

# Zur Geologie des Quellengebietes der Bregenzer Ache.

Von Theodor Benzinger.

(Mit 2 Tafeln, Deckenprofil, Deckenkarte und 12 Abbildungen.)

## Einleitung und Geschichte der geologischen Erforschung.

Das Gebiet, welches der Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist, liegt dort, wo die Quellbäche des Lechflusses, der Iller und der Bregenzer Ache sich einander nähern. Teile von ihm zählen noch zu den Allgäuer Alpen, der Süden gehört den westlichen Lechtaler Alpen an, und die nordwestlichen Bergketten rechnet man zum Bregenzer-Waldgebirge. Das Karhorn und die Hochfläche, auf welcher es ruht, führt als „Tannberg“ einen eigenen Namen. Der „Tannberg“ gehört zum Land Tirol, das übrige Bregenzer-Wald-Gebiet zum Land Vorarlberg. Im NO liegt die Aufnahme auf reichsdeutschem Gebiet.

Als Nordgrenze für die Aufnahme wurde eine wichtige geologische Trennungslinie gewählt: der Ausstrich der Überschiebungsfäche, mit welcher die oberostalpine Allgäudecke auf dem südlichen Flyschzug des Bregenzer Waldes ruht.

Im O schließt das Gebiet mit der topographischen Unterlage dieser Arbeit ab, welche hier gleich erwähnt sei: Es ist die Karte der Lechtaler Alpen 1:25000, Blatt Klostertalergruppe, herausgegeben vom Hauptausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines.

Im W war die Grenze durch die Arbeit von Gubler (66) gegeben. Im S ist sie in willkürlicher Weise von O nach W durch den Gipfel der Mohnenfluh gezogen.

Das so umrissene Gebiet deckt sich zum großen Teil mit demjenigen, welches Mylius (22) 1909 im Maßstab 1:25000 kartiert hat. So kann ich mich, was die Orographie und die Geschichte der geologischen Erforschung bis zum Jahre 1909 betrifft, auf seine gründliche Darstellung beziehen.

Dagegen bedarf das Unterfangen, ein Gebiet, welches vor vergleichsweise kurzer Zeit Gegenstand eingehender Untersuchung war, neu zu kartieren, einer Rechtfertigung. Die Punkte, in welchen die vorliegende Arbeit von Mylius abweichende Ergebnisse gezeitigt hat, sind im tektonischen Teil im einzelnen erwähnt. Hier möchte ich vorwegnehmen, daß Mylius seinerzeit von Vorstellungen ausging, mit denen wir heute nicht mehr arbeiten können.

Rothpletz (10, 13, 14, 16) war der erste, welcher den großzügigen Überschiebungsbau der Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol in vollem Umfang erkannte. Diese Erkenntnis war ein bedeutender Fort-

schritt in der Lösung der Fragen, welche die Tektonik der Kalkalpen aufgab, und bleibt es auch heute noch, wo sich die allgemeine Auffassung ganz von den Rothpletzischen Vorstellungen eines längs „Randspalten“ von O her überschobenen Ostalpenkörpers abgewandt hat. Die Arbeit von Mylius stand jedoch ganz unter dem Eindruck dieser Anschauung. Seine Tektonik ist überaus starr und die Begriffe der „Randspalten“ und Schuppen wurden auch dort in die Landschaft hinausgetragen, wo bei unbefangener Betrachtung die Rothpletzischen Vorstellungen hätten berichtigt werden können.

Seit dem Jahre 1904 wurde durch Ampferer (18, 23, 30) die Auflösung des Baues der Allgäuer und Lechtaler Alpen von O her in Angriff genommen und dabei der großartige Überschiebungsbau immer klarer enthüllt, welcher in dem bekannten Alpenquerschnitt von Ampferer und Hammer (24) im Jahr 1911 seinen letzten Ausdruck fand.

Eine kleinere Studie über die Gegend des Formarinsees von Haas (21), die ergebnisreiche Kartierung der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes durch C. A. Haniel (26) und die Aufnahme der Gegend zwischen Breitach und Stillach durch Pontoppidan (28) zeigen, wie überall in den Nachbargebieten Detailarbeit geleistet wurde.

1912 befaßte sich Mylius (32) wiederum mit den westlichen Lechtaler Alpen. Es war dies wohl der letzte Versuch, die ungeheuerlichen Lagerungsverhältnisse der Kalkalpen lokaltektonisch zu deuten. Er wurde von Ampferer (34, 38) 1914 niedergeschlagen in einem zweimaligen Meinungsaustausch mit Mylius, auf den ich hier ohne näheres Eingehen hinweisen möchte. Für uns ist er deswegen interessant, weil er sich auf dem Boden des Bregenzer Waldes abspielt, am Karhorn, dessen tektonische Deutung ohne Berücksichtigung der regionalen Verhältnisse nicht vollzogen werden konnte. Mylius ist in seinen Verbindungen der verschiedenen tektonischen Elemente durch Luftsättel damals ebenso zu weit gegangen wie 1909 in der Trennung der Zusammenhänge durch Überschiebungsflächen. Aber diesmal entfernten sich seine Vorstellungen viel weiter von der Wirklichkeit.

Ampferers Kritik (34, 38) erstreckte sich auch auf die Stratigraphie. Mylius hatte die Kreideschiefer des Raucheggfensters verkannt, was aus dem damaligen Stand der Erkenntnis und den ungewöhnlich schwierigen Lagerungsverhältnissen an der betreffenden Stelle sich erklärt. Jedenfalls erschien eine Bearbeitung der interessanten Kreidesedimente des Bregenzerwaldes, welche Mylius mit dem Namen „Flys“ bezeichnet oder fälschlich als Lias kartiert hatte, wünschenswert.

Nachdem nun 1925 Ampferer (21) im Spullerseegebiet und Gubler (66) von W kommend gegen den Bregenzer-Wald hin den Ring der Aufnahmen geschlossen haben und 1927 in der Alpenvereinskarte von Ägerter eine topographische Grundlage geschaffen war, welche Mylius nicht entfernt in dieser Genauigkeit zur Verfügung stand, mag der Versuch, die Geologie im Quellengebiet der Bregenzer Ache aufs neue in Angriff zu nehmen, gerechtfertigt erscheinen. Die Feldaufnahme für die vorliegende Arbeit wurde im Sommer 1928 begonnen und beendet. Die Anleitung dazu und vielfache Anregung zuhause und in den Bergen des Bregenzerwaldes verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. E. Hennig in Tübingen. Es sei mir gestattet, ihm an dieser Stelle den allerherzlichsten Dank auszusprechen. Ganz besonders danke ich auch Herrn Oberbergrat Dr. O. Ampferer in Wien für die Erlaubnis, ein so schönes Stück seines Aufnahmegebietes zu übernehmen und für das freundliche Interesse, das er dieser Arbeit stets entgegengebracht hat.

Für die sorgfältige Reinzeichnung der Abbildungen bin ich dem Zeichner des Lichtbilderverlags Theodor Benzinger in Stuttgart, Herrn F. Gubitz, sehr zu Dank verpflichtet.

Die zu dieser Arbeit gehörige geologische Karte im Maßstab 1:25000 wird auf Blatt IV (Klostertaler Alpen) der von O. Ampferer bearbeiteten Alpenvereinskarten der Lechtaler Alpen veröffentlicht werden.

## I. Stratigraphie.

### Allgemeines.

Der Gegenstand der vorliegenden Arbeit war in erster Linie die Tektonik. Für die Stratigraphie ergaben sich keine wesentlichen Abweichungen von den Befunden, welche in den Nachbargebieten und, von Mylius, auch innerhalb des Kartengebietes erhoben worden sind. Eine kurze Beschreibung der in Frage kommenden Schichten und einige genaue Profile möchte ich aber trotzdem dem tektonischen Teil voranstellen. Der Flysch soll, wie auch bei der Tektonik, außerhalb des Rahmens dieser Darstellung bleiben. Es handelt sich somit nur um die Sedimente der ostalpinen Decken.

Die Allgäudecke und die unteren Schuppen der Lechtaldecke enthalten im Hinteren Bregenzer Wald von der Trias nur die norische und die rätische Stufe. Erst südlich vom Rande unseres Gebietes stellen sich karnische, ladinische und anisische Schichten ein. Die tieferen Decken des Kartengebietes haben diese älteren Schichten durch Abscherung an der Basis verloren. So beteiligen sich am Aufbau der Berge im Quellengebiet der Bregenzer Ache die Sedimente der norischen und rätischen Triasstufe, der Jura und die Kreide.

### 1. Hauptdolomit.

Über die norische Trias, den Hauptdolomit, ist im Hinteren Bregenzer Wald Besonderes nicht zu berichten. Seine Ausbildung ist die übliche. Zuckerkörniger Bruch, splittrige Verwitterung, rauchgraue Farbe, Vegetationsfeindlichkeit sind seine wichtigsten Kennzeichen.

In mittlerer Lage enthält er am Kleinen Widderstein ein Band von rotgefärbtem, stellenweise spätigem Dolomit, mitunter nur eine rote tonige Fuge. Es handelt sich um ein Hereinspielen der germanischen Fazies, welches Richter (57, 58) in tieferen tektonischen Elementen in viel größerem Umfang gefunden hat. Außer dem Vorkommen am Kleinen Widderstein sind aber solche Anklänge im Bregenzer Wald nicht zu beobachten.

Richter (58) erwähnt einen Horizont von schwarzen Mergeln innerhalb des Hauptdolomits vom Tal der Bregenzer Ache zwischen Hopfreen

und Schröcken. Diese Mergel sind nichts anderes als Kössener Schichten, welche tektonisch um ihre Lage gekommen sind, wie im zweiten Teil dieser Abhandlung bewiesen werden soll. Nirgends sonst sind im Bregenzer Wald schwarze Mergellagen im Hauptdolomit zu finden.

Dunkelgraue, weniger vegetationsfeindliche Plattenkalke nehmen in der Lechtaldecke großen Raum ein. Sie vermitteln in der Lechtaldecke *A* den Übergang des Hauptdolomits in eine ganz aus Mergeln bestehende Rätserie.

Die Mächtigkeit des Hauptdolomits läßt sich nirgends bestimmen, weil das Liegende überall aus tektonischen Gründen fehlt. Als Durchschnitt ist im Bregenzerwald eine Mächtigkeit von 600 *m* anzunehmen. Für die Annahme einer größeren Mächtigkeit bestehen innerhalb der Allgäudecke nirgends zwingende Gründe. Im N ist der Hauptdolomit auf 400 *m* tektonisch reduziert, ein Umstand, der wohl die lebhaftere Faltung begünstigt hat, welche wir hier beobachten.

Der Hauptdolomit ist entsprechend seiner Mächtigkeit weit verbreitet. Er baut die höchsten Gipfel auf, welche auf den Firstlinien der Sättel gelegen sind, vornehmlich in den Kulminationen der Achsen (Großer und Kleiner Widderstein, Hoch- und Niederkünzelspitze).

## 2. Rätformation.

Gegenüber der gleichförmigen Ausbildung des Hauptdolomits zeigt das Rät erhebliche Faziesunterschiede auf kurze Entfernung. Seine vorherrschenden Gesteine sind schwarze bis hellgraue, spätige bis dichte Kalke und milde dunkle Mergel und Tone. Wechselnd ist die Verteilung dieser Baustoffe innerhalb des Rätprofils. Auch die Gesamtmächtigkeit ist inkonstant. Immer setzt aber das Rät der Allgäudecke mit Mergeln unvermittelt über dem Hauptdolomit ein. In der Lechtaldecke *A* gehen die oberen Lagen des Hauptdolomits in Plattenkalk über.

Die typische Ausbildung des Räts und die Änderung der Fazies in der Richtung von N nach S wird am besten an Hand einiger Profile zur Darstellung kommen. Dabei soll das genaue Profil vom Glattjöchl als Muster dienen. Die weniger genau aufgenommenen anderen Profile sollen in den Wechsel der Ausbildung und der Mächtigkeit Einblick geben.

Rätprofil vom Nordflügel der Mulde von Punkt 2137.

Lias	}		Fleckenmergel.
			Hellgraue spätige Kalke.
		9	<i>m</i> schwarzer, brecciöser Kalk in Bänken von 10 <i>cm</i> mit Bruchstücken von Belemniten.
		0·20	<i>m</i> Lumachelle.
Rät	}	1·40	<i>m</i> feinkörniger, harter, hellgrauer Kalk mit Ostreen und anderen Zweischalern.
		30—40	<i>m</i> Tone, Mergel und dünne Kalkbänke mit Lumachellen, Korallenhorizonte.
		15	<i>m</i> grauer, dickbankiger Kalk (Dachsteinkalkfazies).
		5	<i>m</i> schwarze Mergel mit dünnen Kalkbänken.
			Hauptdolomit.

Rätprofil vom Südflügel der Mulde von Punkt 2137.

- Fleckenmergelserie.  
 2 *m* roter Liaskalk.  
 33 *m* Wechsel von Ton, Mergel und dünnen Kalkbänken,  
 Lumachellen.  
 10 *m* Dachsteinkalk.  
 7 *m* Wechsel von Ton, Mergel und dünnen Kalkbänken,  
 Lumachellen.

Rätprofil beim Sattel nördlich von Punkt 2172.

- Fleckenmergelserie.  
 3 *m* roter Liaskalk.  
 2 *m* Mergel.  
 4 *m* Kalk.  
 1 *m* Wechsel von Kalk und Mergelbänken.  
 6 *m* Kalk.  
 25 *m* Mergel und Tone, mit gegen oben häufiger werdenden  
 Kalkbänken.  
 Hauptdolomit.

Rätprofil vom Glattjöchl (genaues Profil siehe Fig. 2, Taf. XIII).

- 37 *m* Wechsel von Kalk und Mergel, Lumachellen.  
 17 *m* „Dachsteinkalk“.  
 22·5 *m* Mergel mit vereinzelt Kalkbänken und Lumachellen.

Rätprofil vom Kleinen Künzele.

- 3·5 *m* roter Liaskalk.  
 5 *m* Kössener Mergel.  
 1·6 *m* gelblich verwitternde Kalke.  
 1·5 *m* Mergel mit kalkigen Bänken.  
 2·5 *m* Kalk.  
 1·7 *m* Mergel mit Kalkbänken.  
 43 *m* Dachsteinkalk.  
 Kössener Schichten.

In der Lechtaldecke *A* haben wir im W, bei der Alpe Alpschellen, über den norischen Plattenkalken eine Serie von rätischen Mergeln, deren Mächtigkeit zirka 120 *m* betragen dürfte. Sichere Bestimmung ist wegen der stark gestörten Lagerung nicht möglich. Bei den Ochsenköpfen findet man in mittlerer Höhe der Mergelserie zirka 10 *m* Kalk.

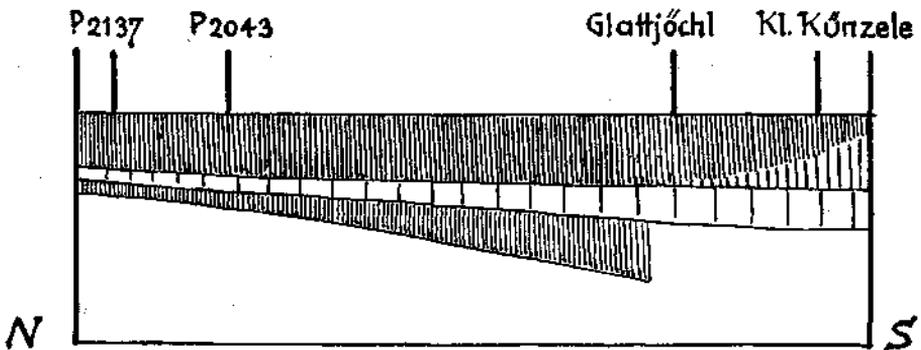
Eine davon sehr verschiedene Ausbildung zeigt das Rät des Karhorns, welches wir ebenfalls zur unteren Lechtaldecke stellen müssen. Dort finden wir über einer zirka 30 *m* mächtigen Kössener Serie 120 *m* Dachsteinkalk, dem nach oben wieder 20 *m* Mergel auflagern. Darüber folgt der untere Lias.

Vom Rät der Lechtaldecke *B* läßt sich innerhalb des Kartengebietes ein vollständiges Bild nicht gewinnen.

Wenn man von dem Profil bei Punkt 2172 absieht, welches sicher eine tektonisch verminderte Serie wiedergibt, so ist aus den vorliegenden Profilen eine deutliche Zunahme der Mächtigkeiten gegen S abzulesen.

Die graphische Darstellung, Fig. 1, soll dies anschaulich machen. Diesem allmählichen Übergang innerhalb der Allgäudecke steht eine plötzliche Änderung gegenüber, wenn man das Gebiet der Lechtaldecke betritt. Auffallend ist dabei das Fehlen des Dachsteinkalkes in der Wandfluschuppe und seine gewaltige Entwicklung im Karhorn.

Die Verbreitung der Rätschichten ist größer, als man bei ihrer geringen Mächtigkeit erwartet. Die widerstandsfähigen Kalke sind auf weiten Flächen von der Erosion freigelegt und verschont worden. Man erkennt sie von weitem an ihrer weißen Verwitterungsfarbe und an ihrer Neigung, Schratten zu bilden. Die Mergel des unteren Horizontes verwittern ungemein leicht. Der Dachsteinkalk stürzt in großen Platten nach



Sammelprofil durch das Rät der Allgäudecke

Höhen 1:4000

Längen 1:25000

Fig. 1.

und deckt meistens die Kössener Schichten mit grobem Blockwerk. Die oberen Mergel verschmelzen im Landschaftsbild mit den ebenso leicht verwitternden Schichten des unteren Lias und der Fleckenmergel.

Die größte Verbreitung hat der Dachsteinkalk auf der Südabdachung des Künzelmassivs und auf der Hochfläche des Körbersees. Der Heiterberg verdankt ihm und dem Lias seine eigenartigen Formen. Nördlich vom Widderstein treffen wir die Rätschichten nur noch in den Muldenzonen. Das Auenfelder Horn und das Wartherhorn, die Kanzeln, welche das Karhorn flankieren, bestehen aus Dachsteinkalk.

Am Schluß sei noch ein genaues Profil durch die Rätserie vom Glattjöchel angegeben (siehe Fig. 2, Taf. XIII):

Lias	{	66.	Fleckenmergel.
		65.	250 cm hellgrauer, etwas spätiger, sonst dichter Kalk mit Belemniten, gelblich verwitternd.
		64.	40 cm spätiger dunkelgrauer Kalk.
		63.	50 cm Schalenrümmerbank.
		62.	350 cm Kalke und Mergel mit Fossilien.
		61.	150 cm Kalk in 10—30 cm dicken Bänken.
		60.	20 cm Kalk, aus Korallen und Schalenrümmer bestehend.

59. 100 *cm* Tonschiefer.  
 58. 20 *cm* Lumachelle.  
 57. 40 *cm* dunkelgrauer, feinkörniger Kalk.  
 56. 40 *cm* Kalk in Bänken von 5 *cm*.  
 55. 50 *cm* blättrige Mergelschiefer.  
 54. 100 *cm* dunkelgrauer, feinkörniger, etwas spätiger Kalk.  
 53. 100 *cm* schwarze, dünngeschichtete Tonschiefer.  
 52. 55 *cm* grünlicher Kalk, feinkörnig, gelbe Verwitterungsfarbe.  
 51. 100 *cm* Wechsel von Kalk und Ton, nach oben toniger werdend.  
 50. 20 *cm* blaugraue Schalenrümmerbank.  
 49. 200 *cm* sehr harter, hellgrauer, spätiger, ungeschichteter Kalk mit vielen Kalzitadern.  
 48. 100 *cm* schwarze Mergel mit Schalenrümmer.  
 47. 40 *cm* harter, dunkelgrauer, zuckerkörniger Kalk mit knolliger Schichtfläche.  
 46. 100 *cm* sehr harter, hellgrauer, spätiger Kalk mit vielen Kalzitadern.  
 45. 210 *cm* hellgrauer, etwas kristallinischer Kalk, wohlgeschichtet in Bänken von 5 *cm*, welche nach oben dicker werden, mit mergeligen Zwischenlagen.  
 44. 100 *cm* Wechsel von Mergel und Kalk.  
 43. 60 *cm* fester grauer, grobkristallinischer Kalk.  
 42. 20 *cm* hellgrauer, spätiger Kalk von ockergelber Verwitterungsfarbe.  
 41. 20 *cm* Mergel.  
 40. 30 *cm* dunkelgrauer, dichter, etwas spätiger Kalk.  
 39. 60 *cm* Mergel.  
 38. 170 *cm* wohlgeschichteter, hellgrauer, etwas kristallinischer Kalk, nach unten in Mergel übergehend.  
 37. 100 *cm* Wechsel von Mergel und Tonschiefer.  
 36. 100 *cm* Kalk in Bänken von 10 bis 20 *cm*.  
 35. 25 *cm* Lumachelle.  
 34. 70 *cm* Kalk.  
 40 *cm* weiche, dunkelgraue Mergel.  
 8 *cm* Tonschiefer.  
 33. 10 *cm* Mergel.  
 3 *cm* Tonschiefer.  
 5 *cm* Mergel.  
 3 *cm* dünnblättrige Tonschiefer.  
 32. 40 *cm* Kalk mit Kalzitadern.  
 5 *cm* Mergel.  
 31. 20 *cm* brecciöser Kalk nach oben in Mergel übergehend.  
 30. 100 *cm* spätiger Kalk.  
 29. 70 *cm* schwarze, muschelartig brechende Mergel.  
 28. 90 *cm* Kalk mit Kalzitadern.  
 27. 160 *cm* dichter, dunkelgrauer, etwas spätiger Kalk in Bänken von 5 bis 15 *cm* Dicke mit Tonfugen (Brachiopodenreste).  
 26. 150 *cm* schwarze Mergel.

- |     |         |                                                                                |
|-----|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 25. | 20 cm   | Kalk.                                                                          |
| 24. | 50 cm   | Mergel.                                                                        |
| 23. | 100 cm  | Kalk.                                                                          |
| 22. | 70 cm   | dunkelgraue, feste, muschelrig brechende Mergel.                               |
| 21. | 150 cm  | splittiger, dunkelgrauer Kalk.                                                 |
| 20. | 40 cm   | Mergel.                                                                        |
| 19. | 190 cm  | splittiger, dunkelgrauer, nicht spätiger Kalk.                                 |
| 18. | 1500 cm | ungeschichteter Dachsteinkalk, hellgrau, etwas spätig, mit vielen Kalzitadern. |
| 17. | 40 cm   | Mergel, dunkelgrau, von hellgrauer Verwitterungsfarbe.                         |
| 16. | 65 cm   | Fossilschicht.                                                                 |
| 15. | 18 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 7 cm    | fester, dunkelgrauer Mergelkalk.                                               |
|     | 4 cm    | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 6 cm    | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 6 cm    | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 3 cm    | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 5 cm    | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 10 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
| 14. | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 10 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 10 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 10 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
|     | 10 cm   | weiche Mergelschiefer.                                                         |
|     | 10 cm   | dunkelgrauer Kalk.                                                             |
| 13. | 180 cm  | weiche Mergel.                                                                 |
| 12. | 20 cm   | festere Mergel.                                                                |
| 11. | 360 cm  | weiche Mergel.                                                                 |
| 10. | 20 cm   | festere Mergel.                                                                |
| 9.  | 110 cm  | Wechsel von weichen und festeren Mergeln.                                      |
| 8.  | 90 cm   | schwarzer, kristallinischer Kalk mit Kalzitadern (fossilführend).              |
| 7.  | 30 cm   | weiche Mergel.                                                                 |
| 6.  | 70 cm   | Wechsel von weichen Mergeln und Mergelkalken.                                  |
| 5.  | 10 cm   | Lumachelle.                                                                    |
| 4.  | 180 cm  | weiche Mergel.                                                                 |
| 3.  | 15 cm   | feste Mergel.                                                                  |
| 2.  | 900 cm  | weiche Mergel mit vereinzelt festere Bänke.                                    |
| 1.  |         | Hauptdolomit in gleichmäßigen Bänke von 2 m Stärke.                            |

Das vorstehende Profil zeigt deutlich, wie der mächtige Dachsteinkalk eine mittlere Lage im Rätprofil einnimmt. Diese Lagerung ist für die ganze Allgäu-Decke des Bregenzer Waldes bezeichnend. Zwei auffallende Fossilhorizonte finden sich an der Basis des Dachsteinkalkes und beim Übergang in den unteren Lias. Die oberen Mergelhorizonte sind an Kalklagen reicher als die unteren.

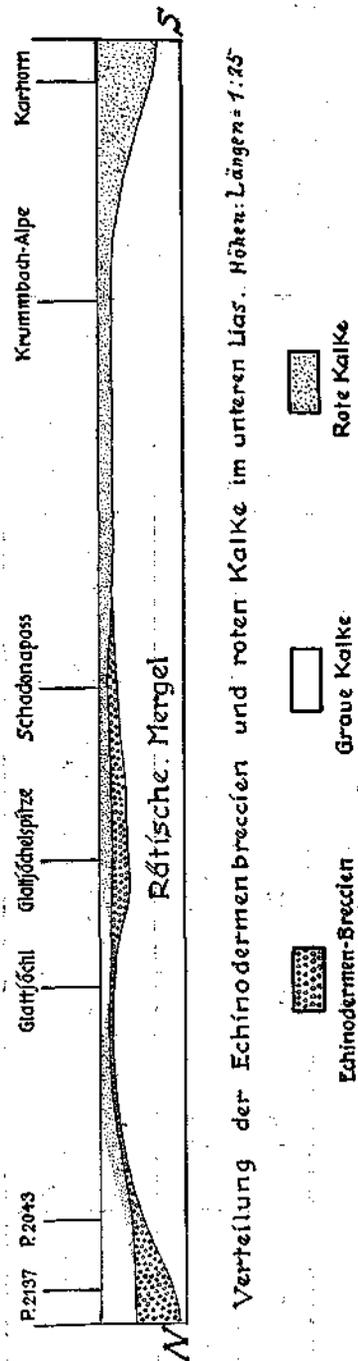
Die ungebankten massigen Kalke sind von zahllosen Kalzitadern durchsetzt, welche den fein geschichteten Kalken fehlen. Diese sind der tektonischen Beanspruchung durch Gleitung in den Schichtenflächen ausgewichen.

Im Hangenden des Dachsteinkalkes finden sich splütrig zerfallende Kalke, welche äußerlich dem Hauptdolomit un-  
gemein ähnlich sehen. Sie fallen auch am Kleinen Künzele, am Roßkopf und an anderen Orten auf. Am Kleinen Künzele nehmen sie eine hohe Lage im Rätprofil ein. Sie zeigen, daß der Dachsteinkalk auf Kosten des oberen Mergelhorizontes gewachsen ist, ohne ihn jedoch zu vertreten.

### 3. Unterer Lias.

Kössener Schichten und Liasfleckenmergel sind sich in mancher Beziehung ähnlich. Dennoch lassen sich Rät- und Liassedimente überall scharf trennen, denn der untere Lias zeigt eine eigenartige, unverkennbare Ausbildung. Das Rät schließt nach oben mit fossilreichsten Kalken und Mergeln ab; seine höchste Bank ist weithin als Lumachelle ausgebildet. Darüber liegen — im nördlichen Teil der Allgäu-  
decke — spätige Echinodermenkalke von schwarzer, grauer oder roter Farbe, oft reich an Zweischalern, besonders Muscheln; mitunter führen sie Belemniten. Dann stellen sich feinkörnige bis dichte Kalke ein. Sie sind oft reich an Cephalopoden und zeigen entweder rote oder lichtgraue Farbe. Die rote Farbe scheint in den nördlichsten Vorkommen stets zu fehlen. So erklärt sich die Lückenhaftigkeit des „Roten Lias“. Es ist schon öfter (26, 28) ausgesprochen worden, daß es sich nur um eine Unbeständigkeit der roten Farbe, nicht des ganzen Horizontes handelt.

Die Echinodermenbreccien sind in den nördlichsten Liasmulden (Bärenweide, Punkt 2137) außerordentlich mächtig. Im S fehlen sie ganz. In der Lechtaldecke sind am Karhorn die roten Kalke 14 m mächtig, während sie in der Allgäu-  
decke nirgends 4 m erreichen.



Verteilung der Echinodermenbreccien und roten Kalke im unteren Lias. Höhen: Längen = 1:25

Fig. 3.

Die Diskordanz, welche die Schichtflücke zwischen Rät und Lias begleitet, kann nur gering sein. Größere Breccien findet man in der Schuppenzone nördlich vom Schönegg, beim Punkt 2195, und westlich der Krumbachalpe. Die Nähe der Küste war schon aus dem Schmächtigerwerden der Rätschichten gegen N zu ersehen. Die Austernkalke und Echinodermenbreccien in den nördlichen Teilen der Allgäudecke bestätigen sie aufs neue. Eine Zusammenstellung von Profilen erläutert am besten die Ausbildung dieses charakteristischen Schichtengliedes. Fig. 3 gibt eine Darstellung von der Verteilung der Fazies.

Faziesverteilung des unteren Lias.

P 2137	P 2043	Töbelejöchl	Glatjöchl	Kl. Känzele	Glatjöchelspitze
Fleckenmergel	Fleckenmergel	Fleckenmergel	Fleckenmergel	Fleckenmergel	Fleckenmergel
8 m hellgrauer, spätkiger Kalk	8 m hellgrauer dichter Kalk mit Belemniten 2 m roter Kalk	3 m roter Kalk	2 m dichter, gelblicher Kalk, etwas spätkig, mit Belemniten	3-4 m roter Kalk	feinkörniger roter Kalk mit Cephalopoden
9 m harter, schwarzer Echinodermenkalk mit Belemniten			0-4 m dunkelgrauer, spätkiger Kalk		graue Echinodermenkalke. Crinoiden und Seeigelreste. Rote Breccienkalke mit Muscheln und Brauchtopfen
0-2 m Lamachelle			50 cm Lamachelle	Fossilhorizont der oberen Kössener Schichten	Fossilhorizont der oberen Kössener Schichten
1-4 m harter, feinkörniger, hellgrauer Kalk mit Austern					

R ä t m e r g e l

#### 4. Liasfleckenmergel.

Die Fleckenmergel sind neben dem Hauptdolomit das bestimmende Material für die Gestaltung des Landschaftsbildes. Ihre Ausbildung unterscheidet sich nicht von derjenigen, welche aus den Nachbargebieten beschrieben wird.

Sie gehen mit reichlichen Kalkbänken, welche ziemlich häufig Ammoniten, Belemniten und Inoceramen führen, aus dem „Roten Lias“ hervor und werden nach oben reicher an tonigen Lagen. Eine mittlere Höhe nimmt der zirka 30 m mächtige Horizont der Manganschiefer ein. Diese sind im N nicht zu finden. Weite Verbreitung haben sie bei der Alpe Bellisegg am Heiterberg, bei Unterboden und im unteren Teil der Hochbergwände.

Häufig finden sich in den Fleckenmergeln Bänke von spätigem Echinodermkalk. Sie treten in unteren Horizonten auf bei der Ischgerneyalpe und am Heiterberg. Dicht unter der Grenze gegen den Oberjura finden sie sich am Ostende der Rothornmulde und bei der Litehütte.

Die Mächtigkeit der Fleckenmergel, welche im N vielleicht nicht viel größer ist als 100 m, erreicht unter der Lechtaldecke zirka 400 m. Sicher ist sie nirgends zu schätzen. Kaum ein Schichtenglied ist so häufig tektonisch reduziert oder angeschopt wie die Juramergel.

Wir finden sie in allen Mulden der Allgäu-Decke, in größter Ausdehnung in einer Zone, welche vom Schadonapaß quer über das Tal der Bregenzer Ache nach Hochkrumbach zieht und sich außerhalb des Kartengebietes mit dem Fleckenmergelland vereinigt, auf dem die Lechtaldecke im Allgäu und im Fenster von Hinterhornbach schwimmt. Der Tannberg ist größtenteils von ihnen bedeckt und in der Verkehrtserie des Karhorns sind sie vertreten. Wild gefaltete Fleckenmergel liegen mit jüngeren Schichten vereint unter der Schubfläche der Lechtaldecke A.

Die Fleckenmergel reagieren auf tektonische Inanspruchnahme durch Faltung. Oft hat es den Anschein, als ob die übrigen Sedimente (mit Ausnahme des Hauptdolomits) in ihnen wie in einer Masse von vollkommener Plastizität schwimmen, welche in alle entstehenden Lücken eingepreßt wird.

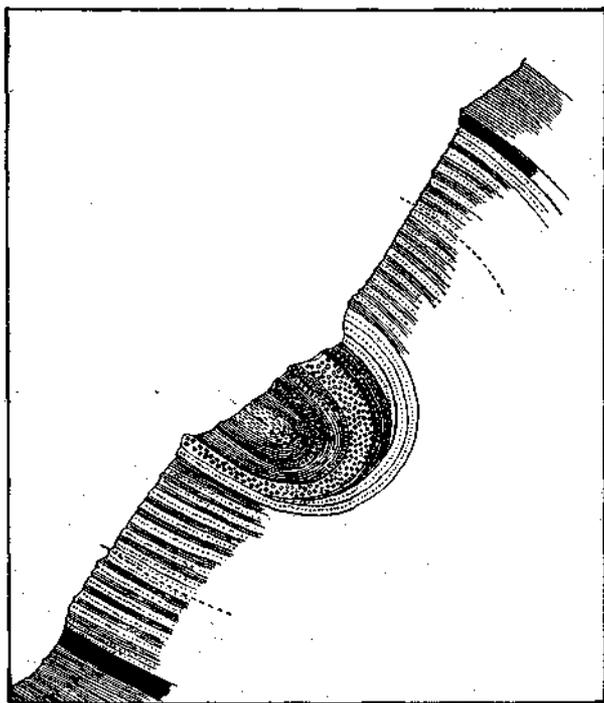
Das Landschaftsbild beherrschen die Fleckenmergel durch steile, großflächige, fast allenthalben begrünzte Hänge, scharfe Grate und wilde, gerade herunterziehende Schluchten.

#### 5. Radiolarite, Aptychenkalke.

K. A. Reiser (49, 53, 56) konnte neuerdings nachweisen, daß die Fleckenmergel außer dem größten Teil des Lias auch noch den Dogger vertreten. Die nun folgenden Radiolarienschichten gehören vermutlich dem oberen Dogger an. Sie bilden eine klare Grenze der Fleckenmergel gegen die oberjurassischen Aptychenkalke. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 5 und 30 m.

Das feingeschichtete, sehr kieselreiche Gestein zeigt bald rote — Oxydations-, bald grüne — Reduktionsfarbe. Die Bänke werden selten stärker als 10 cm. Sie haben ein glasiges Aussehen. Nach oben gehen

sie oft in trübe, tonreichere Schichten über, welche eine ungemein regelmäßige, rot-weiße Bänderung zeigen. Die weißen Lagen werden von der Verwitterung stärker angegriffen, so daß die roten Streifen an der Ober-



Profil durch die Hochbergmulde Maßstab 1:2000



Fig. 4.

fläche herausmodelliert werden. Häufig ist auch eine dünne Bank von äußerst hartem, zuckerkörnigem Kieselkalk.

Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt wird nun nach oben geringer und man gelangt in rote, oft ziemlich tonige Schichten, welche reichlich schlecht erhaltene Aptychen führen. Sie sind im Durchschnitt 5 m mächtig; oft fehlen sie ganz. Ob ursprünglich oder aus tektonischen Gründen, ist im Einzelfall schwer zu entscheiden.

Die rote Farbe teilt sich oft den unteren Lagen der Aptychenkalke mit. Sonst zeigen diese eine lichtgraue bis grünliche Farbe. Kennzeichnend ist der glatte, muschelige Bruch. Ihre Mächtigkeit kann nirgends sicher

angegeben werden, weil sie nach oben, sofern sie nicht tektonisch begrenzt sind, von der Transgressionsfläche der Oberkreide abgeschnitten werden. Die vollständigste Serie ist im Bregenzer Wald in der Hochbergmulde zu finden (vgl. Fig. 4).

Im Nordflügel dieser Mulde finden wir folgende Serie:

- Kreidebreccien.
- |       |                                                                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 m   | hellgrauer, dichter Kalk mit schwarzen Hornsteinlinsen.                                                            |
| 13 m  | hellgrauer, dichter Kalk in Bänken von 5—60 cm mit unbedeutenden Mergelfugen.                                      |
| 0·3 m | schwarzblauer, äußerst harter Kalk mit sandig-rostiger Verwitterungsfläche.                                        |
| 20 m  | Wechsel von hellgrauem dichtem Kalk mit schwarzen Mergeln.                                                         |
| 0·2 m | schwarzblauer, äußerst harter Kalk mit sandig-rostiger Verwitterungsfarbe.                                         |
| 32 m  | Wechsel von hellgrauem, dichtem Kalk mit schwarzen Mergeln (Fig. 5 zeigt einen Teil dieser Serie im Maßstab 1:40). |
| 3 m   | ungebankter, dichter, hellgrauer Kalk.<br>Rote Aptychenschichten.                                                  |

---

76 m

Aus diesem Querschnitt ist abzulesen, daß die hellgrauen Kalke im Oberjuraprofil zwar vorherrschen, aber es durchaus nicht ausschließlich zusammensetzen. Die mächtigsten Lagen sind reich an tonigen Bändern. Richter (57, 58) sieht in der tonigen Ausbildung des oberen Jura ein Anzeichen für die Nähe der Küste. So ist es vielleicht von Interesse, die tonige Ausbildung von dieser Stelle am Südrande der Allgäudecke zu zeigen (Fig. 5).

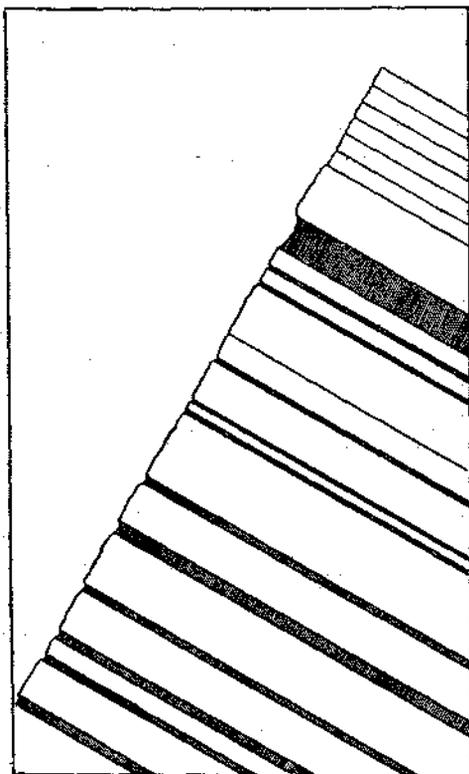
Die tonigen Lagen des oberen Jura sind ein Sediment, welches große Ähnlichkeit mit der Fleckenmergelfazies des Lias zeigt. Die Analogie erstreckt sich auch auf die liegenden roten Schichten der beiden Formationen, welche im Handstück überhaupt nicht zu unterscheiden sind.

Die harten, sandig-rostig verwitternden Kalke findet man besonders häufig als Trümmer oder Rollstücke wieder in den grobklastischen Ablagerungen der Kreide.

Fossilfunde sind spärlich. Außer den erwähnten Aptychen der roten Schichten fand ich in den höchsten Lagen *Belemnites* sp. und *Pygope diphya*.

Über die Verbreitung ist zu sagen, daß die oberjurassischen Schichten einerseits in den engequetschten Mulden der Allgäudecke, andererseits unter dem schützenden Dach der Lechtaldecke erhalten geblieben sind. Sie sind meistens äußerst stark tektonisch beansprucht, zeigen aber die Eigentümlichkeit, auch bei extremer Auswalzung ihre Anwesenheit durch Reste von wenigen Zentimetern immer noch zu dokumentieren. Dieser Umstand ist für das Erkennen des Muldencharakters vieler Jurazonen von Bedeutung gewesen. Wir finden Radiolarite und Aptychenkalke in den Mulden der Bärenweide und des Schafsattels, zwischen dem Kleinen und Großen Widderstein, in mächtiger Entwicklung an der „Roten Wand“.

Als Schubfetzen auf dem Lias des Heiterbergs, in der Muldenzone zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze allenthalben von der ~~Bregenzer Ache~~ bis zum Walsertal. Dem „Tannberg“ fehlen die jungen Schichten eigenartiger Weise ganz. In den Mulden des Hochberges und des Rothorns



Aus einem Profil durch den Aptychen-Kalk der Hochbergmulde Maßstab 1:40


  
 Hellgrauer dichter Kalk      Ton und Mergel

Fig. 5.

flaserige, brecciöse Kalke mit Cephalopoden. Diese Fazies ist nahe dem Südrand des Kartengebietes noch zu treffen in Form eines Schubfetzens westlich der oberen Gaißbühelalpe, welcher an der Basis der oberen Lechtaldecke verschleppt wurde.

## 6. Kreide.

Mehr als alle anderen Formationen verdient die Kreide der ostalpinen Decken Beachtung. Hatten wir bis zum Oberjura eine wenig

zeigen sie die größte Verbreitung und ermöglichen dort die Analyse des prächtigen Faltenbaues, den die darübergehende Lechtaldecke aus dem plastischen Material der Juraschichten geschaffen hat.

Im Landschaftsbild imponieren die Aptychenkalke und Hornsteine durch schroffe Formen. Die letzteren bilden, wo sie auftreten, eine kleine Steilstufe. Die kühnen Gipfel des Rothorns, des Turmes zwischen den Künzelspitzen, der „Kunkel“ und der steile Absturz der Roten Wand zeugen ebenso wie die Hochbergwände von der Zähigkeit der Gesteine.

Der Aptychenkalk neigt zur Bildung von Karrenfeldern. Schöne Erscheinungen dieser Art zeigt die Rothornmulde nahe ihrem östlichen Ende.

Hervorheben möchte ich noch den sehr vegetationsfreundlichen Charakter dieser Schichten. Wo es die Neigung der Gehänge zuläßt, sind die Aptychenkalke von einem üppigen Pflanzenkleide bedeckt.

Im Gebiet des Flexenpasses zeigt der Oberjura eine andere Entwicklung, die von Ampferer (43) eingehend beschrieben wird. Es sind rote,

wechsellnde, typische Ausbildung der Schichtenglieder, so setzt nunmehr mit der beginnenden Hebung des Alpenkörpers eine Differenzierung ein, welche jedem Teilgebiet ihren Stempel aufdrückt und unter Umständen die Frühgeschichte der Alpentektonik zu lesen gestattet.

Außer diesen Erkenntnissen bringen die Kreideschichten aber auch eine Fülle von Fragen, zu deren Lösung im Bregenzer Wald bald die vorhandenen Dokumente, bald die vorliegenden Untersuchungen nicht ausreichen.

Was über den Aptychenkalken zu finden ist, steht im Zeichen der Cenomantransgression, welche Ampferer (34, 38, 61) von vielen Punkten der westlichen Lechtaler Alpen beschrieben hat. Die viele hundert Meter mächtigen Schiefer, welche in der Lechtaldecke B und in südlichen Teilen der Lechtaldecke A zu finden sind, kamen wohl im Bregenzer Wald niemals zum Absatz. Unter dem schützenden Dach der Lechtaldecke B liegen nördlich des Braunarlspitz—Mohnenfluh-Massivs nur zirka 70 m schwarze und rote Schiefer. Im S, im Fenster der Rauchegg-Mähder, trifft man dann eine Ausbildung, welche derjenigen der Mulde von Spullers völlig entspricht. Grobe Konglomerate und Breccien treten dort zurück und milde dunkle Schiefer beherrschen das Bild.

Gegen N finden wir an Stelle dieser Schiefer mehr und mehr grobklastische Sedimente: Breccien, Konglomerate und Sandsteine. Eine Reihe von Profilen gibt darüber am besten Auskunft:

Die Kreide der Mulde zwischen den Künzelspitzen ist nördlich vom Punkt 2172 am besten ausgebildet. Hier finden wir über den bunten Hornsteinen folgendes Profil:

- 1 m rote Mergel.
- 16 m grünliche Mergel.
- 0·10 m Kalk.
- 0·50 m hellgraue Mergel.
- 0·50 m Wechsel von schwarzem Hornstein und dünnblättrigem Schiefer.
- 15 m weißer Aptychenkalk.

Zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze ist der Aptychenkalk im Nordflügel der Mulde 50 m mächtig erhalten. Über ihm folgen wie bei Punkt 2172 erst schwarzgrünliche, dann rote Mergel. Breccien sind im Bereich der Hochkünzelmulde nirgends vorhanden.

Im Gebiet des Widdersteins konnte ich nirgends Kreideablagerungen sicher nachweisen. Es ist aber nicht ganz ausgeschlossen, daß sich in den Fleckenmergeln der Bärenweidmulde und der Quetschzone am Schaffjöchl Spuren von Kreideschiefern verbergen.

Wenden wir uns nun zum Gebiete der Rothornmulde, so finden wir ganz im W, bei der Litehütte, zirka 15 m Aptychenkalk. Auf ihm liegen unter dem Schutze der Lechtaldecke A feine grünliche Schiefer. Eine Breccienbank von ganz geringer Korngröße findet sich 5 m über der Basis. Der Übergang des Aptychenkalkes in die Kreide scheint sich äußerlich ohne Schichtlücke zu vollziehen.

Die Grenze zwischen Jura und Kreide am Gipfel des Rothorns zeigt folgende Ausbildung:

- 35 m grobe Breccien,
- 15 m Breccie aus Hornsteinen, mit spärlichem, rotem Bindemittel.
- 10 m Breccie aus weißem Aptychenkalk.
- 6 m weißer Aptychenkalk.
- 4 m rötlicher Kalk.
- 3·5 m rote Aptychenschichten.
- 10·5 m rote Hornsteine.

In der Hochbergmulde liegt bei der Schafalpe eine grobe Breccie aus mehr oder weniger gerundeten Stücken von weißem Aptychenkalk und — seltener — Radiolariten. Sie ist durch ein spärliches rotes Bindemittel verkittet. Die Breccie liegt transgressiv unmittelbar auf den Radiolariten. 50 m weiter östlich finden wir:

Breccien aus wohlgerundeten Stücken von Aptychenkalk, bis 10 cm Größe.

Breccie aus kantengerundeten Stücken von Fleckenmergeln, Hornsteinen und Aptychenkalken, durchschnittlich 3 cm groß.

20 m östlich von dieser Stelle:

Feines Konglomerat.

- 1 m Breccie aus Aptychenkalk und Hornsteinen, bis 10 cm groß, spärliches Bindemittel.

50 m weiter östlich:

Konglomerat aus teils wohlgerundeten, teils kantengerundeten Stücken bis 5 cm Größe, nach oben immer feiner werdend.

3·6 m weißer Aptychenkalk.

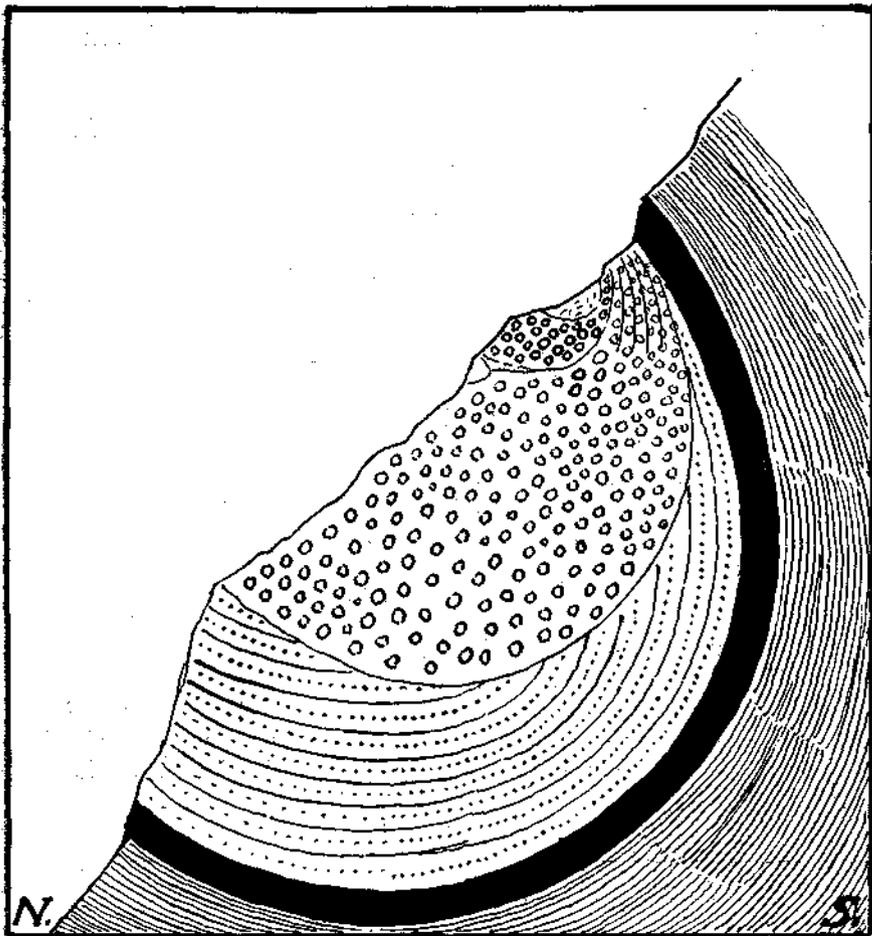
24 m rote Aptychenschichten.

10 m Radiolarite.

Besonders kennzeichnend und vollständig ist die Kreide der Hochbergmulde unterhalb von Punkt 2258 (Fig. 4).

Aptychenkalk, 35° südfallend.

- |                         |     |                                                                                                                                    |   |                                                                                                                                                        |
|-------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Überkippte Schichtfolge | }   | 1.                                                                                                                                 | 4 | m Schiefer und feinkörnige Breccien.                                                                                                                   |
|                         |     |                                                                                                                                    | 3 | m sehr feste Breccie aus Trümmern von Aptychenkalk und Hornsteinen bis 15 cm Größe. Reichliches Bindemittel. Stücke teils kantengerundet, teils eckig. |
|                         |     | 2.                                                                                                                                 | 3 | m Schuttbedeckung.                                                                                                                                     |
|                         |     |                                                                                                                                    | 1 | m festes Konglomerat von wohlgerundeten Stücken bis 3 cm Größe.                                                                                        |
|                         |     | 3.                                                                                                                                 | 1 | m Kalk von intensiv gelber Verwitterungsfarbe.                                                                                                         |
|                         |     | 4.                                                                                                                                 | 1 | m Konglomerat, wie oben.                                                                                                                               |
|                         |     | 5.                                                                                                                                 | 4 | m Schiefer mit Breccienbänken.                                                                                                                         |
| 6.                      | 2·5 | m Breccie aus wohlgerundeten Stücken, darin Sandsteinbank mit Pflanzenresten. Oben Geröllgröße bis 5 cm, unten mikroskopisch fein. |   |                                                                                                                                                        |
| 7.                      | 5   | m graue Schiefer.                                                                                                                  |   |                                                                                                                                                        |



### Hochbergmulde bei P. 2143

- |                |             |               |                 |               |
|----------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|
|                |             |               |                 |               |
| Flecken-Mergel | Radio-Larit | Aptychen-Kalk | Kreide-breccien | Kreide-mergel |

Fig. 6.

- |                |   |                      |                                                                                                  |
|----------------|---|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kern der Mulde | } | Normale Schichtfolge | 8. 8 m rote Schiefer.                                                                            |
|                |   |                      | 7. 4 m Schiefer und unverfestigter Ton.                                                          |
|                |   |                      | 6. 0·10 m Breccienbank.                                                                          |
|                |   |                      | 5. 4·50 m Schiefer und Mergel.                                                                   |
|                |   |                      | 3. 0·40 m Kalk von intensiv gelber Verwitterungsfarbe.                                           |
|                |   |                      | 1. 4 m Breccie aus groben, eckigen Stücken von Aptychenkalk, Tonschiefer und grünen Hornsteinen. |

1 km östlich davon zeigt die Hochbergmulde unterhalb von Punkt 2143 folgendes Profil (vgl. Fig. 6):

- Roter Aptychenkalk.
- 10 m graugrüne Mergel mit eingelagerten eckigen Brocken aus Aptychenkalk, bis 20 cm groß, Spuren von aufgearbeiteten Breccien.
  - 4 m sehr fest verkittete, im ganzen feinkörnige Breccie mit vereinzelt großen Stücken von Aptychenkalk.
  - 6 m Mergel von gelber Verwitterungsfarbe. Grobgeschichtet.
  - 1-50 m feste Breccie mit gelb verwitterndem Bindemittel. Aptychenkalkbrocken und viel grüne Hornsteine.
  - 0-10 m feine, sehr fest verkittete Breccie.
  - 1 m Mergel.
  - 1 m graue Breccie wie oben.
  - 0-50 m Mergel.
  - 15 m graue Breccie.
  - 40 m bunte Breccie. Große Brocken aus rotem Aptychenkalk bis 30 cm groß.
  - 30 m weißer Aptychenkalk.
  - 5 m sehr fein geschichtete rote Kalke.
  - 30 m rote Hornsteine.
- Fleckenmergelserie.

Das Ganze 40° südfallend.

Im Gebiet der Lechtaldecke A finden wir Kreidesedimente im W bei den Ochsenköpfen erhalten. Dort liegen über einer 6 m mächtigen Serie von Aptychenkalk graue Schiefer, welche bald von der Lechtaldecke B überfahren werden.

Am Fürkele liegt eingeklemmt zwischen dem Hauptdolomit der Lechtaldecke A und einen tektonisch höheren Schubsetzen aus Hauptdolomit und Rätmergeln eine Kreideserie, welche mit der Hochbergmulde weitgehende Übereinstimmung zeigt. Sie ist zu einem Sattel zusammengebogen. Im Kern des Sattels liegen grobe Breccien und Konglomerate aus wohlgerundeten Stücken. Darüber folgt ein dunkelgrauer Kalk von intensiv gelber Verwitterungsfarbe und zuletzt graue Schiefer, welche auch pflanzenführenden Sandstein enthalten.

Bei der Hochgletscheralpe liegen unter der Lechtaldecke B:

- 20 m schwarze Schiefer.
- 20 m rötliche Schiefer.
- 35 m schwarze Schiefer mit den liegenden Aptychenkalken intensiv verschuppt und verfaltet.

Der Aptychenkalk dürfte ungefähr 50 m mächtig sein.

Östlich davon, in der Juppenwanne, liegen in tektonischem Verband mit dem Dachsteinkalk der Lechtaldecke A 45 m rote Schiefer, darüber schwarze Schiefer. Breccien verschiedener Korngröße finden sich eingeschaltet. Über die Lagerung ist kein sicheres Bild zu gewinnen.

Geht man der Schubfläche der Lechtaldecke B entlang, zwischen Juppenspitze und Mohnenfluh hindurch auf die Südseite des letzt-erwähnten Berges, so findet man dort die gleiche Ausbildung. Rote

und schwarze Schiefer liegen in geringer Mächtigkeit im Hangenden. Darunter folgen Breccien und Konglomerate, zu welchen oberjurassische Sedimente das Material geliefert haben.

Wenn man von den unübersichtlichen und unsicheren Lagerungsverhältnissen der Kreide unter dem Mohnenfluh—Braunarlspitzmassiv absieht, so ergibt sich aus diesen Profilen zunächst, daß die Kreidesedimente einen Untergrund vorfinden, der zwar reich gegliedert, aber nirgends bis in ältere Horizonte hinab erodiert war. Überall bilden mehr oder weniger mächtige Aptychenkalke den Boden des Cenomanmeeres, nur in der Schafalpe waren sie bis auf die roten Hornsteine hinunter abgetragen.

Das Sammelpprofil Fig. 7 in willkürlicher Richtung längs den Kreidevorkommen von Rothorn und Hochberg gezogen, gibt ein Bild dieser Verhältnisse. Die Diskordanz ist im allgemeinen nur mäßig. Nur bei Punkt 2124 wird der Aptychenkalk von Kreidebreccien rechtwinkelig abgeschnitten. Der Grund dafür kann eine lokale Auffaltung sein, wie in Fig. 7 angegeben, oder die Breccien wurden in einer Rinne abgelagert. Die späteren Dislokationen erlauben nicht, aus dem kleinen Aufschluß zu ersehen, ob die Ablagerung der Breccien auf gefaltetem, eingeebnetem Untergrund oder in einer Erosionsvertiefung relativ ungestört liegender Aptychenkalke erfolgte.

Betrachten wir nun die Sedimente der Kreide selbst und ihre Verteilung, so zeigt sich, daß in der Gegend von Hochberg und Rothorn Tiefenrinnen mit grobklastischen Sedimenten vorliegen, welche im N und S, sowie im W in Ablagerungen größerer Küstenferne übergehen. Eine ausgesprochene Mittelstellung zwischen der grobklastischen Hochberg — Rothornfazies und den Schiefen vom Raueggfenster und Wöstersattel nehmen die Kreideschichten ein, welche zwischen den beiden Teilen der Lechtaldecke liegen. Auf diese mit der Tektonik nicht

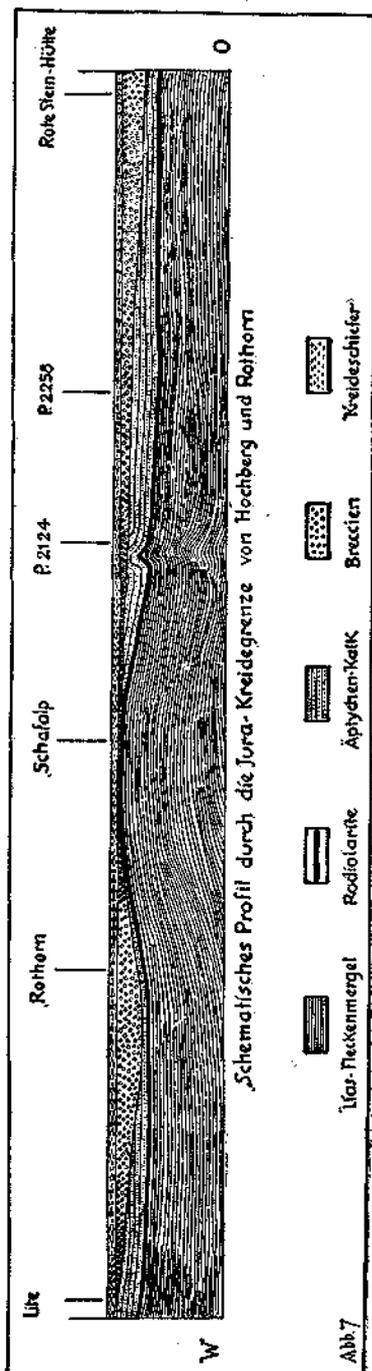


Fig. 7.

leicht in Einklang zu bringende Tatsache möchte ich später zurückkommen.

Besondere Beachtung verdient die Kreide der Hochbergmulde bei Punkt 2258 (Fig. 4).

Sie gibt ein sehr vollkommenes Bild von einer Transgression in südnördlicher Richtung. Auf den Aptychenkalken, welche im Nordflügel tiefer abgetragen sind als im Südflügel, folgt im Südflügel eine Zone von Schiefen und Breccien, welche den Nordflügel nicht mehr erreicht. Darüber liegt ein durchgehender Horizont von groben Breccien, deren Material vom Aptychenkalk und von den Hornsteinen geliefert wurde. Im Nordflügel enthält es in höheren Lagen wohlgerundete Stücke, welche längeren Transport durchgemacht haben dürften. Nun folgt eine Leitbank in Form eines dunkelgrauen Kalkes von ockergelber Verwitterungsfarbe, im Südflügel 1 m stark, im Nordflügel nur noch 40 cm messend. Den folgenden 4-5 m Schiefer und Mergel des Südflügels dürften die Konglomerate und Schiefer Nr. 4 und 5 entsprechen. Die grobklastischen Beimengungen haben also den Nordflügel nicht erreicht. Von der 2-5 m starken Breccienlage Nr. 6 mit Pflanzenresten erscheinen nur die feinkörnigen Lagen des hangenden Teiles im Nordflügel. Der Kern der Mulde zeigt, wie zu erwarten, ziemlich vollkommene Symmetrie.

In auffallendem Gegensatz dazu steht die Ausbildung der Kreide in den östlichen Teilen der Hochbergmulde (Fig. 5). Zwar ist auch hier die Abtragung des Untergrundes im Südflügel stärker, aber die Breccien scheinen hier von N her bezogen. Möglicherweise ist das nicht sehr klare Bild durch tektonische Anschoppung, bezw. Schichtverminderung zu erklären. Aber auch die Annahme eines raschen Wechsels in der Transportrichtung der Schuttströme von Ort zu Ort hat hier wohl nichts Fremdartiges.

Wenden wir uns nun zu den weiter im S gelegenen Kreidevorkommen, so ergibt sich die eigenartige Tatsache, daß wir die typischen Strandablagerungen der Allgäu-Decke wiederfinden zwischen der oberen und unteren Lechtaldecke. Bei dem raschen Wechsel, welchen diese Fazies innerhalb der Allgäu-Decke sowohl quer zum Streichen, als in der Richtung des Streichens zeigt, kann eine so weitgehende Übereinstimmung in zwei tiefgreifend getrennten Decken stratigraphisch kaum erklärt werden. Die wahrscheinlichste Lösung scheint mir, die Kreide zwischen Lechtaldecke A und B aus der Allgäu-Decke herzuleiten. Die Lechtaldecke A ist in der fraglichen Gegend derart ausgewalzt und zerrissen, daß durch ihre Lücken leicht obere Horizonte der Allgäu-Decke heraufgefördert werden konnten oder daß, was auf dasselbe hinauskommt, die ausgedünnte Lechtaldecke A wie die Schneide eines Messers zwischen Kreide und tiefere Lagen der Allgäu-Decke eindrang. Vielleicht gehören auch die Fleckenmergel zwischen Molmenfluh und Juppenspitze der Allgäu-Decke an.

## 7. Jüngere Ablagerungen.

Eiszeitliche Moränen und die Zeugen von Rückzugsstadien finden sich fast in allen Karen der Bregenzerwaldberge. Ich habe sie auf der Karte nicht besonders ausgeschieden und kann auch hier zur

Glazialgeologie nichts beitragen. Ein besonders schönes Beispiel einer Moräne, daß ich gleichwohl erwähnen möchte, liegt unter den Ostwänden des Heiterbergs und bildet hier die Weideböden der Mittelalpe von Bärunt. Diese Moräne zeigt in schönster Erhaltung den ganzen Formenschatz glazialer Ablagerungen.

O—W gerichtete Schrammen finden sich in den Kreideschiefern am Oberlauf des Gaißbaches zwischen Gaißbühel- und Bergeralpe. Sie gehören dem Gebiet des Lechtalglatschers an.

## II. Spezielle Tektonik des Quellengebietes der Bregenzer Ache.

Eine Besprechung der lokalen Tektonik, welche die Längs- und Querstörungen jeweils durch das ganze Gebiet verfolgt, würde nicht geeignet sein, ein klares Bild vom Bau der einzelnen Gebirgsteile zu vermitteln. Um den Zusammenhang der Tektonik mit dem Landschaftsbild nicht verlorengehen zu lassen, will ich das Gebiet in fünf kleinere Teile für die Beschreibung zerlegen. Jeder dieser Teile soll dann zusammenhängend abgehandelt werden. Trennungslinien der fünf Berggruppen sind einmal das Tal der Bregenzer Ache, der Hochgletscherbach und das Auenfeld. Ferner die Juramulde, welche vom Heimenwald über den Schadonapaß nach Schröcken und im Süden des Widdersteins nach Hochkrumbach zieht.

So ergeben sich die fünf Teilgebiete:

1. Bärenweide, Widderstein, Bärunt-Hochalpe, Heiterberg,
2. Künzelspitzen, Toblermann, Kunkelspitz, Ischgerneyalp,
3. Rothorn, Roß, Hochberg-Braunarlspitzmassiv,
4. Fellalpe, Mohnenfluh, Juppenspitze,
5. Tannberg und Karhorn.

Ich habe diese von Mylius' Einteilung etwas abweichende Anordnung des Stoffes getroffen, weil durch die gewählten Grenzen übersichtliche geologische Zusammenhänge nirgends zertrennt werden. Um herauszustellen, in welchen Punkten die vorliegende Aufnahme gegenüber der Karte von Mylius (22) Neues bringt, will ich die wesentlichen Unterschiede der Auffassungen jeweils am Schluß eines Abschnittes kurz zusammenfassen.

### 1. Bärenweide, Widderstein, Bärunt-Hochalpe, Heiterberg.

Die Grenze des südlichen Bregenzer-Wälder-Flyschzuges gegen die ostalpinen Sedimente liegt an der Nordseite der Bärenweide und im Gentscheltal noch außerhalb unserer Karte. Schubfetzen von Radiolariten unsicherer Herkunft liegen zwischen dem Flysch und dem Hauptdolomit der „Allgäu-Decke“. Wir haben in den nun folgenden Massen die unmittelbare Fortsetzung der gleichen tektonischen Einheit vor uns, welche im NO die Gipfel von Nebelhorn, Höfats, Schafalpenköpfen aufbaut. Es ist heute, nach den Arbeiten von Ampferer, Haniel, Mylius, Pontoppidan, Schulze u. a. möglich, diese Zusammengehörigkeit ohne Erörterung voranzustellen.

In einer Mächtigkeit von ungefähr 400 m baut der Hauptdolomit die Nordhänge der Bärenweide auf. An der Schulter des Nordgrates (Punkt 1825) folgt normal das Rät, vorwiegend aus Kössener Schichten bestehend, mit Kalklagen, welche ziemlich unbeständig sind; dann eine dünne Lage von Liasfleckenmergeln und endlich Radiolarite und Aptychenkalke mit Fleckenmergeln in intensiver Verfaltung und Verschuppung. Wir stehen hier im Kern einer Mulde, welche noch weiterhin nach Süden ausgreift, nunmehr aber mit den Fleckenmergeln als jüngstem Formationsglied abschließt. Zwei Sättel unterteilen die Mulde. Der erste ist gut zu sehen an der Westflanke des Bärenkopfes, die einen Querschnitt durch die ganze Mulde darbietet. Der zweite Sattel zieht von Punkt 2070 gegen das Gentscheltal hinunter, wobei seine Achse noch etwas steiler nach O einfällt, als der Berghang. Er wird von der Oberfläche schief angeschnitten und man sieht von unten nach oben in regelmäßiger Folge die Gewölbe der einzelnen Schichtglieder unter den Fleckenmergeln hervortauchen bis zum Hauptdolomit, der bei Punkt 2070 eine Strecke weit die Grathöhe beherrscht. Nicht weniger deutlich sehen wir das starke Achsenfallen an der vorhin erwähnten Mulde des Bärenkopfs.

Die Verschuppung der Radiolarite und Aptychenkalke ist enorm. Die Karte im Maßstab 1:25000 kann nur ein unvollkommenes Abbild der Wirklichkeit geben — aber auffallend ist es, wie gleichmäßig die Schuppen und Falten im Streichen sich fortsetzen. Wo man auch die wildgefurchten Osthänge der Bärenweide quert, überall trifft man denselben raschen Wechsel der Gesteine. Aber nirgends bringt die steile Neigung der Bergflanke den Boden der Mulde wieder zum Vorschein, welcher an der Westseite so gut erschlossen ist.

Der Südflügel des Sattels vom Punkt 2070 enthält im O noch alle Schichtglieder. Aber schon ehe er die Grathöhe erreicht, verschwindet das Rät, bald darauf die Fleckenmergel, und wenn man gegen das Bäruntal hinuntersteigt, sieht man die Aptychenkalke mit dem Hauptdolomit zusammenstoßen. Der dritte Abschnitt der großen Mulde zwischen Bärenkopf und kleinem Widderstein ist nur mehr ein Trümmerhaufen gequälter Fetzen von Radiolariten, Aptychenkalken und Fleckenmergeln. Der Boden der Mulde, der Hauptdolomit, fehlt, und wenn wir auf der Westseite hinabsteigen, stoßen wir schon in 1700 m Höhe auf den liegenden helvetischen Flysch. Fetzen von Aptychenkalk stecken darin und höchst eigenartigerweise kann man einen Streifen von Radiolarit und stellenweise Aptychenkalk von der Mulde weit nach N unter dem Hauptdolomit zwischen diesem und dem Flysch verfolgen. Ein Zusammenhang dieser Fetzen mit den Schubschollen an der Nordseite der Bärenweide dürfte aber wohl kaum bestehen. Der Boden der Mulde wurde beim Vorwärtsgleiten der Decke abgeschliffen und ihr Inhalt an der Basis des Dolomits „verschmiert“. Rätselhaft bleibt dabei, wie das auch in der Richtung nach N geschehen konnte. Aber die starke Verbiegung der Achsen in der Vertikalen, und, wie ich gleich dartun möchte, auch in der Horizontalen, zwingen ohnedies dazu, lokale Bewegungen im Bereich der Bärenweide von O nach W und vielleicht auch von N nach S anzunehmen. Um die Lagerung der Hornsteine

nordwestlich vom Schafsattel zu erklären, müssen wir freilich annehmen, daß diese Bewegungen zu einer Zeit erfolgten, wo ein weiteres Vordringen der Allgäu-Decke nach N nicht mehr statthatte. Sonst wären die Fetzen an der Basis zurückgeblieben.

Das starke Ansteigen der Muldenachse aus dem Gentscheltal zum Kamm der Bärenweide ist vorhin erwähnt worden. Der Verlauf der Grenze des Hauptdolomits gegen den Flysch am Westhang des Bärenkopfs zeigt, daß die Achse von hier an wieder nach W fällt. Ihre Kulmination geht längs dem Kamm der Bärenweide und durch den Widderstein. Daß diese Achsenkulmination kein südliches Ausbiegen der Ausstrichlinien der südfallenden Schichten auf der Karte veranlaßt, liegt daran, daß sie durch eine horizontale Verbiegung ausgeglichen, ja sogar überkompensiert wird. Das SSW NNO gerichtete Streichen, mit dem die tektonischen Linien vom Tal der Bregenzer Ache zu unserem Standpunkt herüberziehen, wird beinahe rechtwinkelig gegen SO abgelenkt. Man sieht das auf der Karte am klarsten an der Bärenkopfmulde. Aber der Verlauf der Schichtgrenzen am Widderstein zeigt die Verbiegung ebenso deutlich wie das Streichen des Rät südlich vom Gentschelpaß.

Die Mulde vom Bärenkopf läßt sich vom Gentscheltal nach O über den Elferkopf zum Fiderepaß verfolgen, wo sie von Pontoppidan beschrieben worden ist. Nach W findet diese Mulde ihr Ende bei der oberen Bärenweidalpe. Erst ganz im W des Kartengebietes, beim Toblermann, finden wir wieder eine Mulde, welche ihr tektonisch entspricht.

Die Verbindung der Muldenzone von Bärenweide und Punkt 2070 mit den südlich von ihr gelegenen Bergen ist nirgends ungestört. Am Westhang von Punkt 2070 stößt ja sogar der oben erwähnte Zwischen-sattel mit reduziertem Südflügel unter Einschaltung von Aptychenkalkschuppen an den Hauptdolomit. Von der Mulde, welche die beiden Sättel trennen sollte, ist nur eine Quetschzone übrig geblieben. Weiter nach O ist wenigstens der Sattel noch ungestört, aber der Südflügel der Mulde dennoch nirgends vollständig. Erst ganz im O finden wir nach Mylius Rät zwischen den Fleckenmergeln der Elfermulde und dem Hauptdolomitsattel des Liechelkopfes.

Trotz dieser in der Richtung nach W zunehmenden Störung ist kein Grund vorhanden, den Kleinen Widderstein und den Liechelkopf als eine selbständige Schuppe aufzufassen. Wir haben es noch mit einem enggepreßten Sattel zu tun, welcher den Südflügel der nördlich anschließenden Mulde bald mehr, bald weniger ausgequetscht hat. Wir werden dieser Erscheinung in vielen Fällen wieder begegnen. Der wohlgeschichtete Hauptdolomit des Kleinen Widdersteins und der Gentschelklamm ist steil aufgerichtet, der Sattel ganz wenig nach N überkippt. Die Achse geht ungefähr durch den Gipfel des Kleinen Widdersteins. Daß es sich um eine Isoklinalfalte, also um eine symmetrische Wiederholung der Hauptdolomitserie handelt, wird schön bestätigt durch das Vorkommen eines roten Schichtbandes, welches im Nord- wie im Südflügel an entsprechender Stelle sich findet. Es läßt sich in der Westflanke des Kleinen Widdersteins nicht verfolgen. Wir begegnen diesem Band auf dem zackigen Grat, welcher vom Vorgipfel zum Hauptgipfel

des Kleinen Widdersteins hinüberleitet, in der letzten Scharte vor dem Erreichen des Hauptgipfels. Es durchzieht die ganze Ostwand des Berges und kommt unter den Schutthalden im Kar nochmals zum Vorschein. Seine Fortsetzung findet man in den westlichen Teilen des Geschröfs, welches die Schutthänge des Gentscheltales nach S abschließt. Das rote Band des Nordflügels sieht man schon von fern her vom Nordgrat des Kleinen Widdersteins durch die Ostwand herabziehen. Der Schutt verhüllt es dann, bis es an dem Zickzackweg zum Gentschelpaß wieder erscheint, dort, wo er die Steilstufe der Gentschelklamm überwindet.

Folgen wir dem Weg zur Gentschelalpe weiter, so stoßen wir oberhalb der Fläche des Roßbodens auf eine schmale Zone von Fleckenmergeln und Radiolarit, die dem Hauptdolomit eingelagert ist. Auf der anderen Seite des Gentschelbaches bildet die Fortsetzung dieser Fleckenmergel einen begrünnten, mit Erlen bestandenen Hang. In 1720 *m* Höhe enden diese Fleckenmergel: vielleicht dürfen wir eine östliche Fortsetzung der Zone in die Rät- und Juraschichten annehmen, welche zwischen dem Hauptdolomit des Angererkopfes einerseits, des Liechelkopfes andererseits gelegen sind. Wir haben es wiederum mit den Resten einer Mulde zu tun, deren Synklinalnatur in ihrer westlichen Fortsetzung deutlich sich zeigt.

Unter den Nordwänden des Widdersteins und seines östlichen Seitenkammes (Punkt 2263) zieht sich eine schmale Zone junger Schichten entlang. Die Schichtenstellung ist bald seiger, bald steil nach S geneigt. Auf den Hauptdolomit der Antiklinale des Kleinen Widdersteins folgt eine mehr oder minder mächtige Serie rätischer Kalke und Mergel, dann Fleckenmergel, Radiolarite und endlich Aptychenkalk. Der Südflügel der Mulde besteht aus der Folge Aptychenkalk, Radiolarite, Fleckenmergel. Am Roßboden und unter der Nordwand von Punkt 2263 fehlen die Aptychenkalke des Muldenkerns. Das Rät des Nordflügels ist aber an der letzterwähnten Stelle ziemlich mächtig. Am Sattel des Kleinen Widdersteins ist es nur spärlich vorhanden. Unter dem Nordabsturz der Roten Wand wird das Rät wieder vollständiger, an einer Stelle tritt sogar eine Wiederholung der Serie: Kössener Schichten—Dachsteinkalk—Fleckenmergel ein als Folge einer lokalen Verschuppung. Auch für solche Verschuppung werden sich weitere Beispiele finden.

Die schönste Entwicklung zeigt die Mulde an der Roten Wand (Fig. 8). Hier sind erst ihre höheren Teile von der Erosion bloßgelegt, nicht schon das ausgequetschte Muldentiefste. Die Schichten fallen etwa unter 50° nach S, und die Südflanke der Roten Wand, welche ein ähnliches Einfallen zeigt, hat die Radiolarite des Südflügels in ungewöhnlicher Ausdehnung erschlossen.

Westlich der Roten Wand verschwindet das Rät auf kurze Zeit im Nordflügel. Mit gewaltigem Achsenfallen ist die Mulde hinuntergebogen in den Graben der „Kuche“, welcher vom Hochalpsee bis zur Sohle des Bärunttales die Wände durchreißt. Wenn man dieser Wilden Rinne folgt, erkennt man an Hand der außerordentlich klaren Aufschlüsse, wie die Mulde, vom Achsenfallen abgesehen, auch noch entzweigerissen ist und wie ihr westlicher Teil etwa 80 *m* tiefer zu liegen kommt. Das Achsenfallen, welches wir schon am Bärenkopf, noch viel deutlicher hier

in der Westflanke der Roten Wand erkannt haben, hat zum Bruch geführt. Die Achsenflexur ist zur Achsenverwerfung geworden. Daß jenseits des Grabens das Rät im Nordflügel wieder auftaucht, darf nicht wundernehmen. Befinden wir uns doch hier im abgesunkenen Teil der Mulde, welcher nicht das Muldentiefste zum Ausstreichen bringt, das erfahrungsgemäß stärker reduzierte Schichtenserien birgt. Unter den Hängen der Bärenmahd verschwindet die Mulde im Schutt des Bär-gunttales. Vorher sieht man noch ein scharfes Abbiegen der Schichten längs einer WSW—ONO streichenden Störung. Hier ist der nördliche Teil gegenüber dem südlichen gehoben worden. Deutlich ist der tektonische Kontakt des Widdersteinhauptdolomits mit dem Dachsteinkalk des Hoch-

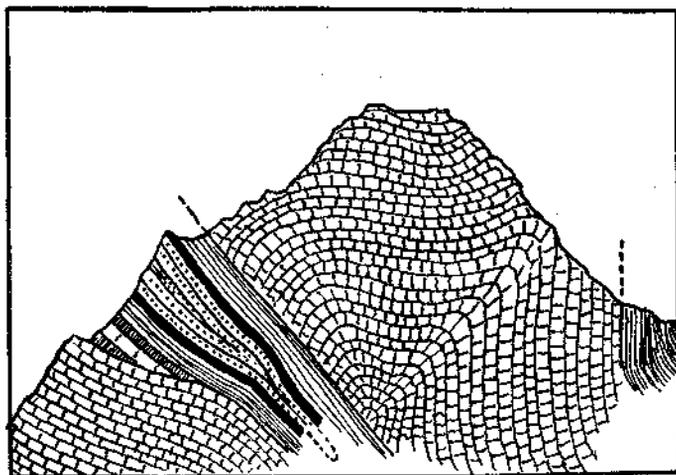


Fig. 8. Widderstein von W.

alpees und in ihrer Fortsetzung nach O bringt die Störung den Ausfall der Rätschichten im S des Widdersteins. Unvermittelt stößt der Hauptdolomit an die Fleckenmergelzone von Hochkrumbach.

Diese Längsstörung ist älter als die NNW streichende Verwerfung westlich der Roten Wand. Sie wird von ihr entzweigeschnitten und der Ausstrich der älteren Störungsfläche erscheint im östlichen Teil nach S zurückgeschoben. Weil die Verwerfung südlich vom Widderstein aber augenscheinlich sehr steil in die Tiefe fällt, muß für diese Verschiebung der Ausstrichlinie eine kleine Blattverschiebung längs der jüngeren Störung angenommen werden. Diese Blattverschiebung ist nichts anderes als eine Übertreibung des Abbiegens der Schichten nach SO, welches wir an der Bärenweide und weiter südlich beobachtet haben. Die Blattverschiebung steht zu der horizontalen Verbiegung der Achsen im gleichen Verhältnis wie die Querverwerfung westlich vom Widderstein zum Achsenfallen an der Roten Wand.

War schon die Antiklinale des Kleinen Widdersteins von der nördlich vorgelagerten Mulde durch Störungen getrennt, so gilt dies noch mehr von dem Dolomitsattel des Großen Widdersteins. Überall stoßen, wie

schon erwähnt, seine Hauptdolomitmassen an Fleckenmergel der Rotwandmulde, und zwar mit erheblicher Diskordanz. Der Hauptdolomit fällt steil nach N, die Elemente der Mulde nach S. Die Fleckenmergel sind unter der Störungsfläche äußerst stark gequält und bilden eine schwarze mulmige Masse. Die Überschiebungsfläche ist durch die Verwerfung des Kuchegrabens entzweigeschnitten.

Der Gipfel des Großen Widdersteins stellt eine flache Mulde dar. Südlich vom Gipfel fallen die Schichten immer steiler nach S. Die Aufwölbung der Achse im Widderstein ist sehr stark. Nirgends finden wir auf seinen Höhen jüngere Sedimente. Erst westlich der großen OSO-WNW-Störung liegen wieder Rät und Liasschichten, die an dieser Störung gegen den Widderstein abgesunken sind. Diese Störung im Verein mit dem Achsenfallen hat sie in tiefere Lage gebracht und vor der Abtragung bewahrt. Auch östlich vom Widderstein findet man jüngere Schichten erst wieder in tieferer Lage. Rätische Mergel stehen im Bachbett südöstlich der oberen Gentschelalpe an und ein kleiner, zackiger Felsgrat bei der oberen Widdersteinalpe zeigt an zwei Stellen Kössener Schichten, welche auf einen verwickelten Bau der Dolomitmassen des Widdersteins schließen lassen. Für eine genaue Beschreibung dieser Formen reichen aber die Befunde nicht aus. Innerhalb des Hauptdolomits lassen sich Störungen schwer verfolgen.

Nördlich vom Hochalpsee liegt Dachsteinkalk, deutlich zu einem steilen Sattel gebogen. Dieser Sattel stößt im N gegen die ONO-WSW-Störung ab. Sein Südflügel ist Nordschenkel einer Mulde. In ihr liegt der See; an seinem Südufer streichen die roten Schichten des unteren Lias durch. Man kann sie nach W hin bis unter den Schutt der Bär-guntmittelalpe verfolgen. Südlich vom See taucht unter den Fleckenmergeln ein Sattel hervor. Er bildet die langgestreckte Steilstufe zwischen der Mittelalpe und der Hochalpe von Bär-gunt. Die Mulde vom Hochalpsee finden wir mit Fleckenmergeln und Kössener Schichten wieder bei der Hütte der Mittelalp.

Den schönsten Aufschluß der enggefalteten Zone gibt aber die Westflanke des Kammes Höferspitze—Heiterberg—Alpeleskopf—Gaißfuß. (Zur Erläuterung der Tektonik des Heiterbergs sollen die Querschnitte Abb. 9, Taf. XIII dienen.)

Die Fleckenmergel der Mulde von Hochkrumbach bauen die Höferspitze auf. Beim Wort „Riesengrind“ der Karte (dieser Name gehört zu einer weiter im W gelegenen Alphütte) taucht ein Sattel aus rätischen Kalken hervor. Es ist derselbe, welchen wir südlich vom Hochalpsee beginnen sahen. Seine Flügel stehen völlig senkrecht und sind eng zusammengepreßt. Im Kern finden sich Kössener Schichten und auf der Paßhöhe ein schmaler Streifen Hauptdolomit. Nicht minder steil stehen die Schenkel der nördlich anschließenden Mulde in ihren östlichen Teilen. Ihr Kern enthält den oberen Mergelhorizont der Rätformation. Auf der Grathöhe, wo die Mulde flacher ist, kommen roter Lias und Fleckenmergel hinzu. Beim Wort „Gstein“ der Karte geht die Mulde in einen zweiten Sattel mit senkrechten Flügeln über. Viermal sehen wir hier an der Bergwand die Platten des Dachsteinkalkes erschlossen, als senkrechte Kulissen, getrennt von ihren liegenden und hangenden Mergelhorizonten,

welche die Kerne bald der Sättel, bald der Mulde füllen. Am Grate des Heiterberges ist die Mulde flacher. Der nördliche der beiden Sättel erreicht zwischen Heiterberg und Alpeleskopf die Grathöhe. Nach dieser bescheidenen Aufwölbung folgen im N wieder Fleckenmergel und im Schenkel der Mulde unter dem Gipfel des Alpeleskopfes roter Lias, Kössener Mergel und Dachsteinkalk. Dann stoßen wir auf den Austritt einer Störungsläche. Unter dem Dachsteinkalk liegen Kössener Mergel, dann wieder Dachsteinkalk mit seinem normal Liegenden, den Kössener Schichten und dem Hauptdolomit. Der Hauptdolomit stößt mit einem deutlichen Sattel an den Flysch. Die Überschiebung des Dachsteinkalkes über die untere Schichtenfolge läßt sich durch die Wände nördlich vom Wort „Olberg“ der Karte ziemlich weit nach O verfolgen. Es ist wahrscheinlich, daß die Überschiebung aus der Muldenzone zwischen Großem und Kleinen Widderstein hervorgegangen ist.

Die Grenze des Hauptdolomits gegen den Flysch kümmert sich nicht um die Gestalt der Oberfläche. Sie fällt steil in die Tiefe. Erst in größerer Tiefe wird die Bewegungsfläche schwächer geneigt, wie man im Tal der Bregenzer Ache feststellen kann. Daß der Hauptdolomit einen Stirnsattel bildet, sieht man auch zwischen Lägeralpe und Ütschenjoch; am deutlichsten an diesem Paß (1857) selber. Auch am Kälberfalken und endlich am Nordabsturz der Roten Wand. Daraus darf man wohl schließen, daß die Allgäudecke nicht weiter nach N vorgestoßen ist, daß wir es mit der Deckenstirn zu tun haben, nicht mit einem Erosionsrand. Immerhin muß man aber die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß, wie im N des Schafsattels, ein neues Deckenstück sich anschloß, welches durch Abschleifen des Bodens der verbindenden Mulde den Zusammenhang nach S verloren hat. Dabei müßte man aber die unwahrscheinliche Annahme machen, daß der absteigende Verlauf der Austrittslinie der Überschiebung ausschließlich durch starkes Axialgefälle vom Ütschenjoch nach O und W bedingt sei, nicht durch steile Stellung der Überschiebungsläche.

Die Überschiebung vom Alpeleskopf setzt sich wohl innerhalb des Hauptdolomits nach W fort. Sie ist nun auf weite Strecken vom Schutt verhüllt.

Die Aufwölbung der Rätsschichten zwischen Alpeleskopf und Heiterberg ist in der Nordflanke des Heiterberges gut sichtbar. Schalenförmig gebogen tauchen die rätischen Kalke unter den Fleckenmergeln hervor. Die Wölbung wird durch eine Querverwerfung zerrissen. Diese Störung ist auch die Ursache dafür, daß am Südabhang des Heiterberges die Fleckenmergel nach W schroff gegen Rätsschichten absetzen. An der Stelle der Störung kommt sogar der liegende Mergelhorizont und etwas Hauptdolomit zutage.

Aus den vielen Falten ist nunmehr ein einziger Sattel geworden, von einer Mulde im N begleitet. Die Mulde zieht zur Alpe Wanne hinüber. Dort streicht sie in die Luft hinaus. Im Kern des Sattels erscheinen bei der „Platte“ nochmals die Kössener Schichten und der Hauptdolomit. Die Kalke und Kössener Schichten des Südflügels fallen steil unter die Allgäuschichten. Diese Allgäuschichten sind nicht ungestört. Westlich der Hütte vom „Riesengrind“ steckt eine Schuppe aus Dachsteinkalk in den Fleckenmergeln und südlich von Punkt 1763 beginnt ein Band

von Radiolariten und Aptychenkalken, das über die Gaißbergalpe bis fast auf die Sohle des Achtales zum „Rossig“ hinunterzieht. Die roten Schichten führen Aptychen. Auf diesen Aptychenkalken liegt von der Gaißbergalpe an abwärts eine Platte aus Dachsteinkalk, welche durch Vermittlung von rotem Lias in die Fleckenmergel von Unterboden übergeht.

Wenn man von Unterboden die Fahrstraße nach Hopfreen verfolgt, so erreicht man kurz vor dem „Gesprengten Weg“ eine kleine Runse, in welcher man gequälte schwarze Mergel zwischen Hauptdolomit eingepreßt findet. Dieses Vorkommen ist wohl die Fortsetzung eines Streifens von Kössener Schichten, welcher höher oben durch den Berghang herunterzieht. Es ist wahrscheinlich, daß diese Quetschzone der Überschiebung nördlich vom Alpeleskopf entspricht und nach W in die Mulde zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze übergeht. Damit würden der „Kleine Widderstein“, der „Kälberfalken“, der Gaißfuß, der Dolomit der Lägernalpe und die Niederkünzelspitze tektonisch zusammengehören.

Die Verbiegung der Faltenachsen am Heiterberg ist, wenngleich nicht so groß wie am Widderstein, dennoch beträchtlich. Der Scheitel des Dachsteinkalksattels liegt unterhalb der Bärgunthochalpe in einer Höhe von 1800 m, auf dem Grat zwischen Höferspitze und Heiterberg mehr als 300 m höher. Und der Dachsteinkalk der „Platte“ sinkt im Verlauf des Streichens auf kurzer Strecke von Punkt 2045 nach SW auf Punkt 1763 hinunter. Das Bärguntal ist wie das Gentschetal und das Tal der Bregenzer Ache in einer Achsendepression gelegen. Die Kulminationen erscheinen in der Landschaft als Widdersteingruppe und Heiterberg. Das Streichen der Falten zwischen Heiterberg und Hochalpsee ist von O nach W gerichtet und somit gegen das allgemeine Streichen in südlicher Richtung abgebogen.

Südlich vom Widderstein und Heiterberg erstreckt sich die weite Liasmulde von Hochkrumbach. Die ungewöhnliche Ausdehnung der Fleckenmergel in dieser Mulde beruht sicher auf Wiederholungen, die sich im einzelnen nicht verfolgen lassen. Die Falten der Bärguntalpe, welche unter diese Fleckenmergel tauchen, zeigen ja deutlich, wie es unter dem Lias etwa aussehen könnte. Ganz im O, außerhalb der Karte, taucht über der Hirschgerenalpe ein Sattel aus Rättschichten unter den Fleckenmergeln auf und die Antiklinale des „Kessels“ bei Unterboden deutet die Faltung des Untergrundes der Liasmulde an.

### Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt I mit der Auffassung von Mylius.

Die Querverwerfung, welche östlich vom Bärenkopf die Bärenweidmulde zertrennen soll, existiert nicht. Das gleiche gilt von den Störungen, welche ins Nordwestgehänge des Bärenkopfes eingetragen sind. Der Zwischensattel innerhalb der Bärenweidmulde hat hier Verwerfungen vorgetäuscht.

Der Sattel, welcher die Bärenweidmulde im S begrenzt, ist weniger gestört als auf Mylius' Karte angegeben. Das Umbiegen der Rättschichten beim Untertauchen des Sattels ist deutlich zu sehen. Am Schafsattel liegt nicht „Flysch“, sondern Fleckenmergel. Der Flysch der

oberen Bärenweidalpe läßt sich weit nach S auch dort verfolgen, wo Mylius Schutt eingetragen hat.

Der Aptychenkalk der Roten Wand (Punkt 2197 in Mylius' Karte) ist mit dem liegenden Hauptdolomit überall durch Fleckenmergel verbunden. Die Verwerfungen von der Hochalp und ihr gegenseitiges Verhältnis haben bei Mylius eine Darstellung erfahren, der ich nicht zustimmen kann. Die Unterschiede der Auffassungen werden aus einer Betrachtung der beiden Karten besser klar werden als bei umständlicher Beschreibung.

Mylius will einen Beweis für große O-W-Bewegungen im Bereich des Widdersteins darin sehen, daß die Zone junger Schichten nördlich des Großen Widdersteins nach W hin zu größerer Mächtigkeit angeschoppt sei. Die große Ausdehnung der Hornsteine an der Roten Wand beruht größtenteils darauf, daß ihre Schichtenfläche von der Erosion freigelegt wurde. Aus meinen Profilen dürfte im übrigen hervorgehen, daß die Zonen junger Schichten ausgesprochene Mulden darstellen, welche ihre Entstehung nur S-N gerichteten Kräften verdanken können. Vollkommen richtig hat dagegen Mylius die Achsenverbiegungen bei der Bärenweide beurteilt, auch hinsichtlich ihrer Entstehungsursachen. Hier haben wir tatsächlich die Wirkung eines O-W-Druckes vor uns, welche die gegebene Struktur der O-W-Falten noch einmal umgestaltet hat. In dem Längsprofil, das Mylius durch den Widderstein gezogen hat (22, Taf. III, Prof. 5), ist die Achsenverbiegung nicht zur Darstellung gekommen.

Im ganzen glaube ich für den Widderstein an Stelle der vielen Brüche und Spalten von Mylius eine intensive Faltung mit ungefähigem O-W-Streichen nachgewiesen zu haben. Die weitgehenden Schlüsse, die Mylius im Sinne der Rothpletzschens Theorie des O-W-Schubes von der Tektonik des Widdersteins abgeleitet hat, dürften schon durch die allgemeine Entwicklung der Anschauung von der Tektonik der Kalkalpen erledigt sein. Ihre Fehlerhaftigkeit mußte bei der Neuaufnahme selbstverständlich zutage treten.

Auch im Gebiet des Heiterbergs ist Faltung das wesentliche Element im Bau der Allgäudecke. Eine sehr gute Übereinstimmung mit Mylius' Prof. 6, Taf. III, zeigt mein Querschnitt Fig. 9, Prof. 6. Die Verwerfung im S des Heiterbergs ist indessen nicht vorhanden und nur durch die steile Faltung vorgetäuscht. Ebenso wenig kann ich das flache Einfallen der Überschiebung nördlich vom Heiterberg und ihren Zusammenhang mit dem Aptychenkalk der Lägeralpe bestätigen. Die höhere der beiden, von Mylius eingetragenen Schuppen aus Aptychenkalken zwischen Unterboden und der unteren Lägeralpe dürfte auf einer Verwechslung mit dem dort anstehenden roten Lias beruhen. Die Ähnlichkeit der roten und hellgrauen Liaskalke mit den Aptychenkalken ist groß. Letztere enthalten aber an der fraglichen Stelle reichlich Ammoniten und Belemniten.

Indessen ergibt sich trotz allen großen Unterschieden der Auffassung für die Gesamtverbindung der tektonischen Elemente das gleiche Resultat: Daß die Überschiebung nördlich vom Heiterberg nach O in die Muldenzone der Roten Wand, nach W in die Hochkünzelmulde sich fortsetzt.

## 2. Künzelspitzen, Toblermann, Kunkelspitzen, Ischgerneyalpe.

Die Verbindung der Berge im O und W der Bregenzer Ache ist schwierig. Man hat von jeher eine Störung zu ihrer Erklärung herangezogen. Die dichte Bewaldung der Gehänge ist ein großes Hindernis für die Einsicht in diese gerade recht verwickelte Gegend. Wenn wir hüben und drüben nach charakteristischen Elementen suchen und sie zusammenfügen, so ergibt sich aber trotzdem im ganzen ein ungestörtes Zusammenpassen.

### a) Verbindung der tektonischen Einheiten zu beiden Seiten der Bregenzer Ache.

Die Liasmulde von Hochkrumbach-Höferspitze findet ihre Fortsetzung in den riesigen Fleckenmergelmassen des Hochberges. Unter dieser durch Faltungen vervielfachten Serie liegen an der Treualpe rote und graue Kalke des unteren Lias, darunter das Rät. Wenn man aber auf der nach S fallenden Dachsteinkalkplatte ansteigt, sieht man beim Wort „Wurzen“ der Karte Kössener Schichten und eine zweite Dachsteinkalkserie unter ihr liegen. Im NW der Gernsalpe bietet sich folgendes Profil:

Dachsteinkalk.  
Überschiebung.  
Fleckenmergel.  
Roter Lias.  
Dachsteinkalk.  
Kössener Schichten.  
Hauptdolomit.

Diese Überschiebung ist die Fortsetzung der Störung, welche östlich der Ache die Aptychenkalke der Gaißbergalpe unter den Dachsteinkalk eingequetscht hat. Sie ist durch das Tal der Ache wegen der Schuttbedeckung nicht zu verfolgen. Ein Zusammenhang mit der Störung von Glattjöchl-Schöneegg weiter im W läßt sich mit Sicherheit weder nachweisen noch ausschließen.

Das Mergelvorkommen beim „Gesprengten Weg“ ist schon erwähnt worden. Es stellt die Verbindung her zwischen der Überschiebung am Gaißfuß und einer Quetschzone im W der Bregenzer Ache, die ich im folgenden beschreiben möchte:

### b) Die Muldenzone zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze.

In den „Sätzen“ über dem Schiedlewald zieht sich durch die Schrofen von Hauptdolomit ein Band aus jüngeren Schichten, hauptsächlich Allgäuschiefern und roten Kreidemergeln. Die Zone ist schwer zugänglich und auf weite Strecken von einem dichten Pflanzenkleid verhüllt. Stellenweise finden sich Aptychenkalke. Über der Schiedlealpe ist die Zone von einer Querstörung, die später beschrieben werden soll, zerschnitten. Sie wird westlich der Störung mächtiger und gewinnt die Gestalt einer Mulde mit Aptychenkalken im Kern.

Das Kar „zwischen den Künzeln“ zeigt den größten Teil der Mulde von Schutt bedeckt. Nur der Kern aus hartem Aptychenkalk bildet eine nach N steil abfallende Mauer. Kreideschiefer sind mit eingemuldet. Im

Südflügel erscheinen noch Radiolarite und endlich die Liasfleckenmergel. Dann verschwindet der ganze Zug unter den Wänden der Hochkünzelspitze. Das Streichen zeigt die ungewöhnliche Richtung WNW—OSO und geht erst westlich der Künzelspitze wieder in das normale WSW-ONO-Streichen über.

Die Muldenatur der Zone junger Schichten, die das Kar „Zwischen den Künzeln“ durchzieht, ist besonders klar an einem Profil durch Nieder- und Hochkünzelspitze zu sehen (Fig. 10). Auf dem Hauptdolomit der Niederkünzelspitze, der eine Antiklinale bildet, liegen Kössener Schichten,

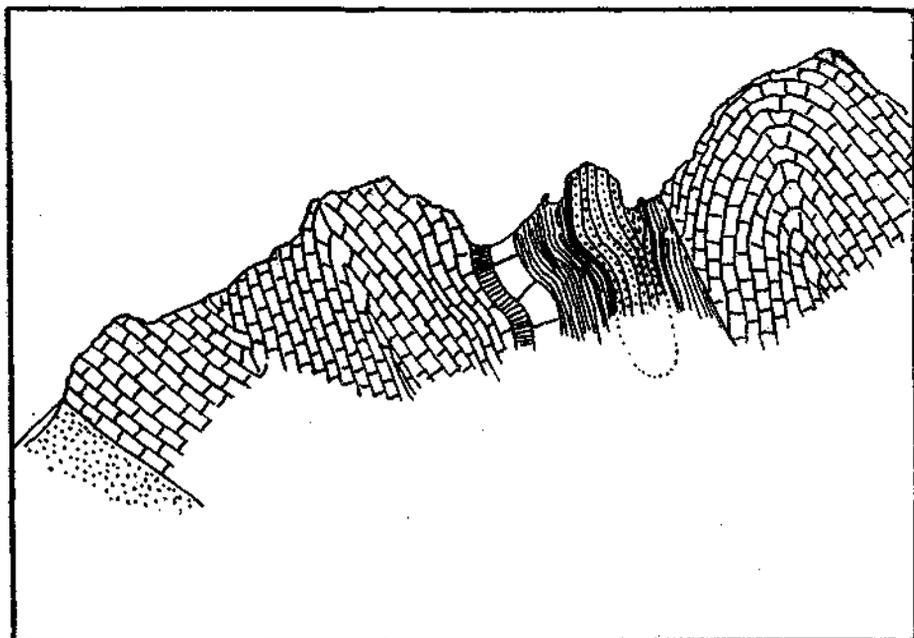


Fig. 10. Künzelspitzen von W.

Dachsteinkalk, Fleckenmergel, Radiolarite und Aptychenkalke. In der Scharte südlich von dem auffallenden Turm aus Aptychenkalk befindet sich der Kern der Mulde, aus roten und graugrünen Kreidemergeln bestehend. Der Aptychenkalk des Südflügels ist äußerst dünn, die Radiolarite sind stellenweise auf wenige Zentimeter ausgewalzt, ohne indessen ganz auszukeilen. Fleckenmergel folgen auf die Radiolarite, aber das Rät ist, wie wir das so häufig beobachten, im Südflügel verschwunden. Wie bei dem Deckenbau im großen die Raibler Schichten im Liegenden des Hauptdolomits den Gleithorizont gebildet haben, so wird hier der Hauptdolomit über sein tektonisch Liegendes, den Muldenkern, welcher mit Kössener Schichten an ihm grenzt, hinaufgeschoben. Solche Stellen scheinen für die Entstehung von großen Überschiebungen prädestiniert. Es ist äußerst interessant, daß die überschiebenden Kräfte gerade an der Künzelspitze einer anderen Möglichkeit zur Einleitung einer Überschiebung den Vorzug gegeben haben: Gublers „écaille du Walsertal“

geht aus einer Verwerfung hervor, die etwa 0.5 km südlich von der eben beschriebenen Schwächezone liegt.

Der Hauptdolomit der Hochkünzel Spitze ist zu einem steilen Sattel abgebogen. Ebenso die Niederkünzel Spitze. Das Umbiegen der Schichten im Hochkünzelsattel sieht man deutlich am Fuß der Ostflanke von Punkt 2225.

Die Faltung der jungen Schichten ist also keine „Gipfelfaltung“ von der Hochkünzel Spitze als einer Überschichtungsmasse bewirkt, sondern

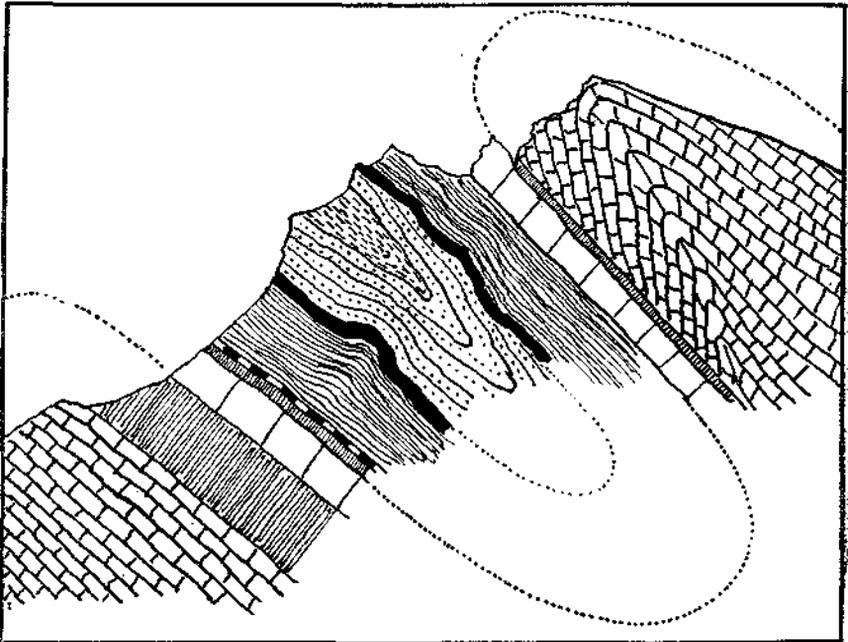


Fig. 11. Künzelmulde bei P. 2172 von W.

eine Faltung der gesamten Allgäudecke, die, wenn auch weniger als die Überschiebungen, zur engen Verpackung der Schubmasse beigetragen hat.

Die Jurakreidemulde ist im Karboden der Gautmähder von einer intensiven Querstörung, die ich als Rothorn-Gautalp-Verwerfung bezeichnen will, zerrissen. Dann zieht sie zum Punkt 2172 hinauf und schneidet dabei mit ihrem Streichen in spitzem Winkel den scharfen, begrüneten Grat, der von Punkt 2172 nach O herabzieht. Der Nordflügel zeigt eine lückenlose Schichtenfolge vom Hauptdolomit bis zur Kreide und im Südflügel sehen wir zum erstenmal das Rät zwischen Hauptdolomit und Fleckenmergeln erhalten. Der Westabhang von Punkt 2172 zeigt die Mulde prächtig erschlossen (Fig. 11). Die Kreideschiefer im Kern reichen hier nicht in tiefere Teile der Mulde hinab. Dann legt sich die Schuttdecke darüber. Im Talboden des Pragimellbaches finden wir wieder Fleckenmergel, Radiolarite und Aptychenkalke; an diese stoßen im W unvermittelt rätische Kalke und Mergel in seigerer Stellung. Wieder hat

eine Querverwerfung die Mulde betroffen; der westliche Teil ist gehoben. Wir befinden uns wohl in der Nähe des Bodens der Mulde. Wenn wir nach W an den Hängen der Kunkelspitzen hinaufsteigen, so sehen wir Fleckenmergel, Radiolarit und Aptychenkalk sich einstellen (Fig. 12). Die Flügel der Mulde stehen senkrecht. Der Südflügel geht in den Sattel des Gaißrückens über, welcher die westliche Fortsetzung der Hochkünzelspitze darstellt. Auf seinen Dachsteinkalk legen sich im S noch Fleckenmergel. Dann wird die Schichtenreihe von einer Hauptdolomitschuppe überfahren;

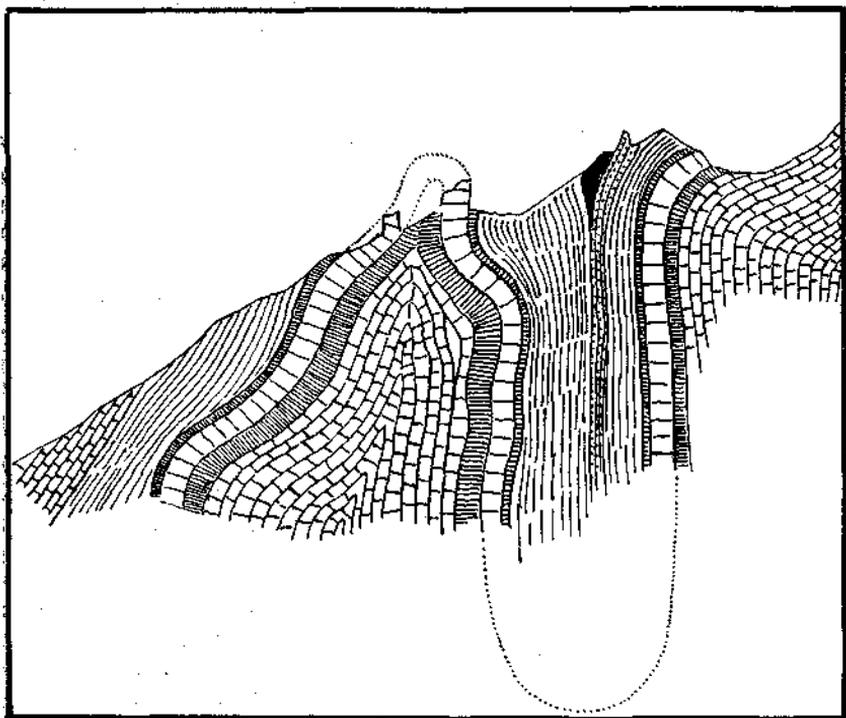


Fig. 12. Kunkelspitze von O.

es ist Gublers „écaïlle du Walsertal“. Ihre Überschiebungsfäche geht nach O in die Störung von Glattjöchl—Schöneegg über, welche später beschrieben werden soll.

#### c) Die Toblermann-Gräshornmulde.

Die Mulde, welche im vorhergehenden vom Tal der Bregenzer Ache bis zur Kunkelspitze verfolgt worden ist, stößt im N an einen Sattel von Hauptdolomit. Dieser bildet die Gipfel von Niederkünzelspitze, Hornspitze, Kilkaschrofen und Zitterklapfen. Das Schichtenfallen in den Nordwänden der Niederkünzelspitze läßt aber schon vermuten, daß dem Sattel im N eine Mulde folgt. Eine sichere Bestätigung dafür liefert das Auftreten der jüngeren Schichten im W.

Auf der Höhe des Punktes 2134, südlich vom Toblermann, stehen wir in einer Mulde, welche ein genaues Seitenstück zur Bärenkopfmulde im

O des Gebietes bildet. Sie zieht mit steilem Anstieg ihrer Achse aus dem Tal der Neuguntentalpe herauf und wird von der Westflanke der Höhen Punkt 2137 und Punkt 2035 im Querschnitt erschlossen. An ihrem östlichen Ende sieht man den Südflügel aus Dachsteinkalk überkippt auf dem Nordflügel liegen. Der obere Mergelhorizont der Rät-schichten bildet den Kern. Weiter im W steht der Südflügel steil und die spätigen Krinoidenkalke des Lias und Fleckenmergel nebmen am Aufbau der Mulde teil. Es ist die Gräshornmulde, welche Gubler vom Gräshorn und Annalper Stecken nach W verfolgt hat und die dort den Charakter einer selbständigen Schuppe annimmt, indem sie vom Hauptdolomit der Zitterklapfen überschoben wird (écaillé du Kresshorn).

d) Die Südabdachung der Künzelspitzen und ihre Störungen.

Nördlich der Hochkünzelspitze findet man jüngere Schichten nur in einzelnen enggepreßten Muldenzonen. Der Hauptdolomit beherrscht das Landschaftsbild. Er weicht im S ganz den Ablagerungen der Rät- und Juraperiode, mit welchen die Allgäudecke an der Oberfläche ausstreicht, bis sie im S unter den Hauptdolomit der nächsthöheren Decke taucht. In diesen Schichten findet man an wichtigen tektonischen Linien folgende:

1. Die Überschiebung von Glattjöchel—Schönegg.
2. Die Mulde von Gigturm und Glattjöchelspitze.
3. Die Rothorn-Gautalp-Querverwerfung.
4. Die Querverwerfung der Glätte (Punkt 2043).

1. Die Überschiebung von Glattjöchel—Schönegg.

Am Glattjöchel (2141 m) erkennt man den Beginn einer Störung in der Verdoppelung der südfallenden Kössener Schichten. Die Störung läßt sich im O im Hauptdolomit nicht weiter verfolgen. Im W bringt sie unter dem Gipfel des Schönegg (2187) Dachsteinkalk ins Hangende einer tieferen Rätserie und unter dieser folgt eine weitere Schuppe aus Kössener Schichten, Dachsteinkalk und rotem Lias. Diese Schuppen keilen nach O und W rasch aus. Sie zeigen aber, wie stark schon an dieser Stelle die Verschiebung der Gesteine ist, welche einige hundert Meter weiter östlich noch kaum zu bemerken war. Der Verlauf des Austrittes an der Oberfläche läßt hier im östlichen Teil auf eine steile Störungsfläche schließen. Flacher ist die Überschiebung weiter im W, südlich vom Gaißbrücken. Auf der Strecke zwischen Gaißbrücken und Schönegg liegt die Störung im Hauptdolomit und dazu noch unter tiefer Schutthülle. Der Zusammenhang dürfte aber kaum zweifelhaft sein. Ganz unmöglich ist die Deutung, welche die Überschiebung vom Gaißbrücken bislang erfahren hat, als Fortsetzung der Grenze zwischen dem Sattel der Hochkünzelspitze und der nördlich von ihm gelegenen Mulde. Ich konnte oben zeigen, daß sich der Sattel der Hochkünzelspitze in den ungestörten Sattel des Gaißbrückens fortsetzt. Der Hauptdolomit der Walsertalschuppe überschiebt also nicht die Hochkünzelmulde, sondern eine zweite, südlich von ihr gelegene Mulde, die von der ersteren durch einen ungestörten Sattel getrennt ist. Die Doppelmulde von den Kunkelspitzen, die im S vom Hauptdolomit der Walsertalschuppe überfahren wird, hat von der Überlitalpe schon Fiedler (15) beschrieben. Mylius hat

später dem Profil eine andere, meines Erachtens nicht richtige Deutung gegeben.

## 2. Die Mulde von Gigturm und Glattjöchlspitze.

Die Antiklinale der Hochkünzelspitze dacht sich nicht ungestört nach S ab. Sie hat Verbiegungen erfahren. Unter diesen ist besonders ausgeprägt eine Mulde, welche am „Gigturm“ („Kleines Künzele“ der Einheimischen) schön erschlossen ist. Ihre Flügel werden von Kössener Schichten, Dachsteinkalk, oberen rätischen Mergeln, rotem Lias und Allgäuschiefern gebildet. Der Bau ist vollkommen regelmäßig. Der Lias baut weiter westlich den Gipfel im N der Glattjöchlspitze (2104) auf. An dieser Stelle ist im Südflügel eine Wiederholung eingetreten. Der rote Lias erscheint in drei Lagen, die durch Kössener Schichten voneinander getrennt sind. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß die Wiederholung der roten Horizonte eine ursprüngliche, sedimentäre ist. Der südlich anschließende Sattel ist bei der Glattjöchlspitze oben abgeflacht, beim „Kleinen Künzele“ ist er schmal und steil.

## 3. Die Rothorn-Gautalp-Querverwerfung.

Zahlreich sind die Querverwerfungen in der Südabdachung des Künzelmassivs. Die reiche Gliederung der dort anstehenden Schichten ermöglicht auch das Erfassen von geringfügigen Störungen. Eine Verwerfung von kleiner Sprunghöhe, welche sich aber durch weite Längserstreckung auszeichnet, haben wir auf dem Boden der Gautalpe schon kennengelernt. Sie zerschneidet dort die Künzelmulde und läßt deren westlichen Teil nach N vorspringen. Dieser ist also abgesunken. Die Muldentelle im W und O der Störung passen nicht zusammen. Der östliche Teil hat eine Zusammenpressung erfahren. Südwärts läßt sich die Verwerfung innerhalb des Hauptdolomits ein Stück weit verfolgen. Das Dachsteinkalkprofil am Schönegg zeigt Zerreißen ohne nennenswerte Dislokation. Die Mulde von Gigturm—Glattjöchlspitze verliert an der Verwerfung gegen O plötzlich den Lias im Kern und die Kössener Schichten (oberer Horizont) springen zurück. Eine kleinere Mulde aus Kössener Schichten weiter nördlich wird abgeschnitten und endlich erfährt die Mulde vom Schadonapaß in ihrem Nordflügel eine unvermittelte Verschmälerung. Die Schichten westlich der Störung sind also ein wenig gehoben. Die Sprunghöhe dürfte hier nirgends mehr als 30 m betragen. Die Fortsetzung der Verwerfung im Rothorn soll später behandelt werden.

Östlich der Künzelspitze ist zunächst eine Störung zu erwähnen, welche an einigen Punkten merkbare Versetzungen der Schichten hervorgebracht hat. Am stärksten ist wieder die Dislokation, welche die Künzelmulde, freilich unter dem Schutt des Künzelkars, erfahren hat. Ihr östlicher Teil kommt ein gutes Stück weiter südlich zum Ausstreichen als der westliche. Die oberen rätischen Mergel der Mulde vom „Kleinen Künzele“ sind gegen O plötzlich abgeschnitten, im N der Roßköpfe ist dagegen der westliche Teil gegen den östlichen gehoben. Die gleiche Erscheinung beobachten wir an der Rothorn-Gautalp-Störung. An ihr ist die östliche Hälfte des Rothorngipfels abgesunken, während im N das Umgekehrte der Fall ist.

#### 4. Die Verwerfung der Glätte (Punkt 2043).

Alle die erwähnten Querstörungen werden an Sprunghöhe weit übertroffen von der Verwerfung, welche den Punkt 2043, die Glätte, von der Wasserkluppe, Punkt 2161, dem Ostgipfel der Hochkünzelspitze trennt. Die um 120 *m* höhere Wasserkluppe wird von Hauptdolomit aufgebaut, die Glätte besteht aus Fleckenmergeln. Die Sprunghöhe beträgt zwischen 200 und 250 *m*. Unter diesen Umständen müßte die Mulde im N des Künzelmassivs, weil sie nach S einfällt, im abgesunkenen Flügel nach N verschoben erscheinen. Das Umgekehrte ist der Fall. Die Mulde, östlich der Verwerfung auffallend verschmälert, ist etwas nach S verschoben. Der unerwartete Befund kann nur durch eine kleine Blattverschiebung längs der Verwerfung erklärt werden. Er stimmt gut überein mit der Tatsache, daß das Streichen zwischen der Hochkünzelspitze und der Bregenzer Ache insgesamt nach S abgelenkt ist.

Der Verlauf der Störung an der Glätte zeigt, daß die Bewegungsfläche nicht senkrecht steht, sondern steil nach O einfällt. Ihre südliche Fortsetzung soll im nächsten Abschnitt besprochen werden. An Stelle der Zerreißung der Deckenachsen finden wir dort eine starke Achsenflexur.

Die Verwerfung an der Glätte ist der Ausdruck für eine Überbeanspruchung des Materials durch Kräfte, deren Wirken wir auch in bruchlosen Verbiegungen der Faltenachsen erkennen. Das horizontale Abschwenken des Streichens nach SO ist erwähnt worden. Daneben besteht aber in vertikaler Ebene ein deutliches Fallen der Achse von den Künzelspitzen zur Bregenzer Ache.

Am Schadonapaß steht der Boden der Schadonamulde mit rotem Lias in 1860 *m* Höhe an. Denselben Muldenboden finden wir 2 *km* weiter westlich, am Plattenbach, 650 *m* tiefer gelegen. Auch nach O taucht der Muldenboden unter die Fleckenmergel, obgleich das Gelände auch in dieser Richtung steil abfällt. Der Betrag des Achsenfallens läßt sich hier nicht so rein ermitteln, weil das Abschwenken des Streichens die Verhältnisse verwickelt.

Besonders gute Einsicht in das Ansteigen der Achsen von W zur Schadonakulmination gewährt die Gräshornmulde mit ihrem Ausstreichen in den Ostwänden von Punkt 2043 und Punkt 2132.

#### Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 2 mit der Auffassung von Mylius.

Für die Darstellung, welche Mylius vom Bau der Künzelspitzen gibt, gilt im ganzen das Gleiche wie für den Widderstein.

Die Zone junger Schichten zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze ist eine Mulde, die Niederkünzelspitze und Hochkünzelspitze sind Sättel. So steht dem durch Verwerfungen und Spalten zerrissenen Bau, welchen Mylius beschreibt, das Bild einer enggepreßten Faltung gegenüber. Gegen S beruhigt sich dieser Faltenwurf der Triasschichten zu weitgespannten Wellen, auf welchen die Gipfelfalten aus Jura- und Kreidesteinen ruhen. Das Flacherwerden der Antiklinalen und Synklinalen ist südlich vom Widderstein in gleicher Weise zu beobachten wie südlich der Künzelspitzen. Vielleicht sind die nördlichen Teile der Allgäudecke

deswegen so viel stärker gefaltet, weil sie durch Abscherung der älteren Schichtenglieder an der Basis beim Vorrücken der Decken biegsamer geworden sind. Sie mußten sich ja auch am unmittelbarsten an der Bregenzerwälder Kreideantiklinale zusammenstauchen und konnten den Druck dieses Widerlagers erst gegen S fortpflanzen, nachdem ihre eigene Faltung einen nahezu inkompressiblen Block geschaffen hatte.

Die wenig gestörte Mulde des Gigturms und der Glattjöchlspitze ist von Mylius verkannt und als Verwerfung gedeutet worden.

### 3. Rothorn, Roß, Hochberg, Braunarlgruppe.

Nahe ihrer Stirn liegt die Allgäudecke in steilen Falten. Südlich der Künzeispitzen bietet sie im wesentlichen das Bild einer weitgespannten Mulde. In dem Gebiet, das nunmehr zur Besprechung kommen soll, finden wir eine ausgesprochene „Gipfelfaltung“, deren verwickelte Formen die darüberliegende Lechtaldecke aus dem plastisch-zähen Material der Jura- und Kreidesteine geschaffen hat. Bevor man aber aus der Liasmulde des Schadonapasses in diese Zone gelangt, quert man einen Sattel, in welchem die rätischen Gesteine noch einmal emportauchen. Er beginnt im W beim Heimenwald und zieht über den Schnabel zum Roßkopf. Das Gewölbe aus Dachsteinkalk, durch die Liasmulde der Schadonaalpe zweigeteilt, bildet weißleuchtende Schratten. Der Bach der Schadonaalpe fließt an zwei Stellen unterirdisch durch hohe Schwellen aus Dachsteinkalk hindurch.

Im Roßkopf ist der steile Sattel von der Erosion vollkommen herausmodelliert. Im Kern erscheinen die liegenden Kössener Schichten. Im Nordflügel folgt auf den Dachsteinkalk roter Lias, auf diesen wieder Dachsteinkalk. Der Sattel ist hier, wie fast in seiner ganzen Ausdehnung, im Nordflügel gestört. Besonders gut sieht man am „Schnabel“ den Dachsteinkalk über den Lias hinausragen, unter den er bei ungestörter Lagerung tauchen müßte. Im O sinkt das Gewölbe des Roßkopfes mit scharfem Achsenfallen unter den Lias, welcher mit roten Kalken beginnt. Diese Flexur ist die Fortsetzung der Verwerfung von der Glätte. Alle tektonischen Elemente machen das Achsenfallen mit, wie ich später zeigen möchte.

Mit dem Roßkopfsattel verlassen wir die Trias der Allgäudecke und betreten das Herrschaftsgebiet der Fleckenmergel. Diese erwecken im ersten Anblick den Eindruck einer normalen Mulde, aber viele Anzeichen geben zu erkennen, daß es sich um eine plastische Masse handelt, welche von der drübergehenden Lechtaldecke aufs stärkste durchgeknetet wurde.

Bei der unteren Schadonaalphütte, in der „Welle“, ist der Lias nur zirka 30 m mächtig, dann folgen schon die Aptychenkalke, welche zwischen der Litehütte und dem Tal des Metzgerobelns die Oberfläche beherrschen. Der Bach der Wellenmahl hat in einem tiefen Fenster die Fleckenmergel entblößt und am Rande dieses Fensters sowie in verschiedenen kleineren Fenstern werden unter dem Aptychenkalk die liegenden Radiolarite sichtbar. Ganz im S liegen auf dem Aptychenkalk noch Kreideschiefer. So ist mit Ausnahme der Reduktion der Fleckenmergel die Schichtenfolge ungestört. Wenn man aber beachtet, welche gewaltige Zusammenfaltung die nämlichen Schichtenglieder weiter im O erfahren

haben, wird man annehmen müssen, daß hier die Verkürzung durch ausgedehnte Gleitungen erreicht wurde, die zum großen Teil an der Grenze zwischen Fleckenmergeln und Aptychenkalk stattgefunden haben dürften. Dafür spricht auch das häufige Fehlen der sonst so beständigen Radiolarite. Am Nordgrat des Rothorns ist ein schmales Band von rotem und weißem Aptychenkalk zwischen die Fleckenmergel gelagert. Wie es etwa mit dem Aptychenkalk des Rothorns zusammenhängen könnte, ist unsicher. Um ein Übereinanderschieben von in sich ungestörten Schuppen kann es sich wohl nicht handeln. In den Fleckenmergeln herrschen andere Formen der Tektonik. Die oberjurassischen Schichten geben uns am Rothorn und Hochberg in diese Formen guten Einblick. Vgl. hiezu die Querschnitte Abb. 13, Taf. XIII.

Wir erkennen drei übereinandergelagerte Mulden, deren tiefste, mittlere und höchste in der Richtung von W nach O aufeinander folgen. Die tiefste und mittlere sind von Mylius unter dem Namen Rothorn- bzw. Hochbergmulde beschrieben worden. Die höchste wurde fälschlich mit der mittleren zusammengezogen. Ich nenne sie die Mulde vom Punkt 2143.

Auf der Westseite des Rothorns ist nur die tiefste Mulde vorhanden. Mächtige Kreidbreccien bilden ihren Kern. Die Mulde ist überkippt. Vom überkippten Flügel ist nur das steil anstehende Stück nahe der Umbiegungsstelle von der Erosion verschont geblieben. Die Rothorn-Gautalp-Störung hat die östliche Hälfte des Rothorns versenkt, und im Verein mit starkem Achsenfallen nach O hat diese Verwerfung die höhere Hochbergmulde in die tiefe Lage gebracht, in welcher sie dann erhalten blieb. Der Zusammenhang zwischen den beiden Mulden ist stark gestört. Vom Südfügel der Rothornmulde ist nur ein schmaler Streifen Aptychenkalk vorhanden. Statt eines trennenden Sattels finden wir eine spärliche Lage von Fleckenmergeln.

Die Rothornmulde zieht mit starkem Achsenfallen gegen die hintere Gletscheralpe hinunter. Die Kreide keilt in den Ostwänden des Rothorns aus. Jenseits des Baches, der von der Schafalpe herabkommt, stellen sich die Radiolarite im Südfügel wieder ein und der Zwischensattel, welcher zur Hochbergmulde überleitet, wird breiter.

Besonders schön ist das Ostende der Mulde in den Gletschertöblern aufgeschlossen. Hier fehlen stellenweise die Radiolarite. Dieses Fehlen ist aber tektonisch bedingt. Wenn man sich die Mühe nimmt, auf dem schwierigen Gelände die Stelle aus nächster Nähe in Augenschein zu nehmen, so erkennt man leicht, daß die Fleckenmergel an der Basis des Aptychenkalkes stark gequält sind. Faltungen von solcher Intensität setzen erhebliche Gleitungen der Schichtenflächen voraus, und es darf nicht wundernehmen, wenn dabei ganze Formationsglieder zum Verschwinden gebracht werden.

Die Hochbergmulde besitzt in der Schafalpe einen Kern von kretazeischen Breccien, welche stellenweise mit erheblicher Diskordanz auf dem Aptychenkalk liegen. An Stelle eines regelmäßigen überkippten Südfüßels finden wir aber dann den Beginn einer normalen Schichtenfolge von Fleckenmergeln, Radiolarit und Aptychenkalk. Innerhalb der Kreide im Kern der Hochbergmulde liegt noch ein Sattel von Aptychenkalk. Wie

weit er schon präcenenanen Bewegungen seine Entstehung verdankt, ist unsicher. In der Bachrunse, welche das Kar unter dem Punkt 2258 entwässert, schneidet die Kreidobreccie die Schichtenköpfe des Aptychenkalkes rechtwinklig ab.

Am Schafjöchl liegt der Südflügel der Hochbergmulde aus Aptychenkalk, Radiolarit und Fleckenmergel. Als Rest einer höheren Mulde finden wir darüber Kreideschiefer und -breccien, welche ihrerseits von der Lechtaldecke überfahren werden.

Der Gipfel von Punkt 2258 wird vom überkippten Flügel der Hochbergmulde gebildet. Eine Verwerfung, die man tief in die Nordflanke von Punkt 2258 hinein verfolgen kann, hat die Radiolarite und Fleckenmergel westlich der Störung gehoben. Sie sind dort abgetragen worden. Die Sprunghöhe beträgt kaum mehr als 10 m. Die Hochbergmulde durchzieht jetzt mit nach W fallender Achse die Nordwände des Hochberges. Bei der Roten Steinhütte findet sie ihr Ende. Das Umbiegen der Schichten ist in den Wänden über der Roten Steinhütte ausgezeichnet erschlossen.

Unter dem Grat zwischen Hochberg und Punkt 2143 sieht man endlich die dritte und höchste Mulde mit einem Zwischensattel aus der Hochbergmulde hervorgehen. Sie enthält nirgends Kreide, ist ganz eng zusammengepreßt und in ihrem östlichen Teil scharf nach unten verbogen durch Kräfte, welche in O-W-Richtung gewirkt haben. Auf die Wirksamkeit solcher Kräfte konnten wir aus Verbiegungen der Achsen schon an vielen anderen Stellen schließen.

Die Falten vom Rothorn, vom Hochberg und vom Punkt 2143 sind entstanden unter der Einwirkung einer darübergelassenen Schubmasse. Über den Jura- und Kreideschichten liegt von der Metzgerobelalp bis zum Fürkele mit unter 35° nach S geneigter Trennungsfäche der Hauptdolomit einer höheren Einheit. Gubler hat sie im westlichen Nachbargebiet als „écaillé de la Wandfluh“ beschrieben und zur Allgäudecke gerechnet. Am folgenden soll nachgewiesen werden, daß es sich hier um einen Teil der Lechtaldecke, um die Decke des Allgäuer Hauptkammes handelt. Diese Decke will ich im folgenden als Lechtaldecke A bezeichnen.

Die Überschiebungsfäche tritt in unser Gebiet am südlichen Talgehänge des Lutzbaches ein. Hier liegt der Hauptdolomit der Lechtaldecke A auf dem Dachsteinkalk der Allgäudecke. Kurz westlich davon schieben sich Fleckenmergel noch dazwischen. Nach O verschwindet die Überschiebung unter den Schutt der Metzgerobelalpe. Jenseits sieht man dann den Hauptdolomit des „Roß“ bis zum Fürkele bald auf Fleckenmergeln, bald auf Oberjura und Kreidegesteinen der Muldenzone vom Hochberg und Rothorn liegen. Ein Zurücktreten der Linie ist südlich vom Rothorn (beim Wort „Tangertle“ der Karte) zu sehen. Es ist die Auswirkung der hier durchziehenden Achsenkulmination. Dagegen findet man den Hauptdolomit des Roß im Boden der Schafalpe in großer Tiefe, infolge der Achsendepression, die von der Glätte und vom Roßkopf schon beschrieben wurde. Bei der Lägerzalpe kommen die Radiolarite der Allgäudecke in einem tektonischen Fenster unter dem Hauptdolomit der Lechtaldecke A zutage.

Die Lechtaldecke *A* zeichnet sich hier stratigraphisch dadurch aus, daß im Hangenden des Hauptdolomits zunächst mächtige Kalke (Plattenkalk) auftreten, während die nun folgende Rätformation fast ganz von Mergeln gebildet wird. Bei Punkt 1871 liegen Fleckenmergel tektonisch auf Hauptdolomit. Hier beginnt eine Störung, welche im W Gublers „*écaille de la Wandfluh*“ von der höheren „*écaille du Hangender Stein*“ scheidet. Eine kleine N-S-Verwerfung zieht bei der Hütte von Unteralpschellen durch.

Der Talschluß des Metzgerobelns wird von steilen Hängen aus Kössener Schichten, Fleckenmergeln, Oberjura und Kreideschiefern gebildet. Diese sind das normale Hangende des Hauptdolomits der Lechtaldecke *A*. Darüber liegt ein mächtiges Gewölbe aus Hauptdolomit, die höhere Einheit der Lechtaldecke, mit flach nach S einfallender Überschiebung. Sie baut das Massiv der Braunarlspitzgruppe auf und soll im folgenden als Lechtaldecke *B* bezeichnet werden. Der Zug junger Schichten, welcher den Hauptdolomit von Roß einerseits und Braunarlspitze anderseits scheidet, wird nach O hin schmaler, und am Fürkele sehen wir eine plötzliche Reduktion der ganzen Lechtaldecke *A* eintreten. Nur in dünneren Schollen ist der Hauptdolomit vorhanden und die auf ihm liegenden Kreidesedimente weisen eine so ausgesprochene Ähnlichkeit mit der Kreide der Hochbergmulde auf, daß die Annahme, sie könnten zur Allgäudecke gehören, nicht von der Hand zu weisen ist. Fig. 14 gibt ein Bild dieser Verhältnisse. Die Verschuppung der Schichten ist derart, daß jeder Versuch, die Lagerung zu erklären, Mängel aufweisen wird. Sicher ist, daß die Kreide zu einem Sattel verbogen ist. Im Kern findet man grobe Breccien, außen Schiefer und dazwischen ein auffallendes Band eines tonigen Kalkes von gelber Verwitterungsfarbe. Das Umbieges dieses Bandes ist westlich vom Fürkele gut zu beobachten. So scheidet auch die an sich unwahrscheinliche Annahme einer transgressiven Auflagerung der Kreide auf dem Hauptdolomit aus. Die Schuppe aus Kössener Schichten und Hauptdolomit, welche Punkt 2273 bildet, keilt in der Tiefe rasch aus. Beständiger sind die nun folgenden Fleckenmergel. Ein schmaler Streifen Kreideschiefer trennt sie von der Masse der Braunarlspitze. Die ganze Schuppenzone wird von einer unbedeutenden Querwerfung gestört. Der östliche Teil ist an ihr etwas abgesunken. Die südlich von dem Kreidesattel gelegenen Massen sind wohl als Reste einer Schuppe anzusprechen, welche uns weiter im O wieder begegnen wird. Die Schuttmassen der Braunarlspitze gestatten nicht, die Schuppen nach O weiter zu verfolgen. Nur der Dolomit der Wandflussschuppe zieht sichtbar bis zur Hochgletscheralpe hinunter. Auf ihm liegen mächtige Kössener Schichten, stellenweise durch rote Mergel vertreten. Unter dem Dolomit tritt der Lias der Allgäudecke zutage. Bei der Hochgletscheralpe hört indessen das Triasband gänzlich auf. Vermutlich gehören die oberen Lagen der mächtigen Fleckenmergelserie im Butzentobel zur Lechtaldecke *A*. Eine ähnliche Berührung zwischen den Fleckenmergeln der beiden Decken findet südlich vom Lech in großer Ausdehnung statt.

Das steile Fallen der Muldenachse vom Punkt 2143 nach O hat auch die ausgewalzte Trias der Lechtaldecke *A* betroffen. Nachdem sie bei der Hochgletscheralpe völlig fehlte, setzt sie etwa 250 m tiefer bei

der Fellalpe wieder ein. Ein Stück von ihr liegt steil aufgerichtet in den unteren Teilen des Butzentobels.

Der Schluß dieses Abschnittes möge eine Zusammenfassung der Achsenverbiegungen bilden.

Die Achsen fallen nach der Kulmination von Schadonapaß–Rothorn nicht, wie weiter im N, gleichmäßig zur Depression der Bregenzer Ache. Nach einer Senke (Schafalpedepression) schaltet sich eine Kulmination

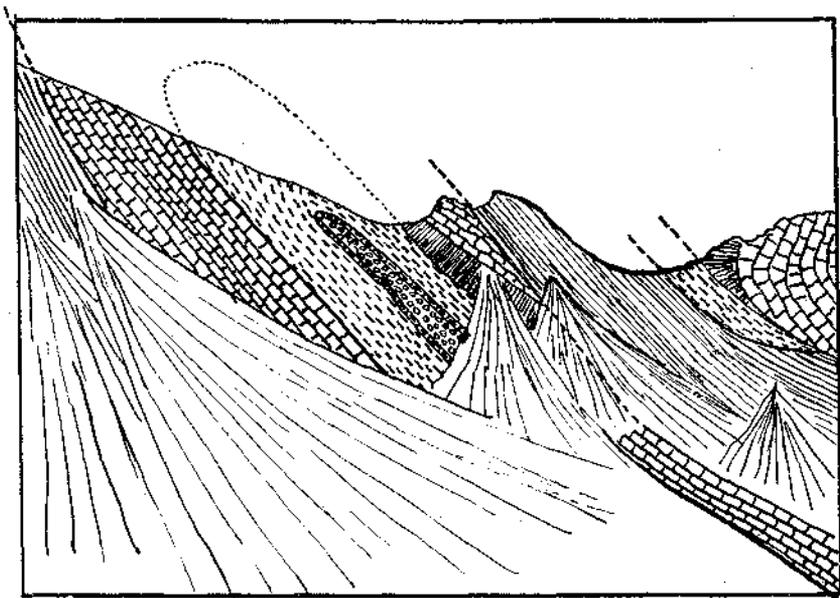


Fig. 14. Schuppenzone am Fürkele von W.

am Hochberg (Punkt 2304) dazwischen. Besonders unvermittelt ist das Abfallen der Achsen von Punkt 2143 nach O. Es hat die Mulde von Punkt 2143 verbogen und die Lechtaldecke A zerrissen.

Im Verlauf der Mulden vom Hochberg und vom Punkt 2143 erkennt man außerdem das Abschnwenken des Streichens gegen OSO, welches zwischen Künzelspitzen und Bregenzer Ache schon so auffallend war. Der Anstieg der Achsen von W zur Rothorn-Schadona-Kulmination ist kein gleichmäßiger. Er ist zwischen dem Tal des Lutzbaches und dem Schnabel steiler als bei der Schadonaalpe.

### Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 3 mit der Auffassung von Mylius.

Im Gebiet des Hochberges scheint mir der bedeutsamste Irrtum von Mylius in der gänzlich hypothetischen Überschiebungsfäche zwischen Rothornmulde und Hochbergmulde zu liegen. Zwischen den beiden Schubmassen soll die Scholle der Fellalpe gelegen sein, welche wir als ein Stück der Lechtaldecke erkannt und bis zum Fürkele verfolgt haben. Mylius hat das scharfe Ostfallen der Achse nicht in Betracht gezogen,

welches die untere Schuppe der Lechtaldecke *A* hier so plötzlich in tiefe Lage bringt. Der Schlüssel für die richtige Beurteilung ist eine genaue Untersuchung der Mulde vom Punkt 2143. Wenn man von der Fellalpe zur Hochgletscheralpe auf dem gebahnten Weg hinansteigt, trifft man zweimal die durch das Achsenfallen verbogene Mulde von Punkt 2143. Mylius hat die dazwischen im Achsensattel zutage tretenden Fleckenmergel für einen Muldenkern aus Kreideschiefern gehalten.

Die Mulde vom Punkt 2143 ist nicht, wie Mylius annimmt, die Fortsetzung der Hochbergmulde. Diese kommt in den Wänden über der Roten Steinalpe zum Ausstreichen.

Die Auflagerung der Aptychenkalke auf Fleckenmergel am Ostende der Rothornmulde, ohne Vermittlung von Radiolariten, für deren ursprüngliches Fehlen Mylius sich einsetzt, ist tektonisch bedingt.

#### 4. Fellalpe, Mohnenfluh, Juppenspitze.

Im vorigen Abschnitt wurde schon beschrieben, wie die Lechtaldecke *A* im Butzentobel ihre Trias auf kurze Zeit verliert und wie diese infolge des Achsenfallens tiefer, bei der Fellalpe, wieder einsetzt. Der Bach hat ein Halbfenster in die dünne Hauptdolomitplatte geschnitten, in welchem die Überschiebung an vielen Orten gut zu beobachten ist. Das Rät fehlt dieser Schubmasse im Gebiet der Juppenspitze. Es ist dagegen im *W* im „Verklimm“ angeschoppt und von zwischengepreßten Fleckenmergeln in scharfer Biegung nach oben geschleift. Wir dürfen hierin wohl eine Wirkung ostwestlich gerichteter Kräfte sehen, wie sie durch Ampferer (34, 39) aus nahe benachbarten Gebieten beschrieben wurden.

An der Juppenspitze liegen mächtige Fleckenmergel auf der Trias der Lechtaldecke *A*. Fig. 15. Die Trias verschwindet aber im östlichen Teil des Auenfelds, so daß hier wieder Fleckenmergel der Allgäudecke mit solchen der Lechtaldecke *A* in Berührung kommen. Die Grenze der Decken läßt sich ein Stück weit nicht mit Sicherheit festlegen.

Über den Fleckenmergeln der Lechtaldecke *A* liegt an der Juppenspitze endlich noch eine höhere Schuppe, von der wir Spuren schon am Fürkele zu erkennen glaubten. Hauptdolomit, Kössener Schichten und in besonders großer Ausdehnung der Dachsteinkalk bauen sie auf. Auf der Trias liegt im *W* eine mächtige Kreideserie, östlich der Mohnenfluh findet man zwischen Trias und Kreide Allgäuschiefer, welche außerdem einen Keil von Hauptdolomit enthalten. Fig. 15. Nirgends haben wir also eine ungestörte Schichtfolge. Wir befinden uns nicht an einem Erosionsrande, sondern an der ausgewalzten und zerrissenen Stirn der Lechtaldecke *A*, welche, im ganzen genommen, an der Juppenspitze in zwei Schuppen geteilt ist. Möglich, aber nicht zu beweisen ist die Annahme, daß die tiefere Schuppe am Fürkele ausgeht und daß die „écaille de la Wandfluh“ mit den südlichen Schubsetzen der Trümmerzone am Fürkele und mit der oberen Scholle der Juppenspitze zu verbinden ist. Dies würde dem allgemeinen Bauplan entsprechen, welcher mit großer Regelmäßigkeit eine Ablösung der tieferen Schuppen durch höhere in der Richtung von *O* nach *W* erkennen läßt.

Über den zusammenhanglosen Fetzen der Lechtaldecke *A* liegt mit flacher Überschiebungsfläche die Lechtaldecke *B* als mächtiges Gewölbe. An der Mohnenfluh fällt sie noch ins Kartengebiet. Weiter südlich ist in sie das große Halbfenster der Raueggmäher eingeschnitten. Hier treten Kreideschiefer der Lechtaldecke *A* zutage. Sie grenzen im Liegenden an Fleckenmergel. Weil nun außerdem die Trias der beiden Schollen der Lechtaldecke *A* bis auf geringe Reste bei der Gaisbühlalpe reduziert ist, haben wir hier eine schwer zu entwirrende Überlagerung von

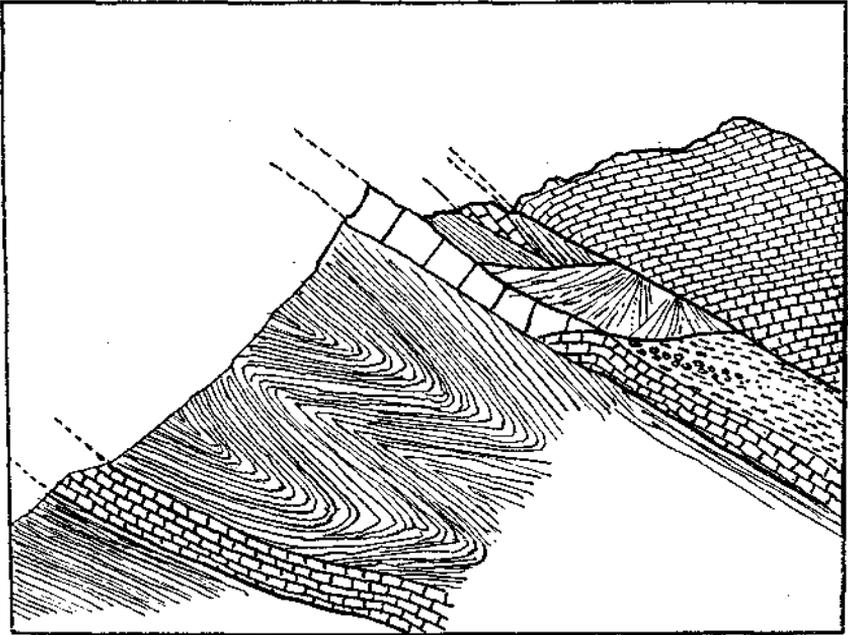


Fig. 15. Juppenspitze und Mohnenfluh von NW.

Fleckenmergeln der Allgäudecke durch Fleckenmergel und Kreideschiefer, welche zwei Schuppen der Lechtaldecke *A* angehören.

Die Kartierung dieses Gebietes steht noch aus. Daß Mylius hier nicht richtig sehen konnte, zu einer Zeit, wo die Kreideschiefer der Lechtaldecke noch nicht bekannt waren, ist ohne weiteres klar. Diese Entdeckung ist an besser geeigneter Stelle Ampferer (34, 61) geglückt.

Unter dem Dolomit und den Raibler Schichten der Lechtaldecke *B* finden sich bei der Berger Alpe, am Guggiskopf, an der Gaisbachalpe und bei der oberen Gaisbühlalpe oberjurassische Sedimente. Sie haben bei der oberen Gaisbühlalpe den Charakter des roten, cephalopodenführenden Flexenpaßthons und sind aus dem S mitverschleppt worden.

#### Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 4 mit der Auffassung von Mylius.

Die wesentlichen Unterschiede der Ansichten über den Bau der Juppenspitze sind schon im Anschluß an Abschnitt 4 erwähnt. Es

handelt sich um die Eingliederung der unteren Schuppe, welche Mylius, statt in die Lechtaldecke, in die Allgäudecke hineinverlegt hat. Diese Eingliederung zwischen Hochberg- und Rothhornmulde ist natürlich noch unwahrscheinlicher als die Annahme, es könnte sich hier um eine höchste Schuppe der Allgäudecke handeln. Daß aber auch diese letztere Auffassung ausgeschlossen werden muß, zeigt das Achsenfallen der Mulde von Punkt 2143. Wenn man dieses berücksichtigt, ergibt sich der Zusammenhang mit der unteren Hauptdolomitschuppe des Fürkele von selbst.

Am Sattel zwischen Mohnenfluh und Juppenspitze liegt nicht Kreide, sondern fossilführender Jura. Das kretazeische Alter der Schiefer im Gebiet der Gaisbach- und Bergeralpe, welche Mylius als Lias eingetragen hatte, ist von Ampferer (34) nachgewiesen worden.

### 5. Tannberg und Karhorn.

Südlich der Liasmulde von Hochkrumbach bildet die Allgäudecke einen Sattel, dessen rätische Kalke im Gebiet der Krumbachalpe und des Körbersee das Landschaftsbild beherrschen. Das Streichen, von WSW nach ONO gerichtet, wird durch zahlreiche eingemuldete Streifen von Liasschichten gekennzeichnet. Die Achse des Gewölbes fällt gegen das Tal der Bregenzer Ache rasch ein; weniger stark in der Richtung nach O. Im Falken und in der „Plisse“ liegen am Nordabfall des Sattels Massen von Hauptdolomit, welche jeweils auf drei Seiten gegen Fleckenmergel grenzen. Die Fleckenmergel sind mit liegendem Rätkalk durch roten Lias verbunden. Es handelt sich bei dem Hauptdolomit wohl um Zeugen der Lechtaldecke A, u. zw. ihrer unteren Schuppe, die ich im vorigen Abschnitt von der Fellalpe beschrieben habe. Ich halte es aber auch für möglich, daß der Dolomit aus der Allgäudecke stammt und durch komplizierte Störungen in Kontakt mit den Fleckenmergeln gekommen ist.

Auf den Sattel von Krumbachalpe—Körbersee folgt im S eine wenig ausgeprägte Mulde mit mächtigen Fleckenmergeln. In ihr liegt, gleichzeitig auf einer Kulmination der Achse, als fremdes Element die Verkehrtserie des Karhorn. Sie enthält, von oben nach unten, Hauptdolomit, Kössener Schichten, Dachsteinkalk, roten Lias und Fleckenmergel. Der Dachsteinkalk ist bedeutend mächtiger, als er in der Allgäudecke zu sein pflegt.

Wir haben ein Stück der Lechtaldecke A vor uns, u. zw., wie Ampferer (34) nachgewiesen hat, ihre eingerollte Stirn, welche schon am Biberkopf den Beginn dieser Einrollung zeigt. Im S und W des Karhorns fehlen die Rät- und Juraschichten und der Hauptdolomit liegt auf den Fleckenmergeln der Allgäudecke. Bei der Karalpe schiebt sich dazwischen ein Schubsetzen aus Aptychenkalk, den Ampferer (38) gefunden hat. Zwei Deckenzeugen aus rätischem Kalk liegen auf den Fleckenmergeln zwischen Karalpe und Bürstegg.

Die Verbindung des Hauptdolomits mit den liegenden Kössener Schichten ist eine völlig ungestörte, was für die Beurteilung der Zusammenhänge wichtig ist. Sucht man nämlich im S zwischen der Allgäudecke und der Lechtaldecke B die Wurzel dieser isolierten, verkehrten Scholle, so sieht man, daß die Lechtaldecke A an dieser

Stelle überhaupt keinen Hauptdolomit enthält. Diese Schwierigkeit könnte dadurch beseitigt werden, daß man den Hauptdolomit des Karhorns von einer höheren Decke herleitet. Dagegen spricht nun die ungestörte Folge der Karhorntrias.

Die Allgäu-Decke bildet bei Bürstegg noch einen flachen Sattel mit stark nach W fallender Achse, dann senkt sich der Dachsteinkalk steil ins Lechtal hinunter. Auf den ihm normal aufliegenden Fleckenmergel liegt weit im O, an der Höllenspitze, Hauptdolomit der Lechtaldecke *A*, welche nach oben noch Rät, Jura und Kreide enthält. Gegen W werden, wie Ampferer (34) gezeigt hat, die älteren Schichten Schritt für Schritt an der Basis abgeschert und bei Stubenbach berühren sich die Fleckenmergel der Allgäu-Decke mit denen der Lechtaldecke *A*. Dieses mächtige System von Fleckenmergeln bildet zusammen mit der Kreide der Lechtaldecke *A* die Schieferzone der Gaißbachalpe, welche im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurde.

Wenn ich in dem Deckenprofil (Fig. 16) das Karhorn durch einen Luftsattel nach S verbunden habe, so soll damit nicht gesagt sein, daß die Schichten des hangenden Schenkels vor der Abtragung durch die Erosion längs der gestrichelten Linie gelegen haben. Das Karhorn wurde eingerollt, an der Wurzel abgerissen und umgelegt, so lange die Decken noch im Vorwandern begriffen waren. Es enthält noch den Hauptdolomit, welchen seine Wurzel im weiteren Vorschreiten verloren hat, weil er an der Basis zurückblieb oder, anders ausgedrückt, von seinem stratigraphisch Hangenden überfahren wurde.

Eine andere Erklärung wäre die Herleitung des Karhorndolomits von der Lechtaldecke *B*, welche ihn in genügender Mächtigkeit enthält. Dagegen spricht die oben erwähnte Ungestörtheit des Zusammenhangs zwischen Dolomit und Kössener Schichten des Karhorns.

Wenn somit erwiesen ist, daß das Karhorn eine tektonische Lösung von seiner Wurzel erfahren hat, so darf man gleicherweise eine ursprüngliche Trennung von seiner Fortsetzung im Westen, von der Juppenspitze, annehmen. Sahen wir am Karhorn die tektonischen Kräfte im Abrollen eines überkippten Sattels sich äußern, so haben wir an der Juppenspitze eine Auflösung in zwei getrennte Schollen. Die Entstehung so verschiedener Strukturen in naher Nachbarschaft setzt wohl eine vorhergehende Trennung des Ausgangsmaterials voraus.

In allen Decken zeigen sich hier große Veränderungen im Stréichen. Die Allgäu-Decke zeigt das rasche Fallen ihrer Achse von Bürstegg nach W. Von der Lechtaldecke *A* wurde soeben berichtet und die Lechtaldecke *B* zeigt ein außerordentlich starkes Westfallen ihrer basalen Überschiebungsfläche, während sie gleichzeitig nach unten durch Hinzutreten der Raibler Schichten, der Arlbergschichten und des Muschelkalkes sich vervollständigt. Dies alles an der nämlichen Stelle, an der die Lechtaldecke *A* von unten her beinahe bis auf die Kreide reduziert wird.

### Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 5 mit der Auffassung von Mylius.

Die Irrtümer von Mylius, welche das Karhorn betreffen, sind von Ampferer (34) schon aufgeklärt worden. Ich kann darum hier nichts

Neues bringen, sondern nur durch die genaue Aufnahme Ampferers Auffassung bestätigen.

Von einer tiefgreifenden Trennung des Karhorndolomits von den liegenden Kössener Schichten kann keine Rede sein. Wenn man in einem Gebiet von so großzügigem Deckenbau, dessen Gesteine so weit von ihrer autochthonen Unterlage entfernt wurden, überhaupt von ungestörten Schichtflächen sprechen kann, so muß man eine solche in dem Kontakt zwischen Kössener und Hauptdolomit am Kleinhörndl und am Warterhorn sehen. Am Auenfelder Horn sind Anschoppungen und Diskordanzen eingetreten. Das darf hier nicht wundernehmen, wo wir der großen Bewegungsfläche so nahe sind, mit welcher das Karhorn auf der Allgäudecke ruht. Hier sind auch Fleckenmergel ziemlich hoch emporgepreßt worden.

Das ganze Karhorn gehört also zur Lechtaldecke A. Die Herleitung seiner unteren Teile aus dem Gewölbe der Allgäudecke im S, welche Mylius 1912 noch schärfer ausgesprochen hat, als 1909, ist schon von Ampferer (34, 38) ad absurdum geführt worden. Das gleiche gilt von der Verbindung der Braunarispitze—Mohnenfluh—Überschiebung mit der Schubfläche, welche das Südgehänge des Lechtals durchzieht. Die Überschiebung, mit welcher die Raibler und Arlbergschichten der Umrahmung des Raucheggfensters auf der Kreide der Lechtaldecke A liegen, zieht durch das Tal des Walkersbaches südlich von Stubenbach, biegt dann im Talschluß nach O um und unterfährt die Wöster spitzen. Ein Zeuge dieser Schubmasse (Lechtaldecke B) liegt auf den Westhängen des Horns von Lech in großer Ausdehnung auf den verfalteten Aptychenkalken der Lechtaldecke A.

## Allgemeine Ergebnisse des tektonischen Teiles.

### 1. Der Faltenbau der Allgäudecke.

Es ist im Anschluß an die Abschnitte 1 und 2 schon hervorgehoben worden, das Falten das Bild der Tektonik innerhalb der Allgäudecke beherrschen. Sie sind im N so enggepreßt, das Mylius sie als Schuppen bezeichnet hat. Gegen S werden sie flacher. Die mutmaßlichen Ursachen dieses Baues sind im Anschluß an Abschnitt 2 dargelegt worden.

Cornelius (46) hat im Allgäu aus dem Verlauf solcher Falten die Richtung des Deckenschubes abgelesen. Ich glaube im vorigen bewiesen zu haben, daß dies auch im Bregenzer Wald mit großer Sicherheit geschehen kann. Dabei lassen sich die Falten, in welche die gesamte Allgäudecke gelegt wurde, ebenso gut verwerten wie die Gipfelfaltung, welche ihre hangenden Teile unter der Wucht der vorgleitenden Lechtaldecke erlitten haben. Daß die Faltungs- und Überschiebungsvorgänge nicht zeitlich getrennt waren, sondern, wie das auch Cornelius (46) betont, verschiedene Wirkungen der gleichen Kräfte, wird bei unbefangener Betrachtung der Profile selbstverständlich erscheinen.

Wenn man die mannigfachen Verbiegungen abrechnet, welche alle tektonischen Linien durch nachträglichen O-W-Druck erlitten haben, so kommt man für das Streichen des ursprünglichen Decken- und Faltenbaues zu dem Durchschnittswert ONO—WSW. Dieses Ergebnis stimmt

gut überein mit dem von Cornelius im östlichen Nachbargebiet gefundenen. Zwei bemerkenswerte Abweichungen sollen bei den Achsenverbiegungen noch erwähnt werden.

## 2. Zur Zusammengehörigkeit der tektonischen Einheiten.

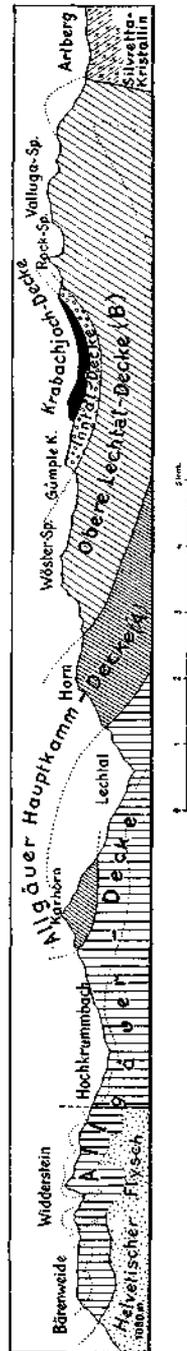
(Vgl. hiezu das Deckenprofil Fig. 16 und die Deckenkarte Fig. 17.)

Innerhalb der Allgäudecke finden wir im Gebiet des hinteren Bregenzer Waldes nirgends tiefgreifende Bewegungsflächen, welche völlig fremde Teilstücke in Berührung bringen. Stark gestört ist freilich der Zusammenhang der Antiklinale des Kleinen Widdersteins mit der nördlich von ihm gelegenen Mulde. Auch die Mulde, welche Großen und Kleinen Widderstein und westlich der Ach Hoch- und Niederkünzelspitze trennt, ist stellenweise bis zur Unkenntlichkeit ausgequetscht. Aber die Sattelnatur des Bergzuges Hochkünzelspitze—Punkt 2225—Gaißbrücken steht außer Zweifel und die leicht überschobenen Südflügel dürfen nirgends als selbständige Schuppen gelten.

Gehen wir indessen nach W über die Grenzen unseres Gebietes hinaus, so finden wir, wenn wir Gublers Beschreibung folgen, die Gräshornmulde, deren östliches Ende wir im Punkt 2137 südlich vom Toblermann kennen lernten, nunmehr als losgetrennte „Gräshornschuppe“ unter dem Hauptdolomit der „écaïlle du Zitterklapfen“.

Und die Mulde, welche dem Sattel des Gaißbrückens im S folgt, wird noch innerhalb des Kartengebietes von einer Hauptdolomitmasse überfahren, die wir mit Gubler als „écaïlle du Walsertal“ bezeichnen. Die Fortsetzung dieser Schubfläche nach O ist nicht, wie die Autoren bisher glaubten, die Muldenzone zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze, sondern die Überschiebung von Schönegg—Glattjochl, welche allenfalls nach O mit der Verschuppung von Gemsalpe und Gaißberg zusammenhängen könnte. Mit der „écaïlle du Walsertal“ findet bei Sonntag im Großen Walsertal die Allgäudecke ihr westliches Ende.

Es ist zweifellos, daß Gublers „écaïlle de la Wandfluh“, welche sich im „Roß“ fortsetzt



Deckenprofil durch die nördlichen Kalkalpen vom Allgäu bis zum Arlberg

südlicher Teil nach Ampferer.  
Fig. 16. (1:100.000).

und am Fürkele so stark ausgewalzt ist, nach O mit der Juppenspitze und somit über Karhorn und Biberkopf mit dem Allgäuer Hauptkamm verbunden werden muß. Die Unterlagen für diese Erkenntnis sind nicht neu. Die Zusammenhänge sind innerhalb des Bregenzer Waldes schon von Mylius (22) und später von Ampferer (34) erkannt und deutlich ausgesprochen worden. Gubler, der von W herkam und die letzten Unterlagen für die Synthese mitbrachte, hat die Vereinigung der Decken westlich und östlich vom Bregenzer Wald nicht richtig vollzogen.

Ob die tiefe Scholle der Juppenspitze oder die höhere das verbindende Teilstück darstellt, muß bei der Zerissenheit der Schubmassen ungewiß bleiben. In den allgemeinen Bauplan würde sich eine Verbindung der höheren Schuppe nach W am besten einfügen, wobei dann die tiefere Schuppe als Westende der Allgäuer-Hauptkammdecke im engeren Sinne zu gelten hätte.

Die untere Lechtaldecke ist als schmales Band zwischen dem Flysch und der „écaille du Hochfrassen“ weit nach W zu verfolgen und von Gubler beschrieben worden. Zwischen ihr und der Klostertalschuppe (die Hochfrassenschuppe findet schon weiter östlich ihr Ende) kommen im Fenster von Nüziders helvetischer Flysch und unterostalpine Elemente zum Vorschein. Die Rolle der „écaille du Hangender Stein“ wird nach W hin von der „ersten Schuppe Trümpys“ übernommen. Ob diese zur „écaille du Hangender Stein“ und damit zur Allgäuer Hauptkammdecke gerechnet werden muß oder ob sie eine tiefere Einheit der oberen Lechtaldecke darstellt, läßt sich wohl nicht entscheiden. Gubler berichtet uns nichts von einem Zusammenhang mit der einen oder der anderen Decke.

Die Entstehung der Wandflussschuppe aus der unteren Lechtaldecke und die Trennung von Klostertal- und Hochfrassenschuppe soll im nächsten Abschnitt noch Erwähnung finden.

### 3. Zur Frage der Entstehung von Überschiebungen innerhalb der ostalpinen Masse aus Überfaltungen oder Brüchen.

Das Gebiet der Bregenzer Ache und des großen Walsertales eignet sich wie kein zweites dazu, die Entstehung neuer Schuppen und Decken zu beobachten. Gerade hier ist ja die Stelle, wo Allgäu- und Lechtaldecke eine scharfe Verschmälerung erfahren, indem sie von neuen Überschiebungen gegliedert und ihre Teile aufeinander gelagert werden. Die vorher weit und flach gelagerten Massen werden übereinandergelegt und „enger verpackt“ (Ampferer). In der Art und Weise, wie diese neuen höheren Schuppen im Raume nach W hin entstehen, möchte ich ein Bild des zeitlichen Ablaufes der Entstehung solcher Schuppen sehen.

Dabei zeigt sich, daß die höheren Einheiten teils aus enggepreßten Mulden, teils aus Brüchen hervorgehen. Beispiele für die erste Form sind die Überschiebung vom Üntschenjoch und die Aufschiebung der Zitterklafenschuppe auf Gublers „écaille du Kresshorn“. Aus faltenlosen Störungen an glatten Zerreißungsflächen entstehen: Die Walsertaldecke aus der Störung von Glattjöchl—Schöneegg, die Trennung der Schuppe des Hangenden Steins von der Wandflussschuppe durch die

Überschiebung bei Alpschellen, die Lösung der Klostertalschuppe von der Lechtaldecke *B* durch die Verwerfung am Johannesjoch. In welcher Weise die Entstehung der beiden Schuppen von Lechtaldecke *A* an der Juppenspitze erfolgt, ist bei ihrer vollkommenen Trennung nicht zu ermitteln.

#### 4. Wirkungen ostwestlich gerichteter Kräfte.

Der Bau der Berge im Quellengebiet der Bregenzer Ache ist in seinen Grundzügen das Ergebnis von süd-nördlich gerichteten Bewegungen. Rothpletz kommt das Verdienst zu, auf die Kräfte aufmerksam gemacht zu

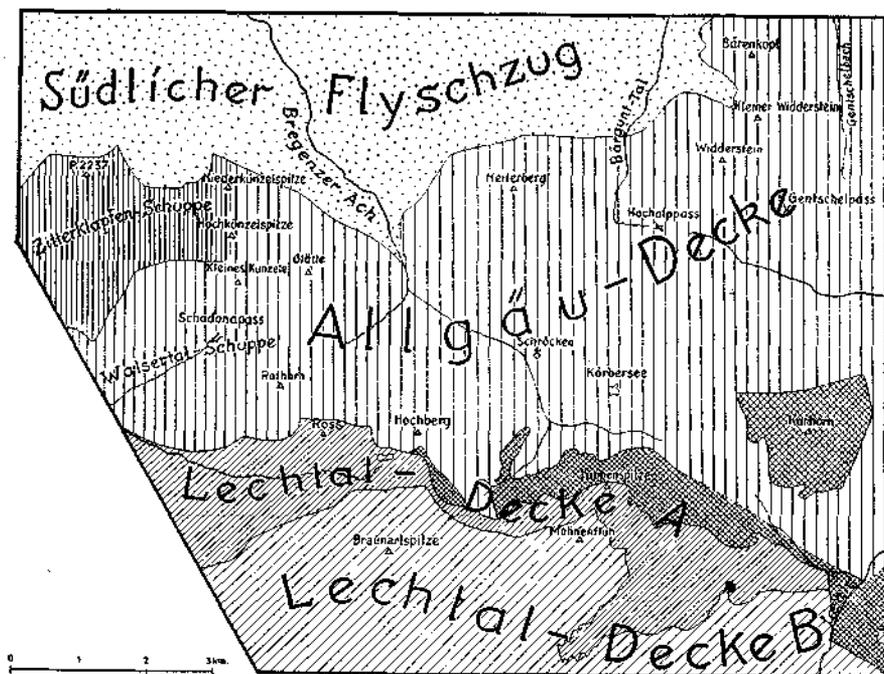


Fig. 17. Deckenkarte des Hinteren Bregenzerwaldes. (1:100.000.)

haben, welche die Schichten durch Bewegung von O nach W zusammengedrängt haben. Er hat aber diesen Bewegungen Ausmaße zugeschrieben, die uns heute unglaublich erscheinen.

Im Gegensatz zu Mylius finde ich im hinteren Bregenzer Wald keine einzige Überschiebung, an welcher Massenverfrachtung in ostwestlicher Richtung stattgefunden haben könnte. Wohl aber ist im ganzen Gebiet ein Auf und Ab der Faltenachsen festzustellen, welches manchmal zu recht ausgeprägten NW-SO-streichenden Sätteln und Mulden führt. Aber im Vergleich zu der gewaltigen Raumverkürzung durch die nach N geschobenen Decken sind diese Erscheinungen sehr bescheiden. Sie sind im kleinen ein Abbild der großen Achsenverbiegungen der Alpen, welche äußerlich so auffallende Formen zeigen, wie z. B. die Grenze zwischen

West- und Ostalpen, die Tessiner Kulmination, das Tauernfenster, ob- schon die Raumverkürzung, welche sie erzielt haben, im Vergleich zu den südnördlich gerichteten Deckenschüben sehr gering ist. Es handelt sich wohl um nachträgliche Kompensationsbestrebungen, um eine Anpassung an eine neue Kugelform im Sinne von Ampferer (39). Waren die Wege, die die Massen dabei zurückgelegt haben, klein, so ist doch die Kraft, mit welcher der Zusammenschub erfolgte, sicher nicht gering gewesen. Die Versteifung der Massen durch die vorausgegangene S-N-Faltung mußte dabei überwunden werden. Die Verbiegungen erfolgten in horizontaler und vertikaler Ebene.

Abschwenken des Streichens ist zu beobachten zwischen Künzelspitzen—Hochberg und dem Tal der Bregenzer Ache. Ferner östlich vom Widderstein.

An Achsenkulminationen und -depressionen sind von W nach O zu unterscheiden:

1. Die Kulmination Punkt 2048, Glattjöchelspitze, Schadonapaß, Rothorn, Tangertle;
2. die Zwischendepression der Schafalpe;
3. die Zwischenkulmination vom Hochberg;
4. die Depression der Bregenzer Ache;
5. die Kulmination des Heiterberges mit ihrer Fortsetzung auf Körperalpe und Karhorn;
6. die Zwischendepression der Bärungalpe;
7. die Kulmination des Widdersteins.

Ein Blick auf die Karte zeigt ohne weiteres, wie sehr gerade die Höhenlage der Achsen für die morphologische Gestaltung maßgebend gewesen ist. Die höchsten Berge liegen ausnahmslos auf Kulminationen der Achsen. Dies mag größtenteils an dem geringeren Widerstand der jüngeren Schichten gegenüber der Erosion liegen. Zum Teil beruht es wohl auf der frühen Anlage der Täler, welche die Tiefenlinien der junggefalteten Erdoberfläche ausgenützt haben.

Relativ junge Querbrüche sind reichlich vorhanden. Die wichtigsten seien noch einmal aufgezählt:

- Die Rothorn-Gautalpstörung,
- die Verwerfung an der Glätte (Punkt 2043),
- die Heiterbergstörung,
- die NNO-SSW-Verwerfung von Hochalpsee.

Eine Ausnahmestellung nimmt die Längsverwerfung auf der Südseite des Widdersteins ein. Sie ist für die freie und kühne Gestalt des Berges mitbestimmend gewesen.

### Schrifttum.<sup>1)</sup>

1. 1846. A. Escher von der Linth, Beiträge zur Kenntnis der Tiroler und Bairischen Alpen. Leonhardt und Bronn, Jahrbuch für Mineralogie und Geologie, 1846, S. 536—561.

<sup>1)</sup> Diese Aufzählung macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurden nur die Werke zitiert, welche unmittelbar für die vorliegende Arbeit grundlegend gewesen sind. Ein vollständiges Verzeichnis des Schrifttums bis zum Jahr 1926 findet sich bei Gubler (66).

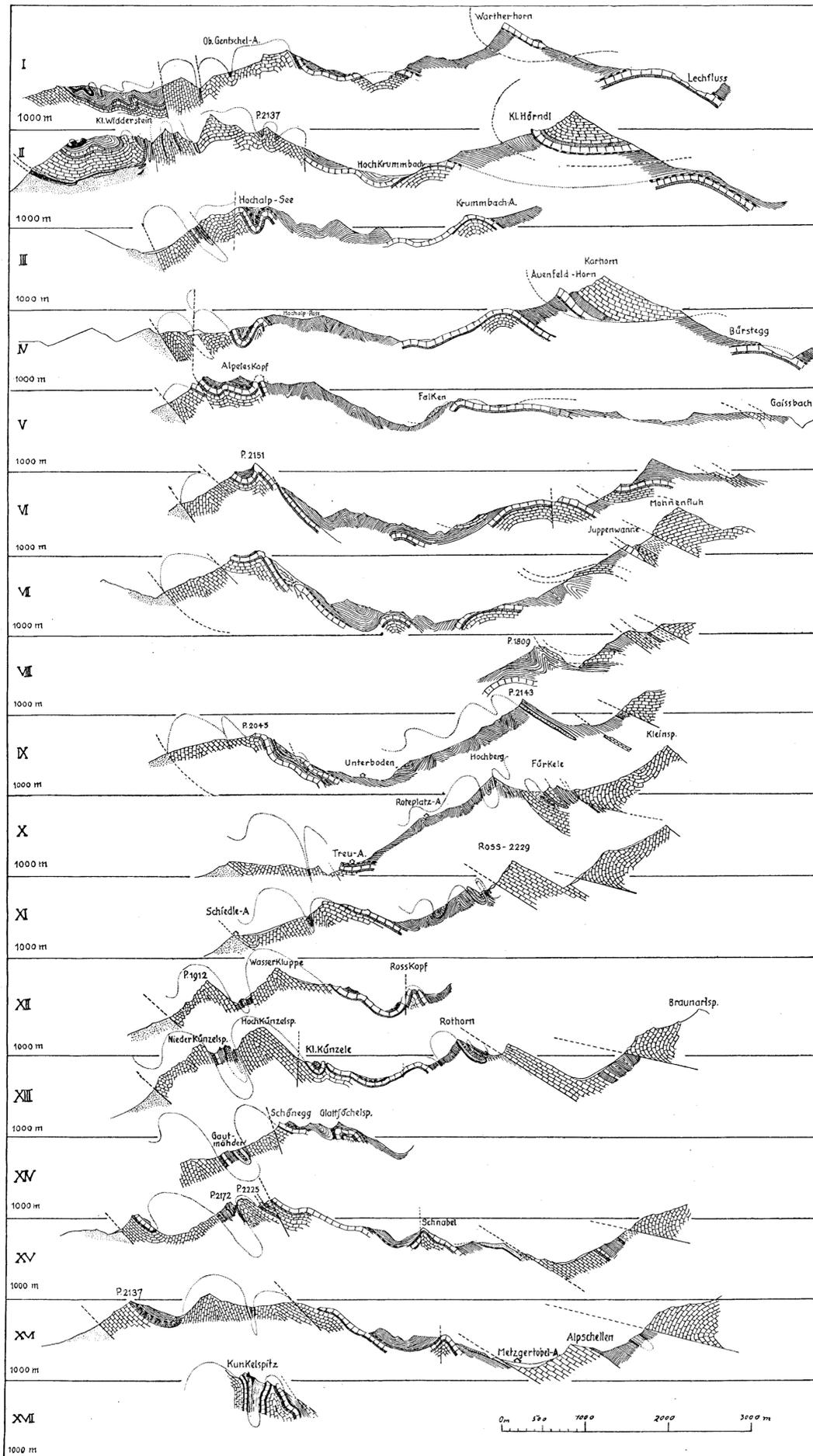
2. 1846. A. Escher von der Linth, Geognostische Beobachtungen über einige Gegenden des Vorarlberges. Leonhardt und Bronn, Jahrbuch für Mineralogie und Geologie, 1846, S. 420—443.
3. 1853. A. Escher von der Linth, Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. Neue Denkschriften der Schweizer Naturforschergesellschaft, 1853, Bd. XIII, S. 135, 10 Pläne.
4. 1856. C. W. Gümbel, Beiträge zur geognostischen Kenntnis von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1856, Bd. VII, S. 1—39.
5. 1859. R. v. Richthofen, Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1859, Bd. X, S. 72—137.
6. 1861. C. W. Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha, 1861, in 8°, 950 S., 35 Pläne.
7. 1862. F. v. Richthofen, Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1862, Bd. XII, S. 87—206.
8. 1868. K. Zittel, Stramberg, Obere Jura- und Kreideschichten in den Allgäuer und Vorarlberger Alpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1868, S. 1—4.
9. 1872. E. v. Mojsisovics, Aus den vorarlbergischen Kalkalpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1872, S. 254—256.
10. 1883. A. Rothpletz, Zum Gebirgshau der Alpen beiderseits des Rheines. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1883, Bd. XXXV, S. 134—189, 2 Pläne.
11. 1886. Fr. Wähner, Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1881, S. 168—176 u. 190—203.
12. 1894. E. Böse, Über liasische und mitteljurassische Fleckenmergel in den bayrischen Alpen. Zeitschriften der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1894, Bd. XLVI, S. 703—768, 2 Pläne.
13. 1900. A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen, I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die rätische Überschiebung. München, 1900, 176 S., 5 Pläne.
14. 1902. A. Rothpletz, Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen zwischen Bodensee und Engadin. Sammlung des Geologischen Führer, Berlin, 1902, S. 1—256.
15. 1904. O. Fiedler, Über Versteinerungen aus den Arlbergsschichten bei Bludenz und einige neue Fundorte von Flysch und Aptychenkalken im oberen Großen Walsertal Vorarlbergs. Zeitschriften der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1904, S. 8—13.
16. 1905. A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen, II. Ausdehnung und Herkunft der rätischen Schubmasse. München, 1905, VIII und 261 S., 1 Karte.
17. 1905. G. Schulze, Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes von der Rotgrundspitze bis zum Kreuzeck und der nördlich ausstrahlenden Seitenäste. Geognostische Jahreshefte, 1905, Bd. XVIII, S. 1—38, 2 Karten.
18. 1908. O. Ampferer, Über neuere Erfahrungen der Geologie der Lechtaler und Allgäuer Alpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1908, S. 162.
19. 1908. O. Ampferer, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehungen zu den ostalpinen Deckenschüben. Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1908, S. 63—112, 8 Pläne.
20. 1909. O. Ampferer, Über Gosau- und Flyschablagerungen in den Tiroler Nordalpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1909, S. 144.
21. 1909. A. Haas, Zum geologischen Bau der Umgebung des Formarinsees in den Lechtaler Alpen. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, II, S. 384 bis 391.
22. 1909. H. Mylius, Die geologischen Verhältnisse des hinteren Bregenzer Waldes in den Quellgebieten der Breitach und der Bregenzer Ache bis südlich zum Lech. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, München 1909, Bd. IV, S. 1—96, 10 Pläne.
23. 1910. O. Ampferer, Aus den Allgäuer und Lechtaler Alpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1910, S. 58—59.
24. 1911. O. Ampferer und W. Hammer, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu bis zum Gardasee. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1911, Bd. LXI, S. 531—709, 3 Pläne: XXXII—XXXIV.

25. 1911. F. Hahn, Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen, I. Allgäuer Alpen und angrenzende Gebiete. Geologische Rundschau, 1911, Bd. II, S. 197—219.
26. 1911. C. A. Haniel, Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgraben bis zum Wilden. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1911, Bd. LXIII, S. 1—37, 4 Pläne.
27. 1911. H. Mylius, Jura, Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Hoben Ifen. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 1911, Bd. IV, S. 483—618, 4 Pläne.
28. 1911. H. Pontoppidan, Die geologischen Verhältnisse des Rappentalpentes sowie der Bergkette zwischen Breitach und Stillach. Geognostische Jahreshefte, 1911, Bd. XXIV, S. 1—22, 1 Plan.
29. 1912. O. Ampferer, Über die Gosau des Muttekkopfes. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1912, Bd. LXII, S. 289—310, 2 Pläne.
30. 1912. O. Ampferer, Über den Nordrand der Lechtaldecke zwischen Reutte und Trettachtal. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1912, S. 334—335.
31. 1912. C. Lebling, Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen, 2. Die Krideschichten der bayrischen Voralpenzone. Geologische Rundschau, 1912, Bd. III, S. 483—508.
32. 1912. H. Mylius, Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. München 1912 und 1913, 2 Vol. in 8°, 1. 153 S., 14 Pläne, 2. 186 S., 23 Pläne.
33. 1913. O. Ampferer, Das geologische Gerüst der Lechtaler Alpen. Zeitschrift des Deutschen und österreichischen Alpenvereins, 1913, Bd. LXIV, S. 1—26.
34. 1914. O. Ampferer, Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXIV, S. 307—326, Plan XIV.
35. 1914. H. Mylius, Entgegnung an O. Ampferer. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXIV, S. 329.
36. 1914. F. Hahn, Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen, 3. Die Kalkalpen Südbayerns. Geologische Rundschau, 1914, Bd. V, S. 112—145.
37. 1914. F. Heritsch, Die Anwendung der Deckentheorie auf die Ostalpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1914, S. 95—112, 1 Plan.
38. 1915. O. Ampferer, An H. Mylius, über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1915, S. 117—119.
39. 1915. O. Ampferer, Über den Wechsel von Falt- und Schubrichtungen beim Bau der Faltengebirge. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1915, S. 163—167.
40. 1915. R. Spitz und G. Dyhrenfurth, Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanz und dem Stifserjoch. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, n° 74, N. F. 44 Lfg., 235 S., 3 Pläne.
41. 1915. H. Mylius, Besprechung mit O. Ampferer über das Wettersteingebirge und das Hornbachtal. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXV, S. 242.
42. 1916. H. Mylius, Ein geologisches Profil vom Säntis zu den Bergamasker Alpen. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilagen-Bd. XLI, S. 237—341, Pläne VI—XII, 40 Figuren.
43. 1917. O. Ampferer, Über das Juraprofil von Zürs am Flexenpaß. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1917, S. 33—42.
44. 1918. O. Ampferer, Über die tektonische Heimatsberechtigung der Nordalpen. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1918, S. 63—76.
45. 1919. P. Arbenz, Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft, Bern, 1918, Sitzungsbericht, S. XVII—XVIII.
46. 1919. H. P. Cornelius, Zur Frage der Bewegungsrichtung der Allgäuer Überschiebungsdecke. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1919, S. 305—317.
47. 1919. R. Staub, Über das Längsprofil Graubündens. Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1919, Bd. 63, S. 295—335, 1 Plan.
48. 1920. O. Ampferer und B. Sander, Über die tektonische Verknüpfung von Kalk- und Zentralalpen. Verhandlungen der Geologischen Staatsanstalt, 1920, S. 121 bis 131.
49. 1920. K. A. Reiser, Geologie der Hindelfanger und Pfrontener Berge im Allgäu. Geognostische Jahreshefte, 1920, Bd. XXXIII, S. 55—198, 1 Plan.

50. 1920. R. Staub, Zur Nomenklatur der ostalpinen Decken. *Ecl. geol. Helv.* Bd. XVI, S. 35—38.
51. 1921. H. P. Cornelius, Die kristallinen Schollen im Retterschwangtale (Allgäu) und ihre Umgebung. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 1921, Bd. XIV, S. 1—84.
52. 1922. W. Kockel, Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Ein Ausschnitt aus der Entwicklung eines Kettengebirges. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 1922, Bd. XV, S. 63—168, 4 Figuren.
53. 1922. K. A. Reiser, Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu, II. Teil. *Geognostische Jahreshefte*, Bd. XXXV, S. 1—82.
54. 1922. W. Schmidt, Zur Phasenfolge im Ostalpenbau. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 1922.
55. 1923. K. Boden, Über Konglomerate und Breccien in den bayrischen Alpen. *Zeitschriften der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 1923, Bd. LXXV, S. 155—183.
56. 1923. K. A. Reiser, Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu. *Geognostische Jahreshefte*, Bd. XXXVI, 1923, S. 1—33, 1 Plan, 3 Figuren.
57. 1923. M. Richter, Der Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 1923, Bd. LXXV, S. 198—211.
58. 1923. M. Richter, Beobachtungen am Nordrand der oberostalpinen Decke im Allgäu. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 1923, S. 162—170.
59. 1924. O. M. Reis, Über Konglomerate in den Allgäuer und Kössener Schichten. *Geognostische Jahreshefte*, 1924, Bd. XXXVII, S. 71—72.
60. 1924. R. Staub, Der Bau der Alpen (Versuch einer Synthese). *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, n° 82, N. F. 52 Lief., 2 Pläne.
61. 1925. O. Ampferer und H. Ascher, Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullerseeerwerkes. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1925, Bd. LXXV, S. 365—422, Pläne III—X.
62. 1925. K. Leuchs, Über Einflüsse der Triasriffe auf die Liassedimentation in den nördlichen Kalkalpen. *Senckenbergiana, Wissenschaftliche Mitteilungen*, herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. VII, Heft 6, S. 247—249.
63. 1925. J. Schroeder, Die jurassischen Fleckenmergel der bayrischen Alpen. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1925, Beilage, Bd. LII, S. 214—233.
64. 1926. M. Richter, Die Cenomantransgression im Ammergebirge. *Zentralblatt für Mineralogie*, 1926, S. 57—64, 3 Figuren.
65. 1926. W. Vortisch, Oberrätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. I. Teil. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1926, Bd. LXXVI, S. 1—64, 4 Figuren, Plan I.
66. 1927. R. Staub, *Der Bewegungsmechanismus der Erde*. Leipzig 1927.
67. 1928. O. Ampferer, *Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen*. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1928, Bd. LXXVIII.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung und Geschichte der geologischen Erforschung . . . . .	425
<b>I. Stratigraphie</b> . . . . .	427
1. Hauptdolomit . . . . .	427
2. Rätformation . . . . .	428
3. Unterer Lias . . . . .	433
4. Liasfleckenmergel . . . . .	435
5. Radiolarite, Aptychenkalke . . . . .	435
6. Kreide . . . . .	438
7. Jüngere Ablagerungen . . . . .	444
<b>II. Spezielle Tektonik des Quellengebietes der Bregenzer Ache</b> . . . . .	445
1. Bärenweide, Widderstein, Bärgunthochalp, Heiterberg . . . . .	445
Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 1 mit der Auffassung von Mylius . . . . .	452
2. Künzelspitzen, Toblermann, Kunkelspitzen, Ischgerneyalpe . . . . .	454
a) Verbindung der tektonischen Einheiten zu beiden Seiten der Bregenzer Ache . . . . .	454
b) Die Muldenzone zwischen Hoch- und Niederkünzelspitze . . . . .	454
c) Die Toblermann-Gräshornmulde . . . . .	457
d) Die Südabdachung der Künzelspitzen und ihre Störungen . . . . .	458
Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 2 mit der Auffassung von Mylius . . . . .	460
3. Rothorn, Roß, Hochberg, Braunaralgruppe . . . . .	461
Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 3 mit der Auffassung von Mylius . . . . .	465
4. Fellalpe, Mohnenfluh, Juppenspitze . . . . .	466
Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 4 mit der Auffassung von Mylius . . . . .	467
5. Tannberg und Karhorn . . . . .	468
Vergleich der Ergebnisse von Abschnitt 5 mit der Auffassung von Mylius . . . . .	469
<b>Allgemeine Ergebnisse des tektonischen Teiles</b> . . . . .	470
1. Der Faltenbau der Allgäuendecke . . . . .	470
2. Zur Zusammengehörigkeit der tektonischen Einheiten . . . . .	471
3. Zur Frage der Entstehung von Überschiebungen innerhalb der ostalpinen Masse aus Überfaltungen oder Brüchen . . . . .	472
4. Wirkungen ostwestlich gerichteter Kräfte . . . . .	473
<b>Schrifttum</b> . . . . .	474



## Geologische Quer- und Längsprofile durch das Quellengebiet der Bregenzer Ache.

Entworfen von Th. Benzing.

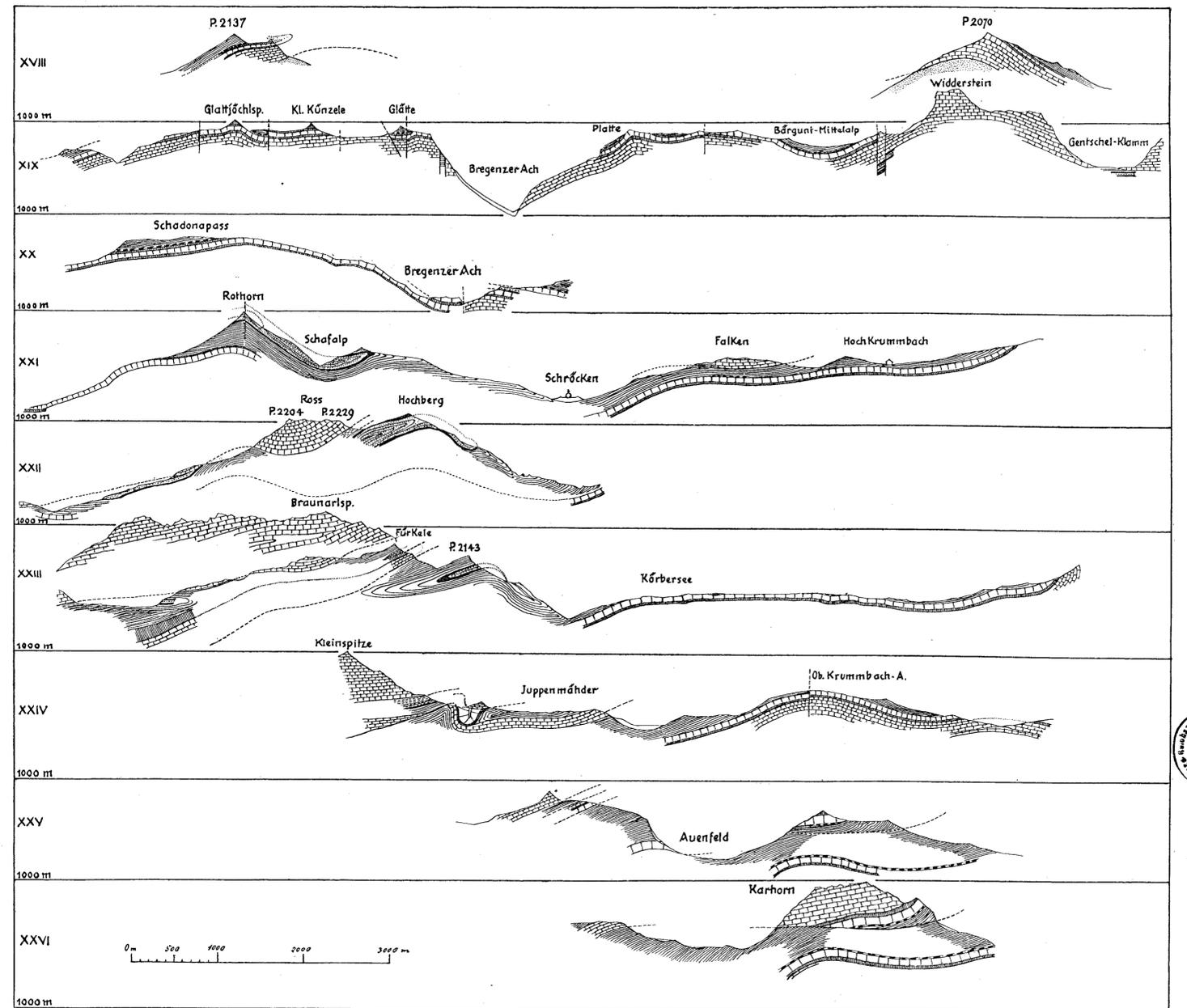
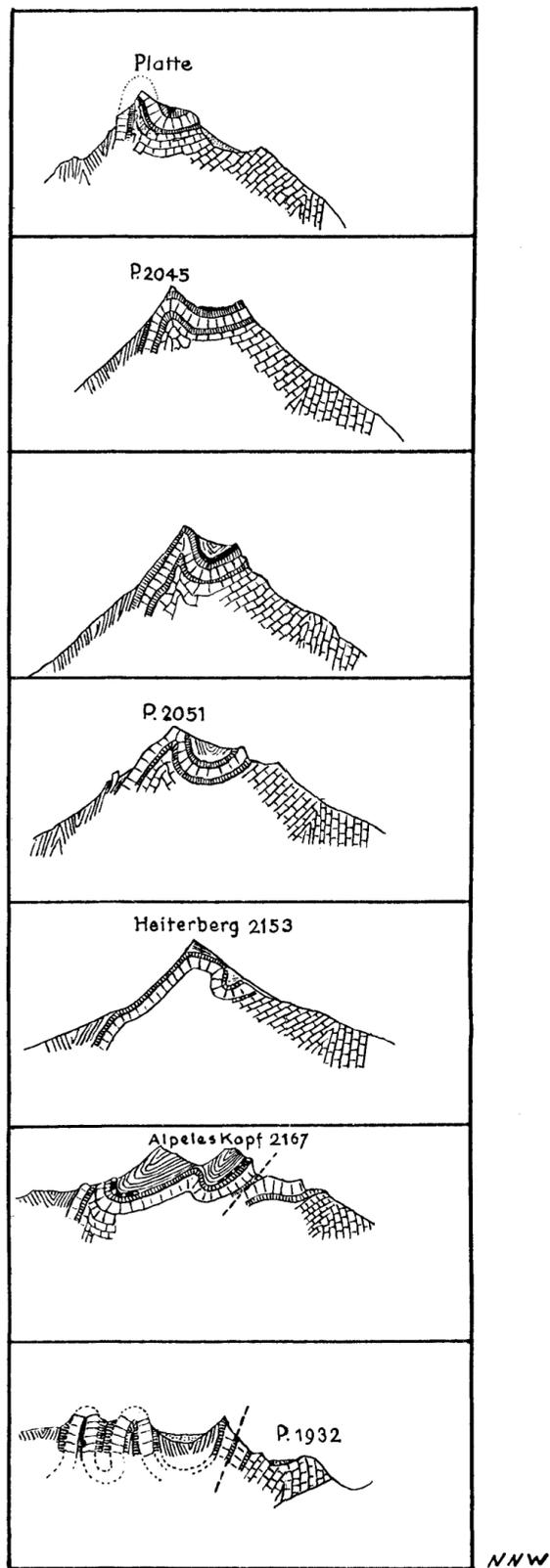


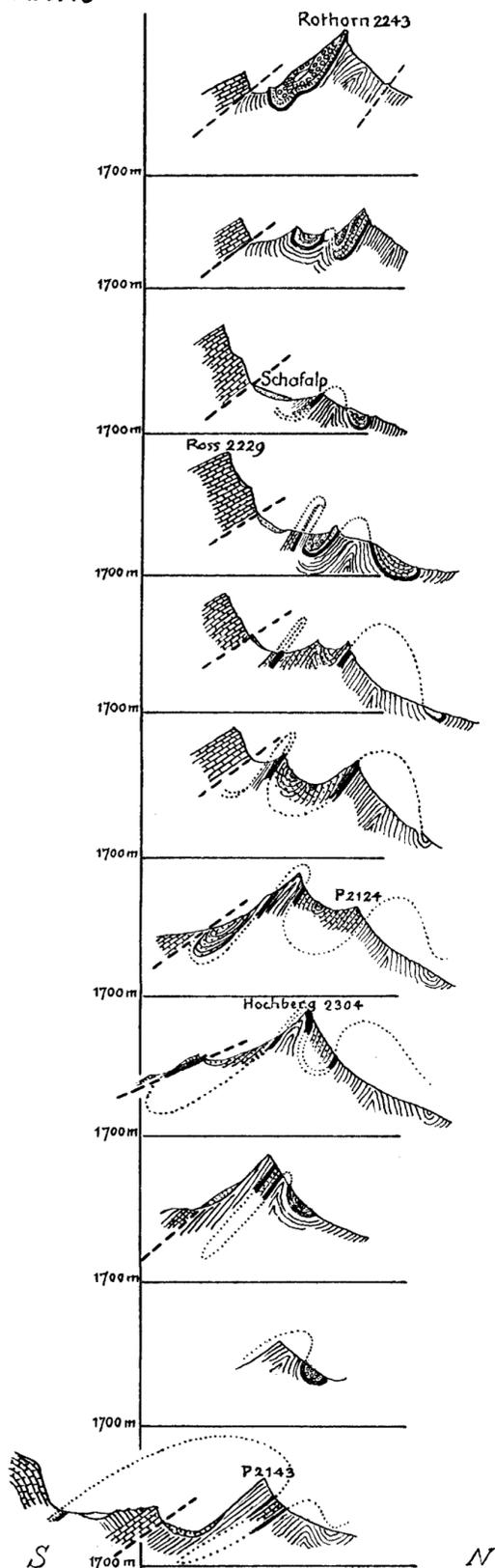
Abb.9



7 Querschnitte durch die Falten des Heiterbergs M. 1:25000



Abb.13



11 Querschnitte durch die Falten des Hochbergs und des Rothorns M. 1:25000

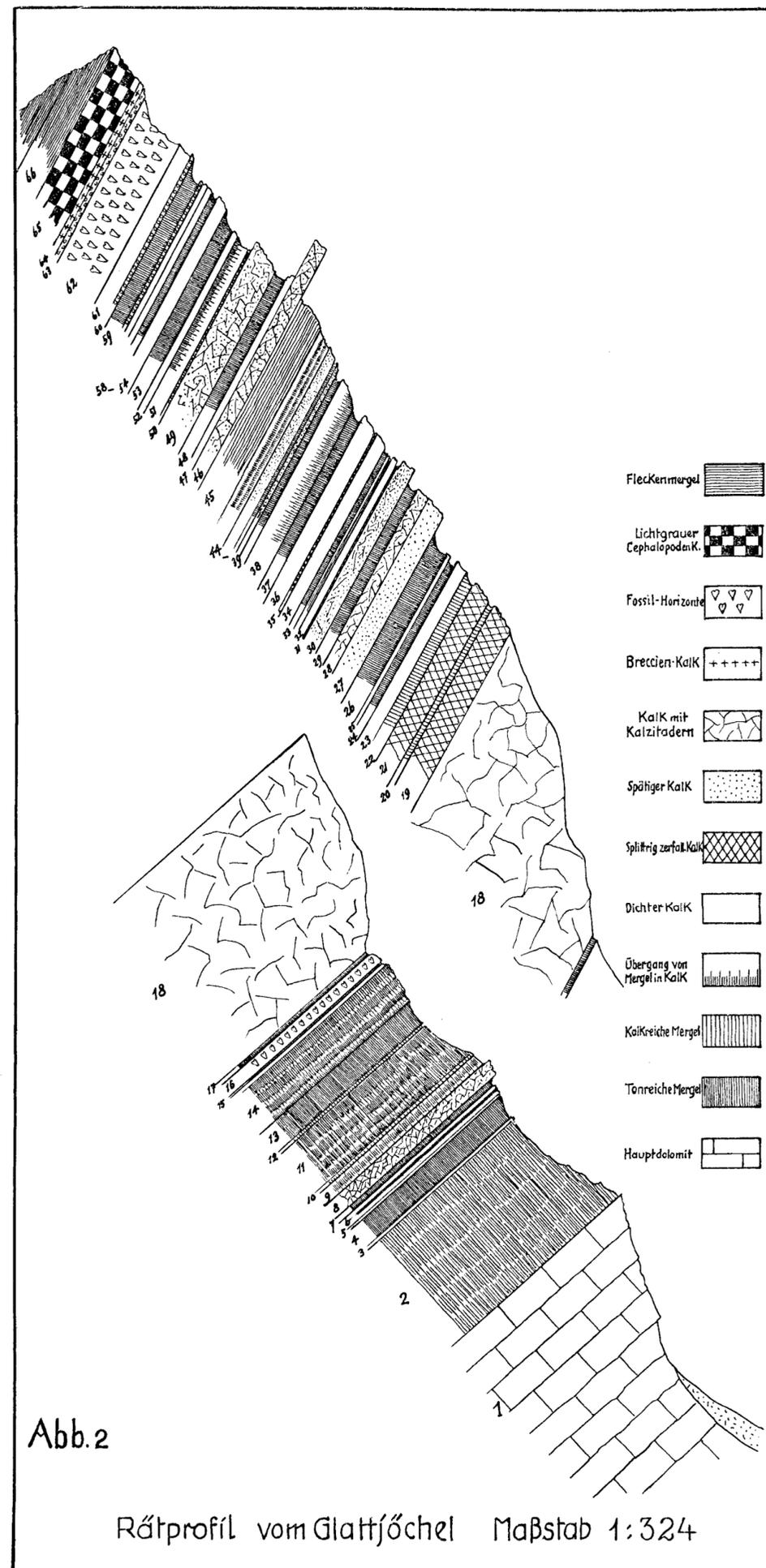
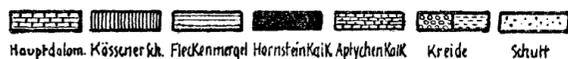


Abb.2

Rätprofil vom Glattjöchel Maßstab 1:324