt auch die Massentwicklung von *Diplopora annulata* am besten. Die Lunzer Schichten an seinem Nordrand sind offenbar nur kleine, eingeklemmte Schollen, die nicht beweisen, daß der an sie grenzende Kalk dem oberen Ladin angehört.

### g) Der Enzenbachgraben.

Die tektonisch wichtigsten Stellen im Gebiet des Enzenbaches liegen auf der rechten Seite seines Oberlaufes. Sie werden besser zusammen mit dem Hochsalm besprochen (S. 50). Hier folgen zunächst als Abschluß der Beschreibung des Beilsteins nur einige Bemerkungen über die Talsohle selbst.

Wenn man von der Enzenbachmühle gegen N geht, trifft man als erstes anstehendes Gestein hellen Wettersteinkalk. Er hält aber nur über eine sehr kleine Strecke an. Dann kommt man in grusigen, meist sehr hellen Hauptdolomit. Hier läuft ein Jagdsteig in den Graben aus, der vom Südfuß des Janskogels kommt. Auch an diesem Weg steht etwas östlich über der Talsohle im N Hauptdolomit und südlich daran anschließend Wettersteinkalk an.

Bald darnach erscheint der Dolomit der Talsohle besonders gequetscht, auffallend rötlich und in etwa 620 m Höhe gelangt man zu Aufschlüssen mittelgrauer Lias-Hornsteinkalke. Sie halten bis 630 m Höhe an und ziehen als ein deutliches Wandel in etwa östlicher Richtung den Hang des Janskogels ein Stück weit hinauf. Gegen W setzt sich dieser Jura nach allem, was ich sah, nicht über die Talsohle des Enzenbaches fort. Es muß hier eine Störung ungefähr der Länge nach durch den Graben verlaufen.

Von hier talaufwärts bis zum Sattel 989 nördlich des Janskogels fließt der Enzenbach nur über Hauptdolomit. Das Einfallen ist talauswärts ge-

richtet, bald mehr südwestlich, bald mehr südöstlich. Aus dem Zusammenhang mit der Umgebung ist zu entnehmen, daß die Lagerung durchwegs invers ist.

Nördlich P. 716 ist auf der rechten Seite des Enzenbaches eine größere Gehängeschuttmasse vorhanden, die bis 740 m Höhe hinaufreicht. Sie bildet den sanft geneigten Fuß der hier zusammenlaufenden Kämme.

### **h) Der Tießenbachgraben.**

Die rhätischen Gesteine im untersten Tießenbachgraben habe ich schon auf S. 15 beschrieben. Sie gehen gegen S in Hauptdolomit über. Dieses Gestein steht auch an der Einmündung des Steinkirchnerbaches in den Tießenbach und noch etwas südlich davon, ganz wenig südlich des Schindter (Abdecker, Besitzer derzeit Ernstdorfer), an. Es ist hier dunkel, vollständig zergrust. An den beiden Talhängen des Tießenbachgrabens erscheint jetzt schon wieder Kalk. Es macht durchaus den Eindruck, daß er den Dolomit in der Grabentiefe tektonisch etwas überlagert, daß also der Bräugrabenbruch hier nicht senkrecht steht, sondern gegen S fällt. Links ist der Kalk in einem Steinbruch aufgeschlossen, rechts in natürlichen Felsen. Er ist dünn geschichtet, etwas mergelig, mittelgrau. Manche Teile sind lückig, rauhwackenähnlich. Auf der rechten Talseite fällt er  $37^{\circ}$  NW. Ursprünglich hielt ich den beschriebenen Kalk für Oppnitzer Kalk, zumal Geyer auf seiner Karte eine kleine Masse dieses Gesteins südlich der Mündung des Bräugrabens eingezeichnet hat. Aus der Lagerung geht aber hervor, daß es sich nur um Rhät handeln kann. Entscheidende Aufschlüsse bietet ein kleiner rechter Seitengraben des Tießenbaches, der etwa 250 m südlich des Steinkirchnergrabens einmündet. Auf seiner nördlichen Seite ziehen in einiger Höhe die grauen Kalke hinauf. Sie fallen deutlich gegen den Bräugraben zu. Gleich unterhalb des kleinen Grabens kommen sie an den Tießenbach herunter. An der Grabenmündung steht schon Hauptdolomit an, der auf der linken Seite des kleinen Grabens größere Wände bildet. Die Kalke gleich südwestlich und südöstlich P. 558 sind in mehrere größere, manchmal freistehende Mauern aufgelöst, die durch kleine Wiesen oder sanfte Hänge getrennt werden. Wahrscheinlich rührt das von einer Wechsellagerung zwischen festen Rhätkalken und mergeligen Kössener Schichten her.

Nun geht man talaufwärts zunächst durch Hauptdolomit. In 675 m Höhe, wo der Steig auf die rechte Seite des Tießenbaches hinüberführt, fällt dieser  $35^{\circ}$  SW, also entgegengesetzt, wie in der Nähe des Steinkirchnergrabens. Der Tießenbach hat den Kern eines Sattels gequert. Bald darnach erfolgt der Übergang in Dachsteinkalk. Das Einfallen ist jetzt

43° SW. Rhätkalk hält bis zur Einmündung des Mahlleitengrabens an. Er fällt ungefähr mit dem rechten Talhang gegen die Grabensohle des Tießenbaches ein. Erst knapp vor der Einmündung des genannten Nebengrabens stellen sich stärkere Schichtverbiegungen ein. Unmittelbar darnach folgen über dem Rhätkalk ziemlich dunkelgraue, dünnplattige, äußerst hornsteinreiche Liaskalke, die 38° SW fallen. Stellenweise gehen sie in grünlichgraue Krinoidenkalke über. In 770 bis 800 *m* Höhe erscheinen auf der rechten Grabenseite, offenbar im Hangenden der Kieselkalke, fleischfarbige bis rote, flaserige Kalke. Sie erinnern sehr an Adneter Kalke, sind aber vermutlich schon Klauskalke. Sie fallen S 30° W mit 43° Neigung. Diese Kalke bilden nur eine schmale Zunge, die vom rechten Hang gegen den Graben herunter reicht. In der Talsohle halten die ziemlich stark gestörten und kleingefalteten Kieselkalke weiter bis zu der Stelle an, wo der Tießenbach aus der Vereinigung mehrerer Gräben entsteht. Sie fallen hier 50° SSW. Das östlich anschließende Gebiet wird besser in anderem Zusammenhang besprochen (vgl. S. 39 und 47).

#### i) Der Bräuberg (Taf. VI, Schnitt II).

Dieser niedrige und deshalb nicht gut aufgeschlossene Rücken hat offenbar einen viel verwickelteren Bau, als die älteren Karten ihn darstellen.

Steigt man vom Wirtshaus in Tießenbach gegen E empor, so trifft man gleich oberhalb der Wiesen, in etwa 580 *m* Höhe, Wandeln von Hauptdolomit. Sie bilden eine (auf dem Meßtischblatt nicht dargestellte) Felsrippe, die man bis 725 *m* Höhe nach E verfolgen kann. Nördlich davon ist stellenweise Dachsteinkalk aufgeschlossen, der wieder eine besondere Rippe aufbaut.

Quert man aus dem Hauptdolomit in 600 *m* Höhe nach S, so gelangt man jenseits eines kleinen Grabens zunächst in grobes Blockwerk, vorwiegend aus Hierlatzkalk. Dann erhebt sich die Steilwand des Langsteins. Sie besteht auf der Nordseite und auf der Kammhöhe aus hellen Krinoidenkalken. Ein sehr auffallender Harnisch in der Nordwand, in 585 *m* Höhe, fällt 50° SW; die Striemen laufen gerade über ihn herunter. Es steht aber beiderseits Hierlatzkalk an.

Ganz wenig westlich P. 620 habe ich ein Profil gegen P. 907 zu legen versucht. Zuerst geht man durch Moräne und durch Blockwerk, zum Teil mit recht ansehnlichen Massen. In 625 *m* Höhe erreicht man die erste sicher anstehende Wand. Sie besteht aus sehr gestörtem Dachsteinkalk. Eine regelmäßige Lagerung ist nicht zu erkennen. Das Gestein ist in große Blöcke von sehr verschiedener Schichtstellung aufgelöst und von zahlreichen Harnischen durchsetzt. Es liegt wohl eine tektonische Trümmermasse vor,

zu der auch die — vielleicht etwas gegliederten — großen Blöcke weiter unten am Hang gehören. In 670 *m* Höhe steht über dem Dachsteinkalk der braun verwitternde Hornsteinkalk des Lias an. Darüber folgt in 710 *m* Höhe auf einem vorspringenden Kamm noch einmal bräunlicher oder weißlicher Dachsteinkalk, die östliche Fortsetzung desjenigen gleich nördlich des Hauptdolomites von Tießenbach (S. 37). Südlich davon kommt man nun aber unmittelbar in graue Mergel mit vielen Limonitkonkretionen, sichere Roßfeldschichten. Im S von ihnen erhebt sich jenseits eines Schuttstreifens die senkrechte Hauptwand des Langsteins. Sie besteht aus rötlichen bis hellen, kristallinen Kalken mit oder ohne erkennbaren Krinoiden, sicheren Hierlatzschichten. Das Neokom bildet einen kleinen Kamm, der nördlich der Wand gegen W verläuft. Steigt man über ihn hinunter, so kommt man aus der Kreide sogleich in Hauptdolomit.

Die Felsmasse des Langsteins entspricht augenscheinlich der der Ruine Scharnstein. Sie ist von ihr nur durch die Erosion des Tießenbaches getrennt, der bis auf das Rhät eingeschnitten hat. Das Neokom nördlich davon entspricht dem am Nordfuß des Scharnsteinberges (S. 18). Vermutlich zieht es sich unter dem Blockwerk am Nordfuß der Hierlatzwand gegen den Tießenbach hinunter. Hauptdolomit, Dachsteinkalk und Lias-hornsteinkalke, die wir am Bräuberg nördlich des Neokom finden, müssen wohl durch einen Bruch abgetrennt sein. Sie fehlen am Fuß des Scharnsteinberges, wo der Hang um etwa 100 *m* tiefer liegt, als rechts des Tießenbaches, falls sie nicht durch die kleinen Schollen unter dem Neokom des Grabens nordöstlich P. 801 angedeutet sind. Es ist denkbar, daß sie einfach tief abgetragen und von Quartär bedeckt sind. Leichter begreiflich werden die Verhältnisse aber, wenn man sich vorstellt, daß diese nördliche Randzone auf Flysch überschoben ist, so daß sie durch eine nicht sehr beträchtliche Abtragung ganz entfernt werden konnte. Mit dieser Deutung paßt auch die vollständige Zertrümmerung der nördlichsten Rhätkalke am besten zusammen.

Als merkwürdig muß schließlich hervorgehoben werden, daß die Fazies des Lias in der nördlichsten Zone von der des Langsteins und der Ruine Scharnstein verschieden ist, dagegen mit der des oberen Tießenbachgebietes übereinstimmt. Manche Aufnahmsgeologen wären vielleicht geneigt, daraus tektonische Schlüsse zu ziehen. Ich halte es aber für viel wahrscheinlicher, daß Kieselkalke und Krinoidenkalke auf dem liassischen Meeresboden von Anfang an sehr unregelmäßig verteilt waren und ineinander übergingen. Gelegentlich findet man auch im Hierlatz-Krinoidenkalk des Bräuberges Hornsteinbänder, so wie anderseits in den Kieselkalken Krinoidenbänke auftreten (S. 38).

Das nächste Profil habe ich von P. 575 über P. 691 gegen das Meisenkögele zu begangen. Zunächst kommt man über Wiesen ohne Aufschlüsse. Von 640 *m* Höhe an wird der Hang steiler. Die losen Gesteinsstücke bestehen aus gequetschten und durchäderten, ziemlich dichten, grauen Kalken; ferner aus hornsteinreichen, graubraunen Fleckenkalken mit schwärzlichen, langgestreckten Flecken; stumpfrot und grau gefleckten Kalken; roten, sehr hornsteinreichen Kalken; reinen Hornsteinen. Diese Gesteine müssen einer Oberjurafolge angehören. In 780 *m* Höhe stehen rötliche, oberjurassische Kieselkalke an. In 855 *m* Höhe ist die erste Wand erreicht. Sie besteht aus fleischroten Krinoidenkalken und untrennbar damit verbundenen hell braungrauen Kalken, die ganz an die Hierlatzkalke des Langbathtales erinnern. Über der ersten Wand folgt ein Band, das durch plattige, graue oder stumpfrote, sehr verbogene und gequetschte Mergelkalke, offenbar oberjurassischen Alters, bedingt wird. Das allgemeine Einfallen scheint genau S zu sein. Sie dürften eine tektonische Einschaltung darstellen, denn darüber folgt in 880 *m* Höhe eine zweite, überhängende Wand aus hellen Kalken und rötlichen Krinoidenkalken, die von vielen verschieden gerichteten Harnischen mit wenig geneigten Streifen durchschnitten wird. Diese Hierlatzkalke halten bis auf die Höhe des Meisenkögeles an.

Auf dem Kamm östlich P. 934 des Bräuberges steht in 870 *m* Höhe sicherer Dachsteinkalk an. Er fällt mit 50° Neigung N bis NNE, also etwas, aber nicht viel steiler als der Nordhang des Bräuberges. Steigt man schräg in nordwestlicher Richtung hinunter, so erscheinen bald größere Stücke von fleischrotem Krinoidenkalk, der also hier durchzieht, wenn er auch nicht gut aufgeschlossen ist. In 850 *m* Höhe wird der Boden hornsteinreich. Dann sind eine größere Strecke weit gar keine Aufschlüsse. Erst 785 *m* ü. d. M., 20 *m* über dem Waldrand, trifft man kleine Felsen eines hellgrauen oder schwach rötlichen stark gestörten Kalkes, der teilweise von glatten Brachiopodenschalen erfüllt ist; Echinodermenreste sind nicht häufig. Auch am Waldrand selbst stehen weißliche, stark durchäderte Kalke an. Trotz wiederholten Besuches konnte ich aus dem zerklüfteten Schillstein keine der Art nach bestimmbaren Versteinerungen gewinnen. Man erkennt aber außer glatten Formen die Gattungen *Rhynchonella* und auch *Spiriferina*. Es kann sich also nicht um Oberjura (Vilser Schichten) handeln. Vermutlich gehören die weißlichen Kalke zu den Hierlatzschichten. Oberrhätisches Alter ist wenig wahrscheinlich. Auf jeden Fall liegen die Schichten nordöstlich P. 934 dem Hang ungefähr parallel.

Das NE-Ende des Bräuberges, am bezeichneten Weg vom Gsoller auf den Hutkogel, besteht vorwiegend aus Dachsteinkalk. Etwas westlich des

Sattels beim Gsoller maß ich sein Einfallen mit  $12^{\circ}$  SSE. Gegen den nächsten Graben zu treten am bezeichneten Weg viele lose Stücke von rotem Hierlatzkalk aus. Wahrscheinlich steht er hier an. Gegen N, gegen die Flyschgrenze zu, wird das Gestein sehr grusig. Es schien sich aber eher um ganz zerquetschten Dachsteinkalk als um Hauptdolomit zu handeln.

Im Tiergraben östlich des Bräuberges sind von etwa 700 m Höhe an aufwärts ziemlich ausgedehnte Aufschlüsse von Hauptdolomit. In 675 m Höhe steht schon Flysch an, der  $80^{\circ}$  SW fällt.

Der Südhang des Bräuberges besteht vorwiegend aus Hauptdolomit. Im westlichen Teil hält sich dieser ziemlich weit unten, während der Kamm in größerer Breite von Hierlatzkalk aufgebaut wird. Gegen E zieht die Grenze immer mehr hinauf und erreicht gleich östlich des Meisenkögeles den Kamm. Hier bestehen die obersten Felsen aus Hauptdolomit. Rhätkalk ist zwischen diesem und dem Jura nur stellenweise vorhanden. Weiter östlich kommt der Lias noch einmal auf den Kamm, P. 934 liegt aber wieder im Hauptdolomit.

Nach Geyer (1910, S. 186, 1918, S. 40) treten nördlich des Bräugrabens im Flysch zwei kleine Klippen aus Oberjura und Neokom auf. Die eine soll im Ort Scharnstein, nördlich des untersten Tießenbaches, auf den gegen die ehemalige Villa Reitzes herabziehenden Wiesen liegen; die zweite gleich nordöstlich P. 691, auf der linken Seite des hier herablaufenden Grabens. Ich halte das Vorhandensein dieser Klippen keineswegs für erwiesen, ja für unwahrscheinlich. Nach der Beschreibung schien es mir aussichtsreicher, an der zweiten Aufschlüsse zu finden. Ich bin auch überzeugt, daß ich die Stelle, die Geyer meinte, wiedererkannt habe. Das ganze Gehänge östlich P. 575 (nördlich des Meisenkögeles) ist sehr uneben, mit vielen, ein paar Meter hohen Buckeln und unregelmäßigen Mulden. Vielleicht beruht das auf früheren Fließerscheinungen. Eine besonders große Erhebung dieser Art beginnt östlich P. 575 in etwa 600 m Höhe und zieht in ungefähr südlicher Richtung bis 635 m Höhe hinauf. Durch eine gerade Reihe von Lärchen auf ihrem Rücken ist sie gut kenntlich. Ihren untersten Teil quert der grün bezeichnete Weg zum Hahnbauer (dessen Markierung allerdings kaum mehr zu erkennen ist). An diesem Steig sieht man viele lose Stücke von Juragesteinen: Oberalm-schichten (vorherrschend), rote Kalke, rote Hornsteine, graue Kieselkalke, Hierlatzkalke. Es liegt aber gar keine Andeutung dafür vor, daß eines dieser Gesteine ansteht. Geyer wußte nicht, daß der Nordfuß des Bräuberges von Jura beherrscht wird. Deshalb überschätzte er wohl die Bedeutung der losen Gesteinsstücke. Nächst dem Oberende des Rückens tritt eine Quelle aus. Sie liegt in 635 m Höhe genau ostnordöstlich der Wald-

ecke 691. Hier erhebt sich der Hang nun steiler. Wahrscheinlich bezeichnet die Quelle die Grenze zwischen Flysch und Kalkalpen. Es ist aber unmöglich, zu sagen, was hier ansteht. Flysch ist in dieser Gegend ebenfalls nicht aufgeschlossen, wenn auch zu vermuten ist, daß er den tieferen Teil des Hanges bildet.

Wenn also das Vorhandensein von Juraklippen bei Scharnstein unwahrscheinlich ist, gibt es hier dafür zwei klippenartige Vorkommen von Wettersteinkalk, die trotz ihrer auffallenden Gestalt und leichten Zugänglichkeit merkwürdigerweise der Aufmerksamkeit bisher entgangen sind. Sie liegen unmittelbar neben dem Bauernhaus Spielanger (Scharnstein Nr. 25). Die größere Klippe befindet sich etwa südsüdöstlich des Hauses. Sie bedingt die in dem Meßtischblatt ersichtliche kleine Waldparzelle. Gegen NW wendet sie eine etwa 12 m hohe Steilwand. Im S ist sie vom Hang nur durch eine ganz unbedeutende Stufe getrennt. Sie hat die Größe eines sehr großen Hauses und besteht durchwegs aus typischem weißen Wettersteinkalk. Nächst dem Oberrand der ganzen Masse, in 700 m Höhe, ist er ziemlich gut geschichtet. Er fällt hier N 16° W mit 26° Neigung (oft auch mehr). Nächst diesem Oberrand und an der Westseite des Kalkfelsens sind so viele lose Stücke von plattigen Sandsteinen mit Glimmer vorhanden, daß man das Anstehen von Flysch annehmen muß, der zwischen dem Wettersteinkalk und dem höheren, steileren Hangteil des Bräubergeres als ein schmaler Streifen durchläuft.

Eine zweite, etwas kleinere Wettersteinkalkmasse liegt W 15° N des Hauses Spielanger. Sie ist von der Hauptmasse durch einen ungefähr 20 m breiten felslosen Streifen getrennt, auf dem das Haus steht. Sie kehrt eine etwa 8 m hohe Wand gegen W. An ihrem Fuß entspringt eine starke Quelle.

Sucht man nach einer Anknüpfung für den Wettersteinkalk des Spielanger, so kommt wohl nur der des Hutkogels oder noch eher der am Nordfuß des Klammkogels bei Steinbach am Ziehberg in Betracht. Daß der Kalk von unten aus dem Flysch heraustaucht, ist wohl — von allen regional-tektonischen Überlegungen abgesehen — nach dem Befund beim Spielanger äußerst unwahrscheinlich. Er muß dem Flysch von oben eingepreßt oder allenfalls von SE hereingeschoben sein. Eine viel einfachere tektonische Erklärung würde sich ja ergeben, wenn man den hellen Kalk des Spielanger mit dem am Waldrand (S. 40) zusammenfassen, ihn also in den Lias stellen könnte. Das ist mir aber lithologisch sehr unwahrscheinlich. Eine sichere Entscheidung könnte nur der Fund von Versteinerungen liefern, der mir trotz längeren Suchens bisher nicht geglückt ist.

Etwa 50 m ost-südöstlich des Oberrandes der größeren Kalkklippe des

Spielanger liegt in der Wiese ein mehrere Kubikmeter großer Felsblock, auf dem einige Bäume wurzeln. Er besteht aus stark gequetschtem, von vielen Spatadern durchzogenem, weißlichem Kalk. Wahrscheinlich handelt es sich hier nicht um eine dritte Wettersteinkalkklippe, sondern um einen losen Block der oben (S. 40) erwähnten hellen Kalke mit den Brachiopoden.

### k) Der Bräugraben (Steinkirchnergraben) und der Hutkogel.

Die Nordseite des Bräugrabens ist bei der Besprechung des Bräubergerges genügend dargestellt worden. Durch die Talsohle verläuft der Bräugrabenbruch, von dem hier jedoch nicht allzu viel zu sehen ist. Der Südhang bildet die Fortsetzung des Hutkogels. Es dürfte besser sein, ihn zusammen mit diesem zu beschreiben, bevor ich auf die Darstellung des Hochsalm eingehe.

Im unteren Teil des Bräugrabens sind keine Aufschlüsse. In 740 *m* Höhe trifft man den ersten anstehenden Hauptdolomit. Er hält mit örtlichen Unterbrechungen bis auf den Bräusattel an. Der Bruch muß also vorwiegend auf der Südseite der Grabensohle verlaufen.

Steigt man aus dem Winkel zwischen Tießenbachgraben und Bräugraben gegen ES empor (vgl. S. 37), so gelangt man rasch zu Felsen von Dachsteinkalk. In 640 *m* Höhe ist das Einfallen  $30^{\circ}$  N, in 680 *m* Höhe N  $20^{\circ}$  E mit  $36^{\circ}$  Neigung. In etwa 730 *m* Höhe kommt man in den Hauptdolomit. Das Lagerungsverhältnis zum Dachsteinkalk ist hier nicht abgeschlossen. Die Fortsetzung des Profiles über den Kamm 889 besprechen wir später (S. 44).

Auf der Südseite des unteren Steinkirchnergrabens führt ein Jagdsteig langsam ansteigend gegen E. In etwa 600 *m* Höhe verläßt er den Kamm mit den Dachsteinkalkfelsen. Ein Stück oberhalb der Mündung und etwas über der Grabensohle steht an ihm in 645 *m* Höhe wohlgebankter Hauptdolomit an, der  $20^{\circ}$  NW fällt. Es handelt sich nur um ein kleines Fenster, denn gleich darauf kommt man wieder in Dachsteinkalk, der mit dem Dolomit parallel liegt (siehe unten). Wahrscheinlich ist zwischen den beiden Gesteinen ein ganz untergeordneter Bruch vorhanden. Der Steig macht jetzt — noch nicht weit von dem NW-Kamm des Salm — ein paar Kehren. Man gelangt zu größeren Wandeln von grauen, dünn, aber regelmäßig geplatteten Dachsteinkalken, die annähernd flach liegen. Sie sind gegen SE bis 750 *m* Höhe zu verfolgen. In 800 *m* Höhe führt der Steig dann gegen E in einen großen Schlag hinein und endet 855 *m* ü. d. M. bei einer Jägerstube, die etwa nördlich P. 1027 liegt. Auf dem letzten Weg-

stück ist kein anstehendes Gestein aufgeschlossen. Vermutlich befindet man sich schon im Hauptdolomit.

Von der Jägerstube führt ein Weg ungefähr waagrecht in den Bräusattel. Wenig nordöstlich des Hauses, im nächsten Graben, ist in 865 *m* Höhe eine ziemlich starke, gefaßte Quelle, vermutlich ein Hinweis auf Lunzer Schichten. Nördlich der Jägerstube muß also eine Störung durchlaufen, von der sich zeigen wird, daß sie als das Ende des Hutkogelbruches zu deuten ist. Dann kommt man in einen hellbraunen Wettersteinkalk, der einen kleinen Rücken zwischen zwei Gräben bildet. Hierauf steht Lunzer Sandstein ziemlich deutlich an. Der Boden ist gelb und enthält viele kleine Sandsteinstückchen. Das Vorkommen muß sehr beschränkt sein. Der nun folgende Kalk ist weiß. Etwa 70 *m* unter dem Steig konnte ich sein Einfallen messen: N 10° E mit 32° Neigung. Das Gestein ist hier unten teilweise plattig, aber immer weiß. Weiter gegen N wird es am Steig mehr grau. Bei einer gefaßten Quelle sind wieder deutliche Spuren von Lunzer Sandstein vorhanden. Darauf kommt man in Dolomit und auch sogleich auf den Bräusattel, wo Hauptdolomit in einer Aufgrabung deutlich ansteht.

Nördlich P. 889 reicht der Wettersteinkalk auf der linken Seite des Bräugrabens bis knapp an die Grabensohle. Er wird vom Hauptdolomit der Nordseite durch den Bräugrabenbruch getrennt. Das Einfallen des Wettersteinkalkes maß ich in dieser Gegend mit 30° WSW.

Die Sohle des größeren Grabens gleich nördlich P. 889 bildet unterhalb 700 *m* Höhe in großer Ausdehnung ein grauer, schlecht geschichteter Kalk, wohl schon Dachsteinkalk. Auf der linken Grabenseite ist gut aufgeschlossen, wie dieser Kalk gegen oben in dünnplattigen, grauen Rhätkalk übergeht, der 20° NW fällt.

Nach diesen Befunden reicht der Wettersteinkalk also auf der linken Seite des Bräugrabens bis etwa nördlich P. 889. Er muß hier zwischen dem Bräugrabenbruch und dem Hutkogelbruch ausspitzen. Lunzer Schichten sind über dem Wettersteinkalk nur stellenweise und in sehr geringer Mächtigkeit erhalten. Teilweise sind sie ihm wohl an kleinen Störungen eingepreßt.

Steigt man vom Bräusattel über den Kamm gegen P. 1208 des Hochsalm hinauf, so kommt man sogleich in Wettersteinkalk. Er ist anfangs braungrau, teilweise dolomitisch, wird aber bald rein, weiß bis gelblich. In 760 *m* Höhe läuft eine sumpfige Furche über den Kamm, die kleine Wasserlachen trägt. Wahrscheinlich ist das eine Andeutung von Lunzer Sandstein, obwohl ich ihn nicht aufgeschlossen fand. Dann folgt bräunlicher bis hellgrauer Wettersteinkalk. Er hält bis 1000 *m* Höhe an. Hier ist eine 10 *m* tiefe Einsattelung des Kammes. Jenseits hat man sofort ge-

nügend Aufschlüsse von Hauptdolomit. Wahrscheinlich entspricht die Einsattelung dem schon früher (S. 15 und 44) erwähnten Hutkogelbruch.

Am bezeichneten Weg vom Gsoller auf den Hutkogel (vgl. S. 40) gelangt man aus dem Lias nach Überschreiten des Bräugrabenbruches sofort in größere Aufschlüsse von Lunzer Sandstein und dunklen Schiefeln. Die Stelle liegt nur etwa 30 m östlich unter dem Bräusattel. Darnach scheint zunächst wieder etwas Dolomit zu folgen, darauf bei einer Quelle wieder Lunzer Sandstein etwas oberhalb des Weges. Am Weg tritt hier Wettersteinkalk mit ziemlich vielen, aber schlecht erhaltenen Diploporen (vermutlich *Poikiloporella duplicata*) auf. Im nächst südöstlichen Wettersteinkalkaufschluß ist das Einfallen bei 925 m Höhe 29° SW. ändert sich allerdings rasch. Man kommt wieder in Lunzer Sandstein bei einer Quelle unterhalb des Weges. Darauf folgt nördlich des Weges anstehender Wettersteinkalk. Nirgends habe ich hier im Hangenden der Lunzer Schichten Opponitzer Kalk gesehen. Wenn auch die Beobachtung etwas schwierig ist, möchte ich doch vermuten, daß die Lunzer Schichten vom Hauptdolomit durch eine Störung getrennt sind, einen Zweig des mehrfach erwähnten Hutkogelbruches.

Nun führt der Weg steil zum Sattel südwestlich des Hutkogels empor. Hier ist nur Dolomitgrus zu sehen, kein anstehender Kalk. Es ist äußerst unwahrscheinlich, daß der gelblichweiße Wettersteinkalk, der den P. 1044 aufbaut, hier durchzieht. Geht man von P. 1044 auf dem Salmweg gegen S weiter, so trifft man wieder nur Hauptdolomit. Er fällt etwas weiter oben, in etwa 1090 m Höhe, 32° WSW. Lunzer Sandstein war hier oben, in der Gegend südwestlich der Kote 1044, nirgends zu entdecken.

Im obersten Tiergraben steht nordwestlich des Hutkogels in 880 m Höhe hellgrauer, ziemlich dünn geschichteter Wettersteinkalk an. Er fällt W 15° S mit 26° Neigung, 15 m weiter unten S 15° E mit 38° Neigung. Man hat durchaus den Eindruck, daß die Schichten gleichmäßig über den Graben streichen, daß dieser hier also keiner Störung folgt. Der Wettersteinkalk hält bis etwa 760 m Meereshöhe an. Dann bildet Hauptdolomit den tieferen rechten Hang und die Sohle (vgl. auch S. 41). Die Grenze der beiden Gesteine dürfen wir wohl als die Fortsetzung des Bräugrabenbruches ansehen. Gegenüber dem Gehöft Ober-Tiergraben steht auf der rechten Seite des Tiergrabens Hauptdolomit an. Geht man von hier nach E, so quert man neuerdings den Bräugrabenbruch. Etwa nordnordöstlich P. 1044 kommt infolgedessen der Wettersteinkalk des Hutkogels bis an die Flyschgrenze herunter, die hier in 720 m Höhe liegen dürfte. Allerdings ist der Flysch nicht aufgeschlossen, da der Fuß des Steilhanges sehr stark von Blöcken bedeckt ist.

Auf der ENE-Kante des Hutkogels reicht der weiße Wettersteinkalk in größeren Wandeln bis etwa 750 m Höhe herunter. Darunter ist der Hang flacher, man sieht nur mehr einzelne Sandsteinstückchen und befindet sich wahrscheinlich schon im Flysch. In den Gräben ost-südöstlich des Hutkogels ist nur anstehender Hauptdolomit zu finden.

Vom Nordkamm des Rauhkogels bei Steinbach aus sieht man gut, daß der Wettersteinkalk der Ostseite des Hutkogels auf den ENE-Kamm beschränkt ist. Alle Wände südlich davon sind Hauptdolomit, der längs des Hutkogelbruches gegen den Wettersteinkalk stößt.

Aus den angeführten Beobachtungen über den Hutkogel und seine Umgebung lassen sich also folgende zwei für das Verständnis wichtige Punkte ableiten:

Über den Sattel südlich P. 1044 verläuft ein steil ungefähr N fallender Bruch, der Hutkogelbruch. An ihm ist der Wettersteinkalk der Kote um mindestens 100 m — vielleicht auch mehr — gehoben (Taf. VI, Schnitt III). Im oberen Steinkirchnergraben vereinigte er sich mit dem Bräugrabenbruch. Dieser schneidet den Tiergraben und zieht auf seiner rechten Seite bis zur Flyschgrenze.

Auf der linken Seite des obersten Tiergrabens liegen die Lunzer Schichten, die hier besser als im Bräugraben entwickelt sind, dem Wettersteinkalk mit ?*Poikiloporella duplicata* offenbar im ganzen auf, wenn sie auch gelegentlich in ihn eingequetscht sein mögen. Kleine Brüche bedingen wohl den Wechsel beider Gesteine längs des bezeichneten Weges. Man wird sich überhaupt hüten müssen, im Salmgebiet allzu regelmäßige Bänder von Lunzer Schichten zu zeichnen. Überkippte Lunzer Schichten, die unter den Wettersteinkalk einfallen, habe ich bei den Begehungen in diesem Gebiet nicht nachweisen können. Ich kann mich auch der Meinung Geyers (1910, S. 183) nicht anschließen, daß der Wettersteinkalk des Hutkogels eine sattelförmige Aufbiegung bildet.

Der besprochene Wettersteinkalk soll unbedeutende Bleiglanzvorkommen enthalten (Geyer, 1910, S. 183; 1918, S. 64).

### 1) Der Hochsalm (Taf. VI, Schnitt III).

Wir setzen, um den Anschluß an das früher Gesagte zu gewinnen, zunächst das Profil aus dem Bräusattel (S. 44) gegen den Salmgipfel fort. Der Hauptdolomit hält auf dem NNW-Kamm bis etwa 1100 m Höhe an. Dann beginnt ein sehr allmählicher Übergang in Dachsteinkalk. 50 m höher oben ist das Gestein sehr hell, grau bis reinweiß, größtenteils von Schalen erfüllt (vgl. auch S. 40). Es kommen also tatsächlich im Rhätkalk auch weiße Abänderungen vor, obwohl der größte Teil der früher für

Rhät gehaltenen weißen Kalke ladinisch ist. Hellgrauer Dachsteinkalk bildet die Kote 1208. Das Einfallen ist nicht immer gleichmäßig gegen den Salmgipfel gerichtet, denn in 1150 *m* Höhe maß ich E  $40^{\circ}$  N mit  $60^{\circ}$  Neigung. Das ist wohl invers, denn man kommt beim Aufstieg in hangende Schichten. In 1260 *m* Höhe stehen auf dem begangenen Kamm die roten Krinoidenkalke des Lias, teilweise mit sehr großen Krinoidenstielgliedern, an. Es folgen weiter verschiedene nicht besonders schön aufgeschlossene Juragesteine. Rote und graue Knollenkalke, wohl Aptychenkalke des Tithon, sind gut entwickelt. Darüber liegen weichere, dünn-schichtige Mergel, wohl Oberalmschichten, vielleicht auch noch Neokom. In ihrem Bereich vereinigen sich die beiden bezeichneten Salmwege, die von verschiedenen Seiten auf den Kamm heraufführen, der eine von W aus dem Tießenbachgraben, der andere von E, vom Hutkogel. Beim weiteren Aufstieg kommt man in 1360 *m* Höhe in — offenbar überkippten — Dachsteinkalk. Er fällt  $43^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  SW. Von inversen Juraschichten ist nichts zu sehen.

Der eben erwähnte bezeichnete Weg über den Hutkogel auf den Salm verläßt dessen Nordkamm etwas südlich der Kote 1318, führt zunächst gegen E steil herunter, knapp westlich der Heinrichhütte vorüber, dann fast eben in den Sattel südlich P. 1044. Er bietet wenig Aufschlüsse. Anfangs geht er durch Jura (Klauskalke, rote Hornsteine, Hierlatzkalke), zuletzt durch Hauptdolomit.

In dem Winkel zwischen Tießenbachgraben und Bräugraben haben wir die Rhätkalke bereits kennen gelernt (S. 37). In der Gegend des Punktes 889 fällt der unter sie eintauchende Hauptdolomit N  $20^{\circ}$  W mit  $26^{\circ}$  Neigung. In etwa 1000 *m* Höhe kommt der Dachsteinkalk von S auf den Kamm 1027 herauf. Er fällt hier S  $10^{\circ}$  W mit  $23^{\circ}$  Neigung. 100 *m* weiter oben steht der Dachsteinkalk auf demselben Rücken senkrecht, streicht W  $15^{\circ}$  N. Er bildet größere Felsen und zieht nun ein gutes Stück weit gerade über den besprochenen Kamm hinauf. Kurz westlich P. 1208 fällt er  $70^{\circ}$  N, ist also, wie nördlich der Kote, etwas gegen S überkippt. Wir werden diese Neigung zu einer Überkipfung gegen S im Nordflügel der Salmmulde später wieder treffen (S. 55).

Der bezeichnete Weg aus dem Tießenbachgraben auf den Hochsalm führt zunächst längs des ersten Grabens südöstlich P. 963 empor, dann knapp östlich an diesem Punkt vorüber zu der Jägerstube bei P. 1027 und von hier schräg in den Sattel gleich südlich P. 1318. Wo der Steig den ost-westlich verlaufenden Hauptast des Tießenbachgrabens verläßt, steht liassischer Hornsteinkalk an (S. 38). Er fällt  $22^{\circ}$  S. Nach einer kurzen Strecke mit wenig Aufschlüssen gelangt man in 875 *m* Höhe in einen hell-

grauen, sehr feinkörnigen, dünn und etwas knollig geplatteten Kalk, der mit etwa  $40^\circ$  Neigung genau S fällt. Etwas weiter oben (910 m ü. d. M.) quert man ein niedriges Wandel gelblich-weißer bis fleischroter, eher dick gebankter Kalke. Die Lagerung ist dieselbe wie früher und beide Aufschlüsse gehören wohl sicher zusammen. Dieser helle Kalk zieht in nördlicher Richtung den Hang hinauf und bildet die Kote 963. Er baut hier ein recht ansehnliches Wandel auf, das seine Schichtköpfe gegen N kehrt. Der tiefere Teil des Gesteins ist beinahe rein weiß, grob und undeutlich gebankt, erinnert fast an Wettersteinkalk. Östlich davon, wo der Steig auf dem Kamm hinaufführt, trifft man Felsen eines roten Knollenkalkes mit einzelnen Hornsteinen, der jedenfalls als „Grünauer Marmor“ (Klauskalk) zu deuten ist. Er liegt ziemlich sicher unter dem soeben erwähnten hellen Kalk. Weiter oben bildet dieser wieder den Kamm, an dessen Südseite sich der Steig nun hält. Manche Stücke des Kalkes sind auffallend primär breschig. Es ist nach all dem Gesagten wohl deutlich, daß der besprochene helle Kalk in den Oberjura gehört und dem Plassenkalk des Schütterberges (vgl. S. 23) gleichzusetzen ist. Kurz bevor man zu der Jagdhütte kommt, sind in einem Graben graue, mergelige Kalke mit *Lamellaptychus spec.*, wohl schon Neokom, aufgeschlossen. Sie fallen (vermutlich invers) E  $35^\circ$  N mit  $54^\circ$  Neigung. Bei schlechten Aufschlüssen leitet der Steig im wesentlichen innerhalb dieses jüngsten Schichtgliedes auf den Kamm südlich P. 1318 hinauf.

Ein Weg von der Jagdhütte zum Grabersattel bietet wenig Aufschlüsse. Sein größerer, südlicher Teil führt durch den inversen Hauptdolomit des Salm, an den sich im N etwas Dachsteinkalk und dann gleich Neokom anschließt.

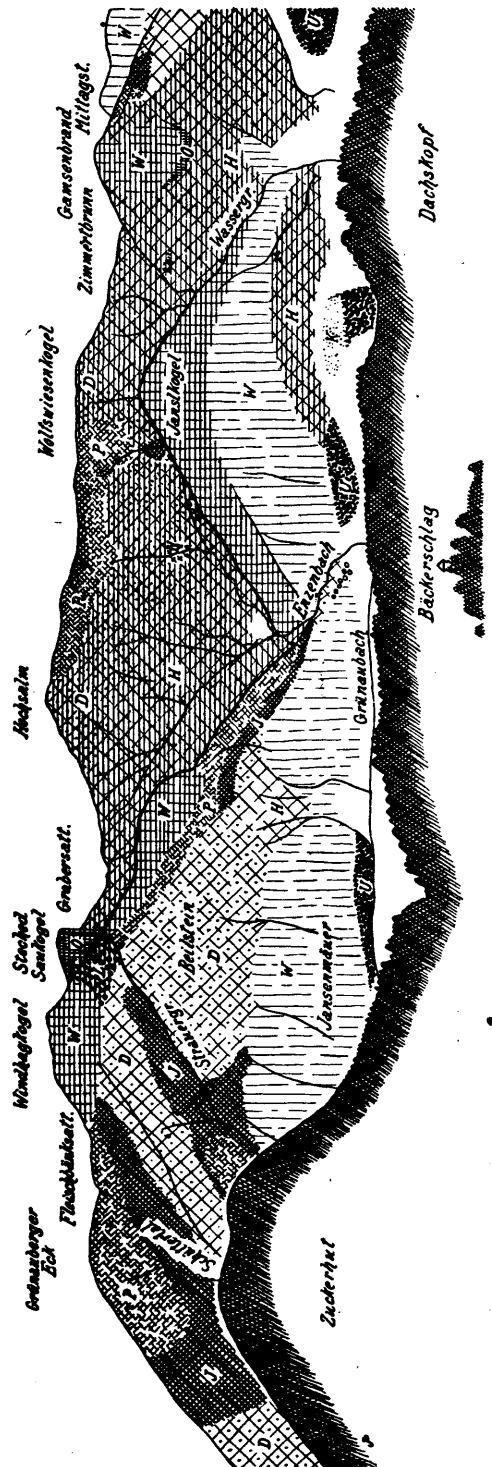
Der SW-Kamm des Salm, vom Gipfel bis zum Grabersattel, liegt ganz in der überkippten Obertrias. Der höchste Teil besteht aus Dachsteinkalk, der etwa 25 m unter dem Gipfel infolge einer sekundären Verbiegung N  $20^\circ$  E mit  $28^\circ$  Neigung fällt. 90 m unter dem Gipfel erscheinen die ersten Übergangsteine zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk, mit gitterförmigen Furchen auf den verwitterten Oberflächen. Erst nachdem man weiter 120 m hinuntergestiegen ist, befindet man sich in echtem Hauptdolomit. Seine Lagerung ist über eine größere Strecke dieselbe: Einfallen W  $30^\circ$  S, Neigung  $40^\circ$ . Die Schichten fallen also fast in der Richtung des Kammes, aber etwas steiler als dieser. Es ist deshalb begreiflich, daß auch nicht sehr mächtige Schichtglieder einen breiten Raum einnehmen.

Wir haben nach dem bisher Gesagten im Gipfelteil des Hochsalm also eine Überschiebung vor uns, an der verkehrt gelagerter Dachsteinkalk sich

auf Neokom oder Oberalmschichten legt. Auf der Südflanke des Berges (vgl. Taf. I, Fig. 2 und Textfig. 5) läßt sich diese Schubfläche nun weit hinunter verfolgen, so daß dieser Hang, der bisher als ein einförmiges Hauptdolomitgebiet dargestellt wurde, zum interessantesten Teil des ganzen Hochsalm wird. Wir beginnen die Beschreibung am besten mit einem langen zusammenhängenden Profil, das ich in einem rechten Seitengraben des Enzenbaches aufgefunden habe.

Ein Stück nordöstlich der Kote 716 überschreitet der bezeichnete Steig auf den Hochsalm in 730 m Höhe den oberen Enzenbach. (Der Verlauf der Schichtlinien auf dem Meßtischblatt ist nicht genau; sie wären etwas weiter in die Gräben hineinzurücken.) Hier mündet von rechts ein größerer Seitengraben. Durch diesen steigen wir hinauf. Nächst der Mündung fällt Hauptdolomit 30° SW, etwas weiter oben 50° SW. Das Einfallen ist also steiler als der Hang. Infolge der inversen Lagerung kommt man beim Aufstieg in jüngere Schichten, es erfolgt Übergang in Dachsteinkalk, der in 850 m

Fig. 5. Die Salmgruppe aus S, vom bezeichneten Weg von Grünau auf den Kasberg, wenig östlich P. 931. Vgl. Taf. I, Fig. 2. Mittlerer Maßstab etwa 1 : 25.500. D = Dachsteinkalk und Kössener Schichten, H = Hauptdolomit, J = Jura ausschließlich P, K = Oberkreide, L = Lunzer Schichten, N = Unterkreide, O = Opponitzer Schichten, P = Oberalmschichten und Plassenkalk, U = Werfener Schichten, W = Wettersteinkalk, waagrechte Schraffen = Windhagdecke.



Höhe vollendet ist. Das Gestein fällt hier S 5° W mit 60° Neigung. In 865 *m* Höhe erscheinen plötzlich auf der linken Grabenseite vollkommen zerquetschte und aufs äußerste kleingefaltete graue Mergel, Oberalmschichten oder vielleicht Neokom. Sie bestehen fast nur mehr aus neu gebildeten, verbogenen und zerbrochenen Kalkspatlagen. Auf der rechten Grabenseite zieht der Dachsteinkalk wenig über den Bach weiter empor. Zunächst fällt er 47° S. In zusammenhängenden Aufschlüssen kann man verfolgen, wie er sich dann gewölbeförmig umbiegt, so daß er wenige Meter höher oben 20° NW fällt. Infolgedessen kommt er wieder in die Grabensohle herunter. In 880 *m* Höhe ist auf der linken Grabenseite die Auflagerung fast horizontalen Dachsteinkalkes auf die zerquetschten Oberalmschichten unmittelbar aufgeschlossen (Taf. IV, Fig. 9). Wir haben es also mit dem ausgezeichnet sichtbaren Westrand eines Fensters zu tun. Es ist auch im E geschlossen und ganz klein, denn etwa SSE fallender Dachsteinkalk bildet allein die höheren Hangteile östlich des Grabens.

Weiter oben verläuft der begangene Graben durch Dachsteinkalk, der im einzelnen ziemlich verbogen ist, im ganzen aber dem Hang ungefähr parallel liegt. Das Einfallen ist mittelsteil südlich bis südwestlich. Offenbar wurde in dieser Gegend der Dachsteinkalk als das widerstandsfähigste Gestein durch die Abtragung über große Strecken bloßgelegt. Erst in etwa 1170 *m* Höhe kommen die jüngeren Schichten wieder unter ihm hervor. Hier stehen im Graben dieselben zerquetschten Oberalmschichten an, die wir unten trafen. Der Kontakt mit dem Dachsteinkalk ist aber nicht aufgeschlossen. Einzelne Platten dunkelroten Oberjurakalkes sind den grauen Oberalmschichten deutlich eingeknetet. Etwa 200 *m* westlich der eben beschriebenen Stelle zieht der Dachsteinkalk als eine vorspringende Rippe in ungefähr nördlicher Richtung den Hang des Salm empor. Er fällt S 15° W mit 32° Neigung und enthält Schillsteinlagen. Er erreicht den Ostkamm des Hochsalm wenig östlich des Trigonometers. Auf seiner Ostseite begleiten ihn immer die — meist allerdings schlecht aufgeschlossenen — Oberalmschichten.

Recht wichtig sind auch die Beobachtungen in den Gräben südsüdwestlich der Hochsalmhütte. In demjenigen, der einige hundert Meter westlich an dieser Hütte vorbeiführt, fällt in 910 *m* Höhe (wenig über dem bezeichneten Weg zur Hochsalmhütte) Dachsteinkalk mit wechselnder, meist nicht großer Neigung gegen S. 5 *m* weiter oben ist auf der linken Grabenseite ein Aufschluß stark kleingefalteter Neokommernergel, die deutlich unter den Dachsteinkalk einfallen (Taf. IV, Fig. 10). Weiterhin erscheinen auf beiden Seiten des Tälchens zerquetschte Oberalmschichten. Sie fallen in 950 *m* Höhe 50° SSW. Unter ihnen kommen talaufwärts helle

Plassenkalke, dann etwas rote Flaserkalke, vermutlich Klausschichten, schließlich fleischrote liässische Krinoidenkalke heraus. Alle Gesteine sind stark miteinander verknüftet. Sie bilden zum Teil nur Linsen. Das Einfallen ist ziemlich steil talauswärts. In etwa 1000 *m* Höhe steht Dachsteinkalk an. Man sieht hier nicht, ob er dem Jura aufgeschoben ist oder sein Liegendes bildet. In 1030 *m* Höhe fallen stark gestörte Oberalmschichten mit eingepreßten roten Mergelkalken und großen Blöcken von Hierlatzkalk 63° SSW. Viele lose Stück bestehen aus einer tektonischen Bresche von Hierlatzkalk und grauen Kalken. Gegen oben wird die Neigung der Schichten weniger steil. Graue und rote Mergelkalke des obersten Jura halten bis zu dem bezeichneten Weg von der Hütte auf den Salm an, der den Graben in 1190 *m* Höhe quert. Oberhalb des Weges steht Dachsteinkalk an. Er gehört, wie wir gleich sehen werden, zum verkehrten Flügel.

Aus dem eben beschriebenen Graben kann man den Dachsteinkalk und die nördlich an ihn grenzenden Oberalmschichten ziemlich gut über den Hang nach W verfolgen. (Es verläuft hier in rund 1100 *m* Höhe ein waagrechter Jagdsteig). Indem man das tut, gelangt man wieder zu der auf S. 50 beschriebenen Stelle in 1170 *m* Höhe im westlichen Graben mit dem Fenster. Es müssen also wohl alle Dachsteinkalke auf dem Südhang des Hochsalm zur Schubmasse gehören und verkehrt liegen. Die tieferen Juragesteine im Graben gleich westlich der Hochsalmhütte dagegen liegen normal unter den Oberalmschichten. Sie sind aufgewölbt, zum Teil vielleicht bei der Überschiebung aufgeschürft, jedenfalls weitgehend zertrümmert.

In dem Grabenast, der von der Hochsalmhütte selbst kommt, ist südlich von dieser nur Hauptdolomit aufgeschlossen. Er nimmt auch den Rücken zwischen den beiden Teilgräben ein.

Die Hochsalmhütte ist auf der Freytagschen Touristenkarte nicht richtig eingezeichnet. Sie liegt nicht südlich, sondern südöstlich des Salmgipfels, nur wenige hundert Meter westlich des Kammes Wolfswiesenkogel—Janskogel. Der Steig führt nach dem auf S. 49 beschriebenen Graben auf der rechten (nicht auf der linken) Seite des oberen Enzenbaches empor und beschreibt dann mehrere Kehren. Oberhalb der Hütte wendet er sich zunächst gegen NE, dann erst gegen NW und erreicht den Ostkamm des Salm ein Stück östlich des Gipfels. Die Hütte selbst dürfte wohl auf Dachsteinkalk oder Hauptdolomit stehen. An der gegen NW verlaufenden Wegstrecke unter dem Kamm sind die Aufschlüsse schlecht, man erkennt jedoch deutlich, daß der Dachsteinkalk (mit „Sphärokodien“, die aber im Dünnschliff keine Algenstruktur aufweisen, und Lithodendren) hier auf den Hangteil oberhalb des Weges beschränkt ist. In 1240 *m* Höhe

fällt er  $15^{\circ}$  SW, flacher als der Hang. Am Fuß der Wand entspringt eine Quelle als Andeutung der Auflagerung auf die undurchlässigen Oberalmschichten. Am Weg und von hier abwärts dürften Oberjuragesteine anstehen.

Übersichtlicher sind die Verhältnisse auf dem Kamm Hochsalm—Wolfswiesenkogel. Er bietet das Bild einer schwachen Queraufwölbung, wobei das überschobene Rhät, das auch hier aus Kössener Schichten und hellem oberem Kalk zu bestehen scheint, sich wie das jüngste Schichtglied verhält. Ein Stück östlich des Trigonometers 1403 endet es (vgl. S. 50) und man gelangt in Oberjuraschichten, die deutlich aus NW auf den Kamm heraufziehen. Die Oberalmschichten sind nicht gut aufgeschlossen, wohl aber die darunter folgenden hellen Plassenkalke, dann rote Knollenkalke und schließlich in größerer Breite rote und gelbe Krinoidenkalke des Lias mit einzelnen Hornsteinknollen. Darauf folgen im E wieder die Klauskalke. Eine Wiese bezeichnet die Oberalmschichten. Hier verläßt der markierte Weg den Kamm. Wenige Schritte östlich dieser Stelle wird der Berg Rücken schon von grauen Rhätkalken mit Korallenstöcken gebildet, der Fortsetzung derjenigen oberhalb des bezeichneten Weges. Ihre Südgrenze verläuft vom Kamm gegen SE.

Von der Heinrichhütte nordnordöstlich des Hochsalmgipfels führt ein Jagdsteig fast waagrecht gegen SE. Er verläuft weithin in dem Übergangsbereich zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk. Wenig über ihm, in etwa 1100 m Höhe, ziehen die Wandeln des echten Plattenkalkes sehr ruhig dahin. Die Heinrichhütte selbst scheint schon auf diesem Kalk zu stehen.

In dem großen Kessel auf der NE-Seite des Hochsalm ist eine auf den Karten nicht ersichtliche stärkere Rippe vorhanden, die etwa vom Trigonometer gegen NE verläuft. Auf ihr sieht man schon vom waagrechten Steig zur Heinrichhütte in ungefähr 800 m Höhe, nahe der Flyschgrenze, Wandeln von hellem Wettersteinkalk. Sie deuten die Verbindung zwischen denen des Hutkogels und denen auf der Nordseite des Wolfswiesenkogels (vgl. S. 54) an. Bei Untersuchung aus der Nähe erweisen sie sich als ein etwas kristalliner, teils schwach braungelber, teils schneeweißer Kalk. Er wird im S durch den etwa N fallenden Hutkogelbruch begrenzt, der den Graben östlich des Kalkgufes in 765 m Höhe quert. Südlich der Störung steht überall Hauptdolomit an. Steigt man durch den erwähnten Graben gegen NE hinunter, so kommt man in 750 m Höhe aus dem Wettersteinkalk wieder in Hauptdolomit. Ich hatte den Eindruck, daß dieser infolge der geringen Neigung der Störung hier unter dem Wettersteinkalk wieder herauskommt, doch mögen auch kleinere Brüche mitspielen. Der Haupt-

dolomit hält bis 700 *m* ü. d. M. an. Hier stößt er gegen den Flysch, doch ist die Grenze nicht gut aufgeschlossen.

Viel besser sieht man diese merkwürdige tektonische Hauptlinie in dem Graben westlich des eben besprochenen Wettersteinkalkgupfes. Er verläuft ebenfalls ungefähr gegen NE, gerade auf P. 698 zu, und quert die Flyschgrenze in 750 *m* Höhe. Sie muß nach ihrem Ausstrich auf den Grabenwänden ungefähr senkrecht stehen und eine ostwestliche Richtung haben. Im einzelnen ist sie sichtlich sehr verbogen. Der Hauptdolomit südlich von ihr fällt talaufwärts. Unmittelbar an ihr ist er in einen kristallinen, fast weißen Marmor mit dunkelgrauen oder ockergelben Adern verwandelt. Daran angepreßt sieht man noch einige wenige Bänkchen sehr gequetschten und von Spatadern durchzogenen Flyschmergels mit zweifelhaften Spuren von Fukoiden. Von einer Überlagerung der Sandsteinzone durch die Kalkalpen bemerkt man also hier nichts; die Flyschgrenze sieht wie ein senkrechter Bruch aus. Die starke Gesteinsveränderung an ihr deutet aber wohl darauf hin, daß ziemlich lebhaft Bewegungen erfolgt sind.

In dem nächst westlicheren Graben, etwa dort, wo der Hang des Hutkogels an den des Hochsalm anschließt, ist die Flyschgrenze nicht so gut aufgeschlossen. In 750 *m* Höhe steht noch Flysch an, in 770 *m* Höhe Hauptdolomit, der nicht ungewöhnlich grusig ist und W 30° S mit 50° Neigung fällt.

Die erwähnten Gräben sind von dem bezeichneten Weg von Steinbach auf den Hochsalm aus unschwer zu erreichen, der fast waagrecht wenig nördlich der Flyschgrenze über sie hinwegführt.

#### m) Der Wolfswiesenkogel (Taf. VI, Schnitt IV).

Er bildet die unmittelbare östliche Fortsetzung des Hochsalm. Es dürfte am zweckmäßigsten sein, zuerst ein Profil vom Nordfuß bis zur Kammhöhe zu beschreiben.

In der Umgebung des Gutes Brandriedel und des Hügels 609 westlich Steinbach am Ziehberg ist mehrfach Flysch aufgeschlossen. Die Sandsteine mit Pflanzenstückchen erinnern zum Teil ungemein an Lunzer Schichten. Auf der linken Seite des Brückelgrabens sind von 700 *m* aufwärts in kleinen Nebengräben Aufschlüsse von Hauptdolomit. Zunächst ist er sehr gequetscht und zeigt keine deutliche Schichtung. In 760 *m* Höhe kann man das Einfallen mit W 10° S, Neigung 50° bestimmen. Das Gestein wird jetzt allmählich kalkig. In 800 *m* Höhe fällt ein grauer Kalk, wohl Dachsteinkalk, W 10° S mit 36° Neigung. In 825 *m* Höhe quert eine starke

Quetschzone den Graben, die Fortsetzung des Rauhkogelbruches. Es stellt sich schneeweißer Wettersteinkalk ein. Eine sichtbare Störungsfläche, die aber schon in diesem weißen Kalk verläuft, fällt mittelsteil NNE. Im Graben halten zusammenhängende Aufschlüsse von schneeweißem Kalk mit nicht näher bestimmbareren Diploporen bis 920 *m* Höhe an. Hier quert man wieder eine Störung, den schon mehrfach erwähnten Hutkogelbruch, der mir etwa NNW zu streichen und örtlich sehr steil W zu fallen schien. Jenseits von ihm steht im Graben nach einer nur wenige Meter breiten Unterbrechung durch Schutt sofort Hauptdolomit an. Lunzer Sandstein ist hier sicher nicht vorhanden. Der Wettersteinkalk ist also zwischen zwei ziemlich steilen Störungen horstartig emporgetragen. Auf dem Kamm 960 liegt die Grenze zwischen dem Wettersteinkalk und dem südlich anschließenden Hauptdolomit in etwa 1020 *m* Höhe. Von hier kann man die Kalkwandeln gut gegen NW verfolgen. Sie ziehen über den NW-Grat südlich P. 673 hinunter, nicht aber in den großen Trichter nordöstlich des Salm hinein. Sie werden also offenbar auch hier von einer NE fallenden Störung begrenzt, die sich in die des Hutkogels fortsetzt (vgl. S. 46). Das Westende der Wettersteinkalkmasse auf der Nordseite des Wolfswiesenkogels ist in einem der kleinen rechten Quellbäche des Scheiblgrabens in etwa 770 *m* Höhe aufgeschlossen. Der ungefähr gegen NW fließende Bach läuft hier über Hauptdolomit. Auf seiner rechten Seite liegt deutlich darüber weißlicher, etwas kristalliner Wettersteinkalk. Die Störungsfläche zwischen den beiden Gesteinen fällt N 30° E mit 40° Neigung. Der Hauptdolomit darunter ist im wesentlichen parallel damit gebankt. Wenige Schritte weiter unten vereinigt sich der untersuchte Graben mit einem anderen, von links kommenden. In diesem ist der Hauptdolomit sehr gequetscht, aber nicht grusig, sondern in eine feste, durch Spatadern gut verkittete, feinkörnige Bresche verwandelt. Ganz wenig westlich davon trifft man auf den kleinen Wettersteinkalkfelsen, von dem schon auf S. 52 die Rede war.

Im oberen Brückelgraben, südlich P. 960, stellen sich beim weiteren Aufstieg bald Übergangsgesteine zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk ein. Sie halten hier über eine sehr breite Strecke an. Wahrscheinlich hängt das mit starken Schichtverbiegungen zusammen, wie wir sie sogleich bei den nächsthöheren Gesteinen kennenlernen werden.

Die Fortsetzung des Profiles habe ich aus zufälligen Gründen auf dem Kamm 1075, zwischen Brückelgraben und Scharfenriß, untersucht. In 1170 *m* Höhe gelangt man hier aus den Übergangsgesteinen in den richtigen Dachsteinkalk. Seine Schichten sind stark verbogen. Im ganzen fallen sie gegen die Wolfswiese ein. An diese Kalke stoßen im S, 1205 *m* ü. d. M.,

wo der Kamm eine Zeit lang fast gar nicht ansteigt, unmittelbar rote Knollenkalke. Vielleicht handelt es sich um eine örtliche Entwicklung von Adneter Schichten. Sonst müßte man annehmen, daß der Lias hier infolge von Störungen fehlt und das Rhät an die Klauskalke grenzt. Südlich scheinen rote Hornsteinkalke zu folgen. In 1240 *m* Höhe stehen Klauskalke sicher an. Sie fallen 60° NE. Gleich südlich davon ist ein Aufschluß eines ungemein gequetschten, stark kieseligen Kalkes, der wohl in den Oberjura, nicht in den Lias gehört. Die Lagerung ist der der Klauskalke parallel. Nun folgt ein aufschlußloser Schlag, der wohl die Oberalmschichten, vielleicht auch noch etwas Neokom bedeckt. Dann gelangt man zu den NW—SE streichenden, gegen N blickenden, steilen oder sogar überhängenden Wandeln auf dem Kamm des Wolfswiesenkogels. Sie bestehen aus Dachsteinkalk des inversen Flügels der Salmmulde. Im Gegensatz zu dem, was wir auf dem Salm fanden, muß die Schubfläche hier sehr steil stehen, wenn nicht sogar unter einem sehr großen Winkel gegen N fallen.

Man gewinnt aus den zuletzt angeführten Gesteinslagerungen den deutlichen Eindruck, daß die Salmmulde auf dem Wolfswiesenkogel nachträglich gegen S zurückgebogen worden ist. Stellenweise fanden wir Ähnliches ja auch auf dem Hochsalm (S. 48). Wahrscheinlich hängt dies mit der Anpressung der nördlich davon gelegenen Wettersteinkalkmasse zusammen. Der Hutkogelbruch muß demnach jünger als die Überfaltung am Salm sein.

Vom Wolfswiesenkogel kann man die Grenze zwischen Oberalmschichten und Dachsteinkalk gut über den Kamm nach W verfolgen. Sie zieht bald etwas auf die Südseite des Kammes hinunter, so daß dieser selbst felsfrei wird. Der Dachsteinkalk der Südseite ist stark von Spatadern durchsetzt. Das Einfallen schien S 30° W mit 70° Neigung zu sein. Kurz östlich der Stelle, wo wir auf S. 52 den Salmkamm verließen, geht der Dachsteinkalk wieder auf die Höhe des Rückens hinauf.

Gegen die Zimmertbrunnwiesen zu verläuft vom Wolfswiesenkogel ein ausgesprochener Kamm (der auf dem Meßtischblatt nicht dargestellt ist). Sein oberer Teil besteht aus senkrechten oder überhängenden Dachsteinkalkwänden. Auf der Westseite des Sattels der Zimmertbrunnwiesen fällt dieser 43° WSW und wird vom inversen Hauptdolomit überlagert, der im oberen Teil des Wassergrabens einen beträchtlichen Raum einnimmt. Die Grenze beider Gesteine zieht gerade über den Sattel 1165. Östlich der Kote bildet der Dachsteinkalk gegen N blickende Wandeln, der Hauptdolomit darüber einen sanfteren Hang. Stellenweise sind dem unteren Dachsteinkalk Kössener Schichten mit groben Schillsteinen eingeschaltet. Steigt man gegen N, gegen die Wolfswiese hinunter, so kommt man unter

den Dachsteinkalkwandeln in ziemlich gequetschte Oberalmschichten. Ihre Überlagerung durch den Dachsteinkalk ist gut aufgeschlossen. Weiter unten folgen rote Flaserkalke mit feinem Krinoidengrus. Bei der Jägerstube gelangt an dann sofort in den Rhätkalk des normalen Schenkels. Wie auf dem Kamm 1175 bleibt die Vertretung des Lias zweifelhaft.

Gegen E wird der inverse Dachsteinkalk nördlich der Zimmerbrunnwiesen immer dünner, die durch ihn gebildete Wand immer unbedeutender. Etwa N 10° E des Gipfels des Gamsenbrandes geht sie zu Ende. Die Oberalmschichten unter dem Dachsteinkalk verschmelzen mit denen westlich der Mittageben. Der Dachsteinkalk wird also im E nicht, wie ich ursprünglich vermutete, durch einen scharfen Bruch, die Fortsetzung desjenigen im Schwarzeckgraben (vgl. S. 67), abgeschnitten. Dieser Bruch scheint vielmehr in einer nicht sehr klaren Weise in die Salmüberschiebung nördlich der Zimmerbrunnwiesen überzugehen.

Die Wolfswiese ist ein kleines Moor. Bei einer flüchtigen Besichtigung anfangs August bemerkte ich unter den Pflanzen *Sphagnum* (in vielen Polstern, aber nicht geschlossen), *Equisetum*, *Eriophorum* (nicht sehr reichlich), *Veratrum*, *Drosera* (reichlich), *Myosotis*, *Vaccinium*. An Bäumen sind nur einzelne verkrüppelte Fichten vorhanden. Es scheint also, daß die Lebensbedingungen sich denen eines Hochmoores nähern. Eine genauere botanische Untersuchung dieses mitten im Kalkgebiet gelegenen Vorkommens wäre sicher lohnend.

Das Moor liegt in einem rings geschlossenen Becken, das ungemein wie ein Kar aussieht. Glaziale Entstehung der Form ist trotzdem nicht sicher zu behaupten, weil das Becken ja im Bereich der weichen Juraschichten zwischen den beiden Dachsteinkalken liegt. Der Bach, der das Moor entwässert, verschwindet nächst einer Hütte in einem Ponor im normal gelagerten Dachsteinkalk. Dieser bildet im N einen niederen Riegel, der das Becken abschließt. Auf dem Hang nordwestlich der Wolfswiese sieht man sehr deutlich die heftige Kleinfaltung des normal liegenden Dachsteinkalkes (Taf. V, Fig. 12).

Die Aufschlüsse beim Abstieg durch den Schartenriß wären nicht gut genug, um für sich allein ein verständliches Bild zu liefern. Sie ordnen sich aber gut in die Störungen ein, die wir im oberen Brückelgraben schon (S. 55) sahen und auf dem Rauhkogel später (S. 75) wieder treffen werden. Das erste anstehende Gestein nordöstlich der Wolfswiese ist der schon erwähnte Dachsteinkalk. In etwa 1000 m Höhe beginnt er in Hauptdolomit überzugehen. 25 m weiter unten steht Hauptdolomit an. Bald darauf, in etwa 940 m Höhe, gelangt man plötzlich in hell bräunlichen,

gelblichen oder weißlichen Wettersteinkalk. Hier läuft also der Hutkogelbruch durch. Der Wettersteinkalk bildet auch die Wände bei P. 1075 auf der linken Seite des Schartenrisses und die NW-Seite des Mittagsteins. Hier schien er mir stellenweise in Ramsadolomit überzugehen. Im Schartenriß selbst halten die Kalke nur über eine sehr kurze Strecke an. Offenbar werden sie im N von der Rauhkogelstörung abgeschnitten. In 930 *m* Höhe steht schon wieder Hauptdolomit an. Er fällt 40° NE. Auch weiterhin ist das Einfallen talauswärts gerichtet. Infolgedessen gelangt man in die Übergangsgesteine mit gegitterter Verwitterungsfläche und etwa 840 *m* ü. d. M. in echten Dachsteinkalk, der immer noch talauswärts geneigt ist. 20 *m* tiefer unten fällt aber das Übergangsgestein W 10° N mit 17° Neigung und 35 *m* tiefer unten kommt man wieder in den Hauptdolomit. Der Schartenriß durchschneidet also eine flache Mulde von Obertriasgesteinen.

In 700 *m* Höhe trifft man im Wald etwas links oberhalb der Sohle des Spiesengrabens, der nördlichen Fortsetzung des Schartenrisses, eine Gruppe sehr starker Quellen. Es dürfte hier wohl unter anderem das auf der Wolfswiese versinkende Wasser wieder zutage kommen. Die losen Gesteinsstücke in dieser Gegend erwiesen sich noch durchweg als Kalk. Unmittelbar nördlich schließt aber eine glatte Wiese an. Ich vermute, daß die Quellen die Nähe der Flyschgrenze anzeigen. Sie muß dann allerdings hier einen starken einspringenden Winkel bilden, wohl infolge einer Blattverwerfung, wie wir solche etwas weiter östlich noch kennenlernen werden (S. 71). Denn in 650 *m* Höhe steht im Spiesengraben ein dünnplattiger, dunkler, sehr stark bituminös riechender Dolomit an, der 23° NW fällt. Es ist möglich, daß hier schon der oberste Teil der Opponitzer Schichten hervorkommt (vgl. S. 71), doch fand ich weiter oben und weiter unten im selben Tal gewöhnlichen Hauptdolomit, so daß es sich auch um eine bloße Einlagerung in diesem handeln kann.

Der bezeichnete Weg von Steinbach auf den Mittagstein verläuft nicht durch den unteren Spiesengraben, sondern in einem Bogen über das Ottenauergut. Ungefähr südwestlich dieses Hauses ist in 675 *m* Höhe am Waldrand etwas von der Flyschgrenze zu sehen. Es ist hier stark grusiger Hauptdolomit aufgeschlossen. Unmittelbar nördlich davon liegen am bezeichneten Weg viele lose Stücke grober Sandsteine und feiner Breschen. Ich fand auch ein wohlgerundetes, fast faustgroßes Porphyrgerölle. Westlich des Ottenauergutes herrschen dagegen am Waldrand graue, braun verwitternde, gewöhnliche Flyschsandsteine. Es muß sich also hier zwischen die Sandsteinzone und den Hauptdolomit ein Streifen kalkalpiner Oberkreide, wohl sogenannter Randzenoman (vgl. S. 132) einschalten. Leider konnte ich diese Gesteine nicht anstehend finden (vgl. auch S. 114).

### n) Der Janslkogel (Taf. VI, Schnitt IV).

Er trägt zwei durch eine Einsattelung getrennte Gipfel. Der Nordgipfel ist etwa 1000 *m* hoch, dem Südgipfel entspricht die Kote 1018.

Nördlich des Sattels 989 steht auf dem Südhang des Wolfswiesenkogels überall Hauptdolomit an. Die auf den alten Meßtischblättern eingetragene Wiese östlich der Kote ist jetzt vollständig verwachsen. Südlich des Sattels kommt man bald zu einem größeren Wandel eines hell bläulich-grauen, braungelb verwitternden, dünn und uneben geschichteten Kalkes. Auf Grund des Vergleiches mit dem Steched-Saukogel und anderen Stellen ist er sicher als Opponitzer Kalk zu erkennen. Er fällt mit wechselnder, stets geringer Neigung gegen S. Der größte gemessene Winkel betrug  $30^{\circ}$ . Südlich oberhalb dieses Wandzuges folgt ein aufschlußloser Geländestreifen mit stark lehmigem Boden, der vielleicht das Durchziehen des Lunzer Sandsteines andeutet. Der Nordgipfel des Janslkogels besteht aus hellbräunlichem Kalk, wohl schon Wettersteinkalk. Im Sattel zwischen den beiden Gipfeln steht grusiger Dolomit an, vielleicht eine kleine Masse von Ramsaudolomit. Der Südgipfel ist aus weißem Wettersteinkalk aufgebaut, der nur wenig nördlich über ihn hinausreicht. Schichtung ist nur stellenweise entwickelt, sie läßt aber erkennen, daß das Gestein flach liegt, nicht so nach S fällt, wie es nach der Gestalt der ganzen Kalkmasse zu erwarten wäre. Besonders im Osthang setzt sich die Nordgrenze als eine sehr deutliche, senkrechte, gegen N blickende Wand fort. Schon diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß der Wettersteinkalk des Janslkogels nicht einfach eine schräge Gesteinsplatte ist, sondern daß seine Form durch mehrere Störungen bedingt ist. Wahrscheinlich handelt es sich um steil S fallende Brüche. Vom SE-Kamm des Beilsteins aus fällt besonders eine solche Störung auf, die etwa 100 *m* tiefer als der Gipfel fast senkrecht über den Südhang des Janslkogels zieht (vgl. S. 59).

Aus dem Sattel 989 führt der ältere Salmsteig, dessen Wegzeichen jetzt schon stark verblaßt sind, am Westhang des Janslkogels zur Enzenbachmühle. In seinem oberen Teil geht man durch Hauptdolomit. In 845 *m* Höhe gelangt man zu einer Felsmauer von weißem Wettersteinkalk, die den Hang heraufzieht. Das Gestein ist besonders unterhalb des Weges stark geklüftet. Die Klüfte fallen  $40^{\circ}$  S. Ganz wenig weiter trifft man in 835 *m* Höhe eine zerfallene Holzknechtstube. Hier steht unzweifelhaft Lunzer Sandstein an. Er hält am Weg aber nur wenige Schritte weit an. Dann kommt man wieder in grauen bis fast weißen Wettersteinkalk, der  $30^{\circ}$  S fällt. Die Lunzer Schichten müssen dem Wettersteinkalk offenbar an einer Störung eingepreßt sein, vermutlich an einer Schuppungsfläche, an der der

südliche Wettersteinkalk mit seiner Unterlage aus Lunzer Schichten gegenüber dem nördlichen etwas gehoben ist. Der Wettersteinkalk hält nun längs des Steiges an. In 760 m Höhe führt dieser auf die Südseite des Janskogels hinüber. Hier ist der Kalk stellenweise sehr grusig, braust aber doch mit Salzsäure. Es handelt sich also wohl nur um stark gestörten Wettersteinkalk. Weiter unten erscheinen viele lose Stücke dunkelgrauen Kalkes. Wahrscheinlich liegt hier die Fortsetzung des dunklen Kalkes im Wassergraben (vgl. S. 60). In 650 m Höhe kommt man auf eine grasbedeckte Vorstufe des Hanges, die sich langsam gegen W und etwas rascher gegen S senkt. Kleine lose Stückchen von Werfener Schichten sowie Spuren rötlicher und bläulicher Tone lassen darauf schließen, daß die Vorstufe aus Untertrias besteht. Nach Geyer (1910, S. 191) war früher unmittelbar am Grünaubach Haselgebirge zu sehen. Übrigens sind die Verhältnisse wegen der schlechten Aufschlüsse recht unübersichtlich. Beim Bauernhaus Hochschlag sind Spuren grauer, sandiger Mergel zu finden, die vielleicht zur Gosau gehören. Nordwestlich dieses Hauses trifft man aber zunächst Hauptdolomitwandeln, erst jenseits von ihnen den Wettersteinkalk. In einem losen Gesteinsstück fand ich hier *Diplopora annulata*. Leider kann man nicht sicher sagen, ob dieses Stück vom Janskogel oder vielleicht von den Jansenmäuern stammt. Es ist deshalb für die Frage der Verbindung dieser beiden Wettersteinkalkmassen von geringem Wert. In der Gegend östlich des Punktes 811 reicht der Hauptdolomit bis etwa zur Höhenlinie 800 hinauf. Gegen W senkt sich die Grenze zwischen ihm und dem Wettersteinkalk ziemlich entschieden. Da karnische Gesteine fehlen, kann der Hauptdolomit dem Wettersteinkalk kaum normal aufgelagert sein. Er dürfte vielmehr an Störungen unter ihm hervorkommen (vgl. S. 61).

Auf der Ostseite von P. 1018 des Janskogels fällt schon von weitem eine Mulde im Hang auf, die unmittelbar unter den Wettersteinkalkwänden etwa gegen SSE herunterzieht. Sie war zur Zeit meiner Aufnahme durch einen größeren Schlag gekennzeichnet. Erst östlich von ihr fällt der Hang gegen den Wassergraben ab. Die Untersuchung dieser Gegend war leider durch schlechtes Wetter sehr behindert. In der Mulde selbst, die vermutlich den Lunzer Schichten entspricht, fand ich keine Aufschlüsse. Dagegen ziehen auf ihrer NE-Seite Wandeln hellgrauer Kalke in der Richtung auf die Opponitzer Kalke des Nordkammes des Janskogels hinauf. Zwischen der Mulde und dem Wettersteinkalk scheint etwas heller Dolomit vorhanden zu sein. Ich nehme also an, daß auf der Ostseite des Janskogels zwischen dem Wettersteinkalk und dem Hauptdolomit invers gelagerte karnische Gesteine durchziehen.

### o) Der Wassergraben.

Im Wassergraben ist etwa 50 m nördlich seiner Mündung in den Grünaubach ein Aufschluß von Gosau. Es handelt sich um graue, braun verwitternde, feste Sandsteine, die in etwa 30 cm mächtige Bänke gegliedert sind. Sie fallen 52° NE. Die ganze Umgebung dieses Aufschlusses ist von Schotterterrassen bedeckt. Wo der Grünaubach sie anschneidet, sind die Schotter vielfach entblößt.

Weiter bachaufwärts im Wassergraben entwickeln sich aus den Schottern ausgedehntere Blockmassen mit sehr groben Blöcken, die wohl als alter Bergsturz anzusehen sind. Auf der linken Seite ist etwa 6 m über dem Bach eine Art Talboden vorhanden, die Oberfläche der Blockmasse. Rechts des Baches ist die Unterlage vom Quartär nicht vollständig verhüllt. Ungefähr östlich des Hauses Hochschlag ist hier am Fahrweg und am Bach stark gequetschter heller Hauptdolomit mehrfach aufgeschlossen. In etwa 610 m Höhe erhebt sich im Tal plötzlich eine Wand von hellem bis braungrauem Wettersteinkalk, über die der Bach herabstürzt. Die Schichten fallen steil talauswärts gegen den Hauptdolomit. Über dem Wasserfall, der ungefähr 20 m hoch ist, schalten sich in den Wettersteinkalk dunkelgraue, knollig-plattige Kalke ein. Sie sind stark verbogen und von Harnischen durchsetzt. Ihre Mächtigkeit scheint nur etwa 2 m zu betragen. Der nördlich anschließende Kalk ist weniger dünn geschichtet, aber noch immer mittelgrau, deutlich bituminös, von weißen Spatadern durchsetzt. Die Beschaffenheit der grauen Kalke ließ mich zunächst vermuten, daß es sich um Gutensteiner Kalk oder Opponitzer Kalk handelt. Bei nochmaligem Besuch überzeugte ich mich aber, daß nur eine dunkle Ausbildung des Wettersteinkalkes vorliegt, ähnlich der im westlichen Teil der Jansenmauer. Nach einer Strecke von etwa 20 m stellt sich wieder weißer Wettersteinkalk ein, dessen Schichten mit 58° Neigung S 5° W fallen. Er hat im Bach nur eine Mächtigkeit von vielleicht 30 m. In 650 m Höhe kommt man plötzlich wieder in Hauptdolomit. Die Grenze fällt sehr steil talauswärts. Gegen oben legt sie sich auf der rechten Grabenseite mit einem leichten Bogen flacher. Die Schichten des Hauptdolomites sind wenig geneigt. Ich maß ein Einfallen W 15° N mit 36° Neigung. Sie werden also von der Grenze gegen den Wettersteinkalk abgeschnitten. Die südlichsten (tektonisch obersten) aufgeschlossenen Bänke des Dolomites sind etwas kalkig (Salzsäureprobe), dünnplattig, hellgrau, manchmal gebändert. Vielleicht deuten sie schon einen Übergang in Opponitzer Kalk an. Der Dolomit bildet nun beträchtliche Felsen, über die der Bach in Wasserfällen herunterstürzt. Er setzt sich ohne Unterbrechung in den sicher inversen Hauptdolomit fort, der im oberen Wassergraben allein herrscht.

Vom linken Talhang aus sieht man gut, wie die Wettersteinkalkwandeln auf der rechten Talseite den Hang hinauf und schließlich über den Kamm des Janslkogels ziehen. Die sie im N begrenzende Störung schneidet sehr deutlich die ganze inverse Schichtfolge des Janslkogels ab. Auf der linken Seite des Wassergrabens reicht der Wettersteinkalk bis etwa 780 *m* ü. d. M. hinauf. Er stößt hier im N und E gegen Hauptdolomit, wird also wohl von mehreren Störungen abgeschnitten. Der Steig, der von Gschwend auf die Zimmertbrunnwiesen führt, verläuft ganz im Hauptdolomit, knapp oberhalb des Wettersteinkalkes.

Die Störung, die den Wettersteinkalk des unteren Wassergrabens von der verkehrten Schichtreihe im N trennt, kann wohl nur als die Fortsetzung der Nordgrenze der Jansenmäuer aufgefaßt werden. Wahrscheinlich ist sie identisch mit derjenigen etwa 100 *m* unter dem Gipfel 1018, die bei der Beschreibung des Janslkogels erwähnt wurde. Der Wettersteinkalk des Jansenmäuerzuges tritt also hier mit dem inversen des Windhagzuges in Berührung, während sie am Beilstein durch einen Aufbruch normal gelagerter jüngerer Schichten getrennt sind.

#### p) Der Gamsenbrand.

Es scheint mir am besten, die Beschreibung dieses sehr schwierigen Gebietes zweizuteilen. Hier soll zunächst die Wettersteinkalkmasse und ihre Umgebung besprochen werden (vgl. Taf. I, Fig. 2, und Textfig. 5). Die Fortsetzung der Salmmulde auf der Ostseite des Gamsenbrandes wollen wir später für sich betrachten.

Der Gipfel des Gamsenbrandes besteht aus einem weißlichen Kalk. Auf der NE-Seite scheint er unmittelbar gegen Oberalmschichten zu stoßen. Man könnte ihn daher, wie das ja auch Geyer tat, für Rhätkalk halten. Geht man von der höchsten Spitze aber nur wenige Schritte nach SW, so gelangt man in mächtig gebankten, fast rein weißen Kalk ganz vom Aussehen des Wettersteinkalkes. Er fällt hier 35° S. Nördlich der nördlichsten Felswände des Gipfels steht in 1220 *m* Höhe bei einer Quelle Lunzer Sandstein deutlich an. Unter ihm folgt sogleich stark gequetschter Hauptdolomit. An der Deutung des Gipfelgesteines als invers gelagerter Wettersteinkalk kann also nicht gezweifelt werden. Man kann seine Untergrenze auf der Westseite des Berges sehr gut verfolgen. Sie senkt sich ziemlich langsam gegen S. Auf dem SSW-Kamm des Gamsenbrandes steht in 875 *m* Höhe ein dünnschichtiger, grauer Kalk, vielleicht Opponitzer Kalk, an. Er fällt W 15° S mit 27° Neigung. Gleich darunter gelangt man in ebenso gelagerten Hauptdolomit, der offenbar unter dem Kalk hervorkommt. Es

entspringt hier eine schwache Quelle, doch habe ich keinen Lunzer Sandstein gefunden. Wenig östlich Gschwend liegen dem inversen Hauptdolomit zwei kleine Massen von weißem Wettersteinkalk auf. Zwischen ihnen führt ein kleiner Graben nach S, in dessen Tiefe der Hauptdolomit fortlaufend zu verfolgen ist. Das beweist, daß der Wettersteinkalk auf dem Hauptdolomit liegt. Übrigens ist seine tektonische Einreihung unsicher. Ich neige eher dazu, ihn mit dem Zug der Jansenmauer, als mit dem Gipfelgestein des Gamsenbrandes zu verbinden. Am Fahrweg, der von Gschwend nach W zieht, steht dort, wo er am Waldrand verläuft, deutlich Hauptdolomit an. Man kann ihn an dem Weg bis in die Gegend westlich P. 751 verfolgen. Von Wettersteinkalk habe ich hier nichts gesehen.

Als ein kleiner felsiger Vorberg des Gamsenbrandes erhebt sich südwestlich Gschwend der Looskogel. Er wurde von Geyer auf seiner Karte als eine kleine, aus der Gosau aufragende Masse von Gutensteiner Kalk dargestellt. Brinkmann (1936, Fig. 2) rechnet dagegen die ganze Umgebung den Werfener Schichten zu. An der Deutung des Gipfels als Anis hält er fest. Westlich der größeren Masse zeichnet er noch eine ganz kleine.

Ich habe den Looskogel zweimal ziemlich eingehend untersucht. Die Wiesen auf der NW-Seite des Berges und der anschließende Wald sowie auch die Wiesen östlich des Südteiles des Looskogels zeigen eine auffallende kleinbuckelige Geländeform. Vermutlich ist diese durch ein jetzt zum Stehen gekommenes Fließen des Gesteins zu erklären. Das spricht wohl einigermaßen dafür, daß Haselgebirge hier weiter verbreitet ist, als Geyers Karte annimmt. Um einen sicheren Beweis handelt es sich nicht. Dieselben Formen könnten sich wohl auch auf Quartär entwickeln. Das kleine Wäldchen westlich des eigentlichen Looskogels, das auf dem Meßtischblatt richtig eingezeichnet ist und das Brinkmann offenbar veranlaßt hat, hier ein Muschelkalkvorkommen anzunehmen, gehört bestimmt nicht anstehendem Kalk oder Dolomit an. Ganz vereinzelt sind offenbar vom Looskogel heruntergestürzt. Anzustehen scheint nach geringen Spuren ein bräunlich verwitternder Sandstein, der am ehesten zur Gosau gehören mag.

Auch die Felsen des eigentlichen Looskogels nehmen nicht die ganze Fläche des Waldes ein. Gegen NW reichen sie nicht wesentlich über den P. 751 hinaus. Von hier zieht ein Felskamm etwa in der Richtung S 15° W. Im südwestlichsten Teil erstrecken sich die Felsen, die die Bäume überragen, bis ganz an den Waldrand. Die bedeutendsten Wände kehrt der Kamm aber gegen E. Hier ist ihnen eine niedrigere Masse anstehenden Gesteins vorgelagert. Auf der Südseite des Looskogels wächst der südliche Teil des Waldes auf losen Blöcken, nicht auf anstehendem Fels.

Aber auch der anstehende Dolomit des Looskogels scheint weitgehend zertrümmert zu sein, denn er bildet kaum irgendwo durchlaufende Wände, sondern vorwiegend kleinere, sehr steile, durch aufschlußlosen Boden getrennte Felsen und Köpfe.

Das Gestein des Looskogels ist ein sehr hellgrauer bis gelblicher Dolomit ohne erkennbare Schichtung. Besonders im SE-Teil des Hügels ist er ungemein zertrümmert, fast mylonitisiert. Irgend einen Grund, dieses Gestein für anisich anzusehen, konnte ich nicht finden. Sehr wahrscheinlich ist es Hauptdolomit. Höchstens könnte es sich um Ramsaudolomit handeln, der ja aber in dem ganzen untersuchten Gebiet sehr wenig entwickelt ist. Der Dolomit kann also den Werfener Schichten nicht normal aufliegen. Dagegen spricht auch seine ungeheure Zertrümmerung, die sich kaum durch eine nachgiebige Unterlagen allein erklären läßt. Aller Wahrscheinlichkeit nach gehört der Looskogel zum inversen Hauptdolomit des Gamsenbrandes. Durch welche untergeordneten Störungen er emporgepreßt wurde, kann man bei dem Mangel an Aufschlüssen in der Umgebung nicht erkennen.

#### **q) Der untere Hollerbachgraben und seine nördlichen Nebengräben.**

Dieses Gebiet, mit anderen Worten der SE-Teil des Gamsenbrandes, enthält einige stratigraphisch recht bemerkenswerte Aufschlüsse. Seine tektonische Deutung und kartenmäßige Darstellung ist aber noch nicht befriedigend gelungen. Offenbar wird es von einer ganzen Anzahl von Brüchen durchzogen, die in dem bewaldeten, außerdem auf dem Meßtischblatt mangelhaft wiedergegebenen Gelände nicht hinreichend verfolgt werden konnten.

Verhältnismäßig gut und verständlich sind die Aufschlüsse im unteren Hollerbach selbst. Wir betrachten ein Profil am Bach aufwärts.

Unweit des Hauses Hollerbach stehen im Bachbett selbst rot-violette und grünlich-graue Werfener Schiefer an. Sie fallen  $50^{\circ}$  SE. Die Neigung wechselt übrigens stark. Etwa 100 m bachaufwärts von hier ist Haselgebirge besonders auf der linken Seite gut aufgeschlossen. Es grenzt mit einer fast senkrechten Fläche an schwärzlichen Gutensteiner Dolomit, über den der Hollerbach einen kleinen Wasserfall bildet. Die Grenze streicht in der Richtung  $E\ 30^{\circ}\ S$  quer über den Bach. Beiderseits des Baches breiten sich Wiesen aus, auf denen kein anstehendes Gestein zu sehen ist. Man kann also nicht erkennen, in welchem Verband dieses weit gegen N vorgeschobene Vorkommen tiefer Triasgesteine mit den jüngeren Schichten des Looskogels und des Stoßberges steht. Höchstwahrscheinlich bildet es

aber die nordwestliche Verlängerung des Gaissteins. Der dunkle Dolomit kann, wie wir gleich sehen werden, nur eine kleine Scholle sein.

Nördlich des Gutensteiner Dolomits fehlen auf einer Strecke von etwa 100 m die Aufschlüsse. Unmittelbar beim Haus Kurzböck (jetziger Inhaber Franz Aitzetmüller) steht im Hollerbach stark gequetschter Hauptdolomit an. Im Jahre 1941 war hier auf der linken Bachseite, wo etwas über der Talsohle eine starke, für das Försterhaus Hollerbach gefaßte Quelle austritt, eine größere Rutschung, die weitere Aufschlüsse bot. Man sah, daß der sehr zergruste Hauptdolomit im S unmittelbar gegen Werfener Schichten grenzt. Im Bach ungefähr südlich des Kurzböck streicht die Grenze E—W und scheint sehr steil S zu fallen. Der anschließende Hauptdolomit ist im Bach nur etwa 30—40 m breit. Dann stößt er im N gegen die gleich zu beschreibenden Juragesteine.

Auch an dem Fahrweg, der etwas oberhalb der Talsohle am rechten Hang verläuft, trifft man westlich des Kurzböck den Hauptdolomit. Er ist hier vollständig in durch Harnische getrennte Blöcke aufgelöst. Er zieht nicht ganz bis zum aufgelassenen Bauernhaus Gschwend hinauf.

Nordöstlich dieser Aufschlüsse quert den Fahrweg ein kleiner Graben und gleich darauf gelangt man in stark gequetschte Oberalmschichten. Eine festere, helle Kalkbank gehört jedenfalls dazu. Unmittelbar darunter erscheinen die roten Flaserkalke. Sie fallen W  $55^{\circ}$  S mit  $39^{\circ}$  Neigung. Graue und rote Mergelkalke wechseln nun mehrfach ab, vielleicht infolge Verknetung. Die Juraaufschlüsse liegen gerade oberhalb des Hauses Kurzböck. Sie ziehen von hier den Hang ziemlich senkrecht hinauf bis etwa in die Gegend östlich P. 708. An Ort und Stelle hat man den Eindruck, daß der Oberjura unter den Hauptdolomit eintauchen muß. Es scheint kein Zweifel möglich, daß wir es mit der Salmmulde und einem kleinen Teil des inversen Schenkels zu tun haben. Der Wettersteinkalkzug der Jansenmauer, der nächst Gschwend wahrscheinlich noch durch die zwei kleinen Schollen vertreten ist, fehlt im Profil des unteren Hollerbaches also vollständig — ähnlich wie am SSW-Fuß des Schütterberges. Er erscheint aber im SE gleich wieder.

Beim Kurzböck führt eine Brücke über den Hollerbach zu einer Holzknechtstube. Unter der Brücke, ostnordöstlich des Hauses, ist ein größerer Aufschluß roter Knollenkalke. Sie sind stark kleingefaltet und lassen sich auf der rechten Bachseite ein Stück talaufwärts verfolgen. Vermutlich handelt es sich um Klausschichten.

Etwa 10 m oberhalb der Brücke bildet der Hollerbach einen kleinen Wasserfall. Hier erscheint mit einer untergeordneten Störung unter den roten Kalken ein Schichtglied, das bisher in der Gegend nicht bekannt war.

Es handelt sich um schwarze, schlecht geschieferte Tonsteine, die am ehesten an die Strubbergsschichten des Lammertales in Salzburg erinnern. Sie sind nur etwa 2 m mächtig und stellenweise ausgequetscht, doch schienen sie mir sowohl mit dem Hangenden als mit dem Liegenden durch Übergänge verbunden zu sein. Man sieht sie gut auf der linken Seite des Wasserfalles selbst und besonders auf der rechten Seite etwas oberhalb des Wasserfalles, wo die Lagerung unter den roten Kalken besonders deutlich ist. Die schwarzen Tonsteine dürften wohl den erwähnten — freilich viel mächtigeren — Strubbergsschiefern des Lammertales (Pia 1923 c, S. 52; in Spengler 1924 b, S. 81) und den klastischen Juragesteinen des Hagengebirges (Krafft 1897, S. 212) zu vergleichen sein. Sie mögen also am ehesten in den Oberlias oder den tieferen Dogger gehören (vgl. auch S. 105).

Im Liegenden der schwarzen Schiefer folgen feinkörnige, graue, kieselige, geschichtete Krinoïdenkalke, die wohl schon dem Lias angehören. Sie fallen ein Stück oberhalb des Wasserfalles W 20° S mit 22° Neigung. Weiter oben maß ich 35° SW.

Das Juravorkommen im Hollerbach war schon Geyer bekannt (1910, S. 192), der auch darauf hinwies, daß es vielleicht zur Hochsalmmulde gehöre. Auf dem Blatt „Kirchdorf“ ist es wie ein (übrigens wegen der ungünstigen Farbgebung kaum sichtbares) kleines Fenster im Wettersteinkalk dargestellt.

Nördlich des Lias kommt wieder eine kleine Störung, die gut abgeschlossen ist und 80° SW fällt. Jenseits von ihr gelangt man in hellgraue oder bräunliche, dickbankige Kalke, offenbar Dachsteinkalk. Einfallen 30° W. Hier fand Dr. E. Gasche bei einer gemeinsamen Begehung im anstehenden Gestein einen schön ausgewitterten, sehr großen, ungleichklappigen Megalodonten, der nicht geborgen werden konnte. Bachaufwärts gelangt man allmählich durch Übergänge in den Hauptdolomit. Er fällt im Bach 55° NW. An der Straße oben maß ich W 10° N mit 65° Neigung. Südsüdöstlich P. 876 erscheinen unter dem gewöhnlichen Hauptdolomit sehr dünn-schichtige, schließlich schiefrige Dolomite. Einzelne Lagen harter, grauer, metallisch glänzender oder auch schwärzlicher, weicher Schiefer sind ihnen eingeschaltet. Das Einfallen maß ich mit 30° W, etwas weiter taleinwärts mit W 25° N, Neigung 30°. Das Gestein erinnert ziemlich stark an Opponitzer Schichten (vgl. S. 98). Wahrscheinlich handelt es sich aber doch um eine Andeutung von Seefelder Schiefer. Gegen das Liegende zu wird der Dolomit wieder dicker gebankt und bei der Einmündung des vom Gaisgrabensattel kommenden Baches in den Hollerbach hat er schon wieder das gewöhnliche Aussehen.

Wo der Reitweg auf den Roßschopfplan das Hollerbachtal verläßt, stehen auf der rechten Bachseite, genau gegenüber der Einmündung des Nebengrabens, der vom Engeleck kommt, zwei Holzknechtstuben. (Zur Zeit der Aufnahme des Meßtischblattes waren es mehr und sie lagen auch anders.) Sie heißen die Kompaniehütten, weil sie mehreren Waldbesitzern im oberen Hollerbachtal gemeinsam gehörten. Hier ist der Dolomit wieder sehr dunkel, bituminös, äußerst grusig und mürb. Stellenweise geht er in dunkelgraue oder braune, dünnplattige Kalke mit Spatadern über, die mit Salzsäure gut brausen. Vielleicht ist das jetzt schon eine erste Aufregung der obersten Opponitzer Schichten. Von hier weiter bachaufwärts geht man durch mittelgrauen, sehr mürben Dolomit. Die Schichten fallen ganz flach talauswärts, sind auch etwas verbogen. Es ist also möglich, daß man hier zunächst wieder in etwas höhere Bänke gelangt. Wenige hundert Meter nordöstlich der Holzknechtstuben, deren Lage übrigens auf dem Meßtischblatt kaum ganz richtig angegeben ist, sperrt eine gemauerte Klausen den Hollerbach. Oberhalb von ihr gelangt man bald in graue, dünn aber nicht sehr regelmäßig gebankte Opponitzer Kalke. Sie fallen  $25^{\circ}$  W. Es überquert hier ein kräftiger, im ganzen etwa  $W 15^{\circ} N$  streichender Harnisch den Bach. Er ist stellenweise deutlich waagrecht gestreift, gehört aber nur zu einer Nebestörung, da der Opponitzer Kalk nordöstlich von ihm anhält. Auch mürbe, grusige Dolomite stellen sich wieder ein. In 715 m Höhe tritt auf der rechten Talseite eine Gruppe starker Quellen aus sehr gestörtem Gestein aus. Sie deuten die Nähe einer größeren Verwerfung an. Ganz wenig rechts über dem Graben sieht man schon die Wandeln des Wettersteinkalkes. Er zieht allmählich talaufwärts zum Bach herunter. Einfallen  $30^{\circ}$  NW. Endlich, westsüdwestlich der Kote 847, 2 oder 3 m abwärts der Stelle, wo von links ein Graben in den Hollerbach einmündet, quert der Hutkogelbruch diesen Bach. Er folgt ungefähr der Richtung des Nebengrabens, dessen unterster Teil aber im Wettersteinkalk verläuft. Das Hollerbachtal liegt von hier aufwärts über eine größere Strecke im Wettersteinkalk. Dieser obere Teil wird später zu besprechen sein (S. 75). Für jetzt halten wir fest, daß zwar gegen den Wettersteinkalk zu Opponitzer Schichten aufgeschlossen sind, daß zwischen beiden aber offenbar kein normaler Verband besteht, da die Lunzer Schichten fehlen und der Wettersteinkalk nicht unter den Opponitzer Kalk einfällt. Der Hauptdolomit scheint im Bereich des unteren Hollerbaches dunkler grau, mehr bituminös und weniger mächtig zu sein, als in den westlichen Teilen der Salmgruppe.

Der Südhang des Gamsenbrandes wird hauptsächlich durch den Schwarzeckgraben entwässert. Seine Mündung liegt im Bereich des Dachsteinkalkes, der unter den Jura beim Kurzböck einfällt. Die Neigung der

Schichten beträgt hier  $42^{\circ}$  SW. 30 *m* über der Mündung kommt man schon in Hauptdolomit. Er fällt S  $15^{\circ}$  W mit  $38^{\circ}$  Neigung. Wenig weiter oben hat sich sein Einfallen nach W  $10^{\circ}$  N gedreht. Die Neigung ist  $40^{\circ}$ . Es scheint sich also um eine Aufwölbung von Hauptdolomit zu handeln. Tatsächlich steht in 670 *m* Höhe schon wieder sicherer Dachsteinkalk an. Er fällt  $30^{\circ}$  W. Mit westsüdwestlichem Einfallen hält er bis zu der Stelle an, wo der Schwarzeckgraben sich in 760 *m* Höhe gabelt. Westlich des Grabens scheint aber immer Hauptdolomit vorhanden zu sein. Wenig oberhalb der Grabenteilung stellen sich wieder Übergangsgesteine zwischen Dachsteinkalk und Hauptdolomit und bald auch echter Hauptdolomit ein. Er nimmt hier nun einen breiten Raum ein.

Das Schwarzeck besteht aus Dachsteinkalk, unter dem im N und im S Hauptdolomit hervorkommt. Gegen den Schachingergraben zu treten auch Kössener Schichten auf.

Wegen der Verbindung mit dem normal gelagerten Jura im unteren Hollerbach und auch wegen der gegenseitigen Lage von Hauptdolomit und Dachsteinkalk können die Obertriassschichten des unteren Schwarzeckgrabens nicht verkehrt liegen. Der Hauptdolomit westlich des Grabens muß aber wegen seiner Verbindung mit dem Wettersteinkalk des Gamsenbrandes als invers angesehen werden. Zwischen beiden muß also ein Bruch durchgehen, an dem der westliche Flügel gesenkt ist. Wahrscheinlich verläuft er ganz wenig westlich des Schwarzeckgrabens. Ich nenne ihn den Gamsenbrandbruch. Wir werden ihn weiter oben am Hang wieder treffen (S. 118 und 124).

In etwa 1000 *m* Höhe erscheint auf der linken Seite des Schwarzeckgrabens eine größere, sehr zerklüftete Masse roter Hierlatz-Krinoidenkalke. Sie ist vom Hauptdolomit der Grabensohle durch eine deutliche Störung getrennt. Dachsteinkalk fehlt zwischen den beiden Gesteinen. Dagegen ruht der Lias im E auf Dachsteinkalk. Stellenweise sind Kössener Schichten zwischengeschaltet. Die Hierlatzschichten scheinen sich, wenn auch vielleicht nicht ganz zusammenhängend, bis zur Mittageben hinüber zu ziehen. Ich fand knapp südwestlich dieses Sattels anstehende rote Krinoidenkalke. Lose Blöcke südwestlich der Jägerstube im Schachingergraben sind gelegentlich ganz mit Brachiopoden erfüllt.

Auf dem Schwarzeckkamm folgen in etwas mehr als 1100 *m* Höhe über den Hierlatzschichten rote Hornsteinkalke des Jura. Der Kamm wendet sich nun mehr gegen W, gegen den Gamsenbrandgipfel zu. Es erscheinen Oberalmschichten. In 1170 *m* Höhe steht plötzlich Dachsteinkalk an. Er fällt  $42^{\circ}$  S, wahrscheinlich überkippt. Hier haben wir also wohl wieder die

Salmüberschiebung vor uns. Der Dachsteinkalk taucht aber nicht regelmäßig unter den Hauptdolomit der Ostseite des Gamsenbrandgipfels ein, sondern stößt gegen ihn an einer etwa nordsüdlichen Störung ab, wohl derselben, die wir weiter unten im Schwarzeckgraben anzunehmen hatten. Der Hauptdolomit müßte sonst auch nur eine ganz unwahrscheinlich kleine Mächtigkeit haben. Östlich des Dachsteinkalkes ziehen die Oberalmschichten auf den NE-Kamm des Gamsenbrandes hinauf.

Beim Abstieg auf dem bezeichneten Weg von der Mittageben zur Wolfswiese, der zuerst mehr nördlich und dann mehr westlich verläuft, hat man nur wenige Aufschlüsse. In 1090 *m* Höhe bilden fleischrote Grünauer Marmore nördlich des Weges beträchtliche Wände, Sie müssen sehr steil stehen. Weiter unten quert man den Hierlatzkalk.

Von der Mittageben nach SSE zieht der Schachingergraben, dessen Unterlauf auf den Karten bisher ganz falsch eingezeichnet ist. Er mündet in den Hollerbachgraben nicht nächst P. 642, sondern nur etwa 50 *m* talauswärts von den Kompaniehütten. Sein unterster Teil liegt in meist dunklem Hauptdolomit. Weiter oben quert man den vom Schwarzeck herüberkommenden Dachsteinkalk, der in dieser Gegend sein Ostende erreichen dürfte. Seine normale Auflagerung auf den Hauptdolomit ist auch hier zu erkennen. In der Gegend östlich des Punktes 876 und von hier bis zu der Bauern z'Edt-Hütte konnte ich die Gesteinsfolge nicht recht entziffern. Man trifft Dolomite und Kalke, die teils mehr an Opponitzer Kalk, teils mehr an Dachsteinkalk erinnern. Hie und da sind Brüche zu sehen. Der Dolomit ist manchmal in einen gelben Mylonit verwandelt. Das Einfallen ist vorherrschend südwestlich bis südlich. Auf Grund der Verteilung und Lagerung der Gesteine möchte ich am ehesten annehmen, daß es sich um eine Aufwölbung von Opponitzer Kalk handelt, der im N und S unter Hauptdolomit eintaucht und im W von einem durch den Schachingergraben verlaufenden Bruch abgeschnitten wird. In der Umgebung der Bauern z'Edt-Hütte steht Hauptdolomit an. Steigt man von ihr gegen NE empor, so quert man sehr bald den Hutkogelbruch und kommt in Wettersteinkalk.

In dem Quellbach des Schachingergrabens, der von der Mittageben herunterkommt, sind etwa 1050 *m* ü. d. M. senkrecht stehende Oberalmschichten aufgeschlossen. Sie streichen in der Richtung des Grabens NW—SE. Östlich von ihnen liegt auf dem Hauptdolomit der Umgebung der Hütte etwas Dachsteinkalk, der vom Oberjura wohl durch die Fortsetzung des Bruches im Schachingergraben getrennt ist. Gegen W ist dagegen eine fast vollständige Schichtfolge vorhanden: Rote und graue Tithonkalke, dunkelrote Knollenkalke des Grünauer Marmors, rote Hier-

latz-Krinoidenkalke, schließlich helle oberrhätische Kalke mit großen Korallenstöcken. Der Liaskalk greift an Spalten in den Rhätkalk ein. Dieser scheint den Kern eines Sattels zu bilden, denn er fällt nun südwestlich unter die Juragesteine des oberen Schwarzeckgrabens ein.

### r) Der Gamsberg (Taf. VI, Schnitt V—VIII).

Der lange Rücken, der vom Mittagstein nach ESE zum Pfannstein zieht, hat auf den Karten keinen passenden Namen. Das Westende heißt in Steinbach Mittagstein, in der Grünauer Gegend Rauhkogel. Für den anschließenden Teil, südlich des Klammberg genannten Hanges, wurde mir in Steinbach der Name Spitzriedel angegeben. Der östliche Teil heißt auf allen Karten „Hotterberg“. Dieser Name ist in der Gegend vollständig unbekannt. Vermutlich ist er durch Verschreiben aus dem manchmal verwendeten Wort „Hollerbachberge“ entstanden, das aber auch nicht sehr gebräuchlich ist. In Steinbach gab mir Herr Oberlehrer P a u e r den Namen Gamsberg an. Ich schlage vor, ihn für den ganzen Kamm von P. 1262 bis P. 1238 zu verwenden, Mittagstein und Spitzriedel aber als Teile des Gamsberges anzusehen. Den Namen Hotterberg läßt man am besten auf.

Auf Geyers Karte erscheint der Gamsberg und seine Umgebung als eine einförmige Masse von Hauptdolomit. Nur an seinem Nordfuß bei Steinbach käme in einer etwas unverständlichen Weise Muschelkalk hervor (Geyer 1910, S. 183; 1918, S. 15). In Wirklichkeit ist eine reiche Schichtfolge vom Wettersteinkalk bis zu den Hierlatzschichten vorhanden. Wir beginnen die Beschreibung im N.

Am Eingang des Lackergrabens, etwa ost-südöstlich der Brücke 560, steht südlich der ersten Häuser beiderseits heller bis weißer Wettersteinkalk an. Er fällt  $47^{\circ}$  N und ist stark zerklüftet. Er zieht sich auf der rechten Talseite nordwestlich P. 739 bis etwa zur Höhe 600 m hinauf. Höher oben stehen felsbildende, graue, ungefähr horizontal liegende Kalke, wohl Opponitzer Kalke, an. Weiter im S ist hier grauer, deutlich bituminöser Hauptdolomit zu sehen. Man könnte also an eine ungefähr normale Schichtfolge Wettersteinkalk—Opponitzer Kalk—Hauptdolomit denken. Wenn man gegen W geht, werden die Verhältnisse aber verwickelter.

Im nördlichsten Teil des Sandgrabens findet man nur Hauptdolomit-gelände ohne Aufschlüsse. Etwa nordwestlich P. 655 erscheint ein mittel- bis dunkelgrauer Kalk, der oft merklich bituminös ist und von vielen Spatadern durchsetzt wird, so daß er entschieden an Gutensteiner Kalk erinnert. Er fällt S  $30^{\circ}$  W mit  $30^{\circ}$  Neigung. Im N wird er von einem sehr unebenen, aber gut glattgeschliffenen Harnisch abgeschnitten, der un-

gefähr senkrecht steht und SSE streicht. Der Kalk bildet neben der Störung auf beiden Talseiten Wandeln, die die Hänge senkrecht hinaufziehen. Im Bach und an der Straße hält er bis zu der Stelle an, wo der Fahrweg den Bach kreuzt. Das Einfallen ist immer taleinwärts gerichtet, weiter oben flacher als gemessen. 5 m oberhalb der Stelle, wo die Straße über den Bach führt, steht in diesem mit gleichem Einfallen bituminöser, ganz fein grüner, mürber, gebankter Dolomit an, wie er etwas weiter im S für den obersten Teil der Opponitzer Schichten bezeichnend ist. Der graue Kalk ist also Opponitzer Kalk. Südlich der beschriebenen Stelle sah ich nur Hauptdolomit. Auch der Beilstein (auf den Karten irrtümlich „Beistein“) schien mir nur aus diesem zu bestehen, doch kann ich die Möglichkeit nicht ausschließen, daß in den Wandeln seiner Ostseite irgendwo noch einmal Opponitzer Kalk auftaucht.

Zwischen der Brücke 560 und der Ausmündung des Klammgrabens sind südlich neben der Straße zwei Steinbrüche in sehr hell gelblichweißem, nicht deutlich geschichtetem Wettersteinkalk. Er bildet nur eine ganz kleine Masse am Nordfuß des Klammberges. Seine Südgrenze ist gegen S konvex. Bei einem Bauernhaus nächst dem größeren, westlichen Steinbruch erhebt sich der Wettersteinkalk als ein kleines, aber steiles Wandel über die Wiese südlich davon. Alles das scheint darauf hinzudeuten, daß seine Südgrenze eine steil N fallende Störung ist. In der Tat stößt an den Wettersteinkalk unmittelbar Hauptdolomit, der in einem kleinen Graben oberhalb des westlichen Steinbruches hinlänglich aufgeschlossen ist. Er nimmt die Wiesen auf der Nordseite des Klammkogels ein und reicht nach S noch etwas in den Wald. In etwa 700 m Höhe stößt man hier aber auf Opponitzer Kalk. Offenbar verläuft hier die Störung, die wir im Sandgraben getroffen haben. Bald kommt man beim weiteren Aufstieg wieder in Hauptdolomit, der den Gipfel und auch den ganzen Südhang des Klammkogels bildet. Er fällt auf dem Südhang  $28^{\circ}$  S. Allem Anschein nach liegt er dem Opponitzer Kalk normal auf. Ob lose Stücke nächst dem Südfuß des Klammkogels beweisen, daß dieser hier noch einmal hervorkommt, blieb mir zweifelhaft. Die Wiese südlich des Klammkogels wird von quartärem Blockwerk eingenommen.

Im Klammgraben trifft man nächst der Ausmündung sicher anstehenden grauen Hauptdolomit. Er fällt N  $15^{\circ}$  E mit  $60^{\circ}$  Neigung oder noch steiler. Wenig weiter talaufwärts queren Wandeln von Opponitzer Kalk den Bach. Er bildet in diesem Gestein eine ganz enge Klamm. Jedenfalls hat der Graben von ihr seinen Namen und ist daher „Klammgraben“ zu schreiben. Die Schichten fallen sanft taleinwärts, etwa  $30^{\circ}$  SSW. Der Opponitzer Kalk hält bis zu der Stelle an, wo der Wald im Tal endet. Der Fahrweg, der von hier nach W führt, verläuft ungefähr längs seiner

Südgrenze. In dem südlichsten Waldzipfel auf der linken Seite des Grabens schließt der Hohlweg die hangendsten Teile des Kalkes auf. Sie sind besonders dunkel und bituminös. Einfallen  $53^{\circ}$  SW.

Bei der Waldecke 622 südsüdöstlich Spiesen steht dunkler, ziemlich stark verbogener Hauptdolomit an. An der NW-Ecke des Waldes, bei einem Bildstock ostnordöstlich Spiesen, sind Spuren von Opponitzer Kalk aufgeschlossen. Von hier zieht sich ein Kalkwandel in der Richtung auf das Haus Spiesen zu. Erst etwa 20 m von diesem entfernt endet es ganz schmal zwischen einer tieferen Wiese im NW und einer höheren im SE. Es wird hier offenbar von zwei Störungen begrenzt. Das Gestein ist ein ziemlich hell grauer, aber etwas bituminöser Kalk.

Wenn ich eine kurze Bemerkung Geyers (1910, S. 185) richtig verstehe, hat er am Bergfuß südlich Steinbach Oberkreidekonglomerate mit Porphyren und Porphyriten beobachtet, die wohl sicher denen nächst dem Ottenauergut entsprechen. Auf Blatt „Kirchdorf“ sind sie nicht eingezeichnet und ich selbst habe sie nicht gefunden. Ich konnte sie daher auf meiner Karte nicht darstellen. Sie würden die Bedeutung der Blattverschiebungen von Spiesen noch augenfälliger machen.

Zum Kogerlgütl führt von N ein Fußsteig hinauf. Am Beginn des Steilhanges steht grauer, grusiger Hauptdolomit an. Knapp bevor man zu dem Bauernhaus kommt, im allerobersten Teil des Steilhanges, trifft man aber geplatteten, etwas knolligen, grauen Kalk, wohl Opponitzer Kalk. Er liegt ungefähr flach. Oberhalb des Bauernhauses folgen zunächst aufschlußlose Wiesen mit einzelnen Stücken eines bituminös riechenden Dolomites. Im Wald, etwa 725 m ü. d. M., gelangt man dann in sicheren Hauptdolomit.

Vom Kogerlgütl erstreckt sich der Opponitzer Kalk als ein kleiner Felsgrat in fast genau westlicher Richtung bis zur rechten Seite des Spiesengrabens, aber nicht über diesen hinaus. Er wird hier von der Blattverschiebung abgeschnitten, die wir schon oben (S. 71) kennengelernt haben. Gegen E ziehen geringe Kalkaufschlüsse bis in den nächsten Graben hinunter. Auf dessen linker Seite enden sie. Steigt man den Graben aber etwas hinauf, so kommt man dort, wo der Wald beginnt, in größere Aufschlüsse von Opponitzer Kalk, dessen Schichten stark verbogen sind, bald flach liegen, bald senkrecht stehen. Er wird auf der linken Grabenseite von den wiederholt erwähnten dunklen, bituminösen, grusigen Dolomiten des obersten Karinth überlagert. Gegen E reichen die Kalkfelsen nur etwa 50 m über den Graben hinaus. Hier stoßen sie gegen eine glatte Wiese, die vermutlich auf Hauptdolomit liegt. Nördlich dieser Stelle, gegen P. 622 zu, ist überall Hauptdolomit recht gut aufgeschlossen. Hier stehen wir also

an der wichtigsten Blattverschiebung, die den Opponitzer Kalk aus der Gegend von Spiesen in die des Kogerlgütels bringt.

Der Bau der Umgebung des Klammkogels ist nach dem Gesagten der folgende: Im NE taucht an der Flyschgrenze Wettersteinkalk heraus. Er stößt mit einer wahrscheinlich steil N fallenden Störung an stark aufgerichteten Hauptdolomit. Dieser wird seinerseits im S von einem fast senkrechten Bruch abgeschnitten, der bogenförmig vom Beilstein nördlich um den Klammkogel herum gegen Spiesen zieht. Südlich dieses Bruches steht überall Opponitzer Kalk an, der von Hauptdolomit regelmäßig überlagert wird. Der Opponitzer Kalk ist hier auffallend bituminös und erinnert faziell stark an Gutensteiner Kalk. Nach Geyer (1910, S. 183; 1918, S. 15) enthält er Hornsteine. Ich habe solche nicht beobachtet. Bei Spiesen ist eine Blattverschiebung vorhanden, auf deren Westseite die Flyschgrenze merklich zurückspringt, wie das schon Geyer angedeutet hat (1910, S. 183, und Blatt „Kirchdorf“). Der Opponitzer Zug wird mit verschoben. Die Einsattelungen südlich des Klammkogels und des nächst westlicheren Hügels sind sicherlich Reste eines alten Tallaufes, der den weichen Dolomiten der obersten Opponitzer Schichten folgte. Wahrscheinlich setzte er sich südlich P. 609 des Brandriedels fort.

Nach diesen Bemerkungen über die Umgebung des Klammkogels wenden wir uns den höheren Teilen des Nordhanges des Gamsberges zu. Wir betrachten zweckmäßigerweise zwei Profile, eines im W und eines im E.

Steigt man vom Kogerlgütel (vgl. S. 71) über den Kamm 923 weiter empor, so geht man zunächst durch Hauptdolomit. In 945 *m* Höhe kann man sein Einfallen mit 18° WNW messen. In 1100 *m* Höhe beginnt der Dachsteinkalk. Er fällt hier 80° S. Mit dem Hauptdolomit ist er durch die gewöhnlichen Übergangsbildungen verbunden. In 1145 *m* Höhe ist ein großer Aufschluß von Dachsteinkalk. Die Schichten streichen SE—NW, stehen im ganzen senkrecht, sind aber etwas gebogen, so daß sie im oberen Teil der Wand steil NE, im unteren Teil steil SW fallen. Dieser Aufschluß sieht also wie eine Deckenstirn aus. Da die älteren Gesteine aber im N folgen, kann es sich nicht um eine solche handeln, sondern nur um den stark aufgerichteten Nordflügel einer Mulde. Der steilgestellte Dachsteinkalk hält bis auf den Hauptkamm des Gamsberges an, den unser Profil auf dem Spitzriegel genau in der Mitte zwischen P. 1262 und 1273 erreicht.

Bei dem Gehöft Kalchberg im Lackergraben steht Hauptdolomit an (vgl. über den nördlichsten Teil des Grabens S. 69). Er hält talaufwärts eine große Strecke weit an. Nordöstlich der Kote 677 führt die Straße über einen deutlichen Rest einer alten Talsohle, die rechts des heutigen Lackerbaches verlief. Man wird sie wohl mit dem Talstück südlich des Klamm-

kogels verbinden dürfen (S. 72). Welcher Umstand den Lackerbach veranlaßt hat, später einen so auffallenden Bogen um den P. 677 herum zu beschreiben, ist mir nicht klar geworden. Der Hauptdolomit östlich von hier ist recht dunkel und riecht oft deutlich bituminös. In 685 *m* Höhe, kurz bevor man die Kohlstatt erreicht (es mündet hier von rechts ein Neben-graben ein), schließt der Lackerbach einige härtere Bänke, scheinbar nur eine Einlagerung im Hauptdolomit, auf. Sie stehen senkrecht und streichen W 6° N.

Die Kohlstatt ist eine Wiese mit mehreren Hütten, darunter zwei Jägerstuben. Über den ersten Kamm westlich dieser Wiese bin ich zum P. 1244 hinaufgestiegen. Man trifft gleich Hauptdolomit, der 33° WSW fällt. In 1025 *m* Höhe erscheinen die Übergangsgesteine zum Dachsteinkalk. Einfallen S 35° W mit 31° Neigung. 100 *m* weiter oben fällt echter Dachsteinkalk 58° SSW, wieder 100 *m* weiter oben 34° SSW. Die Lagerung ist hier also ungemein gleichmäßig. Man müßte nach ihr augenscheinlich annehmen, daß der Südhang des Gamsberges aus Rhät und vielleicht noch jüngeren Schichten besteht. Steigt man jedoch von P. 1244 gegen S hinunter, so trifft man schon in etwa 1190 *m* Höhe und von da abwärts in größerer Ausdehnung Aufschlüsse von Hauptdolomit. Es muß also südlich P. 1244 ein nicht unbeträchtlicher Bruch durchgehen. Wie sich bald zeigen wird, handelt es sich um den schon einmal erwähnten Rauhkogelbruch (vgl. S. 54). Man trifft ihn auch im Sattel östlich P. 1238. In diesem Sattel selbst steht Hauptdolomit an. Sobald man aber nur wenige Meter gegen N hinuntersteigt, kommt man zu größeren Wandeln von SSW fallenden Dachsteinkalk. Sie ziehen quer über den Graben, der aus dem Sattel nach N verläuft.

Um die Anschauung vom Bau des Gamsberges zu ergänzen, wird es jetzt zunächst notwendig sein, den Hauptkamm seiner ganzen Länge nach kurz zu beschreiben. Daß in dem Sattel östlich P. 1238 Hauptdolomit ansteht, wurde bereits erwähnt. Aus demselben Gestein besteht die Kote und ihr ganzer SW-Kamm bis zur tiefsten Einsattelung bei P. 1082. Er bildet gegen SE bedeutende Wände. P. 1244 besteht, wie schon mitgeteilt, aus Dachsteinkalk. Es fällt in die Augen, daß der Raum zwischen diesem Dachsteinkalk und dem Opponitzer Kalk bei P. 1082 (vgl. S. 81) für die Gesamtmächtigkeit des Hauptdolomites zu klein ist. Auch das erklärt sich durch den Rauhkogelbruch. Im Sattel nordwestlich der Kote 1244 steht wieder etwas Hauptdolomit an. Beim Aufstieg gegen P. 1276 erscheint sofort wieder der Dachsteinkalk. Er enthält einzelne rote Schmitzen, was vielleicht darauf deutet, daß man sich schon ziemlich hoch im Rhät befindet. Wenig jenseits P. 1276 kommt man dann in anstehenden Lias. Er

- besteht hauptsächlich aus grauen, untergeordnet aus roten Krinoidenkalken. Bei einer ziemlich eiligen Begehung sah ich darin Brachiopoden und einen
- Belemniten. Südlich der Hierlatzschichten kommt man gleich in Hauptdolomit, der einen aufschlußbarmen Hang bildet. Es geht hier also wieder der Rauhkogelbruch durch. Nach N blicken dagegen sehr steile, oft überhängende Dachsteinkalkwände. Ein Stück jenseits P. 1276 kommt auf dem Kamm unter dem Lias das Rhät hervor. Es ist hier besonders gut gegliedert. Als hangendstes Gestein trifft man hellgraue, felsbildende Kalke mit sehr schönen Korallenstöcken, wohl oberrhätische Riffkalke. Darnach folgt ein aufschlußbarmer Kammteil mit losen Stücken ziemlich dunkel grauen,
  - manchmal von Schalen erfüllten Kalkes. Hier stehen also die Kössener Schichten an. Dann erscheinen hellgraue, gebankte Plattenkalke. Unweit P. 1267 mißt man ihr Einfallen in der Nordwand mit S 20° W, Neigung 20°. Dieses Gestein hält mit derselben Lagerung ein Stück weit auf dem Kamm an. Es reicht hier auch etwas weiter auf die Südseite. Einmal ergab sich eine abweichende Fallrichtung, nämlich 17° ENE. Es handelt sich da aber wohl nur um eine untergeordnete Verbiegung. Wenig nordwestlich P. 1267 tritt der Kamm in Hauptdolomit ein. Das hat jetzt aber nichts mit dem Rauhkogelbruch zu tun, denn der Dolomit kommt deutlich unter dem Dachsteinkalk heraus, unter dem man ihn in der Nordwand fortstreichen sieht.

- Nun biegt der Grat in eine rein westliche Richtung um. Sehr bald gelangt man wieder in unteren, „gegiterteten“ Dachsteinkalk, der 35° SW fällt. Er hält bis auf den Spitzriedel gerade südlich P. 923 an (vgl. S. 72). Gleich westlich davon zieht von N ein stärkerer Graben gegen den Kamm herauf. Hier erscheint unvermittelt Wettersteinkalk. Er ist hellbräunlich bis weiß und fällt mit etwa 25° Neigung SW bis WSW. Sofort trifft man auch lose Stückchen von Lunzer Sandstein, der vermutlich wie in der Gegend des Bräusattels in Vertiefungen der unebenen Oberfläche des Kalkes liegt. Ganz wenig westlich davon führt der weißliche Kalk auf dem Kamm
- selbst reichlich kleine Diploporen, *Poikiloporella duplicata*, und eine Codiacee (vgl. die geplante paläophykologische Arbeit). Die Lagerung scheint jetzt ziemlich flach zu sein, war aber nicht zu messen. Der helle Kalk mit einzelnen Diploporen hält bis in den Sattel gleich östlich P. 1262 an. Hier sind viele lose Stücke von Lunzer Schichten vorhanden, die jedenfalls wieder anstehen. Die Stelle ist durch eine Wildsuhle kenntlich. Nun erhebt sich der Mittagstein, der ebenfalls aus rein weißem, unzweifelhaftem Wettersteinkalk besteht. Dieser reicht nach W fast bis zu der tiefsten Einsattelung der Mittageben. Hier stößt er längs des Hutkogelbruches an Jura. Die wiedergegebenen Beobachtungen sprechen entschieden dafür, daß der

Wettersteinkalk des Mittagsteins und östlich davon zum allerobersten Teil des Schichtgliedes gehört und stellenweise von kleinen Resten des Lunzer Sandsteins überlagert ist. Die Störung, die ihn vom Dachsteinkalk des Spitzriedels trennt, verläuft schräg über den Kamm. Ich betrachte sie als einen Teil des Rauhkogelbruches, der die Verbindung zu dem schon beschriebenen Aufschluß derselben Störung im Scharfenriß (vgl. S. 56) herstellt.

Den Südfuß des Gamsberges im oberen Hollerbachgraben werden wir sogleich kennenlernen (S. 76). Vorläufig betrachten wir den Südhang, und zwar bin ich ganz wenig westlich des Spitzriedels, von der nächsten kleinen Kuppe auf dem Kamm, hinuntergestiegen. Man geht zunächst durch den helleren oberen Wettersteinkalk. 1175 *m* ü. d. M. fällt er schwach W. Hier ist in ihm eine Reihe von Dolinen vorhanden, die in etwa südwestlicher Richtung nebeneinander liegen und jedenfalls eine Störungs- und Zertrümmerungszone andeuten. Quert man nur wenig nach E, so trifft man sofort lose Stückchen von Lunzer Sandstein. In 1100 *m* Höhe stehen die Wettersteinkalkschichten fast senkrecht und streichen S 30° W, in 940 *m* Höhe fallen sie dagegen 45° WNW. In 800 *m* Höhe schienen Lunzer Schichten mit einzelnen aufgelagerten Schollen von grauen, gebankten Opponitzer Kalken vorhanden zu sein. Hier dürfte der Hutkogelbruch schon überschritten sein. In 745 *m* Höhe steht brauner, dünnplattiger, etwas knolliger Kalk mit vielen weißen Spatadern, also jedenfalls Opponitzer Kalk, an. Er ist stark verbogen, fällt aber im ganzen ungefähr mit dem Hang gegen SW. Weiter unten, von 715 *m* Höhe an, folgt dünnbankiger, teilweise kieseliger Hauptdolomit. Der Abstieg endet bei den schon früher erwähnten Kompaniehütten im Hollerbachgraben, östlich des Schachingergrabens (S. 66 und 68).

Auch von S, z. B. vom Engeleck aus, sieht man recht deutlich, daß die Umgebung von P. 1031 und die Gräben östlich davon dem Wettersteinkalk angehören. Viel höher scheint er hier aber nicht hinaufzureichen. Er wird wohl von Obertrias überlagert.

### s) Der obere Hollerbachgraben.

Wir verließen das Profil des Hollerbachgrabens (auf S. 66) an der Stelle, wo man beim Aufstieg in die zusammenhängende Masse weißen Wettersteinkalkes eintritt. Er fällt hier W 15° N mit 47° Neigung. Weiter oben wird der Kalk scheinbar etwas dolomitisch. Die Lagerung ist zunächst recht flach. 880 *m* ü. d. M. trifft man im Bach eine größere Masse von hartem Lunzer Sandstein, entweder einen Block oder einen anstehenden Fels. Unmittelbar darnach steht grauer, gebankter Opponitzer Kalk an. Er

fällt, wahrscheinlich überkippt,  $80^{\circ}$  SW. In dieser Gegend treten wieder mehrere Quellen aus. 930 *m* ü. d. M., etwa nordnordwestlich der großen Hollerbachjagdhütte, steht auf der linken Bachseite Lunzer Sandstein sicher an. Er nimmt von hier talaufwärts ziemlich viel Raum ein. Weiter oben auf der linken Talseite sieht man Wandeln von hellem Wettersteinkalk. Auf der rechten Talseite zieht unten am Hang der Opponitzer Kalk weiter. Darüber folgt bald der Hauptdolomit. Die Schichten müssen also im ganzen ungefähr gegen N fallen. In etwa 1060 *m* Höhe quert der Opponitzer Kalk den oberen Hollerbach. Von hier zieht er wohl in etwa südlicher bis südsüdwestlicher Richtung den südlichen Talhang hinauf, wenn auch kaum ganz ungestört.

### t) Der Stoßberg.

Der Kalk des Stoßberges wurde von Geyer auf seiner Karte als Wettersteinkalk aufgefaßt (vgl. auch Geyer, 1910, S. 183). Bis in die letzte Zeit meiner Arbeiten war auch ich in dieser Meinung befangen. Erst im Jahre 1941 habe ich mich davon überzeugt, daß es sich um Dachsteinkalk handelt. Die Gründe dafür sind folgende:

Der Dachsteinkalk, der im Hollerbach den Jura unterlagert, setzt sich mit ziemlich steilem SSW-Fallen in fortlaufenden Aufschlüssen in die Gipfelwände des Stoßberges fort. Die Felsen des Kammes blicken vorwiegend nach NE, wohl ein Zeichen, daß der Kalk hier von einem weicherem Gestein unterlagert wird, das aber infolge starker Quartärbedeckung zunächst nicht aufgeschlossen ist. Immerhin trifft man an einem Holzweg auf der Nordseite des Stoßberges in etwa 800 *m* Höhe neben einzelnen anstehenden Kalkbänken viele lose Stücke mit gegitterter Verwitterungsfläche, wie sie sonst den Übergang zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk bezeichnen.

Steigt man aus dem kleinen Sattel auf der WSW-Seite des Stoßberges gegen den Ostkamm hinauf, so geht man zunächst durch wandbildenden Kalk, der an einer Stelle mit  $66^{\circ}$  Neigung S  $30^{\circ}$  W fällt, also ziemlich genau gegen den Stoßbach zu und steiler als der Hang. Weiterhin fehlen Wände im Gegensatz zum ersten Teil des Weges fast ganz. Was man an losen Stücken und kleinen Aufschlüssen sieht, ist ein helles, etwas kristallines Gestein, das lithologisch am ehesten an einen Übergang zwischen Wettersteinkalk und Ramsadolomit erinnert. Dasselbe Gestein steht auch im Gaisgraben an. Erst auf der Nordseite des Gaisgrabensattels (P. 745) kommt man in typischen, grauen, bituminösen, gebankten Hauptdolomit. Er fällt  $30^{\circ}$  W.

Der Kalk des Stoßberges ist hellgrau und etwas splittrig. Rein weiße,

fast dichte Gesteine, wie sie im inversen Flügel der Salmmulde herrschen, fehlen hier. An Versteinerungen fand ich nur ein loses Stück mit einem schlecht erhaltenen, aber sicheren Korallenstock.

Aus diesem Befund glaube ich schließen zu müssen, daß am Stoßberg nicht nur — wie in der ganzen Gegend — der höhere Hauptdolomit, sondern auch der Dachsteinkalk durch ungewöhnlich helle Gesteine vertreten ist. Die Fortsetzung des Stoßberges bildet nicht der Gaisstein, sondern der Speikkogel.

Auf der SW-Seite des Stoßberges erhebt sich knapp über dem Stoßbach ein auffallender kleiner Hügel. Der Sattel zwischen ihm und dem eigentlichen Stoßberg ist eine wenige Meter breite Pforte, die beiderseits von kleinen Kalkwänden begleitet wird. Sie muß wohl durch eine Störung bedingt sein. Ein deutlicher Unterschied in der Beschaffenheit der Gesteine zu beiden Seiten war nicht zu erkennen. Trotzdem halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß es sich um die Fortsetzung des verkehrten Bruches nördlich der Jansenmauer handelt, die den Dachsteinkalk des Stoßberges vom Wettersteinkalk des Gaissteinzuges trennt.

#### **u) Das Gebiet zwischen Weißenbach und oberem Hollerbach.**

Die Namengebung in diesem Gebiet scheint etwas spärlich zu sein. Die große Jagdhütte nordwestlich P. 1136 heißt Hollerbachhütte. Die Gegend östlich davon wurde mir als Roßschopfplan bezeichnet. P. 1064 ist als Engeleck bekannt. Machatschek (1922, S. 222) verweist darauf, daß die flachen Formen der besprochenen Gegend Reste einer ausgedehnten Verebnung etwa 700 m über den heutigen Talsohlen sind. Damit hängen wohl die ungünstigen Aufschlußverhältnisse dieses stark von Verwitterungsschutt bedeckten Gebietes zusammen.

Zur Hollerbachhütte führt von den Kompaniehütten im Hollerbachgraben ein Reitsteig. Im oberen Teil verläuft er weiter südlich als auf dem Meßtischblatt eingezeichnet. An seinem Beginn fällt grauer, teilweise sehr mürber Dolomit  $32^{\circ}$  W. Er gehört vielleicht schon den obersten Opponitzer Schichten an, denn in 700 m Höhe erreicht der Weg graue, dünn gebankte,  $18^{\circ}$  WNW fallende Opponitzer Kalke. In 785 m Höhe fällt derselbe Kalk W  $5^{\circ}$  S mit  $32^{\circ}$  Neigung. Etwas weiter oben bildet er wenig nördlich des Weges gegen NE blickende, 15 bis 20 m hohe Wandeln. Offenbar verläuft der Weg hier längere Zeit durch den hangendsten Teil der Opponitzer Schichten. Weiter oben gelangt man zunächst wieder in (auffallend hellen) Hauptdolomit, der den Kalk der Wände normal zu überlagern scheint. Dann folgen wohl einige untergeordnete Störungen. Ich vermerkte längs

des Weges einen Wechsel von weißen Wettersteinkalken und grauen Kalken, vermutlich Opponitzer Kalk. In etwas mehr als 1000 *m* Höhe ist gut zu beobachten, daß der Lunzer Sandstein dem weißen Wettersteinkalk, der 22° WSW fällt, aufliegt. Östlich der Hollerbachjagdstube haben die Lunzer Schichten eine ziemlich große Verbreitung. Vielfach sind sie nur mehr wenig mächtig, so daß der Wettersteinkalk unter ihnen sichtbar wird. Etwa nordöstlich P. 1136 bemerkte ich mehrere größere, dolinenartige Trichter, deren Oberrand aus Lunzer Sandstein besteht, wogegen in der Tiefe Wettersteinkalk ansteht. Vermutlich liegen sie an kleineren Störungen. Ein auffallender heller Felsturm in dem Schlag westlich P. 1082 dürfte wohl einen Bruch andeuten, doch konnte ich in dem dicht verwachsenen Gebiet nichts Näheres ermitteln.

Die Gegend um die Hollerbachhütte ist vor allem deshalb wichtig, weil sie deutlich erkennen läßt, daß der weiße Wettersteinkalk unmittelbar unter den Lunzer Schichten liegt. Der Hutkogelbruch kann hier keine große Bedeutung mehr haben.

Der Westhang des Engelecks, der zur Zeit meiner Untersuchungen größtenteils abgeholzt war, zeigt gar keine Wände. Er dürfte ganz aus Dolomit bestehen. Auf dem Gipfel und auf dem Ostkamm bis zum Sattel 976 steht sehr grusiger, fast weißer Dolomit an, der an den des Ostkammes des Stoßberges erinnert. Der Hang nördlich davon ist ziemlich felselos. Nur auf dem Südhang sind Wandeln vorhanden. Gleich östlich des Sattels 976 erheben sich auf dem untersten Teil des Kammes größere Felsen von grauem Hauptdolomit. Sie reichen nicht auf die Nordseite hinüber, wo Aufschlüsse vielmehr fehlen. Es dürfte also über den Kamm 1064—976 eine Gesteinsgrenze laufen, vermutlich zwischen dem gewöhnlichen Hauptdolomit und dem mürben, bituminösen Dolomit, den wir in den obersten Opponitzer Schichten antrafen (S. 69 usw.).

Auf der linken Seite des oberen Engelsgrabens sind keine Aufschlüsse vorhanden. Der Boden ist sanft geneigt, lehmig. Vermutlich ist hier entweder Opponitzer Dolomit oder Lunzer Sandstein verborgen. Rechts sind Hauptdolomitfelsen vorhanden, die zwischen 800 und 900 *m* Höhe bis an den Graben heranreichen. 810 *m* ü. d. M. ist im Bach in größerer Ausdehnung ein grauer, mylonitischer Dolomit aufgeschlossen, der offenbar die obersten Opponitzer Schichten vorstellt. 5 *m* weiter unten fällt grauer, dünn geschichteter, teilweise deutlich bituminöser Opponitzer Kalk N 15° W mit 45° Neigung. Bei der Mündung des rechten Nebenbaches, der gerade von P. 1064 herunterkommt, stehen graue, plattige, 48° NNE fallende Opponitzer Kalke an. Bei der Mündung des nächst südlicheren rechten Seitengraben trifft man wieder den grauen, mylonitischen Dolomit.

Weiter oben in diesem Graben sieht man einen Steilhang aus hellem Dolomit, wohl dem normalen Hangenden der Opponitzer Gesteine. Im Hauptgraben folgen von hier abwärts weitere Opponitzer Gesteine. In 710 *m* Höhe erscheint dann plötzlich der weiße Wettersteinkalk. Während das Einfallen bisher immer bachaufwärts gerichtet war, maß ich es jetzt mit 50° W. Es muß hier zwischen Wettersteinkalk und Opponitzer Schichten eine Störung vorhanden sein, an der der Lunzer Sandstein ausgefallen ist. Sie scheint aber nur von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Eine gewisse Schwierigkeit bildet in der Umgebung des Engelecks, wie schon auf dem Stoßberg, die Deutung des hellen Dolomits. Immer wieder habè ich versucht, ihn als Ramsaudolomit auszuscheiden, es ist mir dies aber nicht gelungen. Die Verhältnisse im Engelsgraben scheinen vielmehr zu beweisen, daß es sich doch nur um einen ungewöhnlich hellen Hauptdolomit handelt.

Der Gipfel 1136 nächst dem Jagdhaus Hollerbach besteht aus grauem Opponitzer Kalk. Nordöstlich kommt unter ihm bald schneeweißer Wettersteinkalk hervor. Eine Suhle zwischen den beiden Gesteinen deutet vielleicht den Lunzer Sandstein an.

Der Kamm 1136—1045—804 (Taf. VI, Schnitt VI) besteht vorwiegend aus Opponitzer Kalk. Er ist etwas tonig, grau, nur selten hell und wittert gelbbraun an. In 980 *m* Höhe fällt er 63° SSE, streicht also den Kamm entlang. Quert man von hier etwas ansteigend nordwärts gegen die Quellbäche des Engelsgrabens zu, so kommt man bald (etwa 1020 *m* ü. d. M.) in größere Wände von meist rein weißem Wettersteinkalk.

Weiter unten auf dem Kamm 1045 ist das Einfallen des Opponitzer Kalkes oft gegen W gerichtet. In 950 *m* Höhe ist gleich östlich unter dem Kamm ein deutlicher Aufschluß von braun verwitternden Lunzer Sandsteinen. Der Opponitzer Kalk des Kammes liegt darauf und fällt gegen W von ihnen ab. 925 *m* ü. d. M. und 815 *m* ü. d. M. steht Lunzer Sandstein auf dem Kamm selbst an. Er wird im W deutlich von Opponitzer Kalk überlagert. Einzelne abenteuerlich geformte Felsen dieses Gesteines liegen ihm auf. Darnach kommt man in den Wettersteinkalk der Kote 804.

Im ganzen muß der Hang in der Umgebung von P. 1045 also den Schichten des Opponitzer Kalkes folgen. Sonst wäre auch deren große Verbreitung nicht verständlich. Sie bilden aber außerdem einen etwa gegen SSW streichenden und in dieser Richtung rasch untertauchenden Sattel, in dessen Kern westlich P. 1045 der Wettersteinkalk herauskommt.

Der Steig, der von der Mündung des Engelsgrabens über P. 804 in das Weißenbachtal führt, bietet ausgezeichnete Aufschlüsse im obersten Wettersteinkalk, im Lunzer Sandstein und im Opponitzer Kalk. Er führt

immer an der Grenze dieser Gesteine hin, bald in dem einen, bald in dem anderen. Es wird nicht notwendig sein, das genau zu beschreiben. Ich gebe nur einige meiner Vormerkungen wieder.

Wenig östlich P. 675 fällt der Wettersteinkalk am Steig 26° W. Er hält bis zu dem kleinen Graben östlich P. 804 an. Auf der linken Seite dieses Grabens ist Lunzer Sandstein aufgeschlossen. Etwa 60 m östlich der Grabensohle legt sich darauf sehr deutlich der Opponitzer Kalk. Er fällt N 10° W mit 40° Neigung. Unmittelbar an der Gesteinsgrenze biegen sich die Schichten etwas auf und drehen sich. Das Einfallen ist hier N 40° E, die Neigung 58°. Der Opponitzer Kalk bildet nur eine kleine Mulde, deren Achse sich gegen S senkt. Gerade unter der tiefsten Einmuldung liegt etwas weiter unten am Hang eine starke Quelle, die auch Kalktuff absetzt. Die Lunzer Schichten reichen bis zum Fußsteig im Stoßbachtal hinunter, der hier ein Stück oberhalb des Baches am rechten Hang verläuft. Auf der Ostseite der Mulde ziehen Lunzer Schichten und Wettersteinkalk wieder über den Weg zur Weißenbachalm empor. Der Wettersteinkalk enthält sowohl am oberen als am unteren Steig kleine Diploporen. Etwa 10 m unter den Lunzer Schichten fand ich *Poikiloporella duplicata*. Wo der Weg sich gegen den Weißenbach zu senken beginnt, traf ich lose Wettersteinkalkstücke mit besseren Diploporen. Auch sie gehören zu *Poikiloporella duplicata*, ebenso die verschiedenen Proben, die Dr. Gasche und ich am alten Fußsteig in das Schwarzenbachtal, zwischen Engelsgraben und Weißenbach sowie etwas östlich der Weißenbachmündung gesammelt haben. Etwa 200 m südwestlich P. 795 zieht der Opponitzer Kalk über den Weißenbach, südwestlich von ihm der Lunzer Sandstein.

Das Weißenbachtal soll in anderem Zusammenhang kurz beschrieben werden (S. 83). Für jetzt betrachten wir noch den Hang nördlich der Weißenbachalm. Im Graben nordöstlich dieser Almhütte steht gleich wohlgebankter Opponitzer Kalk an. Er fällt S 35° E mit 36° Neigung. Ein loses Stück grauen Krinoidenkalkes dürfte wohl auch diesem Schichtglied angehören. In 850 m Höhe besteht die rechte Seite des Grabens aus Lunzer Sandstein. Etwas weiter nordöstlich sieht man Wandeln von Opponitzer Kalk. Er fällt 77° NNE. Viele lose Blöcke des Kalkes sind auf den Lunzer Schichten abgeglitten. In 945 m Höhe scheint ein kleiner Bruch nördlich P. 921 in der Richtung E 10° N durchzulaufen. An ihm stößt der wandbildende Opponitzer Kalk gegen die Lunzer Schichten, die hier einen breiten Raum einnehmen. Weiter steigt man gegen P. 1082 durch den Opponitzer Kalk empor. Er liegt nun ziemlich flach. Wahrscheinlich ist er an Brüchen staffelförmig gegen S abgesunken, was eine übermäßige Mächtigkeit vortäuscht. In 1020 m Höhe ist ein solcher Bruch im Opponitzer

Kalk ziemlich gut zu sehen. Dieser hält bis auf den Kamm gleich westlich P. 1082 an (Fortsetzung S. 73).

#### v) Stoßbach, Schwarzenbach und Weißenbach.

Die Untersuchung des Stoßbachtals ist jetzt durch den Bau einer Holzstraße sehr erleichtert. An dieser Straße ist auf der rechten Seite des Stoßbaches unweit seiner Vereinigung mit dem Hollerbach ein größerer Aufschluß von eckigem Schutt vorhanden. Es dürfte also nicht angehen, die ganze Wiese am Westfuß des Stoßberges den anstehenden Werfener Schichten zuzuschreiben. Die ersten Felsen an der Straße, nachdem sie den Bach übersetzt hat, also auf der linken Seite, zeigen mittelgrauen, geplateten Kalk, den ich für Gutensteiner Kalk hielt. Er fällt im ganzen gegen den Bach zu ein, ist aber sehr stark verbogen. Weiter talaufwärts folgen zweifelhafte graue, dickgebantete Kalke. Südlich des kleinen Hügels südwestlich P. 869 ist an der Straße auf der linken Bachseite dann sehr stark von Harnischen durchsetzter hellgrauer Kalk aufgeschlossen. Er schien  $78^{\circ}$  SE zu fallen. Ähnliche Kalke halten über eine längere Strecke an und stehen noch kurz unter der Einmündung des Gaisgrabens auf der rechten Talseite an. In Anbetracht des Befundes auf dem Stoßberg und dem Gaisstein muß ich annehmen, daß es sich zuerst um Wettersteinkalk, dann aber um Dachsteinkalk handelt. Nachweisen konnte ich die Grenze im Stoßbachtal nicht. Dann kommt man unvermittelt in den wiederholt besprochenen hellen Dolomit. Er bildet die Umgebung der Mündung des Gaisgrabens und fällt etwa W bis WNW ein. Auf der rechten Seite des Stoßbaches unmittelbar unterhalb der Einmündung des Engelsgrabens und gegenüber dieser Einmündung auf der linken Seite sieht man den Opponitzer Dolomit unter dem Hauptdolomit auftauchen. Er ist mittelgrau, meist dünn gebantet und außerdem gebändert, deutlich bituminös, manchmal stark vergrüst. Auf der linken Talseite fällt er an der Straße W  $30^{\circ}$  S mit  $43^{\circ}$  Neigung. Wenige Schritte oberhalb der Ausmündung des Engelsbaches ist auf der linken Stoßbachseite die Auflagerung des Lunzer Sandsteins auf den Wettersteinkalk durch den Straßenbau ausgezeichnet aufgeschlossen. Dieselbe Gesteinsgrenze sieht man noch einmal bei dem linken Brückenkopf der nächsten Straßenbrücke. Im obersten Teil des Wettersteinkalkes sind verschiedene fremde Einschlüsse und Verunreinigungen enthalten: dünne blaugraue Bänke mit dunkleren Bröckchen darin, dünne dunkelgraue, grünliche oder rötliche Schieferlagen usw. Sie rühren von den ersten Einschwemmungen terrigener Bestandteile her. Sichere Landpflanzenreste habe ich in diesen Einlagerungen nicht beobachtet, obwohl manche dunkle Einschlüsse daran erinnern. Dagegen fand ich etwa 6 m unter der Auflage-

rungsfläche des Lunzer Sandsteins im anstehenden Wettersteinkalk schön ausgewitterte und mikroskopisch sehr gut bestimmbare Stücke von *Poikiloporella duplicata*.

Oberhalb der Brücke bildet zunächst der Bach ein Stück weit die Grenze zwischen Wettersteinkalk (rechts) und Hauptdolomit (links). Dann zieht die Grenze schräg über den Bach, etwa in der Richtung E 35° S, so daß auch auf der linken Seite Wettersteinkalkwandeln vorhanden sind. Etwa 200 m oberhalb der Mündung des Weißenbaches gelangt man im Stoßbachtal wieder in Hauptdolomit, der zunächst auf der linken Seite gut zu sehen ist. Lunzer Schichten habe ich hier nicht beobachtet.

Bei der Klause oberhalb P. 746 fällt der Hauptdolomit auf der rechten Bachseite 23° SSE. Etwas weiter talaufwärts stehen einige Bänke grauen Kalkes an, vielleicht Dachsteinkalk. In der Gegend nordöstlich des Rauschersattels sind große Mengen loser Stücke von rotem Jurakalk vorhanden. Anstehend habe ich dieses Gestein hier nicht gesehen (wohl aber weiter oben am Hang, vgl. S. 83). Geyers Darstellung (1910, S. 182, und Blatt „Kirchdorf“) ist also nur annähernd richtig. Kurz darauf kommt man im Tal in hellgrauen Wettersteinkalk. Er bildet auf der linken Talseite größere Wände, auf der rechten aber nur stellenweise kleine Felsen ganz unten am Bach. In 785 m Höhe, bei einer Holzknechtstube, vermutlich ungefähr südlich P. 953, entspringen gleich rechts neben dem Schwarzenbach am Fuß des Hanges mehrere sehr starke Quellen. Unmittelbar darüber ist ein großer Aufschluß von hellgrauem, sehr grusigem und gequetschtem Hauptdolomit. Unterhalb dieses Aufschlusses liegen in großer Zahl lose Stücke einer Bresche aus Dolomit mit oft sehr reichlichem rotem Bindemittel, vermutlich zerriebenen Jura. Ansteigend habe ich die Bresche nicht gefunden, unter den losen Stücken kommt sie aber so reichlich vor, daß man annehmen muß, sie ziehe am Fuß der Dolomitaufschlüsse durch. Zwischen dem Hauptdolomit der rechten Talseite und dem Wettersteinkalk der linken muß also wohl eine bedeutende Störung liegen, an der jüngere Schichtglieder ganz zerrieben wurden. Ich bin geneigt, sie für die Fortsetzung des Bruches auf der Südseite des Stoßberges zu halten. Sie würde hier nun den inversen, von Jura unterlagerten Hauptdolomit des Speikogels abschneiden (vgl. S. 84). Die mächtigen Bänke des Wettersteinkalkes fallen N 30° W mit 21° Neigung. Zunächst greift dieses Gestein etwas gegen N über den Schwarzenbach auf den Südfuß der Falkenmauer über. In 900 m Höhe verläuft die Grenze zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit gerade im Graben nördlich des Grünen Flecks des Meßtischblattes (außerhalb meiner Karte). Sie ist hier gut aufgeschlossen, bietet aber keine Spuren besonders starker Störungen. Der Kalk zeigt eine 55°

SSE fallende Plattung. Sie dürfte ungefähr die Lage der Störungsfläche andeuten. Steigt man von hier nach E hinauf, so gelangt man 975 *m* ü. d. M. in Schiefer und sandige Kalke. Ich hielt sie an Ort und Stelle für nicht ganz typische Lunzer Schichten, frage mich jetzt aber, ob es sich nicht um die Fortsetzung der Oberkreide auf der Nordseite des Keferreuthberges (vgl. S. 88) handelt. Unmittelbar darüber steht wieder Wettersteinkalk an.

Der untere Teil des Weißenbaches liegt, wie aus den schon gegebenen Beschreibungen hervorgeht, ganz in weißem, oberem Wettersteinkalk. Etwa 500 *m* talaufwärts von der Mündung in den Schwarzenbach führt dieser kleine Einsprengungen von Bleiglanz, die jüngst durch die neue Forststraße aufgeschlossen wurden (freundliche Mitteilung Herrn Dr. J. Schadlers, Linz, während des Druckes). Wir sahen auch, daß der Wettersteinkalk in der Gegend des P. 793 von Lunzer Schichten und dann von Opponitzer Kalk überlagert wird (S. 80). Der Kalk fällt mit 29° Neigung SE deutlich unter den Hauptdolomit des Speikkogels ein. Im Weißenbach selbst ist er noch ein Stück weit anstehend hinauf zu verfolgen, bis man auf die Wiesen bei der (aufgelassenen) Almhütte herauskommt. Das Gebiet östlich von dieser geht uns hier nichts mehr an. Der Hang nördlich von ihr wurde schon beschrieben (S. 80).

### w) Der Speikkogel (Taf. VI, Schnitt VII).

Diesem nicht mehr zur Salmgruppe gehörigen westlichen Ausläufer des Kremsmauerzuges habe ich nur der Vollständigkeit halber zwei Besuche abgestattet.

Zunächst bin ich von der Hütte 746 im Schwarzenbachtal in etwa nordöstlicher Richtung emporgestiegen, so daß ich den Westkamm des Speikkogels 1040 *m* ü. d. M. erreichte. Anfangs geht man durch Hauptdolomit. In 955 *m* Höhe fällt er an einem waagrechten Jagdsteig N 30° W mit 37° Neigung. Hier beginnt der Übergang in Dachsteinkalk. Die Übergangsgesteine halten bis auf den Grat hinauf an.

Ein zweites Profil habe ich ungefähr nördlich des Rauschersattels begangen. Anfangs hat man auch hier spärliche Aufschlüsse von Hauptdolomit. In 900 *m* Höhe stehen fleischrote Kalke an, vermutlich Grünauer Marmor. Sie bilden kleine Wandeln und nehmen einen so breiten Raum ein, daß sie dem Hang ungefähr parallel einfallen müssen. In losen Stücken kommen auch Krinoidenkalke vor. Östlich grenzen an die Klauskalke ganz zerquetschte Oberalmschichten, die in einem Graben südlich des Speikkogelgipfels aufgeschlossen sind. Gleich östlich von ihm, auf der nächsten

Gratrippe, steht hellgrauer, stark gequetschter, von vielen weißen Spatadern und gelben Klüften durchzogener Kalk, vermutlich Dachsteinkalk, an. Die Oberalmschichten sind in dem Graben bis 980 *m* Höhe hinauf zu verfolgen. Steigt man durch den Graben hinunter, so kann man sie bis etwa 900 *m* ü. d. M. gut feststellen. In dieser Höhe sind sie links noch deutlich aufgeschlossen, wogegen rechts lose Blöcke von Grünauer Marmor herrschen. Grabenabwärts schließt daran heller Dachsteinkalk, ohne daß der Kontakt zu sehen wäre. 850 *m* ü. d. M. fallen Übergangsgesteine zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk 50° SW, also talauswärts, aber steiler als der Graben. Weiter hangabwärts kommt man in hellen Hauptdolomit. Es scheint also sicher, daß die Obertrias an dieser Stelle invers gelagert ist.

Westlich des eben beschriebenen Grabens besteht der Südhang des Speikkogels um 1000 *m* Höhe in großer Ausdehnung aus einem Gestein, das ich nicht sicher deuten konnte. Es ist ein fast weißer, oft wohlgebankter Kalk. Er fällt in den Hang hinein, z. B. 31° NNW, an einer anderen Stelle 46° WNW. Die verwitterte Oberfläche zeigt oft auffallende gitterförmige Furchen. Von den Oberalmschichten schien der helle Kalk an der angegebenen Stelle (in 980 *m* Höhe) durch einen Harnisch getrennt zu sein, der mit 50° Neigung S 13° E einfällt. Vielleicht handelt es sich um die Fortsetzung des Bruches auf der Nordseite der Falkenmauer (siehe S. 86). Etwa 200 *m* südwestlich unter dem Gipfel des Speikkogels schien unter dem weißen Kalk ein grauer Kalk mit Schiefererzwischenlagen anzustehen, der am ehesten zu den Kössener Schichten gehören könnte. Der weiße Kalk hält westlich des Gipfels bis fast auf den Westkamm des Speikkogels an. Auf dem Kamm selbst steht 75 *m* westlich unter dem Gipfel hellgrauer Dachsteinkalk mit gegitterter Oberfläche an. Er fällt 38° SW, ein Stück weiter unten 18° SW, also ganz anders, als der weiße Kalk. In den Nordwänden erscheint unter ihm gleich der Hauptdolomit.

Für die stratigraphische Einreihung des weißlichen Kalkes bestehen drei Möglichkeiten: Zuerst dachte ich an Plassenkalk. Dafür scheint mir das Gestein aber zu mächtig und gleichmäßig zu sein, wenn man die anderen Plassenkalkvorkommen des Gebietes zum Vergleich heranzieht. In Anbetracht der Lagerung, die von den ungefähr S fallenden übrigen Schichten des Speikkogels auffallend abweicht, könnte man an eine Deck-scholle von Wettersteinkalk, eine westliche Fortsetzung der Falkenmauer, denken. Man würde jedoch erwarten, daß dieser ausgiebigere Wände bildet. Ich habe mich durch Beobachtung vom Gaisstein aus überzeugt, daß in dem besprochenen Gebiet nirgends Felsen aus dem Wald hervorragen. Am wahrscheinlichsten ist aus lithologischen Gründen doch die Annahme, daß es sich um einen rhätischen Kalk handelt. Dafür spricht die nahe

Verbindung mit dem sicheren Dachsteinkalk des Kammes und die wahrscheinliche Unterlagerung durch Kössener Schichten. Merkwürdig ist bei dieser Deutung nur die abweichende Lagerung großer Teile der Dachsteinkalke, die man als eine örtliche Verbiegung hinnehmen muß.

Etwas östlich des Gipfels des Speikkogels fällt der Dachsteinkalk, der hier schon in Hauptdolomit übergeht,  $35^{\circ}$  S. Im Sattel, der den Speikkogel von der Falkenmauer trennt, steht Hauptdolomit an. Steigt man gegen diese empor, so kommt man rasch wieder in Dachsteinkalk, der an einer Stelle E  $30^{\circ}$  S mit  $37^{\circ}$  Neigung fiel, an einer anderen fast flach lag. Erst in 1290 m Höhe erhebt sich auf dem Kamm plötzlich die Wand des Wettersteinkalkes. An ihrem Fuß ist überall eine kleine Hohlkehle vorhanden, wohl ein Zeichen, daß hier eine schräge Störungsfläche durchläuft. Sie zieht ziemlich geradlinig in Richtung ENE—WSW von der Nordseite auf die Südseite des Kammes herüber. An einer Stelle fand ich knapp westlich der Wände in einer Suhle Spuren ganz zerquetschter Schiefer. Ich konnte aber nicht entscheiden, ob es sich um Oberalmschichten oder vielleicht um Lunzer Schichten handelt.

Der Westkamm des Speikkogels besteht über eine größere Strecke aus den unteren Teilen des Dachsteinkalkes. Das Einfallen ist, wie oben schon angegeben, ziemlich flach südwestlich. In rund 900 m Höhe gelangt man beim Abstieg über den Westkamm in einen kleinen Sattel. Jenseits von ihm folgt etwas sehr grusiger Dolomit, dann weißer, felsbildender Wettersteinkalk. Er ist vom Dolomit durch eine Störung getrennt, da er nicht unter ihn eintaucht, sondern ebenfalls südwestlich fällt. Sie muß ziemlich bedeutend sein, denn der Hauptdolomit ist an ihr fast ganz ausgefallen. Merkwürdigerweise konnte ich sie aber nicht weiter nach N verfolgen.

Der ganze Nordabfall des Speikkogels besteht aus Hauptdolomit. Gegen die Weißenbachalm zu sind unter den Wänden größere Schuttmassen vorhanden.

Auf der Südwestseite der Falkenmauer reicht der Wettersteinkalk deutlich bis zur Kote 953 hinunter. Darunter ist ein felsfreier Streifen, wie besonders in einem Schlag östlich des genannten Punktes gut zu sehen war. Ich fand hier hinreichende Aufschlüsse von Hauptdolomit. Gegen E hebt sich der Fuß der Wettersteinkalkwand allmählich. Geyer nahm auf seiner Karte an, daß der Wettersteinkalk der Falkenmauer quer über das Schwarzenbachtal mit dem des Gaissteins in unmittelbarer Verbindung steht (vgl. auch Geyer 1910, S. 179). Diese Verbindung, die äußerst unnatürlich aussieht, besteht sicher nicht. Vgl. auch S. 82.

Die Deutung des Befundes am Speikkogel ist äußerst schwierig, haupt

sächlich wohl deshalb, weil es sich nur um einen Ausläufer der noch nicht genügend untersuchten Falkenmauer-Kremsmauer-Kette handelt. Folgende Punkte wird man sich bei einem vorläufigen Versuch des Verständnisses vor Augen halten müssen:

Wie wir noch sehen werden (S. 136), liegen die Gesteine der Falkenmauer höchstwahrscheinlich invers. Im N werden sie von einem Bruch begrenzt.

Am Südfuß des Speikkogels schien ebenfalls eine inverse Schichtfolge vorhanden zu sein. Der geradlinige Verlauf der Nordgrenze des Wettersteinkalkes über den Kamm östlich des Speikkogels spricht dafür, daß sie ziemlich steil steht.

Die merkwürdige Aufbiegung der Schichten im Dachsteinkalk des oberen Hangteiles des Speikkogels könnte man mit dem Darübergleiten einer Decke in Zusammenhang bringen.

Rätselhaft bleibt vorläufig das fast vollständige Fehlen des Hauptdolomites östlich P. 877.

Eine wirkliche Klärung des Baues des Speikkogels muß ich dem Geologen überlassen, der — hoffentlich recht bald — den Kremsmauerzug aufnehmen wird.

#### x) Der Gaisstein (Taf. VI, Schnitt VI).

Auch diesen hübschen Bergzug, der nicht zur Salmgruppe gehört, habe ich nur zweimal besuchen können. Die Darstellung auf der Karte umfaßt nicht die ganze Berggruppe und nicht alle unten erwähnten Örtlichkeiten. Die größte Abweichung von Geyers Zeichnung auf dem Blatt „Kirchdorf“ besteht darin, daß der Gaissteinkamm zum überwiegenden Teil nicht aus Wettersteinkalk, sondern aus Reiflinger Kalk und Gutensteiner Kalk aufgebaut ist.

Auf dem Meßtischblatt heißt sowohl der Bach nordöstlich des Gaissteins als der südlich von ihm Schwarzenbach. Das ist unzweckmäßig. Ich schlage vor, für den südlichen Bach vom Schindlbacher aufwärts den Namen Keferreuthbach zu verwenden, der auf der Karte nur seinem oberen Teil beigezeichnet ist.

Der Nordfuß des Gaissteins wurde in dem Abschnitt über den Stoßbach und Schwarzenbach besprochen. Am Ausgang des Schindlbachtales sind ausgedehnte Massen von teilweise etwas geschichteten Terrassen-schottern zu sehen. Etwa 400 m unterhalb des Hauses Kieshütte erheben sich auf der rechten Seite des Schindlbaches Wandeln von Reiflinger Kalk. Bei dem genannten Haus selbst fallen auf der rechten Bachseite Muschel-

kalkgesteine ungefähr  $23^{\circ}$  N. Bei der Mündung des Krangrabens steht hellgrauer Reiflinger Kalk an. Bei der Straßenbrücke 621 gleich südlich davon (außerhalb meiner geologischen Karte) erscheinen ganz dünnplattige, mittelgraue Kalke, die man wohl zu den Gutensteiner Schichten rechnen muß. Sie stehen ungefähr senkrecht und streichen  $W 10^{\circ} N$ . Unter der NW-Ecke der Wiesen der Bauern z'Schlag-Schwaig ist der Muschelkalk mittelgrau, teils dick, teils dünn gebankt. Er fällt  $S 15^{\circ} E$  mit  $77^{\circ}$  Neigung. Die ganze Wiesenfläche des Schindlbachers liegt auf Quartärschottern, die an mehreren Fahrwegen aufgeschlossen sind. Auch die Gegend in dem Winkel zwischen Keferreuthbach und Dürrem Grünau-bach wird von Quartär eingenommen. Ganz kurz vor der Hütte südlich P. 876 ist an der Straße dünnplattiger, ziemlich dunkel grauer, deutlich bituminöser Gutensteiner Kalk aufgeschlossen. Er fällt  $S 10^{\circ} W$  mit  $80^{\circ}$  Neigung. Manchmal ist die Neigung auch steil nördlich. Man geht nun ein Stück weit durch Gutensteiner Kalk. Etwas oberhalb P. 731, wo der alte (jetzt aufgelassene) Saumweg auf die rechte Seite des Keferreuthbaches herüberkommt, sind an der neuen Fahrstraße typische Reiflinger Kalke aufgeschlossen. Sie sind grau, gut, aber nicht dünn gebankt und enthalten große graue Hornsteinknollen. Sie stehen senkrecht und streichen  $W 10^{\circ} N$ . Weiter folgen wieder Gesteine, die teils mehr an Gutensteiner, teils mehr an Reiflinger Kalk erinnern. In der Gegend südlich des Rauscherstättels fehlen Aufschlüsse. Wahrscheinlich steht hier schon Gosau (bzw. Flysch) an. In losen Stücken sieht man vorwiegend dunkle, oft kieselige Sandsteine. Die Oberkreide nimmt auch den Hang bis hinauf zum Sattel ein.

Im NE grenzen diese Kreideschichten gegen den weißen Wettersteinkalk des Keferreuthberges. Im Rauschersattel ist dieses Gestein ganz in Grus aufgelöst. Offenbar muß hier eine starke Störungszone durchgehen, die auch die Entstehung des alten Quertales bedingte, auf das Machatschek (1922, S. 221) den Sattel zurückführt. In der Tat kommt man, wenn man aus dem Sattel nur wenig gegen W emporsteigt, etwa 15 m über P. 972, aus dem weißen Wettersteinkalk plötzlich in dunkelgrauen, bituminösen Gutensteiner Kalk. Dieser streicht im ganzen längs des Ostkammes des Gaissteins hinauf, ist aber im einzelnen sehr verbogen. In etwa 1100 m Höhe maß ich das Streichen einer größeren Masse senkrecht stehender Gutensteiner Kalke mit  $E 10^{\circ} N$ . Weiter oben auf dem Kamm werden die Bänke etwas dicker, kleine Hornsteinkonkretionen stellen sich ein. Nächst P. 1191 kann man das Gestein wohl schon zu den Reiflinger Kalken stellen. Es ist noch ziemlich dunkel grau, enthält aber große Hornsteinknollen. Ganz allmählich wird der Kalk nun heller; der Horn-

steingehalt nimmt ab und zeigt sich feiner verteilt, nicht in Knollen vereinigt. Erst 25 m unter dem Gipfel des Gaissteins kann man von Wettersteinkalk sprechen. Im ganzen hat man beim Aufstieg den Eindruck, daß die jüngeren Gesteine etwa von ENE auf den Kamm heraufziehen. Der Wettersteinkalk bildet den Gipfel 1270 m und auch den P. 1198 des Gaissteins. Ich fand in ihm keine Diploporen, wohl aber eine andere Alge, die am meisten an *Ortonella* erinnert (vgl. die algologische Arbeit).

Vom Gipfel des Gaissteins steigt man gegen S zuerst durch anstehenden Wettersteinkalk hinunter. In etwa 1200 m Höhe erscheinen die ersten losen Stücke von Reiflinger Kalk. 25 m weiter unten sieht man diesen auch anstehen. Die Aufschlüsse des Reiflinger Kalkes halten bis etwa 1120 m ü. d. M. an. Echte Gutensteiner Kalke habe ich auf dieser Seite des Berges nicht gesehen. Zurückblickend erkennt man recht gut, daß die Grenze zwischen Reiflinger Kalk und Wettersteinkalk westlich des Gaissteingipfels in westlicher Richtung herunterzieht. Die weißen Kalkwände reichen gegen W immer weiter herab. Im östlichen Teil dieser Wände, etwa südwestlich des Trigonometers 1270, sieht man unter dem Wettersteinkalk deutlich geschichtete Reiflinger Kalke. Sie stehen hier nicht, wie auf dem Ostkamm, senkrecht, sondern liegen ziemlich flach und senken sich gegen W. Ihr wahres Einfallen dürfte nördlich oder nordwestlich sein. Auch der Westfuß der Grühmauer, östlich P. 923, in etwas mehr als 1000 m Höhe, besteht in größerer Mächtigkeit aus mittelgrauen, dicker oder dünner gebankten Reiflinger Kalken mit schönen, großen Hornsteinbändern. Einfallen N 10° E, Neigung 45°.

Der Wettersteinkalk der Grühmauer ist ganz in Türme aufgelöst. Geyer (1910, S. 183) scheint diese auf senkrechte Schichten zurückzuführen. Da aber keine Platten mit bestimmten Streichen zu erkennen sind, wird es sich wohl eher um Klüftung handeln.

Daß der Wettersteinkalk auf der Nordseite des Gaissteins nicht bis ins Tal reicht, haben wir schon gesehen (S. 82). Er endet nördlich des Gipfels etwa 100 m über dem Tal. An seiner Untergrenze ist er manchmal deutlich geschichtet. Hier stößt er gegen Hauptdolomit. Ein loses Stück am Fuß der Wand enthielt einen dicken Seeigelstachel. Geht man dagegen vom Rauschersattel auf dem hier vorhandenen Steig nach N hinunter, so trifft man bis zum Schwarzenbach nur Wettersteinkalk — mit Ausnahme einer Stelle ziemlich weit oben, wo Gosausandsteine anstehen. Sie ziehen von hier ein Stück weit gegen E in den Nordhang des Keferreuthberges. Weiter habe ich sie nicht verfolgt. Vgl. S. 83. Möglicherweise muß man aus ihnen schließen, daß der Keferreuthberg nicht die tektonische Fortsetzung des Gaissteinkammes ist, sondern der auf die Kreide

aufgeschobenen Mitteltriasschollen rechts des Schindlbaches, bei der Kieshütte.

Südwestlich der Gaissteinfelsen breitet sich eine sehr aufschlußarme, sumpfige Verebnung aus (Taf. VI, Schnitt V). Sie dürfte im wesentlichen von Kreide eingenommen sein. Im obersten Teil des linken Astes des Krangrabens stehen aber 1060 *m* ü. d. M. etwas rote Schiefer an. Ich halte es für wahrscheinlich, daß sie zu den Werfener Schichten gehören. Im nördlichsten Ast des Krangrabens ist 930 *m* ü. d. M. Haselgebirge sicher aufgeschlossen. Nordwestlich des Gaissteins, gegen den Stoßbach zu, ist solches schon lange beobachtet. Hier findet sich eine den Jägern wohlbekannte Salzlecke der Gemen, etwa nordnordöstlich P. 923 und südlich P. 847, in 860 *m* Höhe. Südwestlich des Stoßberges geriet der Südhang des Stoßbachtals vor einigen Jahren ins Gleiten, wobei nach Angabe des Jägers Peterlehner blaue Tone, wohl Haselgebirge, entblößt wurden. Die weichen Massen flossen auch über die Straße. Ich halte es durchaus für möglich, daß auf der Südseite des Gaissteins ein zusammenhängender Streifen von Untertrias vorhanden ist, wie das ja auch Brinkmann (1956, Fig. 2) annimmt. Der größte Teil der Quellbäche des Krangrabens liegt aber jedenfalls im Bereich der Kreide. Hauptsächlich sieht man — fast nur in losen Stücken — graue, stark gequetschte oder bröcklige, teilweise sandige Mergel und graue Sandsteine. Sie scheinen im ganzen etwa N zu fallen, sind aber meist sehr verknetet, oft von Spatadern durchsetzt. Die Kreide reicht im Krangraben bis 675 *m* ü. d. M. hinunter. Dann erscheint im Bach der Muschelkalk. Er ist mittelgrau, nicht besonders dünn gebankt und fällt W 30° N mit 64° Neigung. Auf der linken Talseite hält dieser Reiflinger Kalk bis zur Einmündung des Kranbaches in den Schindlbach an. Rechts breiten sich aber die auf dem Meßtischblatt ersichtlichen schrägen Wiesen aus. Es ist sehr möglich, daß die Kreide hier bis an den Schindlbach reicht. Genügende Aufschlüsse sind nicht vorhanden. Ein loses Stück von Mergel auf der rechten Seite des untersten Krangrabens enthielt deutliche Fukoiden.

Der Graben südlich P. 842 heißt der Vordere Krangraben. Er bietet die wichtigsten Aufschlüsse des Verhältnisses der Oberkreide zur Trias. (Die Kote heißt auf dem Meßtischblatt 824, dürfte aber, wie aus den Höhenlinien und aus meiner barometrischen Bestimmung hervorgeht, verschrieben sein). Auf seiner linken Seite ist in etwa 700 *m* Höhe eine kleine Felsmasse von Muschelkalk vorhanden. Im Graben stehen aber ganz unten, etwa 640 *m* ü. d. M., Oberkreidemergel sicher an. Sie sind sehr stark gequetscht und halten bachaufwärts bis 680 *m* Höhe an. Hier erscheint in der Talsohle grauer, stark gestörter Muschelkalk. Auf beiden Hängen,

besonders deutlich links, liegen unmittelbar über ihm Werfener Schichten, blaue und rote Schiefer sowie glimmerige Sandsteine. Sie sind nur wenige Meter mächtig und werden ihrerseits von den Kreidemergeln mit Fukoiden überlagert. Alle Schichten fallen sanft talauswärts. Wenige Meter weiter oben tauchen Muschelkalk und Werfener Schichten wieder unter die Kreide unter. Höher oben im Graben folgen zunächst über eine längere Strecke talauswärts fallende Fukoidenmergel. In 735 m Höhe kommen offenbar unter den Mergeln bröcklige, schwarze, teilweise dunkelbraun verwitternde Schiefer hervor. 10 m höher oben erscheint unter ihnen wieder der teilweise mylonitisierte Muschelkalk. Er fällt talauswärts, steiler als der Hang. In 785 m Höhe enden die Aufschlüsse. Neben vielen losen Stücken von sandigen Kalken und Sandsteinen ist hier auch ein kleiner Aufschluß stumpf ziegelroter, etwas bröcklicher Tone zu sehen, die ich lieber nicht zur Untertrias stellen möchte.

Die Kuppe 842 besteht aus einem weißlich-grauen bis hellgrauen Kalk, der wohl anisisch sein dürfte, aber dem Wettersteinkalk ähnelt. Er zieht sich von hier mit zunehmender Breite bis zum Schindlbach hinunter.

Die Umgebung von P. 923 besteht vorwiegend aus Kreidemergeln. Eine kleine Masse von Muschelkalk nächst der genannten Kote ist wohl nur ein Block. Weiter östlich herrschen Sandsteine vor. Einzelne Bänke sind ungemein hart, grau, mit einer dicken, dunkelbraunen Rinde überzogen. Zum größten Teil dürften die Sandsteine der Oberkreide angehören. Nach der Verteilung der losen Stücke zu urteilen, müssen sie auch mit den Mergeln wechsellagern. Diese Gesteine halten bis zu dem schon beschriebenen Fuß der Grühmauer an. Werfener Schichten sah ich hier nicht, was aber ein Zufall sein kann.

Die Gräben auf der NW-Seite der Grühmauer verlaufen anscheinend ganz anders als auf dem Meßtischblatt angegeben ist. Der Bach gleich nördlich P. 923 kreuzt die Straße im Stoßbachgraben südsüdöstlich des kleinen Vorgipfels des Stoßberges. Östlich von ihm kommt kein Bach mehr herunter. Er muß sich also mit dem Wasserlauf südlich P. 847 vereinigen. Im Bereich dieses Grabens herrschen lose Stücke von Mergeln und Sandsteinen, die wohl zur Kreide gehören. Erst kurz bevor der Graben die Straße im Stoßbachtal schneidet, stehen rechts von ihm in größeren Felsen flach gelagerte Reiflinger Kalke an. Im Bach selbst sieht man gerutschte Werfener Tone, zuletzt auch Muschelkalkaufschlüsse. Wahrscheinlich sind hier außer der Überschiebung der Kreide auf den Muschelkalk noch untergeordnete Störungen vorhanden, wie es in Schnitt V auf Tafel VI angedeutet ist. Ihr genauer Verlauf war nicht zu ermitteln.

Der erste Graben nördlich P. 842 ist in Wirklichkeit lange nicht so deutlich, wie er auf dem Meßtischblatt dargestellt ist. Die weite Geländemulde nördlich P. 842 wird nicht durch diesen Bach entwässert, sondern durch den nächst nördlicheren. Ich habe das auf meiner Karte richtiggestellt.

Das vorherrschende Gestein in dieser Gegend und bis zur Schusterhütte sind braun verwitternde Kreidesandsteine. Schwierig ist mangels an Aufschlüssen die Frage zu beantworten, wo allenfalls auch Werfener Schichten vorhanden sind. Nördlich P. 842 sind auf dem großen Schlag einige Vertiefungen, die wie Gipstrichter aussehen. Auf der rechten Seite des Schindlbaches stehen südwestlich der Schusterhütte Werfener Schichten ziemlich deutlich an.

Der Muschelkalk, meist ziemlich helle Gesteine ähnlich dem auf P. 842; bildet eine Anzahl größerer und kleinerer Schollen. Sie liegen dem Kreidegelände recht deutlich mit einer ungefähr W fallenden, dem Hang fast parallelen Fläche auf. Ich glaube nicht, daß Werfener zwischengeschaltet ist.

Eine genauere Abgrenzung der Kreide gegen die Werfener Schichten wäre auf der NW-Seite des Gaissteins wohl nur mittels einer großen Zahl von Handbohrungen möglich. In dieser Beziehung ist meine Karte noch keineswegs befriedigend. Auch über die Art und das Einfallen der Grenzen zwischen Oberkreide und Untertrias ließ sich nichts ermitteln, so daß ich sie auf Taf. VII — entgegen meinen eigenen Grundsätzen — ziemlich unbestimmt zeichnen mußte. Nicht einmal die Frage, ob es sich durchwegs um Störungen oder zum Teil um eine Transgression handelt, konnte entschieden werden. Dagegen kann man sicher behaupten, daß die Verbreitung des Muschelkalkes auf den Darstellungen von Geyer und besonders von Brinkmann (1936, Abb. 2) viel zu groß angegeben ist. Unrichtig ist auch die Meinung, daß auf der Nordseite der Kreidezone die anisische Hauptstufe fehlt (Brinkmann S. 439 und Karte). Der SW-Fuß der Gaissteinwände besteht ja durchwegs aus Muschelkalk. In seinem Profil nimmt Brinkmann an, daß hier ein fast senkrechter Kontakt ist. Man erkennt jedoch im Vorderen Krangraben deutlich, daß die Kreide unter Zwischenschaltung von etwas Werfenern dem Muschelkalk des Gaissteins an einer ziemlich flach SW fallenden Störung aufgeschoben ist. Brinkmanns Neokom-Fleckenmergel (S. 439) mögen vielleicht meinen Fukoidenmergeln entsprechen. Wenn die Fukoiden auch sicher keine Leitfossilien sind, scheinen sie mir doch eher auf Oberkreide zu deuten.

## C. Zusammenfassung.

### I. Stratigraphie.

Dieser Abschnitt wird sich vielfach mit Hinweisen auf früher Gesagtes begnügen können. Es dürfte wohl nicht notwendig sein, ihn stark mit der Anführung von Seitenzahlen zu belasten. Die Kürze der einzelnen Kapitel in der örtlichen Beschreibung gestattet, die dortigen stratigraphischen Angaben unschwer zu finden.

#### a) Werfener Schichten.

Die Verbreitung der Werfener Schichten und besonders des Haselgebirges hat Geyer im wesentlichen richtig zusammengestellt (1910, S. 190—191; 1918, S. 11). Er erwähnt auch schon die natürlichen Salzlecken im Gebiet des Gaissteins, von denen auf S. 89 die Rede war. Gips ist gegenwärtig auf der linken Seite des Grünaubaches nördlich vom Waschenhaus anstehend zu sehen (S. 36). Die bezeichnendsten Gesteine der Werfener Schichten sind rote, glimmerige Sandsteine, ferner rote, violette, bläuliche oder grünliche, mehr oder weniger sandige Schiefer. Das Haselgebirge besteht vorwiegend aus grauen, blauen und roten Tonen, die stark zu Rutschungen neigen (S. 89). Am merkwürdigsten sind eigentlich die grauen, sandigen Mergel und Schiefer, die ich vom Südfuß des Schütterberges zu beschreiben hatte. Sie weichen von der gewöhnlichen Ausbildung der Werfener Schichten ziemlich ab, doch scheint über ihre Zugehörigkeit kein Zweifel zu bestehen.

Es ist ungemein schwierig, diese sandigen grauen Werfener Schichten in verwittertem und verrutschtem Zustand von den Oberkreidégesteinen, die im Gebiet des Gaissteins innig mit ihnen vergesellschaftet sind, scharf zu trennen. Es ist das auf meiner Karte gewiß noch nicht gelungen.

Der Masse nach dürfte in dem untersuchten Gebiet das Haselgebirge über die anderen Fazies der Untertrias überwiegen. Da es sehr zum Fließen und zu allerhand Aufquetschungen neigt, befinden sich die Werfener Schichten nur selten in einem ursprünglichen Gesteinsverband. Man wird fast immer annehmen müssen, daß sie in ihre gegenwärtige Lage durch sekundäre Bewegungen, die man kaum als tektonisch bezeichnen kann, gelangt sind.

#### b) Muschelkalk (Gutensteiner und Reiflinger Kalk).

Die Gutensteiner Kalke und die Reiflinger Kalke haben nur im Zug des Gaissteins eine nennenswerte Verbreitung. Manchmal sind sie hier recht typisch entwickelt, besonders die Reiflinger Kalke. Sehr oft findet

man aber anisische Kalke, die sich keiner der beiden Fazies vollständig einordnen, z. B. mittelgraue, plattige bis bankige, nicht merklich knollige Kalke ohne Hornstein. Es blieb daher nichts anderes übrig, als alle anisischen Gesteine auf der Karte unter dem sicher nicht sehr befriedigenden Namen (alpiner) Muschelkalk zusammenzufassen.

Gut ausgeprägte Gutensteiner Kalke konnte ich beispielsweise aus dem Keferreuthgraben in der Gegend der Hütte südlich P. 876 des Gaissteins (außerhalb meiner Karte) erwähnen, besonders aber vom Ostteil des Gaissteinkammes.

In der Umgebung von P. 842 des Gaissteins (östlich der Kieshütte im Schindlbachtal) steht ein hellgrauer bis weißlichgrauer Kalk an, der mehr an Wettersteinkalk als an Muschelkalk erinnert, aber wahrscheinlich doch dem Anis angehört.

Schwarzer Gutensteiner Dolomit ist nur im unteren Hollerbach aufgeschlossen — ohne daß das Alter der von Störungen begrenzten kleinen Scholle ganz sicher wäre. Immerhin legt die Einschaltung in Werfener Schichten die Deutung als unteranisisch nahe.

Typische Reiflinger Kalke mit Knollen und Bändern von Hornstein findet man häufiger als Gutensteiner Kalke (vgl. den Abschnitt über den Gaisstein). Auf dem Ostkamm des Gaissteins schalten sie sich der Regel entsprechend zwischen den Gutensteiner Kalk und den Wettersteinkalk ein. Zu beiden Gesteinen besteht ein allmählicher Übergang. Bei der äußerst starken Gestörtheit der meisten Muschelkalkvorkommen des Gebietes wage ich aber nicht zu entscheiden, ob eine solche gesetzmäßige Aufeinanderfolge überall besteht.

### e) Wettersteinkalk.

Wie schon im örtlichen Teil dieses Berichtes erwähnt wurde, hat Geyer wiederholt (1910, S. 191; 1918, S. 12) hervorgehoben, daß der Wettersteinkalk der Salmgruppe nur in seinem oberen Teil weiß ist, im unteren aber dunkel bis schwärzlich. Seine Vermutung, daß die dunklen Kalke noch anisisch sein könnten, wird dadurch widerlegt, daß gerade sie reichlich *Diplopora annulata* enthalten. Sonst ist die Beobachtung eines gewissen Farbenunterschiedes zwischen dem tieferen und dem höheren Wettersteinkalk aber richtig.

Die meisten Wettersteinkalke des Gebietes, sowohl die invers liegenden des Windhagzuges als diejenigen des Hutkogels und Mittagsteins, müssen schon wegen der Nähe der Lunzer Schichten als oberladinisch angesehen werden. Nur in dem Zug Gaisstein—Jansenmauer ist sicher auch tiefer Wettersteinkalk vorhanden, weil er ja unmittelbar aus dem Muschel-

kalk hervorgeht. Allerdings tritt auch an der Nordgrenze des Wettersteinkalkes der Jansenmäuer mehrfach Lunzer Sandstein auf. Bei der stark gestörten Lagerung scheint mir das aber kein Beweis für oberladinisches Alter zu sein.

Die diploporenreichen Kalke des westlichen Teiles der Jansenmäuer nennen meine an Ort und Stelle geschriebenen Aufzeichnungen „stark grau, recht dunkel grau, stark graubraun“. In der Klamm des unteren Wassergrabens tritt, wie wir auf S. 60 sahen, im Wettersteinkalk eine einige Meter mächtige Einlagerung grauer, knolliger Kalke auf, die wahrscheinlich bis gegen den Enzenbachgraben hinüber streicht. Dagegen ist der sicher tiefladinische Wettersteinkalk des Gaissteingipfels recht hell. Im westlichen Teil des Keferreuthberges ist er ebenfalls grau bis weiß. Der Bruch ist oft rauh, nicht so glatt wie beim oberen Wettersteinkalk. Die Schichtung ist im unteren Wettersteinkalk selten so deutlich, daß man sie messen kann.

Den oberladinischen Wettersteinkalk bezeichnet mein Tagebuch am öftesten als weiß, rein weiß, schneeweiß u. dgl. Daneben kommen aber auch andere, allerdings fast immer recht helle Farben vor, die ich an Ort und Stelle durch folgende Ausdrücke zu kennzeichnen versuchte: Weißlich, elfenbeinfarbig, gelblichweiß, hellbraun, braungelb, gelblichgrau, braungrau, hellgrau usw. Das Korn ist meist recht fein, nur selten wird das Gestein deutlich kristallin. Am Beilstein kommen oolithische Lagen vor. Der obere Wettersteinkalk ist durchschnittlich viel besser geschichtet als der untere. Neben mächtigeren Bänken trifft man nicht selten dünne Schichten, ja sogar förmliche Platten. Ungeschichtete Teile sind eher selten.

Es gibt im Wettersteinkalk der Salmgruppe nur sehr wenige tierische Versteinerungen. Ich hatte nur einen Seeigelstachel zu erwähnen (S. 88). In den Dünnschliffen beobachtet man gelegentlich Foraminiferen und Bryozoen. Algen findet man recht häufig. Diejenigen des oberen Wettersteinkalkes werden zusammen mit anderen gleichaltrigen Funden in einer eigenen Arbeit eingehend beschrieben. Hier muß eine kurze Aufzählung aller im Wettersteinkalk der Salmgruppe vorkommenden Kalkalgen mit ihren Fundorten genügen (vgl. auch die Zeichen in der Karte).

#### 1. Kalkalgen des unteren Wettersteinkalkes.

a) *Diplopora annulata* Schafh. (Taf. V, Fig. 14). Wie stets in den Nordalpen herrscht die forma *trichophora*, doch kommt als Seltenheit auch die typische forma *vesiculifera* vor (Schliff 260 a der Kalkalgensammlung in der Geologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums). Schwach gegen außen erweiterte Poren beobachtet man öfter. Die reichsten Fund-

stellen liegen im westlichsten Teil der Jansenmäuer, im anstehenden Gestein beiderseits der Ausmündung des Schüttertals und besonders im Schutt am Fuß der Wände. Man kann die Art in diesem Schutt bis zum Enzenbach hinüber verfolgen. Das östlichste mir bekannte Vorkommen liegt auf der linken Seite des Enzenbachgrabens, am SW-Fuß des Janslkogels. Es handelt sich aber nur um ein loses Gesteinsstück.

Die Diploporen am Südfuß des Schütterberges und Windhagkogels sind im Schrifttum schon wiederholt erwähnt: Geyer 1910, S. 191; 1918, S. 16; Pia 1912 b, S. 49; 1920, S. 80. Auch abgebildet wurden sie: Pia 1912 b, Taf. 7, Fig. 9—11.

Die Kalke mit *Diplopora annulata* setzen sich westlich des Almtales im Steineck und Ameisplan fort: Geyer 1911, S. 72 und 86; reiche Aufsammlungen, die Dr. E. Gasche mir freundlichst überlassen hat.

b) Fadenalgen. In dem schon erwähnten Schriff 260 a aus dem untersten Schüttertale sind hie und da vereinzelt Cyanophyceenfasern zu sehen, die an *Girvanella* erinnern. Der Wettersteinkalk des Gaissteins hat leider bisher keine Diploporen geliefert. Dagegen enthält er eine Fadenalge, die am ehesten mit *Ortonella* aus dem Kohlenkalk zu vergleichen ist.

## 2. Kalkalgen des oberen Wettersteinkalkes.

a) *Poikiloporella duplicata* Pia (1920, S. 48, sub *Oligoporella*). Diese Art, deren Beschreibung bei nächster Gelegenheit ergänzt werden wird, findet sich sowohl im normal gelagerten oberen Wettersteinkalk, als auch im inversen Flügel der Windhagdecke. Die Fundstellen sind in der geologischen Karte ersichtlich. Sie liegen in folgenden Gegenden: Westlich des Hutkogels, auf dem Gamsberg östlich des Mittagsteins, im oberen Stoßbach- und unteren Weißbachgraben, endlich im verkehrten Wettersteinkalk des Windhagkogels und Beilsteins. Stratigraphisch am wichtigsten sind die Aufschlüsse im oberen Stoßbachgraben, wo *Poikiloporella duplicata* noch 6 und 10 m unter den Lunzer Schichten auftritt (S. 82).

b) *Griphoporella* nov. sp. (wird später als *Gr. spinosa* beschrieben werden). Im Schutt unterhalb von P. 921 des Beilsteins. Auch sonst kommen Griphoporellen in den oben angeführten Gegenden oft zusammen mit *Poikiloporella duplicata* vor. Es ist schwer zu sagen, ob es sich immer um dieselbe Art handelt.

c) Die sonderbaren Diploporen des oberen Wettersteinkalkes im Brückelgraben waren leider nicht bestimmbar (S. 54).

d) Eine ziemlich große Codiacee, die sich eng an *Halimeda* und *Boueina* anschließt, habe ich an folgenden Stellen beobachtet: Westlich des Hutkogels am Steig, östlich des Rauhkogels, im Schutt unterhalb P. 921 des Beilsteins. Sie tritt hier überall mit *Poikiloporella duplicata* auf.

Die Vererzung des Wettersteinkalkes der Salmgruppe ist ganz unbedeutend (Hutkogel, Weißenbachtal).

#### d) Ramsaudolomit.

Er ist in dem untersuchten Gebiet, wenn überhaupt, nur ganz untergeordnet entwickelt und wurde deshalb auf der Karte nicht gesondert ausgeschieden. Es ist ja seit langem bekannt, daß die dolomitische Vertretung der ladinischen Stufe am Nordrand der Kalkalpen fast ganz fehlt (vgl. etwa Hahn 1913, S. 284; Geyer 1918, S. 16; Spengler 1919, S. 24—25). Weiter im S ist der obere Teil des Wettersteinkalkes meist dolomitisiert. Der Übergang ist beispielsweise im Höllengebirge gut zu verfolgen (vgl. Pia 1940, S. 243). Dieser Umstand erklärt auch, warum die oberladinische Algenflora mit *Poikiloporella duplicata* bisher verhältnismäßig selten gefunden wurde. In der Dolomitfazies sind diese kleinen Wirtelalgen wohl meist unkenntlich geworden.

Wie Geyer (1918, S. 24) betont, ist der Ramsaudolomit vom Hauptdolomit oft sehr schwer zu unterscheiden. Geyer selbst hat beide öfter verwechselt. Seine Angabe über ihre Ähnlichkeit trifft besonders für die Gegenden zu, in denen der Hauptdolomit ungewöhnlich hell ist (vgl. unten), so daß er sich von dem durchschnittlich mehr weißlichen und stärker kristallinen Ramsaudolomit lithologisch wirklich nicht unterscheiden läßt.

An einigen wenigen Stellen waren in der Salmgruppe Spuren eines ladinischen hellen Dolomites zu erwähnen, so besonders auf dem Janslkogel, auch im Scharrenriß auf der Ostseite des Wolfswiesenkogels und auf dem NNW-Kamm des Hochsalm gegen den Bräusattel zu.

#### e) Lunzer Schichten.

Außer den gewöhnlichen, rotbraun verwitternden Sandsteinen, die am leichtesten zu finden sind, spielen in den Lunzer Schichten auch dunkle Schiefer eine beträchtliche Rolle. Eine deutliche Gliederung in Reingrabener Schiefer und Lunzer Sandsteine konnte ich nicht feststellen, vielleicht nur mangels an geeigneten Aufschlüssen. In der Umgebung der Steched-Saukogel-Lucken und südlich davon gegen das Düreck zu sind im hangenden Teil der Lunzer Schichten Schillsteine (Lumachellen) mit Resten von Bivalven und Echinodermen verbreitet. In derselben Gegend und ungefähr im selben Horizont treten auch sandige, plattige, gelb bis braun verwitternde Dolomite auf, die lagenweise reichlich Sphärokodien führen. *Girvanella*-Struktur habe ich in diesen Knollen nicht gefunden. Dagegen umhüllen sie manchmal Reste von Solenoporaceen. Die ange-

fürten fossilreichen Schichten entsprechen wohl den *Cardita*-Oolithen von Niederdonau (Geyer 1909 a, S. 36; Stur 1871, S. 252). In dem Auftreten der Sphärokodien liegt aber ein Anklang an die Tiroler *Cardita*-Schichten.

Die Mächtigkeit der Lunzer Schichten konnte nordöstlich des Windhagturmes mit 25 m bestimmt werden. Offensichtlich schwankt sie ungleichmäßig stark. Teilweise mag das auf ungleichmäßiger Ablagerung beruhen, größtenteils aber wohl darauf, daß die weichen Schiefer weitgehend ausgequetscht und zusammengeschoppt wurden. Stellenweise, z. B. in der Gegend des Hutkogels, gewinnt man den Eindruck, daß die verstreuten kleinen Lunzer Vorkommen dem Wettersteinkalk an untergeordneten Störungen eingepreßt sind.

Die Auflagerung auf den Wettersteinkalk war im Stoßbachtal oberhalb der Mündung des Engelsgrabens mehrfach gut zu sehen. Im obersten Wettersteinkalk zeigen sich hier schon geringe terrigene Einschaltungen. Nichts spricht für das Vorhandensein einer Schichtlücke.

Der lehmige Verwitterungsboden über den Lunzer Schichten trägt an vielen Stellen Wildsuhlen. Ihr Vorkommen kann geradezu als erster Hinweis dienen, wo man nach Stückchen des besprochenen Gesteins zu suchen hat.

Die oft überraschende Ähnlichkeit der Lunzer Schichten mit der Oberkreide wird später näher zu erörtern sein.

### f) Opponitzer Kalk.

Die richtige Erkenntnis dieses Gesteines, das im Bereich meiner Karte eine verhältnismäßig sehr große Fläche einnimmt, war für das Verständnis des geologischen Baues wichtig, aber nicht ganz leicht zu gewinnen. Der Opponitzer Kalk ist in manchen Fällen vom Dachsteinkalk, in anderen vom Muschelkalk, ja gelegentlich auch vom Wettersteinkalk schwer zu unterscheiden. Er kann sich also eigentlich allen anderen triadischen Kalken lithologisch stark nähern. Teilweise handelt es sich bei diesen verschiedenen Ausbildungen um Unterschiede zwischen den liegenden und hangenden Bänken, teilweise aber auch um seitliche Faziesänderungen. Es dürfte die Beschreibung erleichtern, wenn ich 2 Entwicklungen, die gewöhnliche und die bituminöse, unterscheide. Ich betone aber gleich, daß sie nicht scharf getrennt sind, sondern sehr allmählich ineinander übergehen.

Die gewöhnliche Ausbildung fanden wir besonders in der inversen Schichtfolge der Salmdecke, aber auch in der aufrecht liegenden Obertrias rings um den oberen Hollerbach. Der Opponitzer Kalk ist in diesen Gegenden meist merklich tonig, mittelgrau, oft etwas bläulich, selten hellgrau

oder gelblichweiß. Er verwittert gelbbraun. Auf dem Querbruch ist er oft deutlich gebändert oder geflasert. Die Schichten sind fast immer dünn, mehr oder weniger plattenartig, dabei aber uneben bis knollig. Das Gestein riecht beim Anschlagen nicht merklich. Der liegendste Teil des Opponitzer Kalkes, unmittelbar über den Lunzer Schichten, ähnelt besonders in der verkehrten Serie oft dem Wettersteinkalk. Die Farbe ist sehr hell, die Plattung etwas dicker und ebener, aber doch viel deutlicher als im Wettersteinkalk, der Bruch häufig rauh.

Der bituminöse Opponitzer Kalk ist vor allem in der Gegend von Steinbach am Ziehberg typisch entwickelt. Er kommt aber auch im Stoßbachtal und in dessen Seitengraben vor. Das Hauptmerkmal dieser Ausbildung liegt darin, daß die Kalke beim Anschlagen auffallend nach Bitumen riechen. Die Farbe ist oft nicht viel dunkler als bei der gewöhnlichen Fazies. Manchmal spielt sie mehr ins Bräunliche. Nur gelegentlich wird sie schwärzlichgrau, z. B. auf der linken Seite des Klammgrabens bei Steinbach. Sehr häufig treten in den Kalken viele helle Spatadern auf. Bänderung kommt vor. Die Schichtung ist dünn, oft etwas knollig. Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, erinnert der bituminöse Opponitzer Kalk sehr an Muschelkalk, besonders an Gutensteiner Kalk. Wir sahen schon, daß Geyer ihn bei Steinbach auf Grund der Gesteinsbeschaffenheit für anisisch gehalten hat (S. 69). Diese Deutung wird durch den stratigraphischen Zusammenhang aber unmöglich gemacht (vgl. S. 70). Zu untersuchen wäre, ob ähnliche Verwechslungen nicht auch zwischen Reichraming an der Enns und Molln an der Steyr — Blätter „Weyer“ und „Kirchdorf“ — vorgefallen sind. Nach Geyer wären in den dunklen Kalken von Steinbach auch Hornsteine vorhanden. Ich habe sie hier nicht gefunden. Anderwärts sind solche hornsteinführende Opponitzer Kalke aber bekannt, allerdings besonders am Südrand der Kalkalpen (vgl. Hahn 1913, S. 321; Cornelius 1939, S. 60).

Im Hangenden des bituminösen Opponitzer Kalkes tritt häufig ein bezeichnendes Schichtglied auf, ein bituminöser Dolomit, der leicht zu einem sehr feinen Grus zerfällt, ja in eine Art Mylonit übergehen kann. Außer in der Gegend von Steinbach (Sandgraben, östlich des Kogerlgütels) fand ich ihn auch im Hollerbachgraben, besonders aber im Engelsgraben. Ich halte ihn für eine Vertretung des allerersten Karinth. Im örtlichen Teil der Arbeit habe ich ihn der Kürze halber manchmal als Opponitzer Dolomit bezeichnet, etwa in demselben Sinn, wie Stur (1871, S. 279—284) und Arthaber (1905, S. 320 und Tabelle zu S. 325). Es würde sich aber kaum empfehlen, diesen Namen allgemein wieder aufzunehmen. Er ist zu unbestimmt (vgl. etwa Hauer 1872, S. 200).

Bestimmbare Versteinerungen liegen mir aus dem Opponitzer Kalk nicht vor, obwohl er stellenweise recht reich an Tierresten ist. Im verkehrt gelagerten karnischen Kalk des Dürrecks und Beilsteins treten verschiedene Schillsteine auf. Besonders bemerkenswert ist unter ihnen eine Massenanhäufung von Schneckenschalen (Taf. V, Fig. 13). Im Weißenbachtal scheint der Opponitzer Kalk auch Krinoidenkalke zu führen.

Die Mächtigkeit des Opponitzer Kalkes dürfte stark schwanken. Am Reitsteig zur Hollerbach-Jagdhütte beträgt sie vielleicht 20 m, am Beilstein mindestens 30 m. Auf dem Steched-Saukogel muß sie viel bedeutender sein. Auf der Nordseite des Windhagkogels konnten wir die Mächtigkeitsänderungen gut verfolgen. Sie dürften kaum nur tektonisch bedingt sein. Dagegen wird die scheinbar übermäßige Dicke des Opponitzer Kalkes nördlich der Weißenbachalm vermutlich durch Staffelbrüche vorgetäuscht.

### g) Hauptdolomit.

An vielen Stellen tritt der Hauptdolomit in seiner allgemein bekannten, gewöhnlichen Beschaffenheit auf: Die Farbe ist mittel- bis hellgrau, das Korn subkristallin. Ein merklicher Bitumengehalt ist oft zu erkennen. Die Schichtung ist deutlich, nicht selten recht dünn. Infolge der tektonischen Beanspruchung ist das Gestein innerlich zertrümmert, so daß es zum bezeichnenden eckigen Grus zerfällt. Mit Salzsäure braust dieses Gestein nicht. Am dunkelsten scheint der Hauptdolomit durchschnittlich in den Nordhängen des Gamsberges zu sein.

In vielen anderen Gegenden wird er aber auffallend hell, bis fast weiß. Die Schichten sind dann meist weniger dünn, das Kristallkorn oft gröber. An Ort und Stelle hatte ich immer wieder den Eindruck, daß es sich bei diesem Gestein um Ramsaudolomit handeln müsse. Der Zusammenhang mit der Umgebung scheint eine solche Deutung aber — mit Ausnahme der oben schon erwähnten wenigen Stellen — sicher auszuschließen. Verhältnismäßig selten ist diese Gesteinsentwicklung in den nördlichen, normal liegenden Hauptdolomitzügen, doch fand ich sie auf der NE-Seite des Hutkogels und im Hantigen Graben. Dagegen herrscht sie im Gebiet des Stoßberges, auf der Südseite des Engelecks und auf der SW-Seite des Speikkogels. Auch im verkehrten Flügel der Windhagdecke kommt der weißliche, etwas kristalline Dolomit vor, z. B. im unteren Enzenbachgraben, im unteren Wassergraben und am Südfuß des Speikkogels. Der Looskogel besteht aus ähnlichen hellen, hier ganz ungeschichteten Dolomiten. Ganz besonders extrem ist die Ausbildung östlich außerhalb meiner Karte, auf der Südseite des Kremsmauerzuges, wo ich einen zuckerkörnigen,

weißen Dolomit antraf. Von seiner tektonischen Stellung wird weiter unten noch kurz zu sprechen sein. Wenn es sich wirklich um Hauptdolomit handelt, müßte er wegen der Nähe der Lunzer Schichten dem tieferen Teil dieses Schichtgliedes angehören. (Möglicherweise ist er hier sogar noch karnisch.) Unternorisch dürften auch die oben erwähnten Vorkommen in der inversen Serie beiderseits des Janskogels sein, wogegen die hellen Dolomite des Stoßberges und des Speikkogels wohl obernorisch sein müssen. Es scheint also, daß die abweichende Färbung nicht auf eine bestimmte stratigraphische Lage beschränkt ist.

Verhältnismäßig recht oft findet man im Hauptdolomit der Salmgruppe Lagen, die nicht oder nicht vollständig dolomitisiert sind. Wir trafen sie auf der Nordseite des Scharnsteinberges in dem kleinen Graben gleich südlich der Ruine; ferner am Nordfuß des Gamsberges im Lackergraben gleich unterhalb der Kohlstatt. Sehr verbreitet sind sie südlich meines Aufnahmegebietes auf der Nordseite des Farrenau-Hochberges, z. B. längs des bezeichneten Weges auf den Kasberg und in dem Madries genannten Graben, der nördlich von der Farrenaualm hinunterführt. Hier ist der ganze Hauptdolomit auffallend wenig grusig, also vielleicht kalkiger als gewöhnlich. Dazu kommen im oberen Teil Übergänge zu hellgrauem Kalk, aber an einer Stelle (in etwa 1040 m Höhe) auch eine Einlagerung von schwarzgrauem, auffallend gebändertem, stark bituminösem, dünn und eben geplattetem Kalk. Ähnliche Einlagerungen bituminöser Kalke finden sich auch im Hauptdolomit des unteren Hollerbaches, unterhalb der Kompaniehütten.

Die Übergänge des Hauptdolomites in Kalk liefern vielleicht wenigstens teilweise eine Erklärung dafür, wieso seine Mächtigkeit sehr stark schwankt. Auf der Nordseite des Gamsberges müßte er nach den Profilen etwa 800 m mächtig sein. Dagegen fanden wir ihn auf der Nordseite des Stoßbaches und Schwarzenbaches ungewöhnlich dünn. Inwieweit an dieser Erscheinung tektonische Verhältnisse beteiligt sind, soll weiter unten erwogen werden.

Auf der Westseite des Almflusses wäre nach Geyer (1918, S. 25) am Hochtenn dem Hauptdolomit eine mächtige Linse von weißem Kalk eingeschaltet. Ich konnte diese Stelle noch nicht besuchen. Kober hat sie einmal (1923, S. 162, Abb. 76) als Deckscholle gedeutet.

### **h) Plattenkalk und Rhät.**

Es scheint, daß die obernorischen bis rhätischen Gesteine des untersuchten Gebietes ziemlich allgemein in 3 Schichtglieder zerfallen: Zu unterst einen meist wohlgeschichteten, grauen Kalk, der dem bayrischen

Plattenkalk entspricht, darüber die Kössener Schichten, zu oberst einen sehr hellen, schlecht geschichteten Kalk mit vielen Korallenstöcken, entsprechend dem Oberrhätischen Kalk oder Oberen Dachsteinkalk in Bayern (vgl. etwa Leuchs 1927, S. 50). Er ist vom Plattenkalk aber nur dort gut zu unterscheiden, wo die Kössener Schichten stark tonig entwickelt sind. Wo sie rein kalkig sind — oder wo sie allenfalls infolge tektonischer Vorgänge fehlen — da lassen sich die oberen und unteren Kalke nicht scharf trennen. Deshalb habe ich sie auf der Karte zusammengezogen. Es ist auch nicht sicher, ob das Rhät überall vollständig ist. Vielleicht hat stellenweise eine gewisse vorliassische Abtragung stattgefunden. Vgl. den Abschnitt über die Hierlatzschichten.

Wie schon an anderer Stelle auseinandergesetzt (Pia 1940, S. 244), halte ich es für zweckmäßig, die norischen und rhätischen Kalke auch in den Voralpen als Dachsteinkalk zu bezeichnen. In der örtlichen Beschreibung ist das vielfach geschehen.

Der Übergang des Hauptdolomites in den hangenden Plattenkalk ist überall ein allmählicher. Die bekannten Zwischengesteine, die sich besonders durch ein Netzwerk von Furchen auf der verwitterten Oberfläche auszeichnen, erreichen oft eine beträchtliche Mächtigkeit. Genaue Zahlenangaben sind wegen der gerade in diesem Teil der Schichtfolge häufigen Kleinfaltungen schwer zu geben. Auf dem Scharnsteinberg mag 40 m der wahren Mächtigkeit nahe kommen. Die Farbe der Übergangsschichten ist fast immer grau.

Der darüber folgende reine Kalk ist in der Regel, wie schon erwähnt, sehr gut gebankt. Auf dem frischen Bruch erscheint er grau, nicht selten mit einem Stich ins Bräunliche. Es scheinen aber in den Plattenkalen schon sehr helle, sogar weißliche Teile vorzukommen, wenn auch nicht häufig.

Der Plattenkalk ist eines der widerstandsfähigsten Gesteine der Trias. Zwar neigt er nicht ganz so stark zur Felsbildung wie der Wettersteinkalk. Dennoch baut er häufig Kämme auf, so auf dem Gamsberg, dem Stoßberg (den ich im Gegensatz zu Geyer dem Dachsteinkalk zurechne) und dem Speikkogel. Besonders aber folgen die Hänge manchmal weithin seinen durch die Abtragung bloßgelegten Schichtplatten, wie auf der Südseite des Hochsalm.

Fossilien sind im Plattenkalk des Salmgebietes nicht häufig. Korallen scheinen gelegentlich schon hier aufzutreten. Aus dem unteren Hollerbach war ein *Megalodon* zu erwähnen. In Dünnschliffen sieht man kleine Foraminiferen, scheinbar auch einzelne Radiolarien, ferner Echinodermenbruchstücke. Im inversen Dachsteinkalk nördlich der Hochsalmhütte treten

Sphärokodien auf, in denen ich jedoch keine Algenstruktur nachweisen konnte.

Manchmal ist der Dachsteinkalk breschig zusammengesetzt, am auffallendsten allerdings an Stellen außerhalb meiner Karte, z. B. am bezeichneten Kasbergweg auf der Nordseite des Farrenau-Hochberges. Kieselgehalt ist mir im Dachsteinkalk der Salmgruppe nicht aufgefallen. Dagegen ist er in dem des Steinberges (westnordwestlich des Almsees) deutlich.

Die Kössener Schichten zeichnen sich durch das massenhafte Auftreten von Schillsteinen (Lumachellen) und durch den Tonreichtum aus. Dieser ist wahrscheinlich auch in der Salmgruppe viel größer, als man bei der Begehung zunächst vermutet. Mergel und Schiefer dürften über die Kalke in den Kössener Schichten oft überwiegen, aber nur diese wittern aus, während jene nicht aufgeschlossen sind. Die Farbe der Kössener Gesteine ist mittel- bis dunkelgrau.

Gut entwickelt sind die Kössener Schichten an folgenden in der örtlichen Beschreibung näher behandelten Stellen: Im Tießenbachgraben unter der Ruine Scharnstein (wo auch die Schiefer gut zu sehen waren), am Westfuß der Hohen Mauer oberhalb des Weidingers, im Schüttertäl, auf dem Südhang des Windhagkogels, im Schachingergraben, in der Gegend von P. 1267 des Gamsberges. In der inversen Schichtfolge waren die Kössener Schichten nur nordwestlich des Gamsenbrandes, in der Gegend der Zimmertbrunnwiesen, deutlich zu sehen.

Den Kössener Schichten schließt sich auch die Rhätentwicklung an, die wir aus der Gegend der Einmündung des Bräugrabens in den Tießenbachgraben kennen gelernt haben. Merkwürdigerweise scheint hier das ganze Oberrhin und Rhät durch eine Wechsellagerung von Schiefen und etwas mergeligen, dünnbankigen Kalken vertreten zu sein. Typische Plattenkalke habe ich nicht beobachtet, obwohl die Auflagerung auf den Hauptdolomit gut zu sehen ist.

Endlich dürften auch graue rhätische Knollenkalke, die ich im Bereich des Schlachtgrabens (westlich des Scharnsteiner Spitz) vorgefunden habe, am besten zu den Kössener Schichten gestellt werden.

Manchmal sind in den Rhätkalken zwar reichlich Schillsteine vorhanden, ohne daß das Gestein aber mergelig würde. Solche reine, weißliche Fossilbänke stehen auf dem NNE-Kamm des Hochsalm an. Auch dem inversen Rhät auf der Südseite des Hochsalm fehlen sie nicht. Westlich des Almtales kommen sie auf dem Steinberg als Einlagerungen im Dachsteinkalk vor.

Die hellen oder grauen oberrhätischen Kalke, die meist nur undeutlich oder gar nicht gebankt sind, kann man leicht mit Wetterstein-

kalk oder sogar mit Plassenkalk verwechseln. Ihr sicherstes Erkennungszeichen liegt in dem massenhaften Auftreten großer Korallenstöcke („Lithodendren“). Der Dachsteinkalk mit roten Schmitzen auf dem Gamsberg dürfte wohl auch oberrhätisch sein. In ihrer Verbreitung folgen die Korallenkalke weitgehend den Kössener Schichten. Ich fand sie an den meisten oben für diese angegebenen Stellen, auf der rechten Seite des untersten Tießenbaches, am Westfuß der Hohen Mauer, im höchsten Teil des Gamsberges (wo die Gliederung des Rhät wohl am besten zu verfolgen ist), im Bereich des Schachingergrabens und des benachbarten Schwarzeckgrabens. Auch die schlecht gebankten grauen Kalke dürften oberrhätisch sein, die auf dem Südhang des Windhagkogels infolge ihrer Härte die Kössener Schichten als ein hangaufwärts blickendes Wandel überragen. Im inversen Flügel ist das Schichtglied wahrscheinlich durch die Korallenkalke auf dem Kamm westlich des Wolfswiesenkogels angedeutet. Auch auf dem Ostkamm des Hochsalm dürfte das inverse Rhät in der gewohnten Weise zweigeteilt sein.

### i) Lias.

Die genaue Gliederung des Jura der Salmgruppe gehört zu jenen Gegenständen, die ich — wie schon in der Einleitung angedeutet — meinen Nachfolgern überlassen mußte. Um sie durchzuführen, hätte sehr viel Zeit auf das Suchen von Fossilien verwendet werden müssen, die mir nicht zur Verfügung stand. Zur allgemeinen Übersicht kann die Darstellung von Geyer (1910, S. 184, und 1918) dienen. Einige Punkte, in denen ich von ihr abweichen muß, werden unten hervorgehoben werden. Geschlossene Juraprofile sind in dem aufgenommenen Gebiet nicht häufig. Verhältnismäßig gut ist die Schichtfolge beiderseits des Schüttertales, ferner im Hantigen Graben und im Mahlleitengraben, endlich im Hollerbach zu verfolgen.

Nach den oben angeführten Beschreibungen von Geyer wäre der Lias in der Salmgruppe nur durch Hierlatzschichten vertreten. Die Hornsteinkalke rechnet er durchwegs zum Oberjura. Da aber ein großer Teil von ihnen unmittelbar über dem Rhät und sicher unter den Grünauer Marmoren liegt, muß ich annehmen, daß Geyer verschiedene Schichtglieder zusammengezogen hat. Wir müssen außer den Krinoidenkalken auch einen großen Teil der Hornsteinkalke in den Lias stellen. Ein drittes Gestein, das vielleicht wenigstens teilweise noch dem Oberlias angehört, sind die Fleckenkalke und Schiefer.

1. Die Hierlatzkalke sind in der Regel als rote, seltener weißliche, gelbe oder graue, nicht deutlich geschichtete Krinoidenkalke aus-

gebildet. Örtlich können die Krinoiden mehr zurücktreten, so daß rötliche oder weißliche, ziemlich kristalline Kalke übrig bleiben. Wie in anderen Gegenden (Pia 1912 a, S. 570) scheinen ferner auch in der Salmgruppe hell braungraue Kalke, die sehr an Dachsteinkalk erinnern, untrennbar mit den Hierlatzkalken verbunden zu sein. Das Auftreten von roten Krinoidenkalken im höheren Jura ließ sich nicht nachweisen. Wahrscheinlich gehören alle Vorkommen dieses Gesteines dem Lias an.

Die Hierlatzkalke herrschen in folgenden Gebietsteilen: Bräuberg mit Ausnahme des NW-Fußes, Bräusattel, Hochsalm, Scharnsteinberg, Ostseite des Gamsenbrandes, Gamsberg, unterer Hollerbachgraben, Speikkogel.

An einigen Stellen enthalten die Hierlatzkalke außer den massenhaften Seelilienbruchstücken noch andere Versteinerungen, vor allem Brachiopoden. Solche Schillsteine traf ich östlich des Schwarzeckgrabens, auf dem höchsten Teil des Gamsberges und auf der NE-Seite des Bräuberges (vgl. die örtlichen Beschreibungen). Stellenweise scheinen die Hierlatzschichten in Spalten des Rhätkalkes einzugreifen, so westlich des Schachingergrabens und besonders deutlich auf dem Gipfel des Steinberges (westnordwestlich des Almsees).

2. Die Hornsteinkalke des Lias sind wohlgeschichtet, grau gefärbt, verwittern braun. Sie liefern einen braunen Hornsteingrus. Ob auch hier ausnahmsweise schon rote Hornsteine vorkommen, ist nicht ganz sicher. Ihre Hauptmasse ist bestimmt jünger. Die Lias-Hornsteinkalke bilden nicht so auffallende Wände wie die Krinoidenkalke, aber doch gelegentlich kleine Wandeln. Im frischen Gestein überwiegt der Kalk wohl meist ein wenig über die Kieselsäure. Diese Ausbildung des Lias fand ich in den folgenden Gegenden: NW-Fuß des Bräuberges, Scharnsteiner Spitz, Westseite der Hohen Mauer, Hantiger Graben, Mahlleitengraben, Tießenbachgraben östlich davon, Schütterbergkamm, Schüttertal, Südseite des Windhagkogels, SE-Hang des Beilsteins, unterer Enzenbachgraben.

Da die Lias-Hornsteine scheinbar in der Regel unmittelbar von dem Grünauer Marmor überlagert werden, dürften sie wohl bis in den Dogger hinaufreichen.

An vielen Stellen ist zu erkennen, daß zwischen Hierlatzkalk und Hornsteinkalk Faziesübergänge bestehen. Sie äußern sich in verschiedener Weise, bald durch wirkliche Zwischentypen des Gesteins, bald durch Wechsellagerung. Hornsteinführende Krinoidenkalke konnte ich nördlich unter der Ruine Scharnstein nachweisen, ferner auf dem Langstein und auf dem SE-Kamm des Hochsalm. Im Tießenbachgraben oberhalb der Mündung des Mahlleitengrabens gehen die grauen Kieselkalke — scheinbar ihr unterer Teil — stellenweise in grünlichgraue Krinoidenkalke über.

Im unteren Hollerbachgraben stehen oberhalb des Hauses Kurzböck dünnbankige, graue, hornsteinreiche Kalke an, die aber in vielen Bänken massenhaft Krinoidenbruchstücke führen, also einen vollständigen Übergang zwischen den beiden Liasfazies bilden. Auf der Westseite des Schütterberges, oberhalb des Hauses Fritzenschuster, schaltet sich zwischen Dachsteinkalk und Hornsteinkalk grauer Krinoidenkalk von vielleicht 15 m Mächtigkeit ein. Vermutlich zieht dieses Gestein bis in das Schüttertälchen hinüber, doch sind die Aufschlüsse hier überall schlechter. Die Krinoidenkalke scheinen von N gegen S auf Kosten der Hornsteinkalke an Bedeutung zuzunehmen. Auch im oberen Schachingergraben und besonders in der Mulde der Gradenalm (östlich des Gamsberges, außerhalb meiner Karte) sind beide Liasfazies vertreten, ich fand aber keine Aufschlüsse, die die Art der Verbindung deutlich zeigen.

3. Die Fleckenkalke und verwandte Bildungen spielen eine viel geringere Rolle als die Krinoidenkalke und die Hornsteinkalke. Wie schon erwähnt, reichen sie vermutlich aus dem Oberlias in den Dogger hinauf, doch fehlen dafür bisher die paläontologischen Beweise. Lose Stücke von Fleckenkalcken fand ich auf der Nordseite des Bräubergerges, am Fuß des Scharnsteinberges westlich der Ruine, in der Bergsturzmasse westlich des Grünauberger Ecks und am Südfuß des Schütterberges. Nirgends war sicher zu erkennen, wo dieses Gestein im Profil liegt. Besser steht es in dieser Beziehung mit den dunklen Schiefen, die im örtlichen Teil der vorliegenden Arbeit aus dem Hollerbachgraben beim Kurzböck und aus dem Hantigen Graben unterhalb der Jagdhütte beschrieben wurden. Einiges Schrifttum über diese Gesteine ist schon auf S. 65 angeführt. Geyer gibt aus unserem Gebiet weder Fleckenmergel noch Schiefer an. Jene erwähnt er nur aus einer östlicheren Gegend (südöstlich Kirchdorf), diese — oder doch ein ziemlich ähnliches Gebilde — vom SE-Ufer des Traunsees (Geyer 1910, S. 175; 1911, S. 70).

Nordöstlich des Wolfswiesenkogels konnte ich trotz ausreichender Aufschlüsse keine Vertretung des Lias nachweisen. Es ist aber wohl wahrscheinlicher, daß das tektonisch, nicht stratigraphisch bedingt ist.

### **k) Höherer Jura (Dogger und Malm).**

Es wird am besten sein, die Gesteine, die ich hierher rechne, der ungefähren Altersfolge nach kurz aufzuzählen:

1. Daß die Hornsteinkalke, die dunklen Schiefer und die Fleckenkalke vermutlich bis in den Dogger hinaufreichen, wurde schon erwähnt.

2. In der Gegend des Fleischbänksattels beobachtete ich einmal eine

dünne Bank dunkelgrauen Krinoidenkalkes. Leider ist die Lagerung hier sehr gestört, ich glaube aber nicht, daß es sich um Lias handeln kann. Vielleicht darf man das Gestein mit den dunklen Krinoidenkalken vergleichen, die in der Gegend von Berchtesgaden im höheren Dogger auftreten (Kühnel 1929, S. 471). Es wäre dies das einzige Beispiel eines nicht liassischen Krinoidenkalkes in der Salmgruppe.

3. Der Grünauer Marmor ist ein roter Knollenkalk, der manchmal ziemlich stark an die Adneter Kalke erinnert. Die Farbe ist bald fleischrot, bald dunkler. Nicht selten liegen hellrote Knollen in einer dunkelroten Grundmasse. Im untersten Teil scheinen am Schütterbergkamm graue Lagen eingeschaltet zu sein. Die Schichtung ist bald deutlich und recht dünn, bald kaum zu erkennen. Meist führt der Kalk einzelne Hornsteinknollen. Der Verwitterung setzt er einen ziemlichen Widerstand entgegen, so daß er oft als kleine Wandeln hervortritt.

Geyer (1918, S. 34) fand im Grünauer Marmor reichlich Belemnitenrostren. Ich beobachtete im Schachingergraben schlecht erhaltene Ammoniten. Bestimmbare Versteinerungen liegen bisher nicht vor. Die von Geyer vorgenommene Einreihung bei den Klauskalken (Kellaway) ist wohl nicht gesichert, doch vermag ich keinen anderen Vorschlag zu machen.

Schon Geyer hebt hervor, daß der Marmor stark von Manganerzen durchsetzt ist. Ich fand solche besonders auf der SE-Seite des Gamsenbrandes. Nach freundlicher Mitteilung der Herren Hofrat H. Michel und Dr. A. Schiener handelt es sich um etwas dolomitische Kalkspatadern, die durch wenig fein verteiltes Manganhydroxyd dunkel gefärbt sind. Eisen tritt gegenüber dem Mangan zurück. Eine genaue Bestimmung war wegen allzu geringer Menge der Manganverbindung nicht möglich. Von einem Erz im technischen Sinn kann man keinesfalls sprechen.

Nach Geyer (1910, S. 184; 1918, S. 34) müßte man annehmen, daß der Grünauer Marmor auf den Schütterberg und den Grünauberg beschränkt ist. In Wirklichkeit ist er innerhalb der Salmgruppe weit verbreitet. Außer an den angegebenen Stellen fand ich ihn auf dem Südhang des Windhagkogels, im Hantigen Graben, im Tießenbachgraben oberhalb der Einmündung des Mahlleitengrabens, im unteren Hollerbachgraben, im Schachingergraben (nur lose Stücke), westlich und südöstlich der Wolfswiese (beträchtliche Wände am bezeichneten Weg auf den Mittagstein), auf der Südseite des Speikkogels. Wenn er an anderen Stellen zu fehlen scheint, kann das leicht durch kleine Störungen oder Mangel an Aufschlüssen erklärt werden. Wahrscheinlich bildet er ein durchlaufendes Schichtglied.

Geyer berichtet (1910, S. 184; 1918. S. 34 und 65), daß der Grünauer Marmor früher in einem Steinbruch auf dem Schütterberg gebrochen und als Schmuckstein für Bauten verwendet wurde. Heute ist der Steinbruch nicht mehr zu erkennen und der Name „Grünauer Marmor“ bei der Bevölkerung der Gegend scheinbar nicht mehr bekannt. Die Verwendung in jüngerer Zeit beschränkt sich meines Wissens auf Grabeinfassungen und einzelne Grabplatten im Friedhof von Grünau.

4. Wie Geyer an den wiederholt angeführten Stellen richtig angibt, wird der Grünauer Marmor von braunroten Kieselkalken überlagert. Dieses Schichtglied ist durchwegs sehr mangelhaft aufgeschlossen. Ich habe den Eindruck, daß die Kieselsäure meist über die kalkigen oder schieferigen Anteile stark überwiegt. Graue Lagen kommen nur untergeordnet vor. Bei der Verwitterung entsteht ein reiner Hornsteingrus. Er ist meist durch seine rote Farbe von dem liassischen gut zu unterscheiden.

Die roten Kieselkalke müssen wohl einem mittleren Teil des Malm angehören. Sie scheinen allgemein verbreitet zu sein.

5. Über den Kieselkalken folgen in der Regel noch einmal rote, untergeordnet auch graue Knollenkalke (Geyer 1910, S. 184; 1918, S. 37). Sie sind nur wenige Meter mächtig, aber recht beständig. Von dem nicht unähnlichen Grünauer Marmor lassen sie sich meist durch den größeren Tongehalt und die dadurch bedingte geringe Härte unterscheiden. Hornsteine habe ich in ihnen nicht bemerkt. Geyer stellt dieses Schichtglied in das Tithon. Das hängt mit seiner Einreihung der nächstfolgenden Gesteine zusammen. Andere Beweise liegen meines Wissens nicht vor. Es könnte sich wohl auch um Kimmeridge handeln.

Gute Aufschlüsse der oberjurassischen Flaserkalke findet man beispielsweise im Bereich des oberen Tießenbaches.

### 1) Oberster Jura.

Geyer ist der Meinung, daß alle über den roten Flaserkalken folgenden Gesteine schon dem Neokom angehören (1910, S. 184; 1918, S. 39). Im Anfang meiner Untersuchungen schloß ich mich dieser Deutung an; im Laufe der Begehungen kam sie mir aber immer unwahrscheinlicher vor. Freilich habe ich dafür nur lithologische Gründe, nämlich die vollständige Übereinstimmung der Gesteine mit den mir genau bekannten Oberalmschichten und Plassenkalken der Osterhorngruppe. Geyer führt wohl einige unterkretazische Fossilien an, doch stammen diese aus höheren Teilen seines Neokoms und überhaupt nicht aus der Salmgruppe.

Oberalmschichten und Plassenkalk zusammen erreichen nach den

Profilen eine Mächtigkeit von etwa 100 m. (Die Schätzung ist sehr ungenau.)

1. Als Oberalmschichten bezeichne ich hellgraue, dichte, deutlich mergelige, dünn geschichtete, manchmal etwas knollige Kalke mit Hornsteinen in Knollen und Bändern. Sie sind durch unmerkliche Übergänge mit dem nächsten Schichtglied verbunden.

2. Plassenkalk. Im Sinn der von mir befolgten Grundsätze bei der Benennung von Schichtgliedern halte ich es für zweckmäßig, diesen Namen für alle reinen, sehr hellen, dick oder gar nicht gebankten Kalke des alpinen Malm anzuwenden. Eine scharfe Trennung zwischen Plassenkalk und Oberalmschichten ist, wie gesagt, nicht möglich. Am häufigsten scheinen die Plassenkalkeinschaltungen im unteren Teil der Oberalmschichten zu sein. Oft handelt es sich nur um Bänke oder Linsen von 1 m Mächtigkeit, wie man das gut im Mahlleitengraben beobachten kann, manchmal auch um mächtigere Massen, die dann Felswände bilden können.

Am häufigsten sind die Plassenkalke weiß. In der Gegend des Grünauberger Ecks und des Fleischbänksattels herrscht graue Farbe vor. Auf der Nordseite des oberen Tießenbaches, am bezeichneten Weg auf den Hochsalm, fand ich als Ausnahme gelbliche bis fleischrote, dick gebankte Oberjurakalke. Der Bruch ist meist glatt und feinkörnig, seltener rauh.

Die Plassenkalke können den triadischen hellen Kalken — Wettersteinkalk, Dachsteinkalk — sehr ähnlich werden. Wie schon auf S. 23 erwähnt, hat das öfter zu Verwechslungen geführt. Zur Unterscheidung können meist die Hornsteine dienen, die in einzelnen Knollen oder Bändern fast immer zu finden sind. Nicht selten trifft man konglomeratische Bänke, vermutlich ein Hinweis darauf, daß die hellen Kalke als kleine Riffe gebildet worden sind.

Die Plassenkalke sind am besten in dem Oberjurazug Schütterberg—Grünauberger Eck—Fleischbänksattel—Mahlleitengraben—oberer Tießenbachgraben—SE-Seite des Hochsalm entwickelt. Auch auf der SE-Seite des Beilsteins kommen sie vor.

### m) Neokom.

Da die Oberalmschichten beim Jura besprochen wurden, bleibt für die Unterkreide nicht sehr viel übrig. Ich stelle zu ihr graue, dünnschichtige Mergel, die sich von den Oberalmschichten durch stärkeren Tongehalt unterscheiden. Manchmal sind sie ziemlich sandig. Stellenweise enthalten sie viele Limonitkonkretionen. Ein *Aptychus*, den ich in diesen Schichten fand, war leider nur als *Lamellaptychus* spec. bestimmbar, daher chronologisch unbrauchbar. (Freundliche Mitteilung von Prof. F. Trauth.)

Das Neokom ist vorwiegend auf der NW-Seite des Hochsalm unter der Schubmasse erhalten. Auch in den Fenstern des Mahlleitengrabens und auf der rechten Seite des Enzenbachgrabens scheint es hervorzukommen. Endlich ist es auf der NW-Seite des Bräuberges vorhanden.

#### n) Oberkreide.

Die Oberkreide der Salmgruppe ist in mancher Hinsicht jedenfalls die wichtigste Formation des Gebietes. Hängt doch von ihrer Deutung die ganze tektonische Auffassung weitgehend ab. Leider vermag ich sie nicht ihrer Wichtigkeit entsprechend zu behandeln, denn dazu fehlt mir die hinlänglich genaue Anschauung der zum Vergleich in Betracht kommenden Gesteine, sowohl der Gosau als des Flysches. Ich muß mich also darauf beschränken, meine Beobachtungen mitzuteilen, in der Hoffnung, daß sie eine gewisse Hilfe für weitere Untersuchungen bilden werden.

1. Die Oberkreide innerhalb der Kalkalpen. Zunächst seien die bisherigen Ansichten über die Oberkreide des Gebietes von Grünau kurz überblickt. Geyer (1910, S. 191—192; 1911, S. 79—80; 1918, S. 41—44, 65) hebt ihre flyschähnliche Ausbildung schon wiederholt hervor. Man erkennt aus seinen Überlegungen auch, daß ihm die große Ähnlichkeit mancher Gesteine mit dem Lunzer Sandstein aufgefallen war, denn er hielt es für notwendig, die Unterschiede mikroskopisch zu verfolgen. In losen Blöcken hat er Konglomerate beobachtet. An Fossilien konnte Geyer im Gebiet des oberen Keferreuthbaches (außerhalb meiner Karte, wohl ungefähr südlich des Rauschersattels) außer Foraminiferen auch Ostreen und Gastropoden (vermutlich *Omphalia*) auffinden. „Östlich von Schuller der Spezialkarte“ seien vor längerer Zeit Schurfversuche auf Kohle angestellt worden. Dagegen erwähnt Geyer weder die Fukoiden noch die kristallinen Einschlüsse. Aus der Übereinstimmung der Grünauer Gosau mit dem Flysch einerseits, der Windischgarstener Oberkreide anderseits schließt er — im Gegensatz zur heutigen Auffassung —, daß zwischen Kalkalpen und Sandsteinzone keine weitreichende Überschiebung vorhanden sei, ein gutes Beispiel dafür, wie sehr die Folgerungen aus einem bestimmten Tatbestand durch die allgemeinen Ansichten eines Forschers bedingt sind.

Brinkmann hat im Jahre 1936 die Ansicht näher begründet, daß die Oberkreideschichten von Grünau (und zum Teil auch die von Windisch Garsten) zum Flysch gehören und in einem Fenster zutage kommen. Er bezeichnet seine Untersuchungen als eine Neukartierung. Das ist verwunderlich, denn — wie wir im örtlichen Teil meiner Arbeit schon sahen

— stimmt Brinkmanns Skizze mit der Wirklichkeit eher noch weniger überein, als die Karte Geyers. Ausdrücklich betont Brinkmann, daß alle Kreidevorkommen östlich Grünau zusammengehören. Er rechnet also nicht etwa damit, daß außer dem Flysch noch echte Gosau vorhanden sei. Die Glimmerschiefer unter dem Dachkopf kennt er.

Großen Wert legt Brinkmann (S. 443) auf die Schwermineraluntersuchungen durch W. Richter (1937). Sie sollen zeigen, daß die Sandsteine von Grünau in ihrer Zusammensetzung mit den Flyschsandsteinen, nicht mit den echten Gosausandsteinen übereinstimmen. Das wird dadurch erklärt, daß die Oberkreidesedimente von Grünau durch Abtragung des Festlandes nördlich des Flyschmeeres entstanden sind, also dem Nordrand des ganzen Troges genähert waren, während die echten Gosausandsteine von einer südlichen Schwelle stammen. Ich zweifle nicht, daß das Verfahren wertvolle Anhaltspunkte liefern kann. Unbedingt entscheidend ist es wohl auch nicht. Ich habe mir aus den Angaben Richters eine Zusammenstellung gemacht, in der (im Anschluß an die Schaubilder in Richters Abbildung 3 und Brinkmanns Abbildung 5) die Minerale der metamorphen Gruppe (Granat, Staurolith, Disthen, Epidot-Zoisit) und die der eruptiven Gruppe (Augit und Hornblende) zusammengefaßt sind. Für die Probe von Grünau (Nr. 17 bei W. Richter) erhält man dadurch die beiden kennzeichnenden Zahlenwerte 52% und 2%. Ähnliche Werte kommen tatsächlich weitaus am häufigsten bei den Gesteinen aus dem Flysch vor, z. B. in Richters Proben Nr. 6, 13, 20 usw. Ausnahmsweise finden sie sich aber auch in anderen Formationen, in denen der Anteil der metamorphen Minerale in der Regel geringer, der der eruptiven größer ist. So erhält man für Nr. 60 aus den Liesenschichten des Danien (die nach Lögters 1937 a, S. 96, bei Weyr früher als Flysch angesprochen wurden) die Zahlen 59 und 3. Auch in der eigentlichen Gosau kann der Anteil der metamorphen Minerale ausnahmsweise bis 51% steigen, der der eruptiven schwankt zwischen 0 und 14%. (Eine Probe, die in der Vertretung beider Mineralgruppen derjenigen von Grünau sehr ähnlich wäre, kommt in Richters Tabelle allerdings nicht vor, es handelt sich ja aber nur um 23 Beispiele). Aus Richters Abbildung 2 geht deutlich hervor, daß die Gosau- und Flyschgesteine in ihrer Zusammensetzung nicht scharf getrennt sind, sondern einander etwas übergreifen. Der Schwermineralbestand der Gosaugesteine schwankt eben unvergleichlich stärker, als der der untersuchten Flyschgesteine. Stellt man die eruptiven Minerale in Promillen der metamorphen dar, so erhält man für den Flysch nur Zahlen zwischen 15 und 58, für die Gosau aber zwischen 0 und 2800. Auch Richter ist zu der Vorstellung gelangt, daß im Gosau-

meer Sedimentschüttungen verschiedener Herkunft zusammentrafen (S. 80), wenn er auch nicht annimmt, daß darunter solche vom „Cetischen Rücken“ sind, der die Flyschabsätze geliefert hat.

Zur Methode Richters wäre zu bemerken, daß er einzelne Proben wegen ihrer stark abweichenden Zusammensetzung ganz ausschaltet (Nr. 9) oder anders einreihet, als bisher angenommen wurde (Nr. 21, 22, 25). Der Vorgang erscheint begründet und ist bei statistischen Arbeiten selten vollständig zu vermeiden. Selbstverständlich birgt er aber die Gefahr in sich, daß die Gesetzmäßigkeit innerhalb des Materiales übertrieben wird.

Trauth (1937, S. 506)<sup>1</sup> neigt mehr der Ansicht zu, daß es sich bei Grünau um flyschähnliche Gosau, nicht um echten Flysch handelt. Sie würde zur Reichraminger Decke oder vielleicht zu einer „Ternberger“ Randschuppe gehören. Auch Kober (1938, S. 116) steht der neuen Deutung sehr zurückhaltend gegenüber. Für Windisch-Garsten lehnt er sie entschieden ab; für Grünau läßt er die Frage offen. Dagegen behandeln Richter und Müller-Deile die beiden Fenster als eine erwiesene Tatsache (1940, S. 417 und 428).

Die Oberkreidegesteine von Grünau wurden schon in der örtlichen Beschreibung näher gekennzeichnet. Der leichteren Übersicht halber fasse ich die Angaben noch einmal kurz zusammen. Das weitaus wichtigste und ausgedehnteste Oberkreidevorkommen im Bereich meiner Karte ist das des Gaissteinzuges.

Im Gebiet des Krangrabens herrschen Mergel vor, die gelegentlich Fukoiden führen. Manchmal werden sie sandig. Graue Sandsteine treten mehr zurück. Alle Gesteine sind stark von Spatadern durchsetzt.

Im Vorderen Krangraben ist das beste Profil vorhanden. In seinem unteren Teil herrschen ebenfalls Fukoidenmergel. Weiter oben trafen wir bröcklige schwarze Schiefer, vielleicht auch rote, bröcklige Tone, dann Kalke, sandige Kalke und Sandsteine. Die dunklen Schiefer schienen unter den Mergeln zu liegen. Ich frage mich, ob sie nicht mit den etwas zweifelhaften Gaultgesteinen östlicherer Gegenden zu vergleichen sind (siehe Geyer 1909 a, S. 69; Lögters 1937 a, S. 90; 1937, S. 380).

Westlich der Grünmauer fand ich hauptsächlich Mergel. In Blöcken treten sehr harte, graue, dunkelbraun verwitternde Sandsteine auf. In den Gräben weiter nördlich ist alles sehr stark verrutscht. Sandsteine scheinen hier eine größere Rolle zu spielen, doch fehlen die Mergel nicht.

Auf der Südseite des Rauschersattels besteht die Oberkreide vorwiegend aus dunklen, oft kieseligen Sandsteinen. Ähnliche, meist stark verwitterte Sandsteine ziehen sich von hier ein Stück weit auf die Nordseite des Keferreuthberges.

Das kleine Vorkommen von Gosausandsteinen westlich des Looskogels ist zweifelhaft. Dagegen sind graue, braun verwitternde, gebankte Sandsteine im untersten Wassergraben gut aufgeschlossen. Beim Bauernhaus Hochschlag zeigen sich Spuren grauer, sandiger Mergel, die ich am ehesten für Oberkreide halten möchte.

Die Oberkreideschichten auf der Südseite des Grünaubaches habe ich nur zum Vergleich etwas untersucht und im örtlichen Teil nicht besprochen. Deshalb seien hier ein paar Beobachtungen darüber angeführt, indem ich auf die bevorstehende genauere Darstellung durch Gasche verweise.

Das Tal, das westlich Madlgreuth des Meßtischblattes (jetzt meist Jägergreuth genannt) gegen die Ostseite des Farrenau-Hochberges hinaufführt, heißt Madlries. Wenig unter dem Beginn des Steilhanges sind hier in rund 800 m Höhe dunkle Schiefer ähnlich denen im Vorderen Krangraben aufgeschlossen. Sie werden wohl Kreide sein, ebenso wie die braun verwitternden Sandsteine, die in losen Stücken weiter nördlich auftreten. Südlich davon kommt man sofort in Hauptdolomitwände. Nördlich der Schiefer herrschen Muschelkalkgesteine, zuerst Reiflinger, dann Gutensteiner Kalke. Anstehende Felsen fand ich aber erst am Dachkopf.

Am bezeichneten Saumweg von Grünau auf den Kasberg quert man nördlich P. 931 einen größeren Aufschluß ziemlich flach gelagerter grauer sandiger Schiefer und rotbraun verwitternder Sandsteine. Geyer (1910, S. 194) und Spengler (1924 a, S. 158) hielten dieses Gestein für Lunzer Schichten, was auch mein erster Eindruck war. Auffallend ist allerdings, daß man den sonst meist so gut entwickelten Opponitzer Kalk nicht finden kann. Auch anstehenden Muschelkalk habe ich nördlich des Aufschlusses nicht beobachtet. Ich muß daher bezweifeln, ob der Lunzer Zug, den Geyer auf der Nordseite des Farrenau-Hochberges zeichnet, überhaupt vorhanden ist, ob es sich nicht durchwegs um Oberkreide handelt. Dadurch würde das so unverständliche Kartenbild, nach dem sich die Werfener Schichten des Schwereck in die Lunzer Schichten des Farrenau-Hochberges fortsetzen, verschwinden.

Wenn wir feststellen müssen, daß Geyer Schwierigkeiten hatte, den Lunzer Sandstein von der Oberkreide zu unterscheiden (vgl. S. 109) und daß er sie wahrscheinlich manchmal verwechselt hat, erheben sich auch bezüglich der Deutung anderer Vorkommen Zweifel. Solche Sandsteine und Schiefer, deren Einreihung noch einmal geprüft werden müßte, hätten wir aus dem oberen Schwarzenbachgraben zu erwähnen (S. 83). Von den Lunzer Schichten unter der Falkenmauer wird noch zu sprechen sein (S. 136). Einigermmaßen verdächtig sieht auch der Lunzer Sandstein auf

dem Wasserboden (zwischen Hochedl und Schwereck außerhalb meiner Karte) aus, dessen tektonische Stellung recht unverständlich ist. Ich habe ihn vor Jahren besucht, konnte aber zu keiner Klarheit gelangen. Überhaupt habe ich zur Zeit meiner Vergleichswanderungen in die Umgebung meines Aufnahmegebietes die Möglichkeit einer Verwechslung von Lunzer Schichten und Oberkreide noch zu wenig erwogen. Ich muß daher auch diese Frage einem Nachfolger überlassen und wollte hier nur auf ihre Bedeutung für das Verständnis des Baues hinweisen.

Kristalline Gesteine findet man innerhalb der Oberkreide von Grünau hauptsächlich in dem Graben, der den Dachkopf im N und W umzieht. Die Kreide besteht hier aus dunkelgrauen Mergelschiefen, weiter im W aus dunklen, braun verwitternden Sandsteinen. Sie fällt unter den Muschelkalk des Dachkopfes ein. Stellenweise, besonders in etwa 660 m Höhe, wittert im Graben so massenhaft Kristallin aus, daß der Boden vorwiegend daraus besteht. Am reichlichsten scheinen Glimmerschiefer aufzutreten. Daneben findet man viele Gangquarze. Die größten Blöcke, die mehrere Kubikmeter erreichen, bestehen aus hellen Quarziten. Granite oder Porphyre habe ich nicht gefunden. Dagegen sieht man viele lose Stücke eines stark gequetschten, unreinen, roten Kalkes, wohl desselben, den Geyer (1910, S. 192) schon erwähnt und zur Gosau rechnet. In ihm könnte man Versteinerungen (Foraminiferen?) suchen. Endlich sei hervorgehoben, daß ich auch einen Block einer festen Bresche aus grauen Kalken, wohl Muschelkalk, gefunden habe.

Einzelne Blöcke von Gangquarz, aber auch von Konglomerat aus Muschelkalkstücken sind auf den Wiesen beim Bauernhaus Bäckerschlag („Bück“ der Spezialkarte) verstreut,

Zusammenfassend möchte ich über die Deutung der Oberkreide des Grünauer Beckens vorläufig unter Beschränkung auf die Stratigraphie folgendes feststellen:

Der allgemeine Typus der Gesteine mit den Fukoidenmergeln und Sandsteinen ist unzweifelhaft sehr flyschartig. Allerdings gibt es ganz ähnliche Mergel mit Fukoiden auch in sicherer Gosau Niederdonaus. (Die Landschaft erinnert sehr stark an die Sandsteinzone.)

Die kristallinen Gesteine am Dachkopf sind von denen am Nordrand der Kalkzone in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden (vgl. Abel 1918, S. 47—49). Erstarrungsgesteine fehlen bei Grünau scheinbar ganz, während sie am Nordrand vorherrschen. Das könnte auf eine bedeutende Entfernung der Ablagerungsgebiete hinweisen. Man muß aber bedenken, daß das Alter der beiden Konglomerate recht verschieden sein kann.

Die Ergebnisse der Schwermineraluntersuchung passen besser zur Deutung der Grünauer Oberkreide als Flysch, sind aber kaum entscheidend.

Die oben erwähnten Fossilfunde Geyers im Keferreuthal passen dagegen wohl besser in die Gosau, als in den Flysch.

Dasselbe würde von den Kohlenspiuren beim Schuller gelten, doch ist über diese allzu wenig bekannt.

Das Auftreten von Konglomeraten, die vorwiegend aus Muschelkalk zu bestehen scheinen, spricht dafür, daß die Oberkreide in der Nähe ihrer heutigen Umgebung abgelagert wurde, wenn jetzt die Grenzen wohl auch durchwegs tektonische sind.

Die von Brinkmann (1936, S. 439) angeführte Schichtfolge entspricht bei etwa 12 m Mächtigkeit offenbar nur einem sehr kleinen Teil der ganzen Gesteinsmasse. Die Fukoidenmergel sind in ihr nicht berücksichtigt. Vielleicht rechnete Brinkmann sie zur Unterkreide.

Das Bild der Verbreitung der Oberkreidegesteine ist auf den bisher veröffentlichten Karten sehr unrichtig.

Aus den angeführten Tatsachen kann man wohl nur schließen, daß die Deutung der Oberkreide von Grünau noch nicht spruchreif ist, sondern umfangreiche weitere Untersuchungen erfordert. In der vorliegenden Arbeit wollte ich auf diesen Fragenkreis nicht näher eingehen, sondern nur einen Rahmen für die späteren Untersuchungen liefern. Auf die tektonische Seite der Frage komme ich unten zurück.

Die grobklastischen Oberkreidegesteine am Nordrand der Kalkzone haben noch eine größere Verbreitung, als auf Geyers Karte und in neueren Arbeiten (Lahner 1938, S. 76) angegeben ist, denn ich konnte Breschen und Porphyrgerölle am NE-Fuß des Wolfswiesenkogels nachweisen und vermutlich kommen sie auch unmittelbar südsüdöstlich Steinbach am Ziehberg vor (vgl. S. 71). Bisher fand ich darin keine Versteinerungen. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß es sich um das „oberostalpine Randzenoman“ handelt (vgl. Richter, Custodis usw. 1939, S. 689; Müller-Deile 1940, S. 373—374). Ich komme im tektonischen Teil (S. 132) auf diese merkwürdige Zone zurück.

2. Die Flyschzone zu behandeln, lag nicht in der Absicht dieser Arbeit. Ich verweise auf die neueste Übersicht von Richter und Müller-Deile.

Die grauen, bräunlich verwitternden, glimmerigen Sandsteine mit Pflanzenhäcksel, die in der Umgebung des Steinbachtals vorherrschen, erinnern — ebenso wie die des Grünauer Beckens — ungemein an Lunzer Schichten.

## o) Eozän.

Nach Richter und Müller-Deile (1940, S. 423) ist „südlich vom Steinbachtal“ ein ziemlich ausgedehntes Vorkommen von eozänem Granitmarmor vorhanden. Genauere Angaben fehlen.

Zu untersuchen wäre, ob die auf S. 113 erwähnten roten Kalke unter dem Dachkopf nicht etwa dem Alttertiär angehören.

## p) Quartär.

Geyer (1911, S. 84—85) und Abel (1918, S. 64) haben die Quartärablagerungen des Almtales kurz beschrieben. Meine eigenen Beobachtungen habe ich nur gelegentlich angestellt, ohne die Fragen der Quartärgeologie im Zusammenhang zu verfolgen. Ich hebe die wichtigeren Angaben noch einmal hervor.

Beiderseits der Ausmündung des Wassergrabens und auch gegenüber davon sind auffallende Terrassen vorhanden. Der Grünaubach schneidet sie stellenweise an und schließt Schotter auf. Geyer hat diese Ablagerung als Reißmoräne eingetragen. Sie schien mir aber eher von fließendem Wasser zu stammen. Die Terrassen ziehen sich in den Wassergraben bis zu den Wettersteinkalkwänden hinein. Sie werden hier aus sehr grobem Blockwerk, wohl einem alten Bergsturz, aufgebaut.

Am Ausgang des Schindlbachtales in das Becken von Grünau trifft man ausgedehnte Terrassen. Die sie zusammensetzenden Schotter sind teilweise merklich geschichtet. Weiter drinnen im selben Tal, in der Umgebung des Schindlbachers, liegen ähnliche Quartärabsätze. Geyers Karte faßt diese als Würmmoränen auf, die nördlicheren als Reißmoränen.

Dem alten Talboden südlich von Steinbach folgen teilweise ziemlich grobe Quartärablagerungen, die man wohl als Absätze des früheren, mehr südlich verlaufenden Steinbaches ansehen muß.

Den Bergsturz auf der Westseite des Grünauberger Ecks stellt Geyer sicherlich mit Recht in das Alluvium (vgl. S. 20).

Die Gehängeschuttmasse bei P. 716 im Enzenbachgraben ist stark von Lehm durchsetzt. Vielleicht deutet das auf ein höheres, diluviales Alter. Einen ähnlichen Quartärabsatz fand ich auch in dem rechten Nebengraben des Enzenbaches südöstlich des Hochsalmgipfels.

Rezenter Gehängeschutt ist in dem untersuchten Gebiet — entsprechend seiner Mittelgebirgsnatur — nur mäßig entwickelt, am stärksten auf der Nordseite des Speikkogels gegen die Weißenbachalm zu.

Auf der Wolfswiese ist ein Moor, scheinbar ein Hochmoor, vorhanden.

Quelltuffe fallen in der Salmgruppe nur wenig auf. Mein Tagebuch

erwähnt sie von der rechten Seite des obersten Stoßbaches, zwischen P. 804 und der Ausmündung des Weißenbaches. Auch südlich oberhalb der Straße im Tal des Grünaubaches, etwas östlich des Schuller, kommen sie vor.

## II. Tektonik.

In den meisten Arbeiten erscheinen als die Einheiten der tektonischen Gliederung eines Gebietes Mulden und Sättel oder Schollen, Schubmassen und Decken. So ferne der größte Teil der Gesteine rings von Schubflächen oder anderen Störungen begrenzt ist, ergibt das eine naturgemäße Einteilung. Wo aber, wie es in den Ostalpen bei Betrachtung größerer Gebiete meist der Fall sein wird, die wichtigeren Störungslinien ausklingen und die Schollen infolgedessen miteinander in Verbindung treten, versagt das Verfahren. Es empfiehlt sich in solchen Fällen meist, die Beschreibung auf eine Verfolgung der einzelnen Störungslinien — Brüche und Schubflächen — aufzubauen, die entschieden in höherem Grad naturgegebene Individuen sind als die zwischen ihnen liegenden Gesteinsmassen. Die Betrachtung der Faltenelemente und tektonischen Schollen tritt demgegenüber an die zweite Stelle. Dieses Verfahren will ich anwenden, vorher aber noch einige allgemeinere tektonische Erscheinungen erwähnen.

### a) Allgemeines.

Wiederholt habe ich schon hervorgehoben, daß die Gesteinsgrenzen in der Salmgruppe oft nicht so verlaufen, wie es nach der Lage der einzelnen Schichtflächen zu erwarten wäre. Wir sahen das beispielsweise auf dem Scharnsteiner Spitz und auf dem Janslkogel. Die Lunzer Schichten liegen dem Wettersteinkalk nicht immer regelmäßig auf, sondern sind ihm als kleine Schollen eingepreßt (Bräugraben, Gamsberg). Es ist das nur ein anderer Ausdruck für die alte Regel, daß die Schichtgrenzen in den nördlichen Kalkalpen auch dort, wo die Reihenfolge scheinbar vollständig ist, fast immer tektonisch sind. Unsere Karten und Profile zeichnen diese Grenzen durchwegs viel regelmäßiger als sie in der Natur verlaufen. Das ist aber unvermeidlich, weil man die zahllosen kleinen Brüche, Ausquetschungen und Einpressungen nicht im einzelnen verfolgen kann.

Wo diese Erscheinungen besonders stark entwickelt sind oder wo sie auf wenig mächtige stratigraphische Einheiten treffen, da kommt es zum Ausfall von Schichtgliedern. Ich habe das vom Bräuberg, vom Scharnsteinberg, von der Unterlage der Hohen Mauer, vom Wolfswiesenkogel usw. beschrieben. Meist zeigt sich die Erscheinung an Juragesteinen und am Dachsteinkalk. Es wird sich dabei keineswegs immer um so ge-

nannte Ausquetschungen handeln, bei denen die Gesteine durch gleitende Bewegungen ganz zerrieben oder zerzogen wurden. Häufig dürften wohl kleine Brüche vorliegen, die infolge ungenügender Aufschlüsse nicht genau verfolgt werden konnten. Im inversen Flügel der Windhagdecke wird man am ehesten echte Ausquetschungen anzunehmen haben.

Tektonische Breschen sind in der Salmgruppe von geringer Bedeutung. Auffallendere Vorkommen liegen im Graben südwestlich der Hochsalmhütte und im Schwarzenbachtal südlich des Westendes der Falkenmauer.

In der Nähe größerer Störungen sind spröde Gesteine oft in Blöcke aufgelöst, so der Dachsteinkalk auf der Nordseite des Bräuberges unweit der Flyschgrenze, der Hauptdolomit im unteren Hollerbachtal nächst der Salmüberschiebung und auf dem Looskogel, der Hierlatzkalk auf der linken Seite des Schwarzeckgrabens. In reinen Kalken sind Zertrümmerungszonen manchmal durch eine Reihe von Dolinen angedeutet. Das dürfte auf der Südseite des Spitzriedels (Gamsberggebiet) der Fall sein.

Auf der rechten Seite des unteren Hollerbaches beim Kurzböck und besonders in dem Graben südwestlich der Hochsalmhütte sind die Jura-gesteine weitgehend miteinander verknüpft.

Die Harnische zeigen, wie es in den nördlichen Kalkalpen die Regel ist, meist waagrechte oder wenig geneigte Streifen. Man wird daraus vielleicht nicht schließen dürfen, daß die Bewegungen der Schollen gegeneinander überhaupt vorwiegend in waagrechtlicher Richtung erfolgt sind, wohl aber, daß die jüngsten Bewegungen selbst an den Längsstörungen ungefähr waagrecht waren (vgl. S. 121). Nur in der Nordwand des Langsteins fand ich einen auffallenden Harnisch, über den die Streifen senkrecht herunterlaufen.

Kleinfaltungen kleinsten Maßstabes treten häufig unter der Salmüberschiebung in der Unterkreide oder im obersten Jura auf. Stattlicher und sehr auffallend sind sie im Dachsteinkalk auf der Ostseite des Wolfswiesenkogels (Taf. V, Fig. 12). Auch im Dachsteinkalk der Moarmäuer, im Opponitzer Kalk des Steched-Saukogels, im Muschelkalk des Schindlbachgrabens und in den Werfener Schichten am Südfuß des Schütterberges hatten wir sie zu erwähnen.

## b) Überschiebungen.

1. Die Salmüberschiebung ist weitaus die wichtigste Störungslinie des Gebietes. Die über ihr liegende Windhagdecke hängt mit dem Untergrund im Bereich der Salmgruppe nirgends zusammen. Es sind in ihr

nur inverse Schichten erhalten, wenig Jura, viel Obertrias (von der aber der Dachsteinkalk oft fehlt), als hangendstes Glied der Wettersteinkalk.

Die Hohe Mauer bildet eine abgetrennte kleine Deckscholle, die zusammen mit ihrer Juraunterlage tief eingemuldet ist. Vielleicht hängt damit die sehr ungleichmäßige Entwicklung der Triasglieder innerhalb der Decke zusammen.

Auch unter dem Windhagkogel ist die Schubfläche sehr uneben. Der Gipfelteil hat den Bau einer etwa N—S streichenden Mulde. Auf der Südseite ist der Ausstrich der Überschiebung nicht zu sehen, weil die Decke an Brüchen eingesenkt ist. Dagegen zeigen die guten Aufschlüsse im Mahlleitengraben nordwestlich des Windhagkogels eine Reihe bemerkenswerter Einzelheiten. Ich erwähne den Hauptdolomitspan in den Oberalmschichten, das Fenster von Neokom und Jura im inversen Hauptdolomit, das Auftreten von verkehrt gelagertem Jura an der Basis der Decke. Das alles ist im örtlichen Teil näher beschrieben.

Weiter kann man die Schubfläche über die Quellbäche des Tießenbaches und fast genau über den Salmgipfel verfolgen. Zwischen Hochsalm und Wolfswiesenkogel ist sie zusammen mit den unterschobenen Jura-gesteinen etwas aufgesattelt. Auf dem Südhang gegen den oberen Enzenbach zu sind hier wieder sehr schöne tektonische Erscheinungen zu sehen, so das kleine Fenster südsüdöstlich des Hochsalmgipfels und die Aufschürfung jurassischer Schichten aus dem Untergrund südwestlich der Hochsalmhütte.

Auf dem Kamm des Wolfswiesenkogels fällt die Salmschubfläche örtlich steil gegen N. Ich führe das auf eine nachträgliche Verstellung durch den Einfluß der später zu besprechenden Hutkogelstörung zurück.

Südlich der Wolfswiese geht die Salmüberschiebung in einer eigentümlichen Weise in den steilen, N—S verlaufenden Gamsenbrandbruch über: Im unterschobenen Jura nördlich des Ausstriches der Schubfläche ist von diesem Bruch nichts zu bemerken. Er scheint eine muldenähnliche Einpressung der Schubmasse in ihre Unterlage östlich zu begrenzen, die sich vielleicht auch in der eben erwähnten Überkipfung auf dem Wolfswiesenkogel äußert. Auf der Ostseite des Gamsenbrandbruches ist südöstlich des Gamsenbrand-Gipfels noch etwas inverser Dachsteinkalk erhalten. Er wird auch im S von einem Bruch begrenzt. Im unteren Hollerbachtal, beim Kurzböck, erscheint die Salmüberschiebung noch einmal. Dann wird sie durch südlichere Störungen abgeschnitten. Wahrscheinlich taucht sie aber auf dem Südhang des Speikkogels wieder auf. Über die Frage der Zugehörigkeit des Kremsmauerzuges zur Windhagdecke wird weiter unten (S. 136) zu sprechen sein.

Geyer (1910, S. 183—84) faßt den Wettersteinkalkzug des Windhagkogels mit dem der Jansenmauer, dem (fälschlich für Mitteltrias gehaltenen) Kalk des Stoßberges und dem des Gaissteins zusammen, was, wie gleich noch einmal zu erörtern sein wird, den Tatsachen nicht entspricht. Er sieht ihn als den überkippten Südflügel der Salmmulde an. Der ausgesprochen deckenförmigen Lagerung wird eine solche Ausdrucksweise wohl nicht gerecht.

Über die Schubrichtung an der Salmüberschiebung konnte ich in meinem Aufnahmegebiet keine entscheidenden Beobachtungen gewinnen. Wenn der nord—südlich verlaufende Gamsenbrandbruch mit ihr gleichzeitig ist, müßte man wohl auf einen ziemlich reinen Nordschub schließen. Es ist aber möglich, daß es sich hier um eine nachträgliche Umformung handelt. In der Gegend der Hohen Mauer werden wir von Spuren einer etwa nordwestlichen Bewegung zu sprechen haben. Es ist mir aber unwahrscheinlich, daß es sich hier um einen Schub längs der Salmfläche handelt. Decke und Unterlage dürften gemeinsam gefaltet worden sein. Vorläufig wird man wohl mit einer nordwärts gerichteten Überschiebung der Windhagdecke rechnen müssen.

2. Andere Schubflächen innerhalb der kalkalpinen Salmgruppe sind durchwegs ziemlich unbedeutend und scheinen auf den NW-Rand des Gebietes nächst der Flyschgrenze beschränkt zu sein. Am stärksten entwickelt und am besten aufgeschlossen sind sie am Nordfuß des Scharnsteinberges. Wahrscheinlich entspricht auch die Einschaltung von Oberjura in den Hierlatzkalk nördlich des Meisenkögeles einer kleinen Schuppungsfläche.

Die Überschiebungserscheinungen im Kreidebecken von Grünau werden besser weiter unten im Zusammenhang der ganzen Tektonik dieses Gebietes behandelt.

### e) Verkehrte Brüche.

Wie bei einer früheren Gelegenheit auseinandergesetzt (Ogilvie Gordon und Pia 1940, S. 6), scheint es zweckmäßig, nur Störungen, die gegen die Waagrechte weniger als  $45^{\circ}$  geneigt sind, als Überschiebungen zu bezeichnen. Ist die Neigung größer, so spricht man, falls Älteres auf Jüngerem ruht, besser von verkehrten Brüchen. Einige der wichtigsten Störungen des untersuchten Gebietes gehören dieser Gruppe an.

1. Der Wettersteinkalk am Nordfuß des Klammkogels, beiderseits des untersten Lackergrabens, stößt im S wahrscheinlich längs einer steil N fallenden Fläche gegen Hauptdolomit.

2. Der Rauekogelbruch beginnt etwas östlich des Scheiblgrabens

an der Flyschgrenze. Wo er den Schartenriß quert, ergaben sich aus dem Verlauf des Ausstriches Anzeichen für ein steil südsüdwestliches Einfallen. Da der Nordflügel durchwegs gesenkt ist, handelt es sich hier also um einen verkehrten Bruch. Man kann allerdings nicht behaupten, daß die Störung in ihrem ganzen Verlauf dasselbe Einfallen hat. Sie setzt sich weiter über die gesamte Länge des Gamsberges fort und ist, wie wir unten sehen werden, auch östlich des Bereiches meiner Karte gut weiter zu verfolgen.

3. Das Wesen des Hutkogelbruches ist besser zu erkennen als das der meisten anderen Störungen. Er zweigt im oberen Bräugraben von dem später zu besprechenden Bräugrabenbruch ab und zieht knapp südlich des Gipfels des Hutkogels vorbei. Die Störungsfläche fällt deutlich gegen N. Der Nordflügel ist um mindestens 100 m gehoben. Auf der NE-Seite des Hochsalm scheint die Neigung des Bruches so gering zu sein, daß man fast von einer Überschiebung gegen SSW sprechen könnte. Durch Erosion ist hier eine kleine Deckscholle gebildet worden. Stellenweise dürfte die Störung hier von der Flyschgrenze abgeschnitten werden. Sie setzt sich dann über den Nordhang des Wolfswiesenkogels und über die Mittageben fort. Auf dem Südhang des Gamsberges nimmt ihre Bedeutung offenbar rasch ab. Etwa westlich der Hollerbachhütte scheint sie auf der Südseite des oberen Hollerbaches auszuklingen. Die Überkipfung der Schichten auf der NW- und N-Seite des Hochsalm sowie auf der Ostseite des Wolfswiesenkogels hängt sehr wahrscheinlich mit den Bewegungen am Hutkogelbruch zusammen. Da auch die Salmschubfläche mit verstellt wurde, ist der Bruch jünger als diese. Auf den ersten Blick scheint es sicher, daß die Bewegung am Hutkogelbruch gegen SW oder SSW gerichtet war. Sehr genau läßt sich diese Richtung allerdings nicht erkennen, da die erwähnten Überkipnungen in der schon vorhandenen Mulde gegen den Muldenkern erfolgen mußten, auch wenn der spätere Druck nicht senkrecht, sondern ziemlich schräg zum Verlauf der Mulde wirkte. Es ist also möglich, daß die Bewegung in fast westlicher Richtung erfolgt ist. Der auf S. 66 erwähnte Nebenharnisch im Hollerbach deutet das vielleicht an. Die eigentümliche tektonische Bresche auf der NE-Seite des Hochsalm mag damit zusammenhängen, daß diese Bewegung ziemlich ausgiebig war.

Geyer, dem nur der Wettersteinkalk in der Umgebung des Hutkogels selbst, nicht dessen Fortsetzung gegen den Hollerbach bekannt war, glaubte eine sattelförmige Aufwölbung vor sich zu haben (1910, S. 183). Ich konnte mich aber nicht überzeugen, daß irgend ein Lunzer Sandstein nördlich unter dem Wettersteinkalk ansteht.

Die Art, wie der Wettersteinkalk-Zug Hutkogel—Mittagstein von zwei gegeneinander fallenden Störungen begrenzt wird (vgl. etwa

Schnitt IV auf Tafel VI), könnte die Vermutung erregen, daß es sich um eine Deckscholle der Windhagdecke handelt. Lahner hat aber gewiß recht, wenn er eine solche Deutung ablehnt (1933, S. 14—15). Der nördliche Wettersteinkalk-Zug ist, wie aus der Überlagerung durch jüngere Schichten hervorgeht, nicht überstürzt. Es ist aber ganz unwahrscheinlich, daß der Liegendschenkel, der am Salm vorhanden ist, weiter im N wieder fehlt. Auch zeigt die Art, wie der Hutkogelbruch gegen SE ausklingt, daß es sich nicht um eine große Schubfläche handeln kann.

4. Die Jansenmüerstörungen sind zwei Brüche, die den Wettersteinkalk der Jansenmüer im N und S begrenzen. Der südliche ist sehr schlecht, der nördliche dagegen gut aufgeschlossen. Er taucht, wie im örtlichen Teil ausführlich beschrieben, etwas westlich des Schüttertales auf und verläuft von hier mit sehr gut erkennbarem Südfallen bis zum unteren Enzenbach. Auf diese Strecke ist er leicht zu verfolgen, weil der Wettersteinkalk gegen wesentlich jüngere Schichten stößt und die Grenze überdies durch eine Reihe kleiner Vorkommen von Lunzer Sandstein hervor gehoben wird. Im Enzenbachgraben ist die Störung etwas verschoben. Auf der Südseite des Janslkogels verläuft sie ganz im Wettersteinkalk. Es ist schwer zu entscheiden, welche der hier erkennbaren tektonischen Linien die eigentliche Fortsetzung des Hauptbruches ist. Im Wassergraben ist er aber wieder gut zu erkennen. Die beiden kleinen Wettersteinkalkschollen knapp östlich neben dem Gehöft Gschwend möchte ich lieber mit den Jansenmüern als mit dem Gamsenbrand verbinden. Geyers früher auch von mir geteilte Vorstellung (1910, S. 183), daß der Stoßberg die Fortsetzung des Janslkogels und damit der Jansenmüer bildet, läßt sich nun nicht mehr aufrechterhalten, da wir genügend Gründe hatten, den Kalk des Stoßberges in die oberste Trias zu stellen. Die nördliche Jansenmüer störung muß über den Südhang des Stoßberges verlaufen. Am Nordfuß des Gaissteins ist sie wieder gut zu verfolgen. Sie trennt hier Hauptdolomit im N von Wettersteinkalk im S. Über ihren weiteren Verlauf wird man erst etwas sagen können, bis eine brauchbare Karte der Hochedlgruppe vorliegt. Ich vermute, daß die auf S. 82 beschriebene Störung im Schwarzenbachtal südlich P. 953, an der Wettersteinkalk unter starker Breschenbildung gegen Hauptdolomit stößt, hier anzuschließen ist.

Im westlichsten Teil der Jansenmüer, am Südfuß des Schütterberges, ist der Harnisch, der der beschriebenen Störung entspricht, aufgeschlossen. Er trägt waagrechte Striemen. Die Bewegung scheint also trotz des ausgesprochenen Südfallens der Bruchfläche nicht rein nördlich gewesen zu sein.

Zur Beurteilung des tektonischen Zusammenhanges wäre es äußerst wichtig, zu wissen, ob der Wettersteinkalk der Jansenmüer normal oder

invers liegt. Die überwiegenden Gründe scheinen mir für aufrechte oder fast senkrechte Lagerung zu sprechen. Vor allem ist deutlich zu sehen, daß der Wettersteinkalk der Grühmauer im S von Muschelkalk unterlagert wird.

Damit ist auch schon entschieden, daß wir den Wettersteinkalk der Jansenmäuer nicht zu dem des Windhagzuges rechnen dürfen. Wenn wir nicht annehmen wollen, daß es sich um den sehr stark gesenkten Hangendflügel der Windhagdecke handelt, kann die nördliche Jansenmäuerstörung also kein gemeiner Bruch mit Absenkung des Hangenden, südlichen Flügels sein; sie ist vielmehr ein verkehrter Bruch. Das paßt auch besser zu der Tatsache, daß an den nördlich benachbarten Brüchen des Beilsteingebietes überall der Südflügel gehoben ist (vgl. S. 124).

Die südliche Jansenmäuerstörung bringt an mehreren Stellen zwischen dem Bauern z'Schlag und Hollerbach die Werfener Schichten zutage. Im W schneidet sie die nördliche Störung ab, so daß die Untertrias gegen das Rhät des Schütterberges stößt. Die Werfener Schichten fallen vorwiegend gegen N, sind manchmal kleingefaltet und manchmal stark von Spatadern durchsetzt. Da der Muschelkalk bis auf das ganz kleine Vorkommen im Hollerbach fehlt, kann kein normaler Kontakt mit dem Wettersteinkalk bestehen. Die Lage der Störung und der Sinn der Bewegung ist nirgends zu erkennen. Es liegt aber nahe, einen steilen Aufschub gegen N anzunehmen.

Auf der Südseite des Janskogels schaltet sich zwischen Werfener Schichten und Wettersteinkalk eine Hauptdolomitscholle ein. Vermutlich gehört zu ihr auch die ganz zerrüttete Dolomitmasse des Looskogels. Die Grenze gegen den Wettersteinkalk scheint im Wassergraben sehr steil zu stehen. Über die gegen die Werfener Schichten abstoßenden Dolomite war leider nichts zu ermitteln. Am Looskogel könnte man ja meinen, daß der Dolomit der Untertrias aufliegen muß. Wahrscheinlich sind beide aber weitgehend verknetet. Die einfachste Annahme ist doch wohl, daß der Hauptdolomit zu der inversen Scholle der Windhagdecke gehört, daß die Werfener ihm ursprünglich aufgeschoben wurden und daß der Looskogel nur nachträglich emporgedrückt ist. Im unteren Hollerbachgraben ist eine ähnliche Vermengung kleiner Schollen von Werfener Schiefen und Muschelkalk längs steiler Flächen aufgeschlossen.

Als Fortsetzung der südlichen Jansenmäuerstörung ist jedenfalls die Aufschiebung von Werfener Schichten und Gosau auf den Muschelkalk der Südseite des Gaissteins anzusehen. Ihre Neigung kann teilweise nur gering sein, doch dürfte es sich dabei um nachträgliche Verbiegungen handeln (vgl. Schnitt V). Die Art, wie die Mitteltriasscholle der Jansenmäuer auf der Südseite des Schütterberges und im Hollerbachgraben, also gerade

an tief gelegenen Stellen, auskeilt, erweckt ja eher den Eindruck, daß sie sich nach unten keilförmig verjüngt, daß also der südliche Bruch steiler als der nördliche steht.

#### d) Die übrigen Brüche.

Außer sicheren gemeinen Brüchen sollen hier alle jene erwähnt werden, bei denen die Neigung der Störungsfläche nicht bekannt ist, so daß man sie nicht in eine bestimmte Gruppe einreihen kann. Ursprünglich hatte ich versucht, die Blattverschiebungen in einem besonderen Abschnitt zu behandeln. Das ist aber nicht gut möglich, einestéils, weil sich ja immer wieder zeigt, daß überhaupt die meisten ostalpinen Brüche Blattverschiebungen sind, andernteils, weil der Zusammenhang der Darstellung allzu sehr zerrissen würde. Die Aufzählung der Brüche schreitet von NW nach SE fort.

Auf dem Bräuberger müssen mehrere schwer verfolgbare Brüche angenommen werden. Sie begrenzen den eigentümlichen Neokomstreifen westlich P. 691 und erklären auch das Fehlen des Rhäts auf der Südseite des Langsteins. Dieser südlichere Bruch trennt wohl im Tießenbachgraben unten den Rhätkalk von dem höher oben auf der rechten Seite anstehenden Hauptdolomit und bewirkt die lückenhafte Entwicklung des Dachsteinkalkes bei der Ruine Scharnstein.

Der Bräugrabenbruch beginnt am Westfuß des Scharnsteinberges nächst der Kothmühle. Über den Nordhang dieses Berges verläuft er ganz im Hauptdolomit, ist aber durch eine Reihe von Felstürmen und Einsattlungen gut zu verfolgen. Im Tießenbachgraben nächst P. 558 trennt der Bruch NW fallenden Dachsteinkalk von dem nördlich daran stoßenden Hauptdolomit. Er steht hier nicht senkrecht, sondern ist deutlich gegen S geneigt. Im Bräugraben ändert sich — infolge der Abzweigung des Hutkogelbruches — der Sinn der Verwerfung. Statt Dachsteinkalk stößt jetzt Wettersteinkalk gegen den Hauptdolomit des Bräubergeres. Der Bruch zieht nun über den Bräusattel und ziemlich genau ostwärts über den oberen Tiergraben. Auf der NE-Seite des Hutkogels wird er durch die Flyschgrenze abgeschnitten.

Auf der linken Seite des unteren Bräugrabens dürfte, wie aus der Verteilung der Gesteine hervorgeht, ein kleiner Querbruch vorhanden sein.

Der Klamkogelbruch streicht wenig südlich der schon bei den verkehrten Brüchen erwähnten Störung aus, die den Wettersteinkalk östlich Steinbach im S begrenzt. Seiner ganzen Länge nach trennt er Hauptdolomit im N von Opponitzer Kalk im S. Dieser Opponitzer Kalk wird in der Regel weiterhin von Hauptdolomit normal überlagert. Nur nächst Spiesen scheint

auch seine Südgrenze ein Bruch zu sein. Nach ihrem Verlauf auf der Karte könnte man vermuten, daß die Klammkogelstörung ein südfallender verkehrter Bruch ist. Die Beobachtung im einzelnen ergibt aber immer wieder ihre ungefähr senkrechte Stellung. Es ist also fast sicher, daß sie tatsächlich, nicht nur scheinbar, bogenförmig gekrümmt ist.

Ihre Fortsetzung ist höchstwahrscheinlich in dem Bruch zu suchen, der knapp nördlich des Kogerlgütels Opponitzer Kalk von Hauptdolomit trennt. Wenn das richtig ist, dann müssen wir die nord—südlichen Spiesensbrüche als echte Blattverschiebungen ansehen. Die Versetzung des Opponitzer Ausstriches gegen S ließe sich ja auch durch eine Hebung des Westflügels erklären. Auf den fast senkrechten Klammkogelbruch ist diese Deutung aber nicht anwendbar. Die Spiesensbrüche geben sich auch dadurch als etwas Besonderes zu erkennen, daß sie die Flyschgrenze mitverschieben, während die anderen Brüche des Gebietes von ihr abgeschnitten werden.

Die Schubmasse des Windhagkogels ist, wie schon auf S. 118 erwähnt, auf der Südseite entlang mehrerer Brüche in ihre Unterlage eingesenkt. Ein Hauptbruch folgt der SW-Seite des Windhagkogels. Westlich des Beilsteingipfels spaltet er sich in zwei Staffeln. Die höchste Verwicklung wird südöstlich P. 921 erreicht.

Auch am Ausgang des Enzenbachgrabens sind mehrere Brüche vorhanden, die die Verschiedenheit der beiden Talhänge und das Empor-tauchen von Lias auf der linken Seite zur Folge haben. Die besonders starke Zusammenpressung der jüngeren Schichten auf der Südseite des Beilsteins dürfte wohl mit der Nähe der Jansenmüerstörung zusammenhängen (vgl. S. 34).

Der Janslkogel wird von einer Reihe ungefähr ost-westlicher, südfallender Brüche durchschnitten. Den wichtigsten davon haben wir schon als Fortsetzung der Jansenmüerstörung kennengelernt. Sowohl nördlich als südlich von ihm dürften andere vorhanden sein. Die bedeutendste dieser Nebenstörungen ist die auf S. 58 erwähnte, an der der südliche Hauptdolomitstreifen gegen den Wettersteinkalk stößt.

Den Gamsenbrandbruch hatten wir schon auf S. 118 zu erwähnen. Wir sahen dort, daß er nördlich des Gamsenbrandes in einer nicht leicht verständlichen Weise in die Salmüberschiebung einlenkt. Gegen S verläuft er zunächst knapp östlich des Gamsenbrand-Gipfels, wo die Salm-schubfläche an ihm beträchtlich gehoben ist, dann knapp westlich des unteren Schwarzeckgrabens. Hier trennt er normal gelagerte Obertrias im E von überkippter im W. Schließlich schneidet er den Jura des unteren Hollerbaches ab. Überall ist der Ostflügel gehoben.

Über den Oberlauf des Schwarzeckgrabens scheint noch ein zweiter, etwa ost-westlicher Bruch zu ziehen. Er gibt sich hauptsächlich dadurch zu erkennen, daß die Juraschichten im S ohne Zwischenschaltung von Rhät gegen den Hauptdolomit stoßen.

Der Sohle des Schachingergrabens scheint so ziemlich der ganzen Länge nach ein Bruch zu folgen. Südlich unter der Mittageben trennt er Obertrias im E von Oberjura im W. Weiter im S verläuft er ganz durch Obertrias, doch scheint auch hier der Ostflügel gehoben zu sein. Die Natur dieses Bruches ist schwer zu beurteilen. Es kommt mir nicht unmöglich vor, daß es sich um einen Zweig, vielleicht sogar den wichtigeren, des Hutkogelbruches handelt; eine steile Westüberschiebung, die sich nordwestwärts in den eigentlichen Hutkogelbruch fortsetzt, der dann eine Blattverschiebung wäre, an der der NE-Flügel etwas gegen W emporgeschoben wäre. Da es mir aber nicht gelungen ist, die Neigungsverhältnisse des Bruches im Schachingergraben festzustellen, führen diese Erwägungen zu keinem sicheren Ergebnis.

Im Jura des untersten Hollerbachgrabens beim Kurzböck (Aitzetmüller) sind einige ganz untergeordnete Brüche vorhanden, die steil SW geneigt sein dürften und an denen kleine Teile der Schichtfolge ausgefallen sind.

Nordöstlich des Englecks gibt es einige unbedeutende Verwerfungen, die vielleicht einen kleinen Horst und einen kleinen Graben begrenzen.

Den Engelsgraben quert ein Bruch, denn Opponitzer Schichten stoßen ohne Zwischenschaltung von Lunzer Schichten an Wettersteinkalk und auch das Einfallen ändert sich plötzlich.

Ein Stück oberhalb der Einmündung des Engelsgrabens ist die Grenze zwischen Hauptdolomit und Wettersteinkalk im Stoßbachtal offenbar eine Störung, da die Lunzer Schichten fehlen. Ich vermute, daß hier ein Bruch beginnt, der den Schwarzenbach wenig oberhalb der Vereinigung mit dem Weißenbach quert und mit zunehmender Bedeutung über den Südhang des Speikkogels hinzieht. Er trennt hier Oberjura von Dachsteinkalk. Weiter im E begrenzt er die Kalkmasse der Falkenmauer gegen N. Vgl. S. 136.

Nördlich der Weißenbachalm dürften mehrere kleine ost-westliche Brüche vorhanden sein, an denen die Lunzer und Opponitzer Schichten staffelförmig gegen S absinken.

Auf dem Westkamm des Speikkogels, gleich östlich P. 877, fehlen zwischen Dachsteinkalk und Wettersteinkalk die Zwischenglieder fast ganz. Es ist mir nicht gelungen, die Frage zu klären, durch welche Art von Störung das zustande kommt. Vermutlich wird sich das erst entscheiden lassen,

wenn man den Bau des Keferreuthberges (östlich des Rauschersattels) genau kennt.

Eine offenbar sehr wichtige tektonische Linie verläuft in etwa nord-südlicher Richtung über den Rauschersattel wenig westlich P. 972. Der Wettersteinkalk ist an ihr sehr stark zertrümmert und stößt gegen den Gutensteiner Kalk des Gaissteins. Ich vermute, daß diese Störung den Wettersteinkalk in das Schwarzenbachtal und die Oberkreide auf den Nordhang des Keferreuthberges bringt, daß an ihr also der Ostflügel gesenkt ist. Doch gilt hier dasselbe wie bezüglich des Speikkogels: Eine Entscheidung ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich.

Südlich des Stoßberges dürften auf der linken Seite des Stoßbaches außer der südlichen Jansenmüerstörung noch untergeordnete Brüche vorhanden sein, wie das Schnitt V beiläufig andeutet.

### e) Die Faltung.

Die Salmgruppe wurde von Geyer (1910, S. 182 ff.) als ein Faltenland mit Überkippung gegen N aufgefaßt. Die neue Aufnahme hat von dieser Vorstellung nur wenig übrig gelassen. Die Wettersteinkalkzüge sind größtenteils keine Sättel, sondern entweder durch Brüche begrenzte Horste oder Deckschollen. Das Juragebiet des Hochsalm ist keine geschlossene Mulde, da die orographisch tiefsten Aufschlüsse von Jura ja ganz in der Nähe des Grünaubaches liegen und hier durch Brüche oder Schubflächen begrenzt werden, so daß von einem Muldenschluß nicht die Rede sein kann.

Die sichtbaren Faltungen sind, wie wir auf S. 120 sahen, zum Teil höchstwahrscheinlich nur sekundäre Auswirkungen der verkehrten Brüche.

Im Gebiet des Windhagkogels und der Hohen Mauer kann man von einer bestimmten Streichrichtung kaum reden. Der Wettersteinkalk des Windhagkogels scheint zu einer Mulde zusammengebogen zu sein, deren Achse etwa N—S verläuft. Auf dem Schütterberg fallen die Juraschichten sehr gleichmäßig gegen WSW bis SSW. Auf der Hohen Mauer wechselt das Einfallen stark. Auf der NW-Seite des Grabersattels sind die Schichten ziemlich steil gegen SW bis W geneigt. Im Mahlleitengraben fallen die Juragesteine hauptsächlich gegen NE. Auf der Ostseite des Grünauberger Ecks sind die Schichten zu einem etwa nord—südlich streichenden Sattel aufgepreßt, durch den die Deckscholle der Hohen Mauer vom Windhagkogel abgetrennt wird. Diese Antiklinale scheint aber plötzlich gegen W umzubiegen, denn in der Gegend des Grünauberges und der Moarmäuer ist doch wohl eine W streichende Mulde und ein südlich anschließender Sattel

vorhanden. Diese Verhältnisse lassen ziemlich sicher darauf schließen, daß das Gebiet in mehreren verschiedenen Richtungen zusammengedrückt worden ist.

Aus allen den angeführten Gründen bleiben im Bereich meiner Karte nur wenige tektonische Erscheinungen übrig, die zweckmäßigerweise als Falten beschrieben werden. Ziemlich deutlich ist ein E—W streichender Sattel von Hauptdolomit zu erkennen, der den Scharnsteinberg einnimmt, über den mittleren Tießenbach zieht, auch auf dem NW-Hang des Hochsalm ausgebildet ist, dann vom Hutkogelbruch geschnitten wird. Beiderseits des unteren Tießenbaches fallen die Juraschichten gegen N ein. Auch der Dachsteinkalk auf der Südseite des Bräugrabens hat dieselbe Lagerung. Auf dem Scharnsteiner Spitz und gleich nordwestlich des Hochsalmgipfels ist der Gegenflügel der Antiklinale vorhanden. Hier schließt gegen S eine unregelmäßige Mulde an, in der die Deckscholle des Windhagkogels liegt.

Im Scharnenriß trafen wir eine Mulde von Dachsteinkalk an. Weiter im E wird ihr Südflügel durch den Rauhkogelbruch abgeschnitten. Der Nordflügel ist aber, teilweise mit recht steiler, ja überkippter Schichtstellung, gut über den Gamsberg zu verfolgen. Außerhalb meiner Karte setzt sich diese Mulde auf die Gradenalm fort, wo sie wieder vollständig ist.

Wie schon im örtlichen Teil beschrieben, verläuft zwischen Hochsalm und Wolfswiesenkogel eine etwa N—S streichende Queraufwölbung. Augenscheinlich werden durch sie auch die Fenster auf der rechten Seite des oberen Enzenbaches in die Erosionsoberfläche gebracht.

Muldenförmigen Bau hat der Gaisstein und vermutlich auch der Speikkogel. Ihr Gesamtstreichen ist etwa ost-südöstlich bis östlich.

Bei der statistischen Untersuchung der Fallzeichen habe ich die Windhagdecke mit ihrer verkehrten Lagerung gesondert behandelt. Bei der Zählung der Fallwinkel habe ich von der inversen Schichtstellung einfach abgesehen. Die Trias der Windhagdecke verhält sich in bezug auf die örtliche Tektonik wie das jüngste Schichtglied. Man könnte ja fragen, ob es nicht zweckmäßig wäre, die Fallwinkel statt von  $0^\circ$  von  $90^\circ$  an zu zählen, da die Abweichung von der ursprünglichen Lagerung der Schichten offenbar um so größer ist, je mehr sich bei inverser Stellung ihr Einfallen der Waagrechten nähert. Das wäre aber nur zu rechtfertigen, wenn man annehmen dürfte, daß die Neigungen nahe  $180^\circ$  durch eine Steigerung der Schrägstellung der Schichten zustande gekommen ist — wie es ähnlich für die verstreuten inversen Einfallen innerhalb der unterschobenen Masse zutrifft. Für die Windhagdecke kommt die Vorstellung der Wahrheit sicherlich viel näher, daß sie ursprünglich fast ganz flach vorgeschoben und später zusammen mit dem Untergrund noch einmal gefaltet wurde.

Das eingeschlagene Verfahren bietet außerdem den Vorteil, daß die Diagramme für die Decke und für die Unterlage unmittelbar vergleichbar werden. Man kann an ihnen also die Frage prüfen, inwieweit die Annahme von einem ursprünglich flachen Aufschub der Decke zutrifft, ob diese mit der Unterlage etwa schon ursprünglich einen Winkel bildete oder ob eine solche tektonische Diskordanz vielleicht nachträglich durch die verschiedene Faltbarkeit der Gesteinspakete entstanden ist. Wir werden allerdings bald sehen, daß die Antwort auf diese Frage schwierig und nicht eindeutig ist.

Die Fallzeichen innerhalb der Oberkreideschichten wurden weggelassen. Ihr räumliches und zeitliches Verhältnis zu denen in den älteren Gesteinen ist zu unklar; für die Aufstellung eines eigenen Diagrammes sind sie aber zu wenig zahlreich.

Schwierig war, wie fast immer, die richtige Berücksichtigung der magnetischen Deklination. Meine Aufnahmen umfassen die Zeit von März 1926 bis August 1941. Ihren mittleren Zeitpunkt kann man mit 1934'0 ansetzen. Nach Schedler und Toperczer (1936, Tabelle 8) war die Deklination zu dem Zeitpunkt 1930'0 in Grünau  $5^{\circ} 15'7''$  West. Der Normalwert der Deklination ergibt sich nach Gleichung (2) in Toperczer 1938 mit  $5^{\circ} 10'2''$ . Für 1935'0 erhält man aus Gleichung (3) derselben Arbeit  $4^{\circ} 22'8''$ . Die wahre Deklination dürfte damals also  $4^{\circ} 28'3''$  gewesen sein. Durch Interpolieren erhält man für den Zeitpunkt 1934'0 den Wert  $4^{\circ} 36'7''$  West. Meist habe ich mit einem Kompaß gearbeitet, an dem die Deklination mit  $8\frac{1}{2}^{\circ}$  korrigiert war. Durch einen unglücklichen Zufall war das im Jahre 1941 nicht möglich. Der in diesem Jahr benützte Kompaß hatte keine Korrektur. Mit ihm wurden 15 Messungen oder 5'4% aller vorliegenden ausgeführt. Die Deklination auf den benützten Bussolen ist also im Mittel mit  $8^{\circ}$  anzunehmen, d. h. sie war um  $3^{\circ} 23'3''$  zu groß. (Die Minuten und Zehntelminuten sind in Anbetracht der geringen Genauigkeit der einzelnen Messungen und der ganzen Berechnung selbstverständlich bedeutungslos. Da sie aber bei den die Diagramme kennzeichnenden Werten — schon mit Rücksicht auf die genaue Durchführung der Rechnungsproben — beibehalten wurden, nehme ich sie auch bei der Deklination mit.)

Man kann die Korrektur nicht bei jeder einzelnen Messung anbringen, weil die Fallrichtung in den Tagebüchern oft nicht in Graden, sondern nur annähernd nach Weltgegenden (SSW od. dgl.) angegeben ist. Man muß sie vielmehr am Ende der Rechnungen von der gefundenen Richtung der Diagrammachse abziehen und in den Zeichnungen durch eine kleine Drehung des ganzen Diagrammes nach rechts berücksichtigen.

Das Ergebnis der statistischen Untersuchung ist in der unten folgenden Tabelle sowie in den Textfig. 6 und 7 zusammengestellt. Es bedeutet (vgl. Pia 1923 a und b; 1924; 1937):

$n$  = Anzahl der Messungen.

$M$  = mittlerer Fallwinkel, das Maß der Stärke der Faltung ohne Rücksicht auf ihre Richtung.

$\zeta$  = Richtung der Achse des Halbdigrammes, ein ungefährender Ausdruck für die Richtung des allgemeinen Schichtabfalles (von Ost aus entgegen dem Sinn des Uhrzeigers gemessen).

$E$  = Halbmesser des Einheitlichkeitskreises des Halbdigrammes, ein ungefährender Ausdruck für die Neigung des allgemeinen Schichtabfalles. Er kann zwischen 0 und  $M$  liegen.

$e$  = Einheitlichkeitsfaktor, ein Maß für die Einheitlichkeit der Fallrichtung. Er kann zwischen 0 und 100 liegen.

$\psi$  = Richtung der Achse des Diagrammes, gemessen wie  $\zeta$ .

$F$  = Halbmesser des Interferenzkreises im Diagramm, ein Maß für die Stärke der Faltung in der durch die Diagrammachse angegebenen Richtung. Er kann zwischen 0·64074 und  $M$  liegen.

$i$  = Interferenzfaktor, ein Maß für das Zusammentreffen verschiedener Störungsrichtungen. Er kann zwischen 0 und 100 liegen.

### Übersicht über die Ergebnisse der Fallzeichenstatistik in der Salmgruppe.

	I. Unterschobene Masse	II. Windhagdecke
$n$	206	70
$M$	40° 44'	37° 52'
$\zeta$	197° 30·8'	227° 27·5'
$E$	14° 52'	18° 7'
$e$	36·51	47·81
$\psi$	58° 46·9'	32° 27·3'
$F$	31° 16'	28° 59'
$i$	54·05	54·64

Das erste, was man aus den Zeichnungen sowie aus den Werten für  $e$  und  $i$  entnehmen kann, ist die geringe Einheitlichkeit der Faltung in der Salmgruppe. Das entspricht ja ganz dem, was aus der unmittelbaren geologischen Betrachtung zu ersehen war (S. 126). Die Halbdigramme haben

in einem so unregelmäßig gebauten Gebiet weniger Bedeutung, als etwa in den Prager Dolomiten. Immerhin kann man aus ihnen sehen, daß die

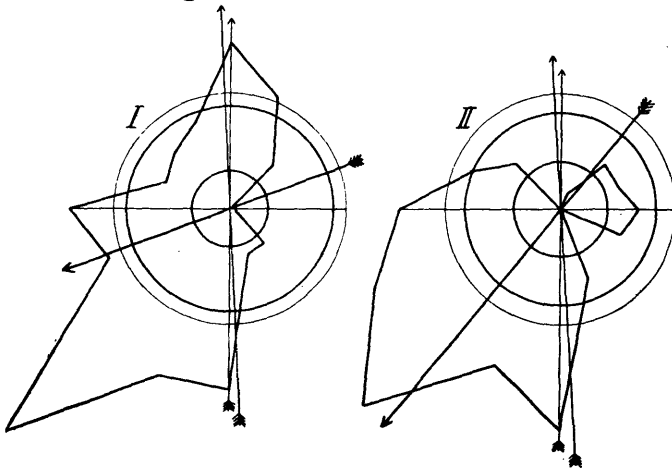


Fig. 6. Fallzeichen-Halbdigramme der Salmgruppe. 1 mm = 3°. I = unterschobenes Gebiet, II = Windhagdecke.

Schichten der Salmgruppe sich im ganzen ungefähr gegen SW senken. Das ist der wichtigste Beitrag der Fallzeichenstatistik zur tektonischen Kennzeichnung des Gebietes. Aus der Betrachtung der geologischen Karte geht diese Lagerung nicht klar hervor, weil die Verteilung der Schichtglieder infolge der Überschiebungen und Brüche nicht der Neigung der Schichtung folgt, sondern sehr unregelmäßig ist.

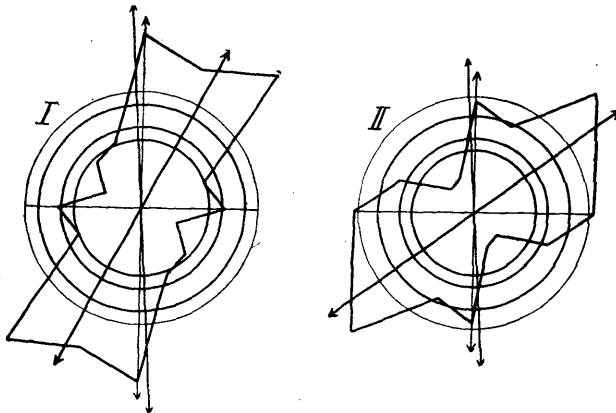


Fig. 7. Fallzeichendiagramme der Salmgruppe. 1 mm = 3°. I = unterschobenes Gebiet, II = Windhagdecke.

Aus der Richtung der Diagrammachsen zeigt sich am deutlichsten, daß das vorherrschende Streichen ungefähr NW—SE ist. Reines Querstreichen, entsprechend einem Einfallen gegen W und E, spielt keine große Rolle. Man kann die Fallzeichen

dieser Richtung der Hauptsache nach un schwer als zufällige Abweichungen ansehen. Eher scheint

eine selbständige Faltung mit Einfallen gegen S und N angedeutet zu sein, besonders wenn man das Halbdigramm I mitbetrachtet. Es handelt sich hier wohl um einen Ausdruck für die starke Herabbeugung der Schichten gegen N im Nordteil des Scharnsteinberges und Hochsalm.

Auffallend groß ist der Unterschied zwischen den Zeichnungen für das unterschobene Gebiet und für die Windhagdecke. Man könnte daraus, wie schon auf S. 128 angedeutet, zunächst schließen, daß die Decke ent-

weder vor oder nach der Überschiebung eine eigene, von der Unterlage unabhängige Faltung erfahren hat. Das ist aber nicht wahrscheinlich, weil ja der Dachsteinkalk der Decke im ganzen sehr regelmäßig auf dem obersten Jura oder der untersten Kreide liegt. Vielmehr dürfte es sich vorwiegend um einen Unterschied zwischen den verschiedenen Gegenden des Gebietes handeln. Der Faltungszustand in den Zeichnungen I, die sich ja auf Fallzeichen des ganzen Gebietes beziehen, ist wesentlich durch das Auftreten einer starken nördlichen Komponente gekennzeichnet (vgl. besonders das Halbdiaagramm). Sie fehlt der Decke, weil diese in der Gegend nahe dem Flyschrand, wo nördliches Einfallen herrscht, nicht vorhanden ist. Am merkwürdigsten ist der gegen E gerichtete Zacken des Halbdiaagrammes der Windhagdecke. Er deutet vielleicht doch auf das Vorhandensein gewisser Querstörungen, die im Bereich der Unterlage zufällig nicht durch Messungen vertreten sind. Man muß ja auch bedenken, daß eine örtliche Störung sich in der Statistik für die viel kleinere Decke mit der geringeren Gesamtzahl von Fallzeichen viel deutlicher ausprägt als in der für die Unterlage.

Nach der Stärke der Faltung. (Wert M, vgl. Pia 1937, Tabelle VI, S. 233) steht die Salmgruppe etwa in der Mitte zwischen dem SW-Teil des Steinernen Meeres und den Prager Dolomiten. Das gilt selbstverständlich nur, wenn man von der überkippten Lage der Decke absieht. In Wahrheit ist die Salmgruppe offenbar viel stärker gestört, als irgend eines der früher von mir statistisch untersuchten Gebiete. Das kommt bei der gewählten Art der Darstellung — die dafür wieder andere Vorteile bietet — nur nicht zum Ausdruck.

### f) Die Flyschgrenze.

Die Grenze zwischen Kalkalpen und Sandsteinzone wird in neuerer Zeit recht einstimmig auch in unserem Gebiet als Überschiebung aufgefaßt. Selbst Geyer (1910, S. 185) bezweifelt das nicht. Er beruft sich als Beweis auf den Verlauf im Gelände. Richter und Müller-Deile (1940, Taf. 16) zeichnen die Störung in dem Profil über den Hochsalm besonders flach, wohl kaum auf Grund von unmittelbaren Beobachtungen, sondern um die Darstellung des Flyschfensters von Grünau zu erleichtern. Die erkennbaren Tatsachen sind jedoch nicht so eindeutig, wie man nach dem Schrifttum annehmen müßte.

Wie gewöhnlich, sind die Aufschlüsse längs der Flyschgrenze auch im Salmgebiet nicht gut. Oft läßt sich ihre Lage nur durch einen Gehängeknick (Bräuberger Hutkogel usw.) oder durch Quellaustritte (Bräuberger Spiesengraben) ungefähr entnehmen. Einen wirklich guten Auf-

schluß fand ich nur auf der NE-Seite des Hochsalm. Hier erwies sich die Grenze als senkrecht. Es entspricht das ja den Erfahrungen, die immer wieder gemacht werden. So betonte Herbst vor kurzem (1938, S. 46), daß in Südbayern kein Anzeichen für eine größere Überschiebung des Oberostalpins auf den Flysch vorhanden ist. Die Grenze fällt steil S.

Die sehr allgemeine Verbreitung von transgredierender Oberkreide am Nordrand der Kalkalpen ist der Annahme einer großen Überschiebung eigentlich auch nicht günstig. Man kennt sie schon länger nördlich des Vorderen Langbathsees, auf der linken Seite des Almtales nordwestlich Scharnstein und zwischen Steinbach und Micheldorf. Nun ist noch das neue Vorkommen südwestlich Steinbach, am Nordfuß des Wolfswiesenkogels dazu gekommen. Wahrscheinlich handelt es sich immer um Zenoman. Es liegt auf verschiedenen tektonischen Einheiten, östlich der Alm auf der nördlichsten Scholle, die wir die Randscholle nennen werden, westlich der Alm aber auf der Fortsetzung der Zone tiefer Triasgesteine bei Grünau. Man wird ja heute kaum geneigt sein, diese grobklastischen Bildungen mit Abel (1918, S. 47) als „Grundkonglomerate der Flyschbildungen“ anzusehen. Andererseits scheint mir weder im Almtal noch westlich des Traunsees ein Grund für die Annahme einer besonderen „zenomanen Randschuppe“ vorzuliegen, wie sie im Westteil der nördlichen Kalkalpen vorhanden sein soll (Richter, Custodis usw. 1939). Dafür ist der Zusammenhang des Zenomans mit den benachbarten Triasgesteinen doch zu deutlich. Das scheint auch Müller-Deile (1940, S. 374) zu fühlen, wenn er sagt: „Eine Besonderheit stellen die bei Kirchdorf vorkommenden Gerölle von Werfener Quarziten und Schiefen dar, die sich mit den bisherigen Anschauungen über die Genesis des Randzenomankonglomerats kaum in Einklang bringen lassen.“

Die Anordnung der Gesteine würde wesentlich leichter verständlich, wenn die heutige Nordgrenze der Kalkalpen nicht ein zufälliger Erosionsrand einer großen Decke ist, sondern einer Herabbiegung der Auflagerungsfläche der Oberkreide entspricht. Wegen der Verbreitung kalkalpiner Breschen wird man vielleicht an die Nordküste einer durch eine vorzenomane Faltung gebildeten Inselreihe zu denken haben, die dann später wohl noch tektonisch zu einer Flexur umgestaltet wurde. Auch Richter, Custodis usw. (1939, S. 690) empfinden es ja als merkwürdig, „daß die Allgäudecke auf so lange Erstreckung gerade ihre jüngsten Schichtglieder an der Stirn vor sich hergeschoben hat“.

Diesen Tatsachen stehen nun aber andere gegenüber, die leichter mit der Auffassung der Flyschgrenze als einer bedeutenden Schubfläche vereinbar sind. In diesem Sinn spricht vor allem, worauf ja schon Geyer

hinwies, der Verlauf im Gelände. Freilich sind auch hier die Schwierigkeiten nicht gering. Stellenweise, wie im Spiesengraben, ist die Gestalt der Grenze ziemlich sicher durch Blattverschiebungen bedingt. Im Gebiet der Quellgräben des Scheiblaches läßt sie sich wegen der Mangelhaftigkeit der topographischen Karte nur schwer genau feststellen. Bei unmittelbarer Betrachtung in der Natur schienen die Wettersteinkalke viel mehr in einer Linie zu liegen, als auf der Karte. Schließlich besteht ja auch die Möglichkeit, daß hier wieder eine Blattverschiebung vorhanden ist, obwohl ich sie nicht nachweisen konnte.

Der Vergleich des Baues zu beiden Seiten des unteren Tießenbaches deutet auf eine Überschiebung der Sandsteinzone durch die Kalkalpen hin (S. 15). Dadurch ergäbe sich auch eine Erklärung für die starke Gesteinszertrümmerung nächst der Flyschgrenze auf dem Bräuberg und für die lebhafteste Verschuppung der Gesteine am Nordfuß des Scharnsteinberges.

Die Wettersteinkalk-Klippen von Spielanger bei Scharnstein sind wohl nur als Reste einer ehemals den Flysch überlagernden ostalpinen Zone zu verstehen.

Die Flyschgesteine am Nordfuß der Salmgruppe fallen ziemlich gleichmäßig mittelsteil bis steil SW, also jedenfalls nicht von den Kalkalpen ab.

Rätselhaft sind manche Beobachtungen an dem wiederholt erwähnten Aufschluß der Flyschgrenze nordöstlich des Hochsalm. Die im örtlichen Teil beschriebene starke Veränderung des Hauptdolomites deutet wohl darauf hin, daß wir hier nicht nur einen untergeordneten Bruch vor uns haben, sondern wirklich eine tektonische Hauptlinie. Da kaum eine andere Möglichkeit bleibt, wird man doch wohl annehmen müssen, daß es sich um eine nachträglich steilgestellte Schubfläche handelt. (Ein bedeutender senkrechter Bruch oder eine Blattverschiebung müßte sich wohl in der Umgebung bemerkbar machen.) Vielleicht hängt der eigentümliche Verlauf der Flyschgrenze östlich des Hutkogels mit dem Hauptdolomitsattel zusammen, den wir vom Scharnsteinberg auf den Hochsalm verfolgen konnten (S. 127). Diese Faltung müßte dann jünger sein, als die Überschiebung der Kalkalpen auf den Flysch.

Die überwiegenden Gründe scheinen mir nach dem Gesagten dafür zu sprechen, daß der Flyschrand eine nicht unbeträchtliche Überschiebung ist. Die Verbreitung der kalkalpinen Oberkreide längs dieses Randes bleibt dann allerdings merkwürdig. Fast scheint es, daß er schon in alter Zeit angelegt war und seit dem großen Vorschub noch nicht beträchtlich zurückgewittert ist. Möglicherweise deutet die Häufung von Überschiebungs-

anzeichen an der NW-Ecke des aufgenommenen Gebietes darauf hin, daß eine letzte Schubbewegung etwa gegen NW erfolgt ist.

Da sehr verschieden alte Gesteine und verschiedene tektonische Elemente an den Flysch herantreten, müssen wir uns dessen Kontakt mit den Kalkalpen wohl als eine Scherungsfläche denken, die die Schichten und die älteren Störungsflächen durchschneidet.

### g) Die Oberkreide im Becken von Grünau.

Von ihrer stratigraphischen Zusammensetzung war schon auf S. 111 die Rede.

Über die Tektonik ergeben sich aus den örtlichen Beschreibungen folgende Hauptpunkte: Die Oberkreide ist überall ungemein gestört. Sie ist einesteils auf Mitteltrias aufgeschoben (Vorderer Krangraben), wird aber auch wieder von Trias, meist Mitteltrias überlagert (östlich der Kieshütte, Dachskopf, wahrscheinlich auch Farrenau-Hochberg und Keferreuthberg). Die Lagerung ist also unzweifelhaft viel verwickelter, als Brinkmann (1936, Fig. 2) sie darstellt. Es kann sich gewiß nicht um ein einfach aufgesatteltes Flyschfenster handeln. Wenn wir den Grundgedanken Brinkmanns beibehalten, müßte die Oberkreide den Kern einer liegenden Falte bilden — oder sie steckt doch zusammen mit den Werfener Schichten zwischen zwei Schuppungsflächen.

Die Oberkreide ist überall innig mit Werfener Schichten vergesellschaftet. Das ist nun freilich eine sehr allgemeine Erscheinung, die meist dadurch erklärt wird, daß den weichen Werfener Schichten in vorgosauischer Zeit Tiefenlinien folgten, längs derer das Gosaumeer eindrang. Ganz einfach ist diese Vorstellung nicht. Sie setzt voraus, daß in den Gosaubecken die heutige Oberfläche der vorgosauischen sehr nahe liegt — trotz der vielfältigen geologischen Ereignisse, die sich seither abgespielt haben. Ich meine auch, daß Brinkmann (1934, S. 473) mit seiner Annahme einer ehemals viel weiteren Verbreitung der Gosauschichten recht hat. Man wird sich das Gosaumeer nicht als ein System von Fjorden vorzustellen haben, sondern viel eher als ein Inselmeer (von dessen Erhebungen die lokalen Breschen stammen). Falls die Salmüberschiebung vorgosauisch ist (vgl. S. 148), müßte zur Gosauzeit nicht nur fast die ganze unterschobene Schichtfolge, sondern auch die ganze normale und inverse Serie der Windhagdecke schon abgetragen gewesen sein.

Wie Brinkmann (1936, S. 444) zutreffend hervorhebt, setzt seine Deutung der Grünauer Oberkreide als Flyschfenster voraus, daß unter der Trias des Beckens keine tieferen kalkalpinen Decken vorhanden sind. Trauth bezweifelt diesen Punkt (vgl. S. 111). Wenn die Mitteltrias der

Jansenmäuer, des Gaissteins usw. ein eingebrochener Teil der Windhagdecke wäre, könnte Brinkmanns Annahme nicht zutreffen. Nun sahen wir aber (S. 122), daß der Zug der Jansenmäuer doch höchstwahrscheinlich aus der Tiefe emporgeschoben ist, also zur selben Einheit wie der Nordhang des Hochsalm gehört. Unter diesem kommen am Flyschrand keine tieferen Decken heraus. Der örtliche Befund ist also mit Brinkmanns Vorstellung gut vereinbar.

Wenn wir an der Überschiebung der Kalkalpen auf die Sandsteinzone festhalten, andernteils aber annehmen, daß die Oberkreide von Grünau auf Werfener Schichten transgrediert, wäre sie nur durch diese vom Flysch getrennt. Das ist eine ziemlich künstliche, mechanisch wenig befriedigende Vorstellung. Man kann sich kaum denken, daß eine Masse, die zwischen großen Kalkblöcken im N und S eine solche Schwächezone enthält, als Ganzes vorgeschoben werden kann, ohne daß der Gosastreifen vollständig ausgequetscht wird.

Eine Entscheidung der Frage des Flyschfensters von Grünau bringt die tektonische Untersuchung ebensowenig wie die stratigraphische. Sie steht aber mit der Hypothese des Fensters nicht in Widerspruch, sondern nur mit der allzu einfachen Form, die ihr Brinkmann in seinen Profilen gegeben hat.

## **h) Tektonische Beziehungen zur Umgebung.**

### **1. Beziehungen gegen E.**

Die Beziehungen zur Kremsmauergruppe sind offenbar die engsten und wären verhältnismäßig leicht zu verfolgen, wenn unsere geologische Kenntnis des östlichen Gebietes etwas weniger unvollkommen wäre. Leider sind meine Versuche, eine Neuaufnahme der Kremsmauer und ihrer Umgebung anzuregen, bisher mißglückt.

Geyer (1910, S. 184) vertritt die Ansicht, daß die Mulde des Hochsalm (ein an sich recht zweifelhafter Begriff, vgl. S. 126) sich in die der Gradenalm fortsetzt. Wie schon gezeigt (S. 127), trifft das kaum zu. Die Mulde der Gradenalm wird vielmehr südwestlich Steinbach vom Rauhkogelbruch abgeschnitten.

Der Rauhkogelbruch ist auf der Südseite des Pfannsteins sehr gut weiter zu verfolgen. Der Dachsteinkalk zwischen dem Lias und dem Hauptdolomit des NW-Kammes dieses Berges ist viel schmaler, als das seiner normalen Mächtigkeit nach der Fall sein müßte. Im S endet er gegen den Hauptdolomit mit einer glatten Felsmauer. Ihre Richtung maß ich auf dem NW-Grat mit S 35° E. Auf dem Kamm, der von der Gradenalm gegen S führt (Kalbling des Meßtischblattes), sind die Schichten recht

stark aufgerichtet und gestört. Der Dachsteinkalk des Kalblinggipfels streicht etwa N 40° W. Er scheint im S gegen Hauptdolomit zu stoßen. Vermutlich ist das die weitere Fortsetzung des Rauhkogelbruches. Der Hauptdolomit ist nur schmal. Südlich von ihm folgt auf dem Kamm eine vollständige Plattenkalk-Rhät-Serie und eine etwas unvollständige, stark gestörte Juraserie. Ihr oberster Teil, die Oberalmschichten, stößt gegen den hellen Gipfelkalk des Kremsmauerzuges, von dem gleich die Rede sein wird.

Die Kremsmauer würde nach Geyer (1910, S. 179—180) zusammen mit dem Hochedl die östliche Fortsetzung des Windhagkogels bilden. Wir sahen schon, daß der Wettersteinkalk der Kremsmauer von dem des Hochedl überall durch Hauptdolomit getrennt ist. Diesen Hauptdolomit, der sich zur Legeralm fortsetzt, betrachtet Geyer als eine zerbrochene Synklinale. Der Wettersteinkalk der Kremsmauer-Falkenmauer würde steil südwärts unter sie einfallen (Geyer 1910, Abb. S. 177). Schon nach Geyers eigener Karte erscheint diese Deutung sehr wenig einleuchtend. Der Verlauf der Lunzer Schichten auf der Südseite des Wettersteinkalkzuges deutet eher auf inverse Lagerung hin. Auch wird der Wettersteinkalk gegen das Steyrtal zu immer schmaler. Wenn er ein Sattel wäre, sollte er hier breiter werden.

Um mir über diesen Punkt ein Urteil zu bilden, habe ich das Profil längs des bezeichneten Steiges über das Törl begangen. Die Frage erwies sich aber wieder einmal als nicht ganz einfach. Der Dolomit des unteren Hangteiles südlich unter dem Törl ist überwiegend weiß, nicht selten deutlich zuckerkörnig. Man würde ihn viel eher für Ramsaudolomit als für Hauptdolomit halten. In 1220 *m* Höhe steht am Weg Lunzer Sandstein an. In 1260 *m* Höhe beginnen die Kalkwände. Der Kalk ist hier hellgrau, selten mittelgrau, nie weiß. Die meist deutlichen Schichten sind sehr stark verbogen. Im ganzen fallen sie sanft N, sicher nicht unter den Lunzer Sandstein ein. Das Törl, ein Loch in der Wand, entspricht offensichtlich einer starken Quetschungszone im Kalk. Auf der Nordseite des Törls sind die Schichten weniger gestört. Sie liegen ungefähr waagrecht. Beim weiteren Abstieg ist der Kalk teilweise rötlich, im untersten Teil sehr hell. 1310 *m* über dem Meer zeigen sich hinreichende Spuren von Lunzer Sandstein. Unmittelbar darunter steht am Weg ein hellgrauer, grusiger Dolomit an, der wie Hauptdolomit aussieht. Am Nordfuß des Lackerkogels (westlich des Törls, gerade südlich der Gradenalm) ist der Kalk größtenteils weiß. Seine Schichten liegen mit allerhand Verbiegungen ungefähr flach. Zwar ist eine senkrechte, der Wand entlang streichende Klüftung vorhanden, die aber mit der Schichtung sicher nichts zu tun hat.

An den hellen Kalk stoßen hier im N, wie schon erwähnt, unmittelbar die Oberalmschichten. Die Grenze scheint eher ein steiler Bruch als eine Überschiebung zu sein (vgl. S. 119).

Aus diesen Beobachtungen geht nur eines unzweifelhaft hervor, daß nämlich Geyers Deutung, nach der der Kalk der Kremsmauer steil südlich unter Lunzer Schichten und Hauptdolomit einfällt, der Natur nicht entspricht. Er liegt vielmehr auf den Lunzer Schichten und diese überlagern den Dolomit der tieferen Hangteile. Was aber die stratigraphische Deutung der Gesteine betrifft, so bleiben mehrere Möglichkeiten bestehen. Berücksichtigt man nur den Befund auf dem Südhang, so käme man zu der Annahme einer normalen Schichtfolge Ramsaudolomit — Lunzer Schichten — Opponitzer Kalk + Dachsteinkalk. Das würde bedeuten, daß der Hauptdolomit hier primär fehlt, was in einer so weit nördlich gelegenen Zone der Kalkalpen wohl sehr verwunderlich wäre. Allerdings könnte man daran erinnern, daß wir an mehreren anderen Stellen Andeutungen eines teilweisen Ersatzes des Hauptdolomites durch Kalk fanden (vgl. S. 100).

Das Profil auf der Nordseite des Törls spricht mehr dafür, daß wir es mit einer verkehrten Schichtfolge Hauptdolomit—Lunzer Schichten—Wettersteinkalk zu tun haben. Der Opponitzer Kalk müßte fehlen, was in diesem Fall aber leicht durch Ausquetschung erklärt werden könnte.

Eine dritte Deutung ist mir erst während der Ausarbeitung des vorliegenden Textes eingefallen. Es wäre denkbar, daß der sogenannte Lunzer Sandstein der Kremsmauer auch hier in Wirklichkeit Oberkreide ist. Die Falkenmauer und Kremsmauer würden dann die Fortsetzung des Keferreuthberges bilden, auf dessen Nordseite ja Gosau zwischen zwei Triaskalken zu liegen schien. Der liegende Dolomit könnte Ramsaudolomit, der hangende Kalk Wettersteinkalk sein. Der Sandstein könnte sich mit dem des obersten Schwarzenbachtals verbinden (vgl. S. 83), wie das schon Geyer (1910, S. 178) wollte. Gegen diese Deutung spricht außer dem Aussehen der Sandsteine und Schiefer vor allem ihre sehr gleichmäßige Verbreitung in einem dünnen Band (Geyer 1910, S. 178, und Blatt „Kirchdorf“), die bei einer tektonischen Einschaltung sehr unwahrscheinlich wäre.

Eine Entscheidung zwischen den verschiedenen Möglichkeiten wird gewiß zu gewinnen sein, wenn der ganze Kremsmauerzug neu aufgenommen wird, wenn insbesondere in ihm Versteinerungen gefunden werden. Bisher scheinen solche nicht vorzuliegen. Für wahrscheinlicher halte ich vorläufig die Deutung als inverse Schichtfolge, weil das vollständige Fehlen des Hauptdolomites doch nur auf Grund sehr sicherer Beweise an-

genommen werden könnte, weil die Deutung der Sandsteine als Kreide gezwungen erscheint und weil auch die Beobachtungen auf der Südseite des Speikkogels sich dieser Vorstellung am besten anschließen. Dann ist die Kremsmauer offenbar die echte Fortsetzung der Windhagdecke, deren Zusammenhang zwischen dem Hollerbach und dem Speikkogel nur an der nördlichen Jansenmäuerstörung in die Tiefe versenkt ist.

Ob das Sengsengebirge tatsächlich die Fortsetzung der Kremsmauer bildet und ob sich hier aus der Decke eine gewöhnliche liegende Falte entwickelt, wie man seit H a h n (1913, S. 279—280) sehr allgemein annimmt, müßte erst durch eine neue Kartenaufnahme geprüft werden. Wir haben uns jetzt ja genügend überzeugt, daß man aus den bisher vorliegenden geologischen Karten des Alm- und Steyrgebietes keine tektonischen Schlüsse ziehen kann. Denkbar wäre es, daß hier der normale Hangendschenkel der Windhagdecke erhalten ist. Eine Vervollständigung des inversen Schenkels, wie sie H a h n (S. 280) im Anschluß an G e y e r beschreibt, finden wir auch im Mahlleitengraben, obwohl es sich hier unzweifelhaft um eine Deckscholle handelt. Es ist auch nicht zu verkennen, daß der Gaisberg bei Leonstein an der Steyr, den K o b e r (1923, S. 162, und Fig. 77) als eine zum Sengsengebirge gehörige Deckscholle betrachtet, auf G e y e r s Karte ungemein verdächtig aussieht (vgl. dazu G e y e r 1909 b, S. 138, Abb. 2). Später hat sich K o b e r aber H a h n s Auffassung genähert (1938, S. 115). Vielleicht ist es mir möglich, diese Gegend bald zu besichtigen.

Die nördliche Jansenmäuerstörung konnten wir mit einiger Wahrscheinlichkeit bis in den oberen Schwarzenbachgraben verfolgen (S. 121). Es läge nahe, zu vermuten, daß sie weiterhin den Wettersteinkalk des Bergzuges Hochedl—Rieserschneid—Rieserkogel und jenseits des Steyrtales vielleicht des Falkensteins und des Riesenberges im N begrenzt. Auch das müßte erst untersucht werden.

## 2. Beziehungen gegen W.

Die Mitteltriasgesteine der Steineckgruppe können meiner Meinung nach nur als Fortsetzung des Zuges der Jansenmäuer und des Zuckerhuts bei Grünau, keineswegs aber der Windhagdecke angesehen werden. Dafür sprechen folgende Gründe: Die starke Entwicklung von Muschelkalk und Werfener Schichten, die unseres Wissens der Windhagdecke fehlen, das reichliche Auftreten von *Diplopora annulata* auf dem Steineck und dem Ameisplan, endlich die normale Lagerung der Gesteine, von der ich mich auf dem Zwillingkogel vor Jahren überzeugt habe und die wohl auch für das Steineck und den Ameisplan kaum angezweifelt werden kann. L a h n e r (1932, S. 138) bezeichnet das Steineck als eine Wettersteinkalk-

antiklinale. Von einem antiklinalen Bau ist aber gar nichts zu sehen. So weit meine Beobachtungen reichen, fällt der Muschelkalk etwa nordwestlich unter den Wettersteinkalk des Zwillingskogels und südwestlich unter den des Steinecks ein. Lahner ließ sich in seiner Vorstellung wohl zu sehr durch die Annahme bestimmen, daß hier die Fortsetzung des Höllengebirges vorliegen müsse.

Über die offenbar sehr verwickelte Tektonik des Traunsteins kann man sich ohne eingehende neue Untersuchungen wohl nicht aussprechen. Geyers Profil (1917, Fig. 3) ist wiederholt wiedergegeben, aber verschieden gedeutet worden. Spengler (1924 b, S. 26) rechnet den Adlerhorst und den Zirler Berg zur Bajuvarischen Decke und verlegt die tirolische Überschiebung zwischen Zirler Berg und Traunstein. Dagegen hält Lahner (1932, S. 134) die tiefe Trias des Adlerhorstes für ein Stück des Traunsteins, also wohl für tirolisch. Kober geht so weit, zu behaupten, im Gschlifgraben sei die Langbathscholle nur in Form von Neokom-Fleckenmergeln unter dem Wettersteinkalk des Traunsteins vorhanden (1938, S. 113). Lahner glaubt (1932, S. 128), unter dem Traunstein einen inversen Hauptdolomit annehmen zu sollen. Das ist aber ebenso wie das Vorhandensein der tirolischen Schubfläche unter diesem Hauptdolomit durchaus hypothetisch. Fragen muß man sich auch, ob die Muschelkalkzüge im Traunstein selbst, aus denen bisher auf eine Schuppenstruktur geschlossen wurde, nicht Einlagerungen sind, ähnlich der, die wir im Wassergraben kennengelernt haben.

Das Schrifttum über die Frage der Querverschiebung am Traunsee ist bei Machatschek (1922, S. 213—214) angeführt. Vgl. auch Lahner 1932, S. 126; 1938, S. 73.

Manche Profile auf der Nordseite des Höllengebirges erinnern ungemein an solche über die Salmüberschiebung. Vgl. etwa Pia 1912 a, Abb. 4 und 8; 1940, S. 247. Auch hier liegt nicht selten inverser Dachsteinkalk auf Neokom. Wenn diese Ähnlichkeit tiefer begründet ist, würde die so allgemein angenommene Verbindung zwischen Traunstein und Höllengebirge wieder sehr zweifelhaft. Es sähe dann so aus, als ob die Windhagdecke in der Traunstein- und Steineckgruppe ganz oder fast ganz von der hier gegen N vordrängenden Scholle der Jansenmäuer bedeckt, im Höllengebirge aber entblößt wäre. Das Höllengebirge würde dann ziemlich genau dem Sengengebirge entsprechen; in beiden wäre der Hangendflügel der Windhagdecke erhalten. Die nördliche Jansenmäuerstörung würde westlich der Alm vermutlich mehr das Wesen einer echten Überschiebung annehmen. An der Querstörung am Traunsee würde sie enden. Westlich dieses Sees scheint keine Spur von ihr vorhanden zu sein.

Wenn die eben entwickelten Vorstellungen durch die Neuaufnahmen einigermaßen bestätigt werden, dann muß der Begriff der „Tirolischen Linie“ neu gefaßt werden. Nach Hahn (1913, S. 260) wäre diese ja „vom Traunstein—Ameisplan her über Windhagkogel—Kremsmauer zur Hohen Nock im Sengsengebirge ohne Unterbrechung verfolgbar“. Diese Verbindung ist allgemein angenommen (z. B. Lahner 1938, S. 73). Nun schien es uns aber, daß der Traunstein mit dem Ameisplan wesentlich anders gebaut ist als der Windhagkogel und die Kremsmauer; daß die im N des Traunsteins anzunehmende Hauptstörung sich auf die Südseite des Windhagkogels und der Kremsmauer fortsetzen dürfte. Wenn wir als Tirolische Linie (Traunalpen-Linie nach Trauth 1937) die Überschiebung des Höllengebirges, des Windhagkogels und der Kremsmauer bezeichnen, dann ist die Traunstein- und Steineckgruppe ein fremder Einschub.

### 3. Beziehungen gegen S (die Frage des Almfensters).

Bekanntlich hat Hahn (1913, S. 277—279) die Ansicht zu begründen versucht, „daß das ganze Gebiet zwischen Eisenau am Traunsee, Rinnbach — Offensee — Habernau — Steyerling und Grünau ein bajuvarisches Fenster ist“, zu dem westlich der Traun noch der Wimmersberg gehören würde. Kober (1923, S. 162) hat den Gedanken etwas näher ausgeführt und den Namen „Almfenster“ vorgeschlagen. Im nächsten Jahr hat Spengler (1924 a) die Frage des Almfensters wesentlich ablehnend erörtert. Lahner (1933, S. 21 ff.; 1938, S. 82 ff.) folgt im ganzen Spengler. Was er (1933, S. 22) über die Schwierigkeiten sagt, die der Bau der Ostseite des Traunsees der Fensterhypothese bereitet, beruht auf der Vorstellung, daß der Traunstein tirolisch sein müsse. Weiteres Schrifttum über den Gegenstand findet man bei Trauth (1937, S. 505) angeführt, der selbst mehr zu einer Ablehnung der Fensterhypothese neigt. Ähnlich habe ich mich unlängst ausgesprochen (Pia 1940, S. 249). In der neuesten Darstellung Kobers (1938) kommt das Almfenster weder im Text noch auf der tektonischen Karte vor.

Durch meine inzwischen abgeschlossene Aufnahme der Salmgruppe sind nun aber etwas mehr Grundlagen für die Erörterung der Frage des Almfensters gewonnen worden. Es sei zunächst noch einmal daran erinnert, daß die Hohe Mauer, der Windhagkogel, der Janslkogel, der Gamsenbrand usw. unzweifelhaft Deckschollen sind. Sie mit dem Wettersteinkalk der Jansenmäuer zu verbinden ist sicher unmöglich. Wo die Schubfläche am Südrand nicht in die Luft ausstreicht, wird sie nur von untergeordneten Brüchen abgeschnitten (vgl. die Profiltafel). Eine Förderung der Windhagdecke über sehr weite Strecken, etwa über das Tote Gebirge hinweg,

ist aber sehr unwahrscheinlich. Spengler hat das schon in einer allgemeineren Form auseinandergesetzt (1924 a, S. 161). Ich verweise noch besonders darauf, daß in der Windhagdecke nur ganz geringe Spuren von Ramsaudolomit vorhanden sind, wie das im allgemeinen nur für die nördlichsten Zonen der Kalkalpen zutrifft. Sie entspricht vielleicht etwa der Stirnregion des Höllengebirges (Pia 1940, S. 243 und 248) oder einem noch etwas nördlicheren Absatzgebiet. Damit hängt es wohl auch zusammen, daß sowohl in der unterschobenen als in der überschobenen Masse dieselbe sonst nicht häufige oberstladinische Diplopore *Poikiloporella duplicata* auftritt. Wo das Gestein dolomitisiert ist, werden diese kleinen Algen wohl rasch unkenntlich. Nur deshalb dürfte ihre Verbreitung so gering erscheinen.

Nun steht den Deckschollen auf der Nordseite des Beckens von Grünau im S die bekannte Schubmasse des Kasberges gegenüber. Es liegt gewiß am nächsten, die Deckschollen mit ihr zu verbinden. Damit wäre das Vorhandensein eines Almfensters gegeben — wenn auch nicht ganz in dem Sinn, wie es bisher im Schrifttum erörtert wurde. Man könnte diese Folgerung nur durch eine recht gezwungene Annahme vermeiden: Die Obertrias des Nordhanges des Kasberges müßte dem Hangendflügel der Windhagdecke angehören. Dann wäre die Schubmasse des Kasberges eine höhere Einheit als diese Decke. Wenn außerdem die Werfener Schichten und der Muschelkalk von Grünau nicht zur Kasbergdecke gehören, fiel das Almfenster weg.

Im einzelnen ergeben sich für die Deutung mit oder ohne Almfenster infolge der vielen und bedeutenden streichenden Verwerfungen eine ganze Anzahl von Möglichkeiten. Um den Überblick nicht zu verlieren, dürfte es am besten sein, sie in einer Tabelle zusammenzustellen (S. 144). Wir müssen dabei folgende tektonische Einheiten betrachten (vgl. auch Textfig. 8 und 9):

- I. Die Flyschzone.
- II. Die Gesteine unter der Salmüberschiebung, die als Randscholle zusammengefaßt seien.
- III. Die Windhagdecke über der Salmüberschiebung.
- IV. Die tiefe Trias des Beckens von Grünau, die Grünauer Scholle genannt sei.
- V. Die unter der Kasbergüberschiebung liegende Obertrias, die wir kurz als Hochbergscholle bezeichnen wollen.
- VI. Die Kasbergdecke aus Mitteltrias.

Diese Einheiten sind durch folgende Hauptstörungen getrennt:

1. Die Flyschgrenze zwischen I und II.
2. Die Salmüberschiebung zwischen II und III.

3. Die Jansenmäuerstörungen zwischen III und IV oder II und IV.
4. Der Schwereckbruch zwischen IV und V.
5. Die Kasbergüberschiebung zwischen V und VI.

Das Verhältnis von II und III sowie das von V und VI steht fest. Es handelt sich in den Störungen 2 und 5 um flache Überschiebungen. Die anderen tektonischen Bestandstücke können verschieden aufgefaßt werden. Wir sehen dabei von der schon abgelehnten Möglichkeit ab, daß irgend welche Schollen von fernher, etwa über das Tote Gebirge, in das Gebiet eingeschoben sind. Auch mit der rein hypothetischen Annahme, daß es im Gebiet Decken gibt, die rings von Brüchen begrenzt und deshalb als solche nicht erkennbar sind, befassen wir uns nicht. Wir betrachten nur die möglichen Beziehungen zwischen den tatsächlich nachweisbaren Schubmassen.

Das Almfenster nenne ich schmal, wenn es nur aus einer der oben angeführten Schollen besteht, breit, wenn es zwei Schollen umfaßt. Ich betrachte dabei nur die Verhältnisse östlich der Alm. Auf die zwischen Alm und Traunsee komme ich später zurück.

Andere Möglichkeiten als die in der Tabelle dargestellten, scheint es nicht zu geben, da bei weitem nicht alle mathematisch denkbaren Kombinationen in Betracht kommen. Beispielsweise muß die Windhagdecke zur Kasbergdecke gehören, falls die Hochbergscholle zur Randscholle gehört.

Trachten wir nun ein Urteil über die Wahrscheinlichkeit der unterschiedenen Möglichkeiten zu gewinnen. Wir sahen auf S. 122, daß die örtliche Tektonik mehr für eine Deutung der Jansenmäuerstörung als verkehrter Bruch spricht, d. h., ihr Südflügel ist vermutlich gehoben. Damit würden die Möglichkeiten *a*), *c*) und *d*) wegfallen. Gegen den Fall *b*) spricht einigermaßen die sehr große Bewegung, die am Schwereckbruch erfolgt sein müßte. Aus dem Auftreten von Werfener Schichten am Schwereck und überhaupt im Becken von Grünau läßt sich leider kein eindeutiger Schluß auf die Natur dieses Bruches ziehen. Man könnte ja eines teils darauf hinweisen, daß unter der Kasbergüberschiebung keine Untertrias vorkommt, daß also die Grünauer Scholle nicht zur Kasbergdecke gehören kann. Es ist aber wohl möglich, daß die Untertrias in der Gegend der Stirn der Decke zusammengeschoben ist, wie in Fig. 9 angedeutet. (Am Kasberg ist nach der noch unveröffentlichten Neuaufnahme von E. Gasche kein inverser Flügel vorhanden.) Das Hervorkommen der Werfener Schichten am Schwereck wäre eigentlich am leichtesten als Schleppung verständlich, wenn der Nordflügel gesenkt ist. Im entgegengesetzten Fall muß man eine Aufpressung annehmen.

Meine eigenen Beobachtungen beschränken sich auf eine Besichtigung des Schwerecks, bei der das Auftreten von Werfener Schichten be-

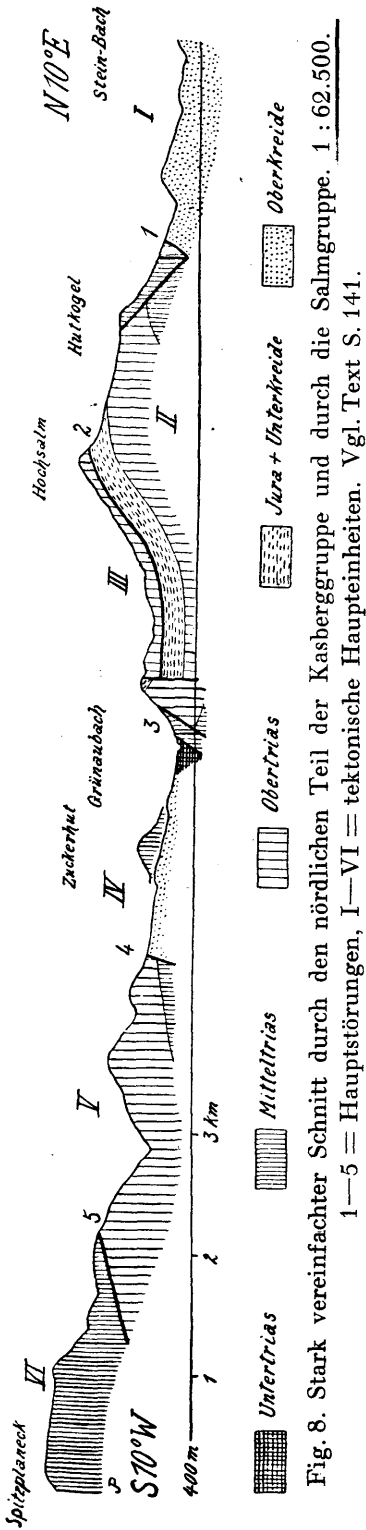


Fig. 8. Stark vereinfachter Schnitt durch den nördlichen Teil der Kasberggruppe und durch die Salmgruppe. 1 : 62.500.  
 1—5 = Hauptstörungen, I—VI = tektonische Haupteinheiten. Vgl. Text S. 141.

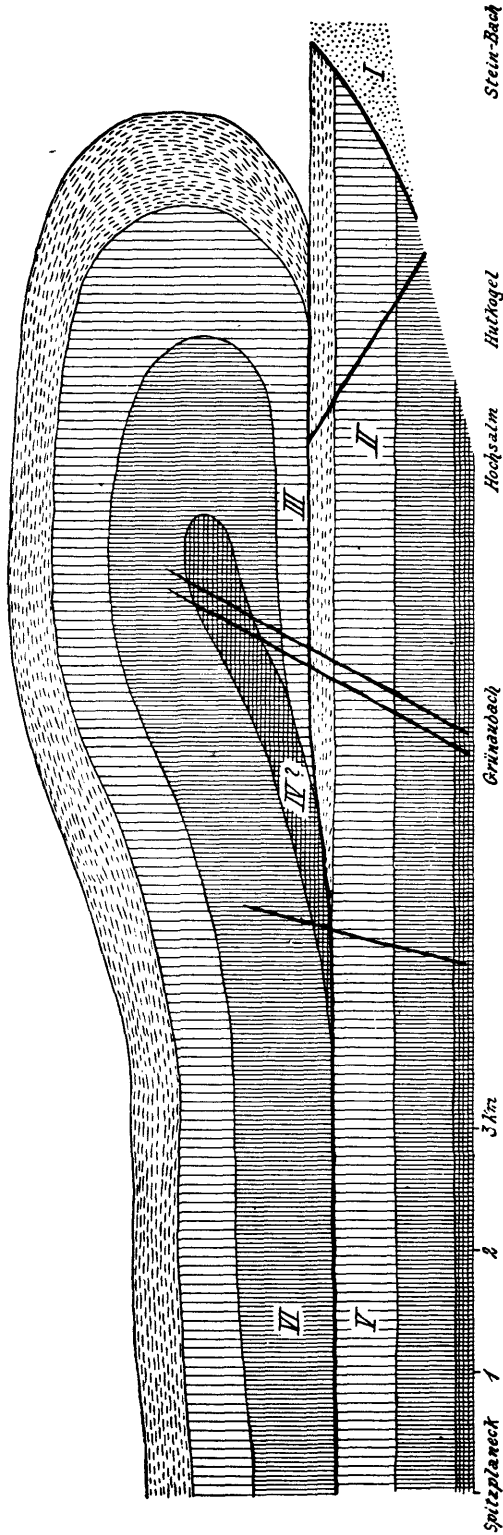


Fig. 9. Ergänzung des vereinfachten Schnittes durch den nördlichen Teil der Kasberggruppe und die Salmgruppe (Fig. 8). Die Zeichnung soll vor allem zeigen, daß die Grünauer Scholle auch zur Windhagecke gehören könnte — obwohl ich diesen Zusammenhang aus den im Text angegebenen Gründen für wenig wahrscheinlich halte. Übrigens ist die Abbildung nur ein Schema. Es ist nicht anzunehmen, daß der dargestellte Zustand jemals bestanden hat, weil Abtragung und sekundäre Störungen schon während des Deckenvorschubes eintraten.

## Die Deutungsmöglichkeiten der

Hochbergscholle	Nordflügel des Schwereckbruches	Grünauer Scholle
a) Zur Windhagdecke	Wenig gehoben	Zur Windhagdecke
b) Zur Windhagdecke	Stark gehoben	Zur Randscholle
c) Zur Windhagdecke	Gesenkt	Zur Kasbergdecke
d) Zur Randscholle	Gesenkt	Zur Windhagdecke = Kasbergdecke
e) Zur Randscholle	Wenig gehoben	Zur Randscholle

stätigt werden konnte, und auf eine Profilaufnahme durch die sogenannte Madries, den Graben, der von der Farrenaualm etwa gegen NNW herunterführt. Vgl. S. 112. Von Lunzer Schichten habe ich hier nichts gesehen. Die Sandsteine, die man im unteren Teil des Profiles als lose Stücke häufig findet, schienen mir eher Oberkreide zu sein. Sicher besteht zwischen Muschelkalk und Hauptdolomit eine Störung, ihre Natur ist aber nicht zu erkennen. In der Hochedlgruppe beschreibt Spengler (1924 a, S. 157) die Fortsetzung des Schwereckbruches als eine mittelsteil gegen NE fallende Überschiebung. Man kann aber wohl kaum sicher wissen, ob es sich nicht um einen Bruch mit Senkung des Nordflügels handelt. In der Gegend von Steyrling konnte Spengler die Möglichkeiten nicht gut überblicken, da er ja beispielsweise nicht wußte, daß die Kremsmauer invers liegt. Auch seine faziellen Vergleiche (S. 160) erscheinen nicht sehr überzeugend, denn Kieselkalke des Lias und Plassenkalke treten unter der Salmüberschiebung auf, in einem Gebiet, das wohl auf jeden Fall ungefähr der Langbathscholle entsprechen muß. Andererseits würde Spenglers Annahme einer gegen SW gerichteten Schubbewegung recht gut mit dem Befund an meinem Hutkogelbruch übereinstimmen. Wenn ich also auch geneigt bin, mir mit Spengler vorzustellen, daß am Schwereckbruch der Nordflügel gehoben ist, kann dieser Punkt kaum als gesichert gelten.

Einer der stärksten Gründe für die Annahme eines Almfensters liegt wohl darin, daß nördlich und südlich des Beckens von Grünau Schubflächen einander gegenüberstehen, die eine Verbindung ungemein nahelegen.

Im ganzen scheint mir also, daß der Fall e) der Tabelle auf S. 144/45 am meisten Wahrscheinlichkeit für sich hat, d. h., ich bin geneigt, ein

Tektonik im Becken von Grünau.

Südflügel d. Jansen- mäuerstörung	Windhagdecke	Almfenster	Flyschfenster
Gesenkt	Selbständig	Fehlt	Unmöglich
Gehoben	Selbständig	Schmal	Möglich
Gesenkt	Selbständig	Schmal	Unmöglich
Gesenkt	= Kasbergdecke	Schmal	Unmöglich
Gehoben	= Kasbergdecke	Breit	Möglich

„breites Almfenster“ anzunehmen. Streng genommen handelt es sich allerdings nicht um ein Fenster, da der nördliche Rahmen ja nicht geschlossen ist. Das Almfenster gleicht in seiner Form nicht einem Binnensee, sondern einer Meeresbucht mit einer vorgelagerten Inselkette. Für den grundsätzlichen tektonischen Bau ist das allerdings belanglos, da die Öffnungen nur durch nachträgliche Brüche und durch die Erosion hervorgerufen sind. Das Fenster, wie ich es annehme, entspricht, wie schon gesagt, nicht genau der bisher im Schrifttum niedergelegten Vorstellung. H a h n s Fig. 4 (1913, S. 278) würde ja den Fall *d*) meiner Tabelle wiedergeben und S p e n g l e r erörtert nur diese Hypothese. Von den verkehrt gelagerten Deckschollen auf der Nordseite des Beckens von Grünau war damals noch nichts bekannt.

Wenn in der Tabelle das Vorhandensein des Flyschfensters in einigen Fällen als unmöglich bezeichnet wird, ist das selbstverständlich nicht ganz wörtlich zu nehmen. Ein bekanntes Sprichwort der Geologen sagt, daß in der Tektonik alles möglich ist. Mit sekundären Scherungsüberschiebungen (vgl. S. 133) kann man den Flysch auch in den Fällen *a*), *c*) und *d*) unmittelbar unter die Grünauer Scholle bringen. Meine Ausdrucksweise knüpft nur an die Ansicht B r i n k m a n n s an, daß im Falle des Vorhandenseins des Flyschfensters unter der Grünauer Scholle keine tieferen kalkalpinen Decken liegen können (vgl. S. 134). Das würde sich in den Fällen *b*) und *e*) von selbst ergeben, während es in den anderen Fällen nur durch nicht ganz einfache Hilfsannahmen über eine nachträgliche Abschiebung der höheren Teile der Kalkalpen längs einer Fläche, die die älteren Deckengrenzen schneidet, erklärt werden könnte.

Das Gebiet zwischen Alm und Traunsee ist noch viel zu wenig bekannt, als daß man über seinen Bauplan etwas sagen könnte. Deshalb müssen wenige Hinweise genügen.

Der Steinberg (vgl. auch Geyer 1911, S. 68) besteht tatsächlich aus Dachsteinkalk. Es sind ihm Kössener Schillsteine eingeschaltet. Auf dem Gipfel und der NW-Seite liegt ihm mehrfach roter Liaskalk auf, der teilweise deutlich in Spalten eingreift. Geyers abweichende Angabe (1918, S. 27 und Karte) ist also zu berichtigen. Gegen NW reicht der Dachsteinkalk wohl weiter als Geyer zeichnet. Auf den SE-Grat des Steinberges grenzt an den Dachsteinkalk in etwa 1100 m Höhe (in dem kleinen Sattel nördlich P. 1224 des Meßtischblattes) unmittelbar anstehender Lunzer Sandstein. Weiter unten auf diesem Kamm sind die Aufschlüsse ganz unzureichend. Ich bin gar nicht sicher, ob hier wirklich Hauptdolomit durchzieht.

Auf der Nordseite des Kreuzecks, gleich östlich P. 1062, ist eine breite Zone von Lunzer Sandstein und dunkelgrauem, bituminösem Opponitzer Kalk vorhanden. Sie ist in sich ziemlich stark gestört, liegt im ganzen aber doch deutlich verkehrt auf dem Hauptdolomit im N und unter dem Ramsaudolomit im S. Spengler hat dieselbe Lagerung in dem Graben zwischen Kreuzeck und Wolfsberg beobachtet (1924 a, S. 159). Seine Vermutung, daß der Reiflinger Kalk, den Geyer etwas weiter im W, bei der Brunntalklausen zeichnet, in Wirklichkeit Opponitzer Kalk ist, scheint mir so gut wie sicher, obwohl ich die Stelle selbst nicht besucht habe. Ich erinnere daran, daß ja auch in der Salmgruppe der Opponitzer Kalk dem Muschelkal ungemein ähnelt und mit ihm verwechselt wurde.

Die wenigen wiedergegebenen Beobachtungen passen also sehr gut zu Geyers (1911, S. 81—82) Vorstellung, daß die Kasbergüberschiebung hier weiterzieht. Es wäre ja auch, wie schon Hahn (1913, S. 278) treffend auseinandersetzt, sehr unwahrscheinlich, daß sie plötzlich aufhört, zumal südlich des Almsees, wie mir Dr. E. Gasche mitteilt, sicher keine Blattverschiebung vorhanden ist, die die Decke im W begrenzen könnte.

Den Schnellerplan, den Kober (1923, S. 162, Abb. 76) als eine Deckscholle auffaßt, konnte ich noch nicht untersuchen.

Ganns (1937, S. 369) möchte die Kasbergüberschiebung mit der liegenden Falte verbinden, die er auf der NW-Seite des Toten Gebirges, zwischen Schwarzenbergalm und Offensee, untersucht hat und Totengebirgs-Falte nennt. Das wäre mit meiner Vorstellung, daß die Kasbergüberschiebung ein Teil der Tirolischen Überschiebung ist, wohl unvereinbar. Solange die Umgebung des Offensees und das Gebiet von hier bis zum Almtal nicht eingehend erforscht ist und zwingende Beweise für den Zu-

sammenhang geliefert hat, scheint mir diese Annahme eine recht willkürliche zu sein. Die große Altersverschiedenheit der beteiligten Schichten und die Verschiedenheit der Schubrichtung hat G a n n s selbst schon hervorgehoben. Nehmen wir dazu noch, daß die Kasbergüberschiebung — wie schon einmal erwähnt — nach G a s c h e s Neuaufnahme gar keinen Mittelschenkel zeigt, so bleibt wohl kaum ein Grund übrig, den von G a n n s behaupteten Zusammenhang zuzugestehen.

Wie schon auf S. 138 auseinandergesetzt, halte ich es auch für unwahrscheinlich, daß die Traunstein-Steineck-Gruppe zur Kasberg-Windhag-Decke gehört. Sie dürfte vielmehr der Grünauer Scholle entsprechen, d. h. ein gehobener Teil der Randscholle sein. Die Windhagdecke müßte erst über ihr folgen und längst abgetragen sein, sofern nicht etwa Teile von ihr nachträglich an der Fortsetzung der Jansenmäuerstörungen versenkt sind. Wenn ich also auch zugebe, daß das Gebiet bis zum Flyschrand vermutlich der Langbathscholle entspricht und ursprünglich von der Kasbergscholle bedeckt war, kann man hier gegenwärtig doch kaum von einem Fenster reden, weil der Nordrahmen nicht mehr vorhanden ist.

Schließlich bleibt immer noch die schwierige Frage offen, ob wir auf der Ostseite des Höllengebirges den Westrand des „Fensters“ vor uns haben. Bisher habe ich mich stets gegen diese Vorstellung ausgesprochen (zuletzt noch P i a 1940, S. 249). Nach Abschluß der Aufnahme der Salmgruppe erscheint sie aber doch in einem anderen Licht. Es wäre wohl notwendig, aber schwierig, noch einmal zu untersuchen, ob Geyers Bild von der südlichen Fortsetzung des Gsollbruches (1917, S. 69, und Blatt „Gmunden-Schafberg“, 1922) oder meines (P i a 1912 a, S. 599, und Taf. 24) zutrifft. Sehr wahrscheinlich sieht es ja nicht aus, daß der so bedeutende Bruch so rasch ausklingt, wie Geyer annimmt, aber gelegentlich kommt derartiges vor. Der sichere Nachweis, daß der Bruch sich nicht wenigstens mit einem Zweig unter die Sohle des Trauntales fortsetzt, dürfte, wie alle Beweise für das Fehlen einer Tatsache, wohl sehr schwer zu führen sein.

### **i) Abschließende Bemerkungen zur Tektonik.**

Seinerzeit war ich zu der Meinung gelangt, daß man im Höllengebirge mit der Annahme einer einzigen Gebirgsbildungsphase auskommen kann (P i a 1912 a, S. 609). Das habe ich vor kurzem schon berichtet (P i a 1940, S. 250). In der Salmgruppe zeigt sich eine noch verwickeltere Abfolge der tektonischen Ereignisse. Die älteste aufgefundene Störung, die von allen anderen abgeschnitten wird, ist zweifellos die Salmüberschiebung. Unmittelbare Auskunft über ihr geologisches Alter konnte ich nicht ge-

winnen. Von den meisten Verfassern wird die Tirolische Überschiebung, zu der die Höllengebirgsüberschiebung und nach der hier vertretenen Ansicht auch die Salmüberschiebung gehört, als nachgosauisch angesehen (Hahn 1913, S. 268—269, 276, 285; Spengler 1911, S. 270; 1919, S. 65 usw.). Nur Kober nimmt neuerdings (1938, S. 115) eine abweichende Stellung ein, indem er gerade mit Bezug auf die Gegend von Grünau sagt: „Es ist denkbar, es ist wahrscheinlich, daß ein Einschub der tirolischen Decke in das bajuvarische System schon vor der Gosau erfolgt ist.“ Allerdings sind seine aus der Lagerung der Gosauschichten hergenommenen Beweisgründe durch die neueren Vorstellungen einigermaßen zweifelhaft geworden.

Immerhin bleibt auffallend, daß unter der Tirolischen Überschiebung niemals Gosau gefunden worden ist. Vielleicht ist es auch nicht ganz glaubwürdig, daß die sämtlichen in der Salmgruppe nachweisbaren Störungsphasen in das Tertiär fallen sollen. Endlich möchte ich noch einmal an das von mir vor langer Zeit (P i a 1912 a, S. 606) auseinandergesetzte Verhältnis zwischen Höllengebirgsüberschiebung und Schafbergfalten erinnern: „Es springt in die Augen, daß dort, wo jene sich mächtiger entwickelt, die Falten des Schafberggebietes ausflachen.“ Damals schloß ich (S. 610) aus dieser Beziehung, daß die Schafbergfalten im Gegensatz zu Spenglers Ansicht (1911, S. 267) vielleicht doch tertiären Alters sind. Jetzt wäre ich fast eher geneigt, die Tirolische Überschiebung für vorgosauisch zu halten.

Die sichtbare Schubweite der Kasberg-Salm-Überschiebung, gemessen von der Habernau bis zur Hohen Mauer, beträgt etwa  $11\frac{1}{2}$  km. In Wirklichkeit muß sie viel größer sein, denn im N zeigt sich keine Stirn und im S muß die Auflagerung der Mitteltrias auf die Obertrias sicher noch beträchtlich unter das Tote Gebirge hineinreichen. Das Gebiet, in dem die ladinische Hauptstufe ganz durch Wettersteinkalk ohne Ramsaudolomit vertreten ist (S. 141), war also ursprünglich ziemlich breit. Die Schubmasse ist aus einer liegenden Falte hervorgegangen, hat sich dann aber längs einer Abscherungsfläche weiterbewegt, denn der Liegendschenkel fehlt in der Kasberggruppe (vgl. S. 142).

Manche Querbrüche mögen in ihrer ersten Anlage zur Salmüberschiebung gehören. Wenigstens beim Gamsenbrandbruch liegen gewisse Gründe für diese Annahme vor (vgl. S. 118 und 124).

Jünger als die Salmüberschiebung sind die großen streichenden Brüche. So sahen wir, daß auf dem Janslkogel die Störung der Jansenmäuer die Hauptüberschiebung verwirft. Dasselbe tun die kleineren Brüche auf der SW-Seite des Beilsteins und Windhagkogels. Auf dem Wolfswiesenkogel hat der Hutkogelbruch die Schubfläche nachträglich verbogen. Diese

Brüche sind, wie sich auf dem Gaisstein zeigt, wohl durchwegs nach-gosauisch.

Die Flyschgrenze schneidet den Bräugrabenbruch, den Hutkogelbruch, den Rauhkogelbruch usw. ab. Sie muß also in ihrer jetzigen Form jünger als alle wichtigeren Störungen der Salmgruppe sein.

Zu den jüngsten tektonischen Gebilden gehört die Blattverschiebung bei Spiesen, an der die Flyschgrenze mitbewegt wurde. Ungefähr gleichzeitig müssen auch die heute noch deutlich sichtbaren Falten des Gebietes entstanden sein, wenn die auf S. 133 aufgestellte Vermutung richtig ist, daß die Schubfläche an der Basis der Kalkalpen mit aufgewölbt wurde.

Der Westschub, von dem wir jetzt noch zu sprechen haben, ist jedenfalls ziemlich jung, läßt sich aber nicht sicher in die oben angeführten Phasen einreihen. Geyer (1910, S. 170) hat darauf aufmerksam gemacht, daß wenig östlich der Salmgruppe, südlich von Kirchdorf an der Krems, in den Kalkalpen ein eigentümliches Faltenknie vorhanden ist. Man könnte auch von einer Scharung sprechen. Die Ablenkung der Gesteinszüge gegen SE ist auf meiner neuen Karte schon in der östlichen Salmgruppe sehr deutlich. Allerdings handelt es sich dabei nicht um Falten, sondern vorwiegend um durch Brüche begrenzte Schollen. Geyers Ansicht, daß wir in der Scharung südlich Kirchdorf im wesentlichen dieselbe, nur schwächer ausgeprägte Erscheinung von uns haben, wie in den Weyrer Bögen, kommt mir sehr wahrscheinlich vor.

Bedenklich scheint mir dagegen der oft — und auch von Geyer — gebrauchte Vergleich, daß es sich hier um Aufhängepunkte handelt, an denen die Falten zurückgehalten wurden, während sie dazwischen freier nach N gleiten konnten. Dieses Bild ist von einem Stoff — etwa einem Tuch — genommen, der sich mechanisch ganz anders verhält, als die Gesteine im Gebirge. Ein Tuch ist im Verhältnis zu den Kräften, die genügen, um es zu falten und zu verschieben, sehr zugfest. Für die Gesteine trifft das nicht zu. Sie sind in einem alpinen Gebirge so dicht von Verwerfungen und anderen Klüften durchsetzt, daß sie auf jede Zugbeanspruchung sicher durch Blattverschiebungen oder andere Zerreißen antworten.

Damit ein Faltenbündel geknickt wird, ist meiner Ansicht nach unbedingt ein Längsschub ungefähr in der Richtung der schon vorhandenen oder eben entstehenden Falten erforderlich. Wenn man zwei aufeinanderfolgende Faltungsphasen annimmt, läßt sich der Vorgang einfacher verstehen. Ich habe unlängst versucht, wahrscheinlich zu machen, daß in der Höllengebirgskirch durch denselben E—W-Schub, der in der Langbathscholle eine Querfalte erzeugte, eine flexurartige Verbiegung mit senkrechter Faltenachse entstand (Pia 1940, S. 250). Die Richtung, in die ein

Schichtpaket einem Druck ausweicht, hängt eben ganz davon ab, wie die Schichten liegen und wie sie daher aneinander gleiten können. Waagrecht liegende Schichten werden gegen oben und unten ausweichen, senkrecht stehende dagegen nach rechts und links. In einem verwickelt gebauten Faltengebiet, wie dem bei Kirchdorf und Steyrling, sind die mechanischen Bedingungen sicher nicht so einfach, wie in einer einheitlichen Deckenstirn. Im ganzen scheint aber doch der Einfluß der steil aufgerichteten Schichten, wie etwa am Pfannstein, und der ihnen ungefähr parallelen Längsbrüche so stark gewesen zu sein, daß als Folge des E—W-Schubes keine Aufwölbung entstand, sondern eben eine Scharung. Die Schichten wichen in der Hauptsache nicht gegen oben und unten, sondern gegen S und N aus. (Vielleicht muldeten sie sich gleichzeitig etwas ein.)

Wie bei einer richtigen Faltung mußte auch in diesem Fall in den Kernen der Bögen Raummangel eintreten. Vielleicht hängt damit die sehr unregelmäßige Faltung im Gebiet des Windhagkogels und der Hohen Mauer zusammen (vgl. S. 126). Aus der Gegend von Micheldorf, wo der Knick in den äußersten kalkalpinen Zonen besonders deutlich ist, müssen die einzelnen Späne etwas gegen NW und NE herausgelitten sein, so, wie wenn man die Seiten eines senkrecht aufgestellten Buches umbiegt. Wir sahen ja (auf S. 120), daß sich für den Hutkogelbruch eine bedeutende waagrechte Komponente der Bewegung vermuten läßt.

Daß gegen S ein scharfer Knick, gegen N aber breite Bögen gerichtet sind, wird wohl daher kommen, daß die der Sandsteinzone bereits aufgeschobenen kalkalpinen Falten nur gegen N, nicht aber gegen S ausweichen konnten.

### III. Bemerkungen zur Morphologie und Hydrologie.

Es war nicht meine Absicht, auf morphologische Fragen näher einzugehen. Sie hätten besondere Wanderungen erfordert, für die mir die Zeit fehlte. Eine allgemeine Übersicht der Morphologie des Gebietes der Grünauer Alpen hat Machatschek (1922) gegeben. Ich zähle hier nur die im örtlichen Teil erwähnten Stellen auf, an denen mir bemerkenswerte Geländeformen aufgefallen sind.

Vor allem ist das alte Tal auf der Nordseite des Gamsberges zu nennen, das aus dem Lackergraben kommt und hinter dem Klammkogel nach W weiterzieht.

Die Wolfswiese nördlich des Gamsenbrandes zeigt eine auffallende Karform. Vermutlich ist diese aber nicht glazialer Entstehung, sondern durch die eigentümliche Verteilung harter und weicher Schichten bedingt.

Dolinen treten vorwiegend im Wettersteinkalk auf, so auf der Südseite des Rauhkogels, wo sie in reihenförmiger Anordnung wohl einer Störung folgen, und auf dem Roßschopfplan, wo an ihrem Oberrand teilweise noch die hangenden Lunzer Schichten aufgeschlossen sind.

Kleinbucklige Geländeformen, die jedenfalls auf das Fließen weicher Schichten zurückzuführen sind, trafen wir beispielsweise auf der Nordseite des Bräubergeres und in der Umgebung des Looskogels. Hier am Looskogel dürfte es sich wohl um Werfener Schichten handeln, die ja auch gegenwärtig auf der Südseite des unteren Stoßbachtals gelegentlich in Bewegung geraten. Man wird aber damit rechnen müssen, daß auch Oberkreideschichten und Quartärablagerungen fließen können, darf also die besprochene Geländeform nicht etwa als eine Art Leitfossil behandeln.

Nördlich der Weißenbachalm scheint der Opponitzer Kalk auf den Lunzer Schichten abzugleiten.

Die auffallendste Riesenquelle des Gebietes tritt auf der linken Seite des Spiesengrabens (südlich Steinbach am Ziehberg) aus. Das hier zutage kommende Wasser stammt offenbar teilweise von der Wolfswiese, wo es in einem Ponor verschwindet.

Wo der Hollerbach den Hutkogelbruch schneidet, sind auf der rechten Bachseite südlich des Bruches mehrere kräftige Quellen. Sie erklären sich wohl daraus, daß der reine und daher klüftigere Wettersteinkalk hier gegen den tonigeren und weniger durchlässigen Opponitzer Kalk stößt.

Die für das Försterhaus Hollerbach gefaßte Quelle entspringt nächst dem Kurzböck auf der linken Talseite an der Grenze zwischen Hauptdolomit und Werfener Schichten.

### Schriftennachweis.

- Abel, O., und G. Geyer, 1918: SW-Gruppe Nr. 11. Kirchdorf. — Erläut. z. geol. Karte d. Österr.-Ungar. Monarchie, Zone 14, Kol. X. Wien, geol. Reichsanst.
- 1922: SW-Gruppe Nr. 10. Gmunden und Schafberg. — Geol. Spezialkarte der Republik Österreich, 4851, Wien, geol. Bundesanst.
- Arthaber, G. v., 1905: Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes. — F. Frech, *Lethaea geognostica*, Teil 2, Bd. 1, S. 225, Stuttgart.
- Böhm, A., 1887: Eintheilung der Ostalpen. — A. Penck, *Geograph. Abhandl.*, B. 1, H. 3, S. 243, Wien, E. Hölzel.
- Brinkmann, R., 1934: Zur Schichtfolge und Lagerung der Gosau in den nördlichen Ostalpen. (Beiträge zur Kenntnis der alpinen Oberkreide, Nr. 1.) — Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., 1934, Nr. XXVII, Berlin.
- 1936: Über Fenster von Flysch in den nordöstlichen Kalkalpen. — *Ebend.* 1936, Nr. XXXI, Berlin.
- Cornelius, H. P., 1939: Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürztaler Kalkalpen. — *Jahrb. Reichsst. Bodenforsch. Wien*, Bd. 89, S. 27.

- Freitag, G., und Berndt, 1939: Touristen-Wanderkarte, 1 : 100.000, Blatt 8, Östliches Salzkammergut. Wien.
- Ganß, O., 1937: Zur Geologie des westlichen Toten Gebirges. — Jahrb. geol. Bundesanst., Bd. 87, S. 331, Wien.
- Gerbers, H., 1901: Übersichtskarte der Eintheilung der Ostalpen. Wien u. Leipzig, Freitag u. Berndt.
- Geyer, G., 1909 a: Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. — Jahrb. geol. Reichsanst., Bd. 59, S. 29, Wien.
- 1909 b: Aus den Umgebungen von Molln, Leonstein und Klaus im Steyrtale. — Verh. geol. Reichsanst., 1909, S. 129, Wien.
- 1910: Aus den Kalkalpen zwischen dem Steyr- und dem Almtale in Oberösterreich. — Ebend., 1910, S. 169.
- 1911: Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet. — Ebend., 1911, S. 67.
- 1912: SW-Gruppe Nr. 12. Weyer. — Geol. Spezialkarte d. Österr.-Ungar. Monarchie, Zone 14, Col. XI, Wien, geol. Reichsanst.
- 1917: Über die Querverschiebung am Traunsee. — Verh. geol. Reichsanst., 1917, S. 67, Wien.
- Geyer, G., und O. Abel, 1913: SW-Gruppe Nr. 11. Kirchdorf. — Geol. Spezialkarte d. Österr.-Ungar. Monarchie, Zone 14, Col. X, Wien, geol. Reichsanst.
- 1918: SW-Gruppe Nr. 11. Kirchdorf. — Erläut. z. geol. Karte d. Österr.-Ungar. Monarchie, Zone 14, Col. X, Wien, geol. Reichsanst.
- 1922: SW-Gruppe Nr. 10. Gmunden und Schafberg. — Geol. Spezialkarte d. Republik Österreich, 4851, Wien, geol. Bundesanst.
- Gruber, F. H., 1935: Beiträge zur Geomorphologie Oberösterreichs. Eine Einführung in die Lehre von der Oberflächengestaltung der Erde mit Beispielen aus der Heimat. — Mitt. f. Erdkunde, Bd. 4, S. 18, Linz.
- Hahn, F. F., 1913: Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. — Mitt. geol. Ges. Wien, Bd. 6, S. 238 u. 374.
- Hauer, F. v., 1872: Geologische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie (Blatt IX, XI und XII). — Jahrb. geol. Reichsanst., Bd. 22, S. 149, Wien.
- Herbst, G., 1938: Zur Geologie der bayerischen Flyschzone. — Abhandl. Preuß. geol. Landesanst., N. F., H. 187, Berlin.
- Kober, L., 1923: Bau und Entstehung der Alpen. Berlin, Gebr. Borntraeger.
- 1938: Der geologische Aufbau Österreichs. Wien, J. Springer.
- Krafft, A. v., 1897: Über den Lias des Hagengebirges. — Jahrb. geol. Reichsanst., Bd. 47, S. 199, Wien.
- Kühnel, J., 1929: Geologie des Berchtesgadener Salzberges. — Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 61 B, S. 447, Stuttgart.
- Lahner, G., 1932, 1933: Die oberösterreichischen und Salzburger Kalkalpen und ihre Grenzgebiete. Eine Einführung in ihren geologischen Bau für Laien. — Mitt. für Erdkunde, Bd. 1 u. 2, Linz. (Viele Fortsetzungen unter etwas wechselndem Titel.)
- 1935, 1936, 1937: Der geologische Bau des Salzkammergutes und der oberösterreichischen Alpen. — Ebend., Bd. 4—6. (Viele Fortsetzungen unter etwas wechselndem Titel.)
- 1938, 1939: Die nördlichen Kalkalpen zwischen der Traun und der Ybbs und

- zwischen dem Kalkalpennordrand und dem oberen Ennstale. — *Ebend.*, Bd. 7 u. 8. (Titel etwas wechselnd.)
- Leuchs, K., 1927: Geologie von Bayern. Zweiter Teil: Bayrische Alpen. — E. Krenkel, *Handb. d. Geol. u. Bodenschätze Deutschlands*, Abt. II, Bd. 3, Berlin, Gebr. Borntraeger.
- Lögters, H., 1937 a: Oberkreide und Tektonik in den Kalkalpen der unteren Enns (Weyerer Bögen — Buch-Denkmal). (R. Brinkmann, *Beitr. z. Kenntn. d. alpinen Oberkreide*, Nr. 5). — *Mitt. aus dem geol. Staatsinstitut.*, Hamburg, H. 16, S. 85.
- 1937 b: Zur Geologie der Weyerer Bögen, insbesondere der Umgebung des Leopold von Buch-Denkmal. — *Jahrb. Oberöstr. Musealver.*, Bd. 87, S. 371, Linz.
- Machatschek, F., 1922: Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. — F. Leyden, *Ostalpine Formenstudien*, Abt. 1, H. 4, Berlin, Gebr. Borntraeger.
- Müller-Deile, G., 1940: Flyschbreccien in den Ostalpen und ihre paläogeographische Auswertung. — *Neues Jahrb. f. Min. usw.*, Beil.-Bd. 84 B, S. 330, Stuttgart.
- Ogilvie Gordon, M., und J. Pia, 1940: Zur Geologie der Langkofelgruppe in den Südtiroler Dolomiten. — *Mitt. Alpenländ. geol. Vereines*, Bd. 32, 1939, S. 1, Wien.
- Pia, J. v., 1912 a: Geologische Studien im Höllengebirge und seinen nördlichen Vorlagen. — *Jahrb. geol. Reichsanst.*, Bd. 62, S. 557, Wien.
- 1912 b: Neue Studien über die triadischen Siphoneae verticillatae. — *Beitr. z. Geol. Österr.-Ungarns*, Bd. 25, S. 25, Wien.
- 1920: Die Siphoneae verticillatae vom Karbon bis zur Kreide. — *Abhandl. zool.-botan. Ges. Wien*, Bd. 11, H. 2.
- 1923 a: Untersuchungen über die Tektonik der Lessinischen Alpen und über die Verwendung statistischer Methoden in der Tektonik. — *Denkschr. naturhist. Mus. Wien*, Bd. 2.
- 1923 b: Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden mit besonderer Rücksicht auf die Diploporengesteine. — *Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl.*, Abt. I, Bd. 132, S. 35.
- 1923 c: Die große Eishöhle im Tennengebirge (Salzburg). (Eisriesenwelt.) Ausführlicher Bericht über die Ergebnisse der Höhlenexpedition der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1921. VI. Geologische Beobachtungen. — *Spelaeolog. Jahrb.*, Bd. 4, S. 48, Wien. (Wenig verändert auch in: *Spelaeolog. Monograph.*, Bd. 6, S. 106, Wien 1926.)
- 1924: Über einen neuen Versuch zur Anwendung statistischer Methoden in der Tektonik. — *Geol. Rundschau*, Bd. 15, S. 123, Berlin.
- 1937: Stratigraphie und Tektonik der Pragser Dolomiten in Südtirol. Wien, Selbstverl. d. Verf.
- 1940: Die gesteinsbildenden Algen des Höllengebirges. — *Jahrb. Ver. f. Landeskunde Oberdonau*, Bd. 89, S. 241, Linz.
- 1941: Zur Geologie der Salmgruppe in Oberdonau. — *Anzeig. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl.*, Bd. 78, S. 54.
- 1942: Über einige tektonische Zusammenhänge in den Nördlichen Kalkalpen von Oberdonau. — *Ebend.*, Bd. 79, S. 2.

- Richter, M., A. Custodis, J. Niedermayer u. P. Schmidt-Thomé, 1939: Geologie der Alpenrandzone zwischen Isar und Leitzach in Oberbayern. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 91, S. 649, Berlin.
- Richter, M., und G. Müller-Deile, 1940: Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (Obb.) und der Enns (Oberdonau). — Ebend., Bd. 92, S. 416.
- Richter, W., 1937: Sedimentpetrographische Beiträge zur Paläogeographie der ostalpinen Oberkreide. (R. Brinkmann, Beitr. z. Kenntn. d. alpinen Oberkreide, Nr. 6.) — Mitt. geolog. Staatsinst. Hamburg, H. 16, S. 59.
- Schedler, A., und M. Toperczer, 1936: Die Verteilung der erdmagnetischen Deklination in Österreich zur Epoche 1930. 0. — Beih. zu den Jahrb. d. Zentralanst. f. Meteor. u. Geodyn., H. 2, 1929 (Publikation Nr. 138), S. 1, Wien.
- Spengler, E., 1911: Die Schafberggruppe. — Mitt. geol. Ges. Wien, Bd. 4, S. 181.
- 1919: Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. — Ebend., Bd. 11, 1918, S. 1.
- 1924 a: Zur Frage des „Almfensters“ in den Grünauer Voralpen. — Verh. geol. Bundesanst., 1924, S. 157, Wien.
- 1924 b: Geologischer Führer durch die Salzburger Alpen und das Salzkammergut. Mit einem Beitrag von J. P i a. — E. Krekell, Samml. geol. Führer, Nr. 26, Berlin, Gebr. Borntraeger.
- Stur, D., 1871: Geologie der Steiermark. Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des Herzogthumes Steiermark. Graz, geognost.-montanist. Verein f. Steiermark.
- Toperczer, M., 1938: Die sekuläre Änderung der magnetischen Deklination in Österreich im Zeitraum 1930—1935. — Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. II a, Bd. 147, S. 117.
- Trauth, F., 1937: Über die tektonische Gliederung der östlichen Nordalpen. — Mitt. geol. Ges. Wien, Bd. 29, 1936, S. 473.
- Wimmer H., ohne Jahr: Geologische und Wirtschaftskarte der politischen Bezirke Kirchdorf und Steyr. Mit Beiträgen von S. Raschka und Seidl. 1 : 175.000. Wels, Preßverein.

## Figurenerklärung zu Tafel I bis VII.

### Tafel I.

- Fig. 1. Die Salmgruppe aus NW, vom Hackelsberg. Vgl. Textfig. 1.
- „ 2. Die Salmgruppe aus S, vom bezeichneten Weg Grünau—Kasberg. Vgl. Textfig. 5.

### Tafel II.

- „ 3. Schütterberg, Schüttertal und Westende der Jansenmauer von dem kleinen Hügel östlich des Gehöftes Kramersberg gleich östlich Grünau, am Westfuß des Zuckerhutes. Die Wände sind Wettersteinkalk, der Hang dahinter besteht hauptsächlich aus Jura. Am Fuß der Wände im Schutt die besten Fundstellen für *Diplopora annulata*. Vgl. S. 35.

- Fig. 4. Die nördliche Jansenmäuerstörung auf der Ostseite des ersten kleinen Grabens westlich des Enzenbaches. Der Wettersteinkalk der Jansenmäuer ist steil auf Hauptdolomit aufgeschoben. Im Hintergrund der Stoßberg, das Engeleck, der Roßschopfplan, der Pfannstein und die Falkenmauer. Vgl. S. 35.
- „ 5. Die Salmgruppe aus NNE, vom Pernecker Kogel. Vgl. Textfig. 2.

### *Tafel III.*

- „ 6. Der Windhagkogel und der Hochsalm vom NW-Hang des Gamsenbrandes. Vgl. Textfig. 4.
- „ 7. Aufschluß der Salmüberschiebung nordwestlich unter dem Grabersattel. Inverser jüngster Hauptdolomit der Windhagdecke auf Neokom. Vgl. S. 28.
- „ 8. Teil der Ammeringwände auf der SW-Seite der Hohen Mauer. Die hellen Wände sind inverser Hauptdolomit der Deckscholle der Hohen Mauer, die bewachsenen Felsen darunter oberster Jura. Zwischen beiden die Salmüberschiebung. Vgl. S. 20.

### *Tafel IV.*

- „ 9. Aufschluß der Salmüberschiebung am Nordrand des kleinen Fensters süd-südöstlich des Hochsalm, in einem rechten Seitengraben des Enzenbaches. Inverser Dachsteinkalk auf stark zerquetschten Oberalmschichten. Vgl. S. 50.
- „ 10. Kleingefaltete Neokommergel unter der Salmüberschiebung im Quellbach des Enzenbaches südsüdwestlich der Hochsalmhütte. Vgl. S. 50.

### *Tafel V.*

- „ 11. Bruch zwischen Opponitzer Kalk (links) und Oberalmschichten (rechts) auf der Ostseite von P. 921 des Grünauer Beilsteins. Vgl. S. 32.
- „ 12. Faltung im Dachsteinkalk auf der Ostseite des Wolfswiesenkogels, am Hang gegen die Wolfswiese. Vgl. S. 56.
- „ 13. Schnecken-Schillstein aus den Opponitzer Kalken des Grünauer Beilsteins, von derselben Stelle, wie Fig. 11. Nat. Gr. Vgl. S. 32.
- „ 14. Ausgewitterte Schalen von *Diplopore annulata* Schafh. im Wettersteinkalk der Jansenmäuer bei Grünau. Nat. Gr. Aufsammlung E. Gasche. Vgl. S. 35.

### *Tafel VI.*

Geologische Profile durch die Salmgruppe in Oberdonau.

### *Tafel VII.*

Geologische Kartenskizze der Salmgruppe in Oberdonau.