

Tektonische Untersuchungen im Guffert-Pendling- gebiete (Nordtirol).

Von

Kurt Leuchs in München.

Gleichwie der Zahme Kaiser bei Kufstein am Ostrande des Inntales als schmaler und niedriger Felskamm beginnt und sich, stetig an Höhe und Breite zunehmend, bis zur Einsattelung der Riezalm in NO-Richtung fortsetzt, wo ihn Querstörungen durchschneiden, jenseits welcher (östlich der Naunspitze) er O-Richtung annimmt und zugleich bedeutend an Höhe und Breite gewinnt, — ebenso erhebt sich auf der Westseite des Inntales ein anfangs unbedeutender, von Hauptdolomitmassen eingefaßter Felskamm, der sich nach SW fortsetzt, an Querstörungen sprungweise an Höhe und Breite gewinnt, so daß er bereits westlich des Pendlingsattels sich wuchtig heraushebt und mit steilen Wänden seine Umgebung überragt.

Beide Felskämme bestehen aus Wettersteinkalk und sind, wie schon die der Richtung des Innquertales parallelen Störungen vermuten lassen, an solchen Verwerfungen beiderseits Kufstein abgeschnitten und die einst verbindende Scholle liegt im Bereich des Tales in der Tiefe.

So ist der Kalkzug westlich des Innquertales die Fortsetzung des Zahmen Kaisers und beide Teile zusammen zeigen die gleiche sigmoide Beugung der Streichrichtung wie der Wilde Kaiser und seine Fortsetzung in südwestlicher Richtung der Bölfenzug.

Genau so, wie Zahmer und Wilder Kaiser die beiden Flügel einer großen Mulde sind, bilden auch Pendlingkamm und Bölfenzug, als Fortsetzung der Kaisermulde, die beiden Flügel. Der Inn fließt in der Mulde, drängt sich immer näher an den Nordflügel und bei Kufstein ermöglichen ihm die Grabenbrüche, welche den Zusammenhang zwischen Pendlingkamm und Zahmem Kaiser unterbrochen haben, den Durchbruch durch den Nordflügel.

Diesem Nordflügel westlich von Kufstein bis zum Guffert samt dem sich anschließenden Sattel und besonders der Verknüpfung des Sattels mit der nördlich folgenden Mulde galten Untersuchungen, welche ich schon 1911 begonnen hatte, aber erst 1920 zu einem Abschluß bringen konnte. Es war meine Absicht, an dieser über 30 km langen Grenze zu prüfen, welcher Art die Berührung zwischen Sattel und Mulde ist.

In der langen Zeit zwischen Anfang und Ende der Untersuchungen wurden über dieses Gebiet und besonders über die erwähnte Berührung verschiedene Ansichten veröffentlicht. So bietet sich zugleich Gelegenheit, diese ebenso wie die früheren Untersuchungen mit meinen Ergebnissen zu vergleichen.

GÜMBEL¹ erkannte schon, daß der Kamm Pendling—Guffert die Fortsetzung des Zahmen Kaisers ist. Er sah in diesem Kamm die Reste eines aufgebrochenen Gewölbes, dessen Schichten im N vorherrschend nach N, im S vorherrschend nach S einfallen. Das bei der Karte Blatt Miesbach gegebene Profil zeigt am Pendling einen Sattel aus Wettersteinkalk mit steilen Verwerfungen im Kalk, und beiderseits normale Schichtfolge von Raiblern und Hauptdolomit. Die Raibler begleiten nach GÜMBEL den ganzen Kalkzug bis zum Achental auf beiden Seiten. Das Profil No. 182 von Landl nach Riedenberg (Rettenberg) durch das Boxbachtal zeigt deshalb ebenfalls normale Schichtfolge, nur sind die Schichten vom Wettersteinkalk bis zum Neocom dort nach N überkippt. Diese Überkipfung, welche der Sattel und der sich anschließende Südflügel der großen Mulde erfahren hat, ist auf Profil 198 über das Hintere Sonnwendjoch bereits wieder verschwunden,

¹ Geognost. Beschr. d. bayr. Alpengebirges. München 1861.

die Mulde ist dort breit und normal bis zum Hauptdolomit des Südflügels, während auf Profil 121 vom Hinteren Sonnwendjoch zum Schmaleckerjoch dieser Hauptdolomit 45 S fällt und durch eine steil S fallende Verwerfung von den normal liegenden jüngeren Schichten der Mulde getrennt ist.

Die Angabe GÜMBEL'S bezüglich des Vorkommens der Raibler Schichten am Nordrande des Wettersteinkalkes konnte MOJSISOVIC'S¹ nicht bestätigen. Nach ihm sind Raibler nur im westlichen Teil der Südseite vorhanden, auf der Nordseite lassen höchstens lose Stücke von *Cardita*-Sandstein nächst der Riedenberger Klause auf eine schmale Zone von Raiblern schließen.

Demgemäß fehlen auf seinen beiden Profilen von Landl nach S die Raibler und der überkippte Hauptdolomit, 25—30 S fallend, stößt an einer steilen Verwerfung an den Sattel des Wettersteinkalkes. Dieser Sattel wird gegen O undeutlich und es durchbrechen nur mehr pfeilerartige Gewölbfragmente den Hauptdolomit. Der Pendling erscheint als eine flach N fallende Wettersteinkalkplatte, durch Verwerfungen beiderseits vom Hauptdolomit getrennt.

Bezüglich der großen Mulde stellte MOJSISOVIC'S fest, daß sie mit überkipptem Südflügel bei Landl noch vollständig erhalten ist, daß aber nach O zuerst die jurassischen, dann auch die rhätischen Schichten des Südflügels ausbleiben, wodurch Neocom erst mit Rhät, später mit Hauptdolomit in Berührung gelangt, was als Folge von Verwerfungen gedeutet wird.

Weitere tektonische Untersuchungen liegen nur von AMPFERER² vor für den auf Blatt Achenkirch der österreichischen Spezialkarte fallenden Teil des Kammes. Dort nimmt AMPFERER eine von SO her vorschreitende Überschiebung an, am Unnutz und Guffert, in einem Betrag von etwa 1 km. Ähnliche Verhältnisse sollen längs der ganzen Nordgrenze der Wettersteintafel herrschen. Raibler fehlen nach AMPFERER auf beiden Seiten.

1912 erschien das von AMPFERER aufgenommene Blatt Achenkirch und 1914 folgten die Erläuterungen dazu.

¹ Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1871.

² Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1903.

Die beiden tektonischen Elemente der noch auf österreichisches Gebiet fallenden Südostecke des Blattes erscheinen als Sattel und Mulde einer großen Falte. Jener (Unnutz und Guffert) bildet eine im großen genommen S fallende Platte, mit stellenweise vorhandenen Raiblern im S und darüber dem Hauptdolomitsockel des Rofengebirges. Gegen W und N ist der Rand dieser Platte scharf niedergebogen. Im Bereich des Guffertkammes liegt an der Nordseite ständig Wettersteinkalk auf Hauptdolomit, der größtenteils zu tektonischen Breccien umgewandelt ist.

In einer anderen Arbeit¹ sagt AMPFERER, daß vom Unnutz ostwärts eine zusammenhängende Überschiebung da ist, welche jedoch keine große Verschiebung gegenüber der Neocommulde im N bedeutet. Deshalb sowie aus anderen Gründen sei es tektonisch nicht begründet, die Grenze zwischen zwei großen Einheiten in diese Zone zu verlegen.

Dies hatte nämlich HAHN² unternommen und die Neocommulde zur hochbajuvarischen, den Wettersteinzug zur tief-tirolischen Einheit gestellt. In einer größeren Arbeit³ führte er die Gründe an, welche ihn dazu veranlaßt hatten. Die tief-tirolische Einheit soll nach HAHN gegen N über die hochbajuvarische überschoben sein, die Deckenstirne besteht dabei zwischen Guffert und Kufstein aus einem stehenden Gewölbe.

HERITSCH⁴ bezeichnet den Wettersteinkalk des Unnutz—Guffert als Deckscholle oder als ausgesprungene Überschiebung und läßt die Neocommulde zwischen Achenkirch und Tiersee gegen N überkippt sein.

Inzwischen hatte FÖLGNER⁵ vergleichend-fazielle Untersuchungen in Jura und Kreide von Achenkirch—Landl und des Rofengebirges begonnen. Ein wichtiges Ergebnis dieser Studien ist, daß die Unterschiede der Schichten in beiden Gebieten Korrelationsfolgen darstellen, welche einen Zusammenhang zu einem einheitlichen Bildungsgebiet beweisen. Die Mulde schließt sich als Gebiet tieferer Fazies organisch

¹ Jahrb. geol. Reichsanst. 64. 1914.

² Verh. geol. Reichsanst. 1912.

³ Mitt. geol. Ges. Wien 1913.

⁴ Handb. Reg. Geol. 1915.

⁵ Verh. geol. Reichsanst. 1917.

an das weniger tiefe im Rofan, beide Gebiete sind nicht durch eine Hauptüberschiebung getrennt.

Aus dieser gedrängten Übersicht ergibt sich, daß deckentheoretische Anschauungen auch für dieses Gebiet sich Geltung zu verschaffen suchten. Da sie aber nicht auf genaue Untersuchungen im Gelände begründet waren, können sie gegenüber der unzweideutigen Sprache der aus solcher Tätigkeit zu erkennenden Tatsachen nicht aufrecht erhalten werden. Das geht schon aus den Untersuchungen über die Fazies hervor, welche FOLGNER begonnen hatte, leider aber nicht vollenden konnte.

Mir kam es bei meinen Begehungen in erster Linie darauf an, festzustellen, wie der Zusammenhang zwischen dem Wettersteinkalkzug und seinem nördlichen Vorland ist, da ich bei den Untersuchungen im Kaisergebirge¹ infolge der dieses Vorland dort weithin verhüllenden alttertiären und quartären Ablagerungen darüber nicht völlige Klarheit hatte erlangen können und zur Entscheidung dieser Frage das westlich anstoßende Gebiet sehr geeignet erschien.

Die Betrachtung des Guffert von W zeigt deutlich, daß der Wettersteinkalk dort ein Gewölbe bildet. Mit 20—30° steigen die Kalkbänke vom Steinbergertal auf zum Kamm, legen sich auf der Höhe horizontal und fallen auf der Nordseite erst schwach, dann nach einer durch keine Störung unterbrochenen Umbiegung steil nach N ein, so daß sie 70—80° geneigt sind, z. T. auch senkrecht stehen.

An diesen steil nach NW und N untertauchenden Wettersteinkalk schließt sich Hauptdolomit. Raibler Schichten fehlen, nach AMPFERER, durchweg. Es gelang mir aber, sie an verschiedenen Stellen aufzufinden. An der Westseite des Guffertblockes liegt ein kleines Vorkommen von Raibler Mergeln an der Verwerfung zwischen Kalk und Dolomit, als Rest der größtenteils ausgequetschten Schichten. Die Verwerfung setzt sich an der Nordseite des Kammes nach O

¹ Z. Ferdinandeum, Innsbruck 1907, und Mitt. geol. Ges. Wien 1912. Für das folgende kommen an Karten in Betracht: GÜMBEL's Karte des bayrischen Alpengebietes 1:100 000 Blatt Miesbach, Österr. Spezialkarte 1:75 000 Blatt Achenkirch geolog., Kufstein topogr.

fort. Zur Issaalm zieht vom Wandfuß eine Schutthalde aus Kalktrümmern herab, in ihr entspringt eine Quelle und bei dieser stehen Raibler Sandsteine an, auf welche gegen die Alm zu Hauptdolomit folgt.

Der von dort am Fuß des Steilabsturzes gegen Breitlaner führende Weg verläuft ungefähr auf der Grenze Kalk—Dolomit. Raibler sind dort nicht vorhanden und man sieht, von dem die erwähnte Schutthalde östlich begrenzenden Rücken gegen O blickend, den Wettersteinkalk des Guffert oben 20—30, tiefer 40—50 N fallen bis an den Weg. Hier setzt eine Längsverwerfung durch und nördlich von ihr sind an dem mit Nadelholz bewachsenen Rücken 80 S fallende Bänke eines sehr hellen Kalksteins aufgeschlossen, welche ich noch für Wettersteinkalk halte. AMPFERER gibt hier auf der Karte Hauptdolomit an, aber meiner Ansicht nach entsprechen die Kalke den weiter westlich noch in normalem Verband mit dem flacher liegenden Wettersteinkalk stehenden senkrechten Platten. Sie sind durch eine Verwerfung parallel zur Hauptverwerfung vom Kalkmassiv abgeschnitten, nördlich dieser folgt dann Hauptdolomit, welcher 80—70 N fällt.

Vom Weissachtal zur Weissaualm aufsteigend, trifft man häufig Stücke von Raibler Sandstein herumliegend. und südlich oberhalb dieser Alm ist das Bett des kleinen Baches gespickt mit solchen Stücken, welche auf dem im Bachbett anstehenden Lehm liegen. Ihr Anstehendes muß in unmittelbarer Nähe sein. Bei 1280 m steht Wettersteinkalk an in der vom Breitlaner herabziehenden Mulde. Westlich der Mulde traf ich den Kalk in 1370 m. Beiderseits des Breitlanerkars fällt er 30—40 N, zahlreiche „Gufel“ sind in ihm ausgewittert, besonders am Gufelstein.

Die Ostseite des Kares zeigt nun ganz ähnliche Verhältnisse wie die vorhin beschriebenen. An den 30—40 N fallenden Wettersteinkalk grenzt eine Masse senkrecht stehenden und, noch tiefer, 80—70 N fallenden Kalkes. Es sind die gleichen gut gebankten Schichten wie vorhin erwähnt, und wie dort rechnet sie AMPFERER auch hier zum Hauptdolomit. Aber nach ihrer Ausbildung, ihrer Lage zum südlich folgenden Kalk und den nördlich von ihnen liegenden Raiblern dürften sie zum Wettersteinkalk gehören, von dessen Haupt-

masse sie durch die auch hier durchstreichende Verwerfung getrennt sind.

Das ergibt sich auch aus der nächsten zu beschreibenden Stelle, welche schon auf Blatt Kufstein der österreichischen Spezialkarte liegt. Von der Vorderen Weissachalm führt ein Weg, erst ansteigend, später wagrecht, zur Plattentalalm. Die Höhe gewinnt dieser Weg in einer Mulde nördlich P. 1606. Der die Mulde östlich abschließende Rücken besteht aus Hauptdolomit, an ihn schließen sich schwarzgraue Mergel und Schieferletten der Raibler Schichten, welche in der orographischen Mulde 20—30 m mächtig aufgeschlossen sind, und hinter ihnen steigen die lichten, fast weißen Bänke des obersten Wettersteinkalkes auf. Die ganze Schichtreihe fällt 60—70 N. Die Raibler ziehen herauf zu der Einschartung, welche den Dolomitrücken mit dem Hauptkamm verbindet.

Das weitere Wegstück bis zur Plattentalalm verläuft ungefähr an der Grenze Kalk—Dolomit. Verschiedene sumpfige Stellen mit schmierigem Boden deuten vielleicht auf Raibler, ebenso spricht der zähe lettige Boden der Alm und die dortige Quelle für das Anstehen solcher. Denn unmittelbar südlich des Almbodens steht Wettersteinkalk an und ebenso nördlich Hauptdolomit.

Hier eröffnet sich ein prächtiger Rückblick auf Weissachtal und Guffertkamm. Von den horizontalen Kalktafeln des Gufelstein- und Guffertgipfels senken sich die Bänke allmählich nach N herab, bis sie, nahe dem Wandfuße, durch die Verwerfung innerhalb der Kalkmasse in ihrem regelmäßigen Verlauf unterbrochen werden. Nördlich der Verwerfung schießen die Bänke ganz steil ins Tal herab. Dieses ist tief in den Hauptdolomit eingeschnitten und besonders an der Nordseite des Tales bezeugen Steilhänge und kahle Runsen die starke Ausfurchung. Von dem das Tal gegen W abschließenden Sattel mit 1406 m zieht sich der Rest eines alten Talbodens über Schienbach-, Weittal- und Baumbachalm in ONO-Richtung hinaus gegen das Brandenberger Achenal, welches etwa 300 m tiefer liegt.

In der Kaiserklamm und südlich davon bis Pinnegg durchbricht dieses Tal den Wettersteinkalkzug. Er ist dort

etwas mehr als 2 km breit, hat also eine bedeutende Verschmälerung erfahren gegenüber seiner Breite von 7,5 km am Guffert. Davon entfallen 3,5 km auf die kalkige und 4 km auf die dolomitische Ausbildung, welche den Südteil bildet. Dieser fast rein weiße Dolomit wird im S von S fallendem Hauptdolomit überlagert, von welchem er durch eine Verwerfung getrennt ist. Raibler sind dort, nach AMPFERER, nur teilweise, am West- und Südrand des Unnutzstockes, vorhanden, während sie weiter im O fehlen.

Die Grenze des Wettersteindolomites biegt scharf nach NO um, dadurch verschmälert sich die Wettersteinmasse rasch, hauptsächlich auf Kosten des Dolomites. Bei der Bergklausen der Steinberger Ache östlich Hinterberg ist der Dolomit schon auf 0,5 km Breite verringert und beim Aufstieg von Innerort nach Pinnegg konnte ich nur noch 5—3 m Dolomit feststellen. Auch dort sind keine Raibler zwischen ihm und dem Hauptdolomit sichtbar, welcher von der Steinberger Ache kurz vor ihrer Mündung in die Brandenberger Ache durchbrochen wird.

Die dolomitische Ausbildung der ladinischen Stufe fehlt weiter nach O ganz und der Kalkzug erstreckt sich mit gleichbleibender Breite bis zum Kegelhörndl. In dieses Kammstück fällt die allmähliche Umbiegung aus W—O in SW—NO-Richtung. Schon in der Kaiserklamm streicht der Wettersteinkalk N 70—60 O und fällt 40—50 N, südlich Roßkopf 30—20 S. Die Sattelwölbung ist hier noch deutlich sichtbar. An der Südseite fallen Kalk und Dolomit scheinbar gleichmäßig 40—50 S. Raibler wurden östlich der Brandenberger Ache ebensowenig gesehen wie westlich, wobei aber die Möglichkeit ihres Vorhandenseins nicht abzuweisen ist, besonders da größere Strecken der Grenze Kalk—Dolomit außer durch quartäre Ablagerungen auch durch mächtige Gosaubildungen (Krumbach, Nachberg) verdeckt sind.

Das gleiche ist der Fall am Nordende der Kaiserklamm, wo sich Konglomerate, teilweise auch kohlige Schiefer der Gosaukreide auf den Wettersteinkalk legen.

Etwas günstiger ist die Sachlage von dort nach O bis zum Karnertal. Die Grenze ist öfters deutlich sichtbar und es zeigt sich dann, daß Wettersteinkalk und Hauptdolomit

entweder unmittelbar aneinander stoßen, wie an der Höhe östlich Breitenbachalm, wo der Kalk 30—40 N fällt, oder nördlich Brunftkopf, wo Kalk und Dolomit konkordant (N 70 O, 55 N) liegen, oder es sind schmale sumpfige Eintiefungen zwischen Kalk und Dolomit, welche vielleicht Raibler beherbergen. Eine solche Eintiefung verbreitert sich nach O, zieht als breite Rinne herab zum Törlerbach und setzt sich östlich des Baches fort. Stets tritt dort dadurch die Grenze schon orographisch deutlich hervor, im S vom felsigen Wettersteinkalk, im N vom sanfter ansteigenden Hauptdolomit überragt.

In diesem Hauptdolomit liegen, etwa 200 m nördlich der Grenze gegen den Wettersteinkalk, Bänke eines hellbraunen, nicht bituminösen Kalksteins, 50—60 N fallend. Ihre Unter- und Überlagerung durch Hauptdolomit ist deutlich sichtbar, so daß über ihre Zugehörigkeit zu diesem kein Zweifel besteht.

Unterhalb der Einschartung nördlich P. 1311 in der nach O herabführenden Rinne stehen Raibler Sandsteine an. Ein weiteres Vorkommen von Raiblern dürfte in der Furche nordöstlich P. 1177 sein, deren schmierigem lettigem Boden verschiedene Quellen entspringen.

Der Wettersteinkalk streicht in diesem ganzen Kammstück N 65—70 O, fällt nördlich Ellbachtal 45 N, am Nordrand 65 N. Hauptdolomit liegt z. T. konkordant, z. T. fällt er etwas flacher als der Wettersteinkalk nach N ein. Westlich Karnertal konnten kleine Störungen im Dolomit beobachtet werden, die sich schon durch dessen brecciöse Ausbildung verraten, im ganzen jedoch erscheint die konkordante Folge von Wettersteinkalk—Raibler Schichten—Hauptdolomit zwar durch mehr oder weniger vollständige Ausquetschung der Raibler unterbrochen, aber die gegenseitige Lagerung von Wettersteinkalk und Hauptdolomit ist dadurch nicht wesentlich beeinflusst worden.

Bei der Mündung des Karnerbaches auf die Riedenberger Wiesen bildet der Wettersteinkalk eine 15—20 m hohe steile Felswand. Sie zeigt deutliche Schichtung, N 70—80 W, 70 N. Das Tal verläuft hier auf der Grenze gegen den Hauptdolomit. Raibler konnte ich nicht finden, dagegen steht gegenüber dem oberen Teil der Felswand an der linken Bachseite eine kleine

Masse von grünem Sandstein mit kohligen Teilchen und violetten Flecken an, also Gosaubildungen. Vielleicht hat Mojsisovics, der ja, wie eingangs erwähnt, in der Nähe der Riedenberger-(=Pretzltal-)Klause lose herumliegende *Cardita*-Sandsteine fand, Stücke dieses Sandsteines dafür gehalten. möglich ist aber auch, daß er tatsächlich Raibler Sandsteine gefunden hat, deren Anstehen in der Nähe ja nicht ausgeschlossen, in der Furche nordöstlich P. 1177 sogar sehr wahrscheinlich ist.

Der erwähnte Wettersteinkalk ist sehr hell weißlich, auch bräunlich, enthält Gyroporellen und besitzt z. T. oolithische Struktur. Talauf erscheint sehr bald der Hauptdolomit beiderseits des Tales, N 80 W, 45 N. Es ist demnach wieder das gleiche Bild wie bisher: Verwerfung zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit, teilweise oder völlige Ausquetschung der Raibler, ungefähr gleiches Streichen im Kalk und Dolomit und Einfallen nach der gleichen Seite. Ob die Änderung im Streichen, N 80 W gegen vorher N 70 O, durch Umschwenken oder Verwerfung erzeugt ist, konnte nicht entschieden werden.

Bei der Pretzltalklause streicht der Wettersteinkalk über den Glemmbach hinüber, eine Steilstufe im Bachbett bildend, welche für den Klausenbau benützt ist. Vom Bach nach O ist die Grenze auf eine längere Strecke nicht entblößt. Südlich Riedenbergl zeigt sich Hauptdolomit mit etwa 20 NNO-Fallen, auch die Steilhänge auf der rechten Bachseite bestehen aus dem Dolomit, aber über dem ersten Anstieg dehnt sich ein Rest eines parallel dem Hauptkamm verlaufenden alten Talbodens, welcher infolge seiner Vegetation und Bedeckung mit quartären Ablagerungen keine Aufschlüsse des Felsuntergrundes gibt. Erst da, wo sich das Gelände wieder steiler emporhebt zum Hauptkamm, tritt der feste Fels als Wettersteinkalk zutage.

Nördlich Kran in dem zur Glemm fließenden Bach steht Gosaubreccie an, aus Trümmern von Hauptdolomit, grauem Kalkstein und verschiedenartigen Geröllen bestehend, bachab kommt dann diluviale Nagelfluh aus kalk- und zentralalpinen Geröllen, fast wagrecht liegend, bis mit dem Steilabsturz zur Glemm der Hauptdolomit erscheint.

Das Gegenstück der Nagelfluh liegt auf der anderen Talseite in dem Riedenberger Mühlbachtälchen. Die Schichten fallen dort erst 10—20 S, höher etwa 20 N. Zwischen den Kieslagen sind zahlreich solche von Sand ausgebildet. Beide Vorkommen sind Reste einer alten Talfüllung, sie liegen auf dem früheren Talboden, dessen Formen auch bei Riedenberg zu erkennen sind.

Die Südseite des Kalkzuges östlich Nachberg zeigt wieder Überlagerung des Kalkes durch Hauptdolomit, ohne Raibler. Östlich Kegelhörndl reicht der Dolomit auf die Kammhöhe, nördlicher und südlicher Hauptdolomit hängen dort noch zusammen. Bei der Höllensteinalm ist die Überlagerung gut sichtbar: Hauptdolomit bildet den Jochkopf, der mit Steilhang nach N abbricht. Darunter folgen 15 m (vertikal) ohne Aufschluß, dann kommt der Wettersteinkalk zutage, welcher erst 20 S fällt, nach N ein Gewölbe bildet und mit 30—40 N Fallen nach N herabsinkt. Die in dem Zwischenstück entspringende Quelle der Alm deutet wohl auf dort anstehende schwächliche Raibler. Auf dem nördlichen Wettersteinkalk liegt erst Gosaukonglomerat, dann folgt Hauptdolomit.

Östlich Jochkopf bei der Jochalm zieht die Grenze zwischen dem von S her auf die Kammhöhe reichenden Dolomit und dem zum Pendling gehörenden Kalk nach SO hinab. Die Grenze streicht dann nördlich der Alm S—N, und zwischen Kalk und Dolomit sind Raibler Mergel in einem kleinen Aufschluß entblößt. Das Gebiet Höllenstein—Jochalm ist von Querverwerfungen durchsetzt. Es scheint, daß dadurch Jochkopf und nördliche Fortsetzung gegenüber Kegelhörndl und Pendling eingebrochen ist. Deshalb liegt der Wettersteinkalk dort tiefer und ermöglicht die Erhaltung des Hauptdolomites auf der Kammhöhe. Es sind die westlichsten jener Abbrüche, welche dem Rand des Innquertales parallel streichen und in ihrer Gesamtheit das Quertal als Graben entstehen ließen.

Der Pendling zeigt einfachen Bau. Er besteht aus einem engen steilen Gewölbe des Wettersteinkalkes, der SW—NO streicht und 70—60 N bzw. 80 S fällt. Die Gewölbebiegung ist nicht vorhanden, das Gewölbe ist durch die

starke Pressung im First gebrochen. Beiderseits legt sich Hauptdolomit an den Kalk. Raibler wurden nicht gesehen, ihr teilweises Vorhandensein wenigstens auf der Nordseite ist wahrscheinlich wegen der dort gut ausgeprägten Furche zwischen Kalk und Dolomit, mit Quellen, und einiger Lese- steine von Raibler Schichten, die ich nördlich Pendlingsattel und am Pendlingweg fand. Auf alle Fälle aber ist ihre Mächtigkeit sehr verringert und Kalk und Dolomit sind durch eine Verwerfung getrennt. Das ergibt sich auch aus der Streichrichtung: dem Nordoststreichen des Kalkes steht das Oststreichen des Dolomites der Nordseite gegenüber.

Der Kalkzug senkt sich vom Pendling nach O steil herab zu der über den Pendlingsattel streichenden Verwerfung. Hier tritt die rasch abnehmende Bedeutung des Wettersteinkalkes deutlich hervor: die Sattelhöhe liegt nicht mehr in ihm, sondern im Dolomit der Nordseite. Westlich der Verwerfung hat der Kalkzug noch 1 km Breite, östlich nur noch 0,5 km. Er bildet den südöstlichen Teil des Maistaller Berges, der 948 m Höhe erreicht, während der größere nordwestliche Teil aus Hauptdolomit besteht und mit 993 m gipfelt.

Dieser letzte Teil des Kalkzuges senkt sich gleichmäßig nach NO und erreicht westlich Morsbach den Rand des Inntales, nur durch einen schmalen Dolomitstreifen von ihm, getrennt bleibend. Damit endigt der lange Kamm an einer Querstörung, seine Fortsetzung liegt im Bereich des Inntales in der Tiefe und taucht erst am jenseitigen Talrande, 3 km entfernt, im Zahmen Kaiser wieder auf.

Nördlich ist dem Wettersteinkalkgewölbe in seiner ganzen Erstreckung die große Mulde aus oberer Trias—Jura—Neocom vorgelagert, welche aus dem Karwendelvorgebirge in Ostrichtung gegen den Achensee streicht, westlich des Sees nach N umbiegt, zwischen Achenkirch und Achenwald wieder Ostrichtung annimmt und sich bis an den Rand des Inntales fortsetzt.

Im Schwenkungsgebiet hat die Mulde komplizierte Struktur und ist in eine Reihe von Schollen zerfetzt, welche im allgemeinen Bewegung gegen NW und N erkennen lassen. Dadurch ist Überkipfung erfolgt, so daß der Südflügel meist südliches Einfallen zeigt. Nach O wird dann die Lagerung in der

Mulde allmählich normal. Östlich Brandenberger Ache bilden Hinteres Sonnwendjoch auf der Nord-, Schmalecker- und Thalerjoch auf der Südseite die aus Hauptdolomit und Plattenkalk bestehenden Flügel und zwischen diesen liegen die jüngeren Schichten bis zum Neocom im Kern.

Am Veitsberg schon ist der Südflügel wieder überkippt, indem Hauptdolomit und Plattenkalk steil S fallen, und im Boxbach fällt die ganze Schichtfolge etwa 45 S. Diese Lagerung beherrscht auch den Larchberg und ist im Glemmtal östlich dieses Berges schön sichtbar. Sie läßt sich weiter verfolgen zum Sixengraben südlich Hinter-tiersee, wo Jura und obere Trias bei Oststreichen 80 S fallen. Das gleiche zeigt der nach N verschobene östlich angrenzende Muldentheil. Die Schichten streichen somit vom Larchberg ab schräg zum Wettersteinkalkzug, der ja südlich Larchberg Nordoststreichen annimmt. Dadurch verschmälert sich der Hauptdolomitstreifen gegen O bis zum Sixengraben, setzt östlich der dort vom Jochkopf herstreichenden Querverwerfung wieder breit ein und verschmälert sich aufs neue bis zu der über den Pendlingsattel streichenden Querstörung.

Der Bau des östlichsten Abschnittes ist durch reichliche Überdeckung mit Gosauresten schwieriger zu entziffern. Hauptdolomit bildet im NW-Teil des Mai-staller Berges einen breiten Streifen, der sich über die Marblinger Höhe zum Tierberg fortsetzt. Dazu tritt, durch mächtige Gosauablagerungen öfters unterbrochen, ein Zug von hellem bräunlichem Kalkstein, welcher südlich Pfrillsee beginnt und über den Tierberg bis zum Inntal nördlich der Klause verfolgt werden kann. Nördlich und südlich wird er von Hauptdolomit eingesäumt, das läßt vermuten, daß es der gleiche Kalkstein ist, welcher am Törlerbach dem unteren Hauptdolomit eingelagert ist. Sicheres Urteil darüber kann ich nicht abgeben, denn bei der starken tektonischen Bearbeitung dieses Inntalrandgebietes ist auch Plattenkalk oder rhätischer Kalk an dieser Stelle möglich und die Unterscheidung der verschiedenen Arten von Kalkstein ist wegen des Fehlens von Versteinerungen schwierig.

Jüngere Schichten sind, abgesehen von der Gosaukreide, nur an wenigen Stellen zu beobachten. Bei Hausberg östlich

Tiersee liegen Fleckenkalke, in dem Einschnitt der neuen Straße vor ihrem Eintritt in das Tierseetal sind kleine Mengen grauer und roter Kalksteine (Rhät?, Lias) entblößt, welche zwischen und an Hauptdolomit liegen. Diese Vorkommen beweisen ebenfalls, daß das Gebiet stark gestört ist. Ich fasse es auf als eine Störungszone, in welcher vorwiegend vertikale Bewegungen erfolgt sind, die den früheren Faltenbau stark verändert haben. Die jüngeren Schichten sind in größeren Partien erst weiter im N vorhanden, als überkippter Südflügel im Tal der Kiefer von Wachtl bis Kohlstatt. Sie zeigen, daß auch die Mulde sich bis an den Rand des Inntales erstreckt, wo ihre Fortsetzung gleich dem Kalkzug eingebrochen ist. Des weiteren zeigt sich auch am Nordflügel der Mulde die Umbiegung aus O- in NO-Richtung, denn am Ascherjoch nördlich Landl streichen die Schichten N 50 O, weiter nach O biegen sie in mehr östliche Richtung, bis sie in der Gegend von Wachtl wieder NO-Richtung annehmen und damit zwischen Tierberg und Nußberg das Inntal erreichen.

Das Ergebnis läßt sich somit dahin zusammenfassen, daß an keiner Stelle der 30 km langen Strecke ein Beweis für eine auch nur einigermaßen bedeutende Überschiebung des Wettersteinkalkes nach N über die große Mulde aus oberer Trias, Jura und Neocom gefunden wurde. Vielmehr bildet der gesamte Wettersteinkalkzug einen Sattel, dessen Nordflügel unter die Mulde einfällt und auf dessen Südflügel ebenso wie im N der Hauptdolomit auflagert.

Raibler Schichten sind am Nordflügel nur in spärlichen Resten vorhanden; ihre Verringerung bezw. ihr vollständiges Fehlen ist auf ein gleichzeitig mit der Faltung erfolgtes Zerreißen des ganzen Schichtenstoßes zurückzuführen. Dadurch sind die Raibler Schichten fast ganz ausgequetscht; sie haben als Schmiermittel gewirkt und die gesamte Reibung hat sich in ihnen aufgelöst, so daß Liegendes und Hangendes nur wenig mechanisch beansprucht wurden. Das erklärt auch, warum der Wettersteinkalk dicht an der Grenze keine Breccienbildung zeigt und fast ebensowenig der Hauptdolomit, warum im Gegenteil der Wettersteinkalk dort stets, der Hauptdolomit häufig geschichtet ist.

Ferner ergibt sich aus der Beschaffenheit des Wettersteinkalkes (z. B. im Karnertal und am Pendling), daß an der Grenze seine obersten Schichten anstehen (Gyroporellenbänke entsprechend z. B. denen bei der Wangalm im südlichen Wettersteingebirge, über welchen unmittelbar und konkordant die untersten Raibler Schichten liegen).

Die deutliche Schichtung der Gesteine längs großer Teile der Grenze läßt auch erkennen, daß eine bemerkenswerte Übereinstimmung im Streichen und Fallen zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit vorhanden ist.

Die Lagerungsverhältnisse am Südrande des Wettersteinkalkzuges zeigen nichts wesentlich Verschiedenes von denjenigen am Nordrand und es geht daraus hervor, daß beiderseits der gleiche Verband zwischen dem Sattel und den sich anschließenden Mulden besteht.

Diese beiderseitige Gleichheit ist aber von großer Wichtigkeit. Denn wenn der Hauptdolomit der Südseite, welcher infolge Ausquetschung der Raibler Schichten unmittelbar auf dem Wettersteinkalk liegt, mit diesem zusammen eine „Einheit“ bildet, dann besteht auch keine Veranlassung dafür, den Hauptdolomit der Nordseite von dem Wettersteinkalk zu trennen und ihn zu einer anderen Einheit zu rechnen.

Vielmehr liegt der Wettersteinkalkzug als Antiklinale zwischen zwei ihm parallelen Synkinalen, und diese drei Bauformen sind Glieder eines einheitlichen Bauwerkes, welches durch eine über weite Strecken sich geltend machende Regelmäßigkeit und einen für alpine Verhältnisse auffallend normalen Faltenbau ausgezeichnet ist.

Dessen Entstehung muß in die Zeit der mittelcretacischen Gebirgsbildung verlegt werden. Denn in dem ganzen Gebiete liegt die Gosaukreide transgressiv, mit Grundkonglomeraten beginnend, über den älteren Bauformen, deren jüngsten Bestandteil das Neocom bildet. Näher auf diese, in dem nordkalkalpinen Teil der Ostalpen so häufig zu sehenden Lagerungsverhältnisse einzugehen, ist für den Zweck dieser Ausführungen nicht nötig.

Wenn aber die Bildung der lang hinstreichenden Falten des Gebietes schon in der Kreidezeit erfolgte, dann geht

daraus hervor, daß die tertiären Bewegungen den Grundplan des Gebirgsbaues nicht umstoßen konnten. Lediglich kleine, im Verhältnis zum Gesamtbau unbedeutende Veränderungen wurden durch sie hervorgerufen, die ältere Bauanlage blieb im wesentlichen bestehen.

Dieses Ergebnis hinsichtlich des tektonischen Aufbaues stimmt gut überein mit den faziellen Untersuchungen FOLGNER'S und den Beobachtungen AMPFERER'S, wobei letztere dahin zu berichtigen sind, daß die vom Unnutz nach O hin angenommene zusammenhängende Überschiebung geringen Ausmaßes nicht vorhanden ist.

Die Annahme einer faziellen und tektonischen Haupttrennungslinie oder -zone zwischen dem Wettersteinkalkzug und der nördlichen Mulde läßt sich in keiner Weise aufrecht erhalten. Faziell besteht ein normaler Zusammenhang zwischen südlicher und nördlicher Mulde, tektonisch ergibt sich die regelmäßige Folge von Mulde—Sattel—Mulde. Daß dabei stellenweise die normale Verbindung der Schichtglieder etwas gelitten hat, besonders durch die Einlagerung der nachgiebigen karnischen Stufe zwischen den starreren Kalksteinen und Dolomiten der ladinischen und norischen Stufe, ist nichts Auffallendes.

Und auch der, teils durch Überschiebung geringen Ausmaßes wie am Unnutz und an der Westseite des Guffert oder in der Umbiegung der Neocommulde, teils durch Überkipfung des Muldensüdflügels sich offenbarende Drang nach N und NW erscheint nur als die notwendige Folge des allgemeinen Wacklens der Kalkalpen gegen außen, vom hercynischen Kern des Gebirges gegen das stets weiter nach N zurückgedrängte Meer.