©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Zum tektonischen Gefüge des Rätikons I

(oberes Rellstal und oberes Brandnertal)

Von Oskar Schmidegg [1])

Mit Tafel VIII und IX und 4 Abbildungen

Inhalt

Zusammenfassung 145
Vorbemerkungen 146
Einleitung 147
Das Gesteinsmaterial 147
Formungspläne der Tektonik 149
Das tektonische Gefüge der einzelnen Bauglieder 150
A. Die ältere Schichtfolge vom Buntsandstein bis zum Hauptdolomit 150
Der Hauptdolomitzug 150
Gesteinszüge aus Muschelkalk bis Arlbergkalk (Freskalotkamm—Rellstalkamm) 152
Die Raibler Schichten (Gips, bzw. Anhydrit) 155
Der Buntsandstein der Lüner Alpe und nordwestlich der Vilifau Voralpe 156
B. Die jüngere Schichtfolge über dem Hauptdolomit 159
Die Mulde der Flur-Alpe 159
Die Wildbergmulde 160
Der Mottakopf 161
Der Hauptdolomitsockel der Wildbergmulde 162
Bereich Zalim-Alpe—Brander Ferner 162
Übersicht über die Bewegungspläne im Bereich Mottakopf—Wildberg ... 163
Die Formungspläne und ihre Auswirkungen im Gebirgsbau 163
Zur räumlichen und zeitlichen Abfolge 168
Bemerkungen zur Karte und zu den Abbildungen 170
Verwendetes Schrifttum 170

Zusammenfassung

Die wechselvolle Schichtfolge, aus dem das kalkalpine Deckgebirge des Rätikon aufgebaut ist, stellt ein sehr inhomogenes Material dar, das eine örtlich verschiedene Auswirkung der Beanspruchungen und ein sehr buntes Bewegungsbild bedingt. Trotzdem ließen sich über einen großen Bereich einheitliche Bewegungspläne ableiten, denen folgende B-Achsen entsprechen: ENE als wahrscheinlich älteste, NE örtlich damit durch Interferenz verbunden; steil E für den großen steilachsigen Knick; N—S als Achse der bekannten E—W-Bewegungen. Dazu kommen noch die im wesentlichen jüngeren mehr bruchartigen Verformungen. Diese verschieden orientierten Pläne übergreifen sich örtlich und auch zeitlich und sind in ihrer Auswirkung vom Material abhängig. Es ergibt sich so der vermutliche Ablauf des zum heutigen Gebirgsbau führenden Bewegungsbildes, das im großen gesehen sehr inhomogen und keineswegs aus einem Guß ist.

Daraus leiten sich folgende Ergebnisse ab, die zum Teil im Gegensatz zu bisherigen Ansichten stehen: Die ENE-streichende Falte des Freskalot-

[1]) Adresse: Geolog. B. A., Wien, III.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

kammes ist nicht eine Mulde, sondern ein Gewölbe mit verkehrt liegender Schichtfolge, über die der Buntsandstein der Lüner Alpe nach N verfrachtet ist. E—W-Bewegungen sind in diesem Bereich kaum zur Wirkung gekommen. Die Annahme einer Reliefüberschiebung nach Ampferer muß besonders in E—W-Richtung für diesen Bereich abgelehnt werden. Sie ist aber auch für den Mottakopf nicht wahrscheinlich. Die N—S-Mulde der Flur-Alpe und die E—W-Mulde des Wildberges stehen nicht nur gesteinsmäßig im Zusammenhang, sondern stimmen auch im Gefüge im wesentlichen überein, nur die Auswirkung der Beanspruchungen war verschieden. Der Bau des Mottakopfes konnte weiter geklärt werden.

Vorbemerkungen

Das im Rätikon weit nach W vordringende Ende der nördlichen Kalkalpen hatte für Geologen schon seit jeher ein großes Interesse und es wurden verschiedene Theorien über die noch ungeklärten Fragen des Gebirgsbaues aufgestellt. Bereits 1947 hatte ich zwecks Schätzung der Gipsmengen die ausgedehnten Gipsvorkommen des oberen Rellstales auf der alten österreichischen Karte 1 : 25.000 aufgenommen, wobei ich nebenbei schon Gefügemessungen durchgeführt habe und damit Einblick in den Bau des Gebirges gewinnen konnte.

Es war mir daher sehr willkommen, als ich auf Anregung von Herrn Prof. Clar den Auftrag von Herrn Direktor Küpper erhielt, im Gebiet des oberen Rellstales Untersuchungen über das tektonische Gefüge durchzuführen. Das Gebiet war nämlich wieder in den Vordergrund des geologischen Interesses gerückt, u. zw. zunächst aus praktischen Gründen, da die Vorarlberger Illwerke für weitere Kraftwerksbauten einen Stollen vom Lüner See her projektieren und bereits durch Bohrungen Untersuchungen anstellten. Neuere Methoden, wie die der Untersuchung des tektonischen Gefüges (Sander, Gefügekunde 1948), versprachen auch in diesem geologisch schon recht durchgeackertem Gebiet zusammen mit der neuen geologischen Kartierung neue Ergebnisse.

Die Aufnahmen im Rellstal bis zum Lüner See habe ich im Herbst 1953 ausgeführt. 1954 war die weitere Ausdehnung meiner Arbeiten vor allem auf das Schesaplanagebiet geplant, doch leider war dies in diesem Jahre infolge der überaus schlechten Witterung und der Schneelage in den zur Verfügung stehenden Zeiten nicht möglich. Ich habe meine geologischen Aufnahmen zunächst im Brander Tal und im Gebiet des Mottakopfes durchgeführt. Die Arbeiten sind hier noch nicht abgeschlossen, doch gelang es immerhin, die Grundzüge des Gebirgsbaues zu klären. Dieser Bereich grenzt nach NE an das Arbeitsgebiet von W. Heissel, dem ich auch Aussprache und einige Angaben verdanke.

Das Gebiet des Rellstales und Lüner Sees wird von O. Reithofer genau aufgenommen. Ich konnte von ihm eine geologische Karte der Lüner Alpe 1 : 2000 benützen und verdanke auch ihm manche Hinweise.

An neueren Arbeiten sind besonders die eingehenden Monographien von Arni (1926) und Leutenegger (1928), beide mit guten geologischen Karten 1 : 25.000 zu erwähnen, ferner verschiedene Arbeiten von Ampferer (1932—1937, siehe Verzeichnis des Schrifttums). Wertvolle Aufschlüsse erbrachten die Bohrungen der Illwerke im Gebiet der Lüner Alpe, die mir in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Als verläßliche topographische Kartengrundlage konnte ich nunmehr eine Arbeitskarte 1 : 10.000 der österreichischen Neuaufnahme (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) verwenden. Ihr Gebrauch wird durch die Luftbildaufnahmen ganz wesentlich unterstützt, sowohl für das Verfolgen des Schichtstreichens, das besonders im Hauptdolomit des Hochgebirges sehr gut hervortritt, als auch der Bruchlinien (siehe Tafel IX).

Einleitung

Als unmittelbare Fortsetzung der Lechtaler Alpen greift das oberostalpine Kalkgebirge, das hier auf Bündner Schiefer, bzw. Flysch aufgeschoben ist, weit nach W bis fast an das Rheintal aus, wo es in der Luft ausstreichend endigt. Es wird hier zur Lechtaler Decke gerechnet und besteht aus Trias-, Jura- und Kreideschichten.

Das Liegende der Trias, das Silvrettakristallin, reicht mit einem breiteren Sporn nach W bis in das Saloniental vor. Es wurde von mir nicht mit untersucht. Es weist zwar wie das Ötztaler Kristallin einen älteren Innenbau auf, ist aber, wie die mehrfachen Einschaltungen von Triaszügen zeigen, doch noch in die alpidische Tektonik mit einbezogen worden.

Das auffallendste und am meisten gebirgsbildende Gestein ist der Hauptdolomit, der in einem 200—300 *m* breitem Streifen meist als hohe Gebirgsmauer das Gebiet durchzieht und gleichsam das Rückgrat des ganzen Baues bildet. Bei vorwiegend steilem N-Fallen scheidet er damit zwei gesteinsmäßig wesentlich verschiedene Gebiete: im S (im Rellstal und um den Lüner See) die älteren Triasgesteine bis zum Buntsandstein, bzw. Verrucano, im N und stellenweise auch auf dem Hauptdolomit die jüngeren Schichten bis zur Kreide. Erst weiter nördlich, aber schon außerhalb des untersuchten Gebietes brechen dann wieder ältere Triasgesteine auf.

Das Gesteinsmaterial

Obwohl in den einschlägigen Arbeiten von Arni und Leutenegger eine sehr eingehende Beschreibung der einzelnen Schichtglieder vorliegt, auf die ich hiemit verweise, wird hier, da die durch das oft sehr verschiedenartige Gesteinsmaterial bedingten Inhomogenitäten für die Bewegungsvorgänge und Verformungen eine große Rolle spielen, eine kurze Zusammenstellung der in diesem Gebiet vorhandenen Schichtglieder mit Hinweis auf deren mechanisches Verhalten den Beanspruchungen gegenüber gebracht. Daher wird auch auf genauere Altersbeziehungen in dieser Arbeit nicht eingegangen.

Jedes der angeführten Schichtglieder zeigte der tektonischen Beanspruchung gegenüber ein eigenes Verhalten, so daß die Verformung schon im großen dem Material nach inhomogen war.

1. Buntsandstein mit Verrucano. Es sind hauptsächlich rote, seltener weiße Sandsteine, die stellenweise in Konglomerate übergehen. Auffallend ist die örtlich starke Beteiligung von grünem Material [1]) (besonders am N-Rand), die auf eruptives Ausgangsmaterial hindeuten, wodurch sich bunte Sandsteine und Konglomerate ergeben. Auch geringe Mengen von

[1]) Reithofer konnte hier ein Ganggestein auffinden (siehe sein Aufnahmsbericht 1953).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

gelben Rauhwacken sind in diesem Fall oft eingeschaltet. Im großen erweist sich der Buntsandstein meist als ziemlich starre Masse, wenn auch Verbiegungen vorkommen können.

2. Muschelkalk (Gutensteiner Kalk und Dolomit). Es sind in der Regel gut geschichtete Kalke mit vielfach grobknolligen Schichtflächen. Lagenweise kommen auch Dolomite und einzelne schmale Zwischenlagen von Tonschiefern (Partnachschiefern) vor. Die gute Schichtung, deren Flächen oft mit Tonhäuten belegt sind, begünstigt eine manchmal recht intensive Verfaltung bis etwa Meterradius.

3. Partnachschiefer. Die meist dunkel grauschwarz gefärbten Tonschiefer von meist feinblättrigem bis griffelig zerfallendem Gefüge sind gut teilbeweglich.

4. Arlbergkalk. Die dunklen, weiß anwitternden Kalke sind meist gröber gebankt als der Muschelkalk, stellenweise auch mit schmalen Tonschiefer und Mergellagen. Er verhält sich wegen der gröberen Bankung meist etwas starrer als der Muschelkalk.

5. Raibler Schichten. Sie bestehen im oberen Rellstal zur Hauptsache aus Gips (der in der Tiefe in Anhydrit übergeht). Rauhwacken, Dolomite, dunkle Mergel und Tonschiefer, die hier den Gips randlich begleiten, bauen weiter nach SW und NE allein die Raibler Schichten auf. Die Gipse zeichnen sich durch besonders gute Teilbeweglichkeit aus, sie sind daher auch, was bei Leutenegger leider nicht der Fall ist, eigens ausgeschieden.

6. Hauptdolomit. Es sind dunkelgraue, etwas heller anwitternde gut gebankte Dolomite, die infolge ihrer Sprödigkeit zu bruchweiser Umformung neigen.

7. Plattenkalk. Er geht allmählich und meist durch Wechsellagerung bedingt aus dem Hauptdolomit hervor. Er bricht etwas weniger splitterig und ist besser gebankt, so daß er mitunter von weitem schon zu erkennen ist. In seinem Verhalten unterscheidet er sich kaum vom Hauptdolomit, so daß er mit ihm zusammengefaßt ist.

8. Die Kössener Schichten stellen eine sehr wechselvolle Folge verschiedener Gesteine dar: grobbankige Kalke von meist dunkelgrauer bis schwarzer Farbe, die hellgrau anwittern; dunkle Mergel von schwankendem Kalkgehalt, vielfach von einzelnen schmalen, gelb anwitternden Kalkbänken durchsetzt und schließlich schwarze Tonschiefer. Übergänge mit Wechsellagerung sind häufig, sowohl untereinander als auch gegen den Plattenkalk. Durch die Tonschiefer und Mergellagen wird die Serie sehr teilbeweglich und neigt daher zu Verfaltungen in verschiedenem Ausmaß.

9. Der oberrätische Riffkalk ist durch seine helle Anwitterungsfarbe und relative Massigkeit gekennzeichnet. Doch ist öfter eine grobe Bankung erkennbar. Demgemäß wirkt er besonders gegenüber den nachgiebigen Kössener Schichten und dem darüber folgenden Lias als starre Masse.

10. Rote Liaskalke mit Mergeln und Breccien. Sie traten als schmales, meist leuchtend rotes und daher leicht von weitem verfolgbares Band auf.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

11. Liasfleckenmergel (Allgäuschiefer). Es sind gelb-grau-braune mergelige Kalke, die manchmal auch etwas kieselig sind und stellenweise Manganerze enthalten. Sie sind in der Regel gut geschichtet mit sehr grobknolligen Schichtflächen. Im einzelnen ist die Unterscheidung von den Kössener Schichten oft schwierig. Im großen sind sie infolge ihrer Dünnschichtigkeit gut teilbeweglich und neigen zu Verfaltungen.

12. Das rote Band der Radiolarite besteht aus roten mergeligen Kalken mit dunkelroten Hornsteinschichten.

Wenn auch die Fleckenmergel im einzelnen von Kössener Schichten kaum unterscheidbar sind, so ist doch das ganze Paket der Fleckenmergel mit den beiden roten Bändern im Hangenden und Liegenden sehr kennzeichnend. Es ist weithin gut zu erkennen und zu verfolgen. Allerdings ist zu beachten, daß auch innerhalb der Kössener Schichten, der Fleckenmergel und der Aptychenkalke rote Einlagerungen vorkommen können.

13. Aptychenkalke (Malm-Kreide). Es sind hellgraue, manchmal gelbliche Kalke mit Tonflasern, über denen massige graue Kalke folgen, die häufig dunkle Hornsteinlagen führen.

14. Kreideschiefer (Cenoman). Diese schwarzgrauen, dünnplattigen bis schiefrigen Mergel sind wieder sehr gut teilbeweglich, doch konnten in dem untersuchten Bereich keine größeren Verfaltungen beobachtet werden.

Die Gesteine dieser Schichtfolge sind in Einzelaufschlüssen und besonders in Handstücken nicht immer einwandfrei zu erkennen. Es ist daher die Lage in der Serie zu beachten. Das setzt aber die richtige Erfassung des Gebirgsbaues voraus. Bei früheren Autoren finden sich daher zuweilen gerade dort Fehldeutungen in der Schichtfolge, wo die Tektonik nicht richtig erkannt wurde, wie z. B. an der SE-Seite des Mottakopfes.

In dem Verhalten gegenüber der Verformung zeigen sich bei den genannten Schichtgesteinen zwei Extreme: einerseits die mehr spröden Kalke und Dolomite, wozu vor allem der Hauptdolomit gehört, anderseits die hochteilbeweglichen Gipse, sowie die Mergel und Tonschiefer.

Durch den Hauptdolomit getrennt ergibt sich eine auch regionale Teilung in die ältere Schichtfolge vom Buntsandstein bis zum Hauptdolomit und eine jüngere, die aus den Schichten besteht, die über dem Hauptdolomit liegen, bis zur Kreide. Die letztere Schichtfolge ist wechselvoller als die ältere Schichtgruppe und noch inhomogener, neigt aber infolge ihres Bestandes an Tonschiefern und Mergeln vielmehr zu stärkerer Durchbewegung.

Formungspläne der Tektonik

Zunächst sei ein kurzer Überblick über die in diesem Gebiete vorhandenen Formungspläne vorausgeschickt. Sie werden später noch eingehender behandelt. Die wenigstens im Großbereich stetigen Formungen werden am besten und üblicherweise durch ihre B-Achsen (die Achsen senkrecht auf die Symmetrieebene der Bewegung) gekennzeichnet. Allerdings sind die B-Achsen selbst gerade im kalkalpinem Gebiet oft nicht unmittelbar zu beobachten und einzumessen, so in den Großverfaltungen, die keine entsprechende sichtbare Kleintektonik aufweisen. Die B-Achsen müssen dann durch Einmessung der s-Flächen und Konstruktion des β

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

als tautozonale Gerade dieser Ebenenbüschel bestimmt werden (siehe hiezu Sander, Gefügekunde, 1948, I., S. 132). Nicht jedem β entspricht auch ein B, es muß ihm auch ein Bewegungsvorgang senkrecht β zugrunde liegen. Bei sehr flach liegendem B stimmt das Streichen der s-Flächen mit dem Streichen der B-Achsen überein, was auch hier sehr häufig, aber nicht immer der Fall ist.

Wie schon das Kartenbild zeigt, sind die Richtungen der B-Achsen, die zu einem großen Teil als Faltungsachsen auftreten, sehr wechselnd. Doch heben sich eindeutig einige Hauptrichtungen hervor:

1. Die Richtung B=N 70° E (ENE), horizontal oder schwach geneigt. Sie herrscht besonders im Muschelkalk (Freskalotkamm) und Buntsandstein, sowie als Hauptachse in der Wildbergmulde.

2. Die Richtung SW—NE ist südlich des Hauptdolomits besonders im Arlbergkalk südöstlich der Lüner Krinne vertreten, größere Bedeutung erlangt sie weiter im N (Sarotla Mulde).

3. Eine weitere Formung ist die mit Steilachsen, die meist etwas nach E einfallen. Sie sind auf Querbeanspruchungen steilgestellter Schichtung zurückzuführen und vor allem im Hauptdolomit durch großräumige Umbiegungen vertreten, dann im Gips als intensive Faltung und schließlich in den Kössener Schichten der Schesaplana.

4. In Bereichen mit flachliegender Schichtung erzeugt eine ostwestliche Beanspruchung ein wenigstens annäherndes N—S-Streichen wie im Gebiet der Flur Alpe. Im Bereich südlich des Hauptdolomits ist es nirgends der Fall, doch kann sich die Querbeanspruchung in dem N—S-streichenden Teil des Hauptdolomits als Steilerstellung auswirken.

Von diesen mindestens großräumig stetigen Formungen sind die Bewegungen zu unterscheiden, die, begrenzt auf ganz schmale Zonen und Flächen, zu Brüchen und Blattverschiebungen führten.

Das tektonische Gefüge der einzelnen Bauglieder

A. Die ältere Schichtfolge vom Buntsandstein bis zum Hauptdolomit

Der Hauptdolomitzug

Als Rückgrat des ganzen Baues soll der Hauptdolomit als erstes besprochen werden. Als vorwiegend steil stehender 1—2 *km* breiter Gesteinszug durchzieht er das Gebiet, legt sich aber dann weiter nach N flacher, teilweise von jüngeren Schichten bedeckt.

In steil N-fallender Stellung streicht er so vom Montafon zunächst mit NNE- bis NE-Streichen herüber als Vandanser Steinwand und bildet den Sockel der Zimba. Am Mittagspitz biegt er dann über den Saulakopf in ungefähr N—S-Richtung ziemlich scharf um, um dann am Schafgafall wieder in WSW-Richtung abzubiegen, in der er dann über den Seebord am N-Rand des Lüner Sees zum Seekopf streicht. Nur eine südlich des Schafgafalles durch einen ENE-Bruch abgetrennte Scholle streicht N 30° E. Die verhältnismäßig scharfe Knicklinie läßt sich deutlich im Westhang des Schafgafalles bis gegen die Schattenlagant A. hinunter verfolgen. Auf diesen großen S-förmigen Knick hat bereits Ampferer hingewiesen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Im Bereich der abgeschliffenen Felsbuckel der Toten Alpe, die nur aus einförmigem Hauptdolomit, der sich hier gewaltig verbreitert, aufgebaut werden, tritt noch einmal eine größere S-förmige Biegung auf. Sie zeichnet sich schon deutlich am Grat, der das Kar im N begrenzt, ab. Während am Seekopf noch ENE-Streichen herrscht, geht dieses nach W zum Teil bruchweise in NE-Streichen und schließlich im Felsgehänge des Zirmenkopfes (2805 *m*) in N—S über. Im überwiegenden Teile der Felsbuckel des unteren Karbodens (um 2300—2400 *m* SH) herrscht fast durchwegs ein Streichen, das um N—S pendelt. Die Schichten stehen fast durchwegs sehr steil. Das Einfallen kann nach beiden Richtungen schwanken.

Sehr schön und übersichtlich ist die ganze S-förmige Biegung der Dolomitschichten im Luftbild (Tafel IX) zu sehen, u. zw. besonders auf den Felsen des Karbodens, auf denen man die Streichrichtungen im Luftbild unmittelbar einmessen kann.

Die nördliche Umbiegung aus dem ENE-Streichen des Seekopfs in das N—S der Karböden scheint ziemlich scharf abgeknickt in einer Bruchzone vor sich zu gehen, die nunmehr ganz von Schutt verhüllt ist. Die südliche Biegung ist besser erschlossen, aber auch von einem Bruch gefolgt, der nach NNW in einer schmalen Schuttzone ausläuft, ganz entsprechend dem immer schärfer werdenden Knick.

Die steilachsigen Biegungen der Dolomitschichten, die zu den S-förmigen Knicken führten, sind vorwiegend unter Bildung tektonischer Breccien, die meist wieder verheilt sind, vor sich gegangen, wenigstens soweit sie einen gewissen Krümmungsradius unterschreiten. Davon zu unterscheiden sind aber die wahrscheinlich sedimentären Breccien, die an der Basis des Hauptdolomits an verschiedenen Stellen, wie westlich des Lüner Sees und an der E-Seite des Schafgafalles, auftreten. Sie sind von Arni (1926, S. 49) bereits als Basalbreccien beschrieben.

Neuerdings konnte ich am Schafgafall, an dem diese Breccien besonders mächtig entwickelt sind, sedimentäre Ausfüllung von Klüften in Riesenbreccien beobachten. Danach ist die sedimentäre Bildung im Noricum als sicher anzunehmen.

Das letzte N—S-Streichen im Hauptdolomit zeigt sich in den Wänden des Zirmkogel-SW-Grates, während darunter durch Schutt getrennt auf den oberen Karböden (um 2600 *m*) schon durchaus das WNW-Streichen herrscht, mit dem der Hauptdolomit dann nach W an der S-Seite der Schesaplana weiterzieht.

Als Fortsetzung des S-förmigen Knickes der Toten Alpe dürfte die steilachsige Faltung anzusehen sein, die im Gipfelgebiet der Schesaplana von den Kössener Schichten gebildet wird. Es sind Falten im Ausmaße von 10 bis 100 *m*, deren Achse zum Teil senkrecht steht, sonst bis 60° nach E einfällt.

Der an der S-Seite des Lüner Sees in einer Breite bis 400 *m* durchstreichende Hauptdolomitzug, der mit seinen Liegendschichten im normalen Verbande steht, endigt nach E in den Raibler Schichten der Augsten Kumme und ist vom Hauptzuge im N ebenfalls durch Raibler Schichten, die nach W hin auskeilen, getrennt. Die genaue tektonische Stellung ist noch nicht klar, jedenfalls ist es eine Abspaltung im Hauptdolomitzug, in die von E, möglicherweise auch von unten oder oben Raibler

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Schichten eingequetscht wurden. Die Aufschlüsse nach Absenkung des Lüner Sees werden vielleicht zur Klärung beitragen.

Gesteinszüge aus Muschelkalk bis Arlbergkalk

(Freskalotkamm und Rellstalkamm)

Muschelkalk, Partnachschichten und Arlbergkalk bilden eine Schichtgruppe, die fast stets gemeinsam verformt ist, u. zw. vorzugsweise nach flachen B-Achsen ENE bis NE. Sie kommt hier in zwei getrennten Teilen vor: nördlich des Rellstales der dem Hauptdolomit der Vandanser Steinwand südlich vorgelagerte und ihm gleichlaufende Gesteinszug, den ich hier Rellstalzug nenne. Ich habe ihn nicht untersucht, doch dürfte er nach den Karten (Arni, Ampferer) hauptsächlich ENE- bis NE-Streichen bei allgemein nördlichem Einfallen haben.

Der andere Teil ist der Gebirgskamm Freskalot—Salonienkopf, der sich vom Saloniental nach W erstreckt und aus Muschelkalk und Partnachschiefern besteht. Er hat bis zum Salonienkopf ENE-Streichen, seine weitere Fortsetzung dreht sich unter Schwankungen des Streichens zwischen E—W und NE—SW mehr nach SW, um erst südlich des Lüner Sees wieder in fast E—W überzugehen.

Vom Saloniental bis zum Salonienkopf stellt der Kamm eine steil aufgerichtete Falte aus Muschelkalk mit Partnachschiefern im Kern dar. Es ist ein besonders nach E hin enggepreßtes Gewölbe mit den jüngeren Partnachschiefern im Kern. Man könnte sie auch als eine schmale auf den Kopf gestellte Mulde (entsprechend der Altersfolge) ansehen. Keinesfalls ist sie aber eine normal liegende Mulde, wie sie von Schardt und Arni (1926) dargestellt wird. Man sieht dies sehr gut an den Partnachschiefern, die am Freskalotgipfel überdeckt sind, aber beiderseits wieder zum Vorschein kommen (siehe Profil 1—3 und Abb. 1 und 2). Nach unten

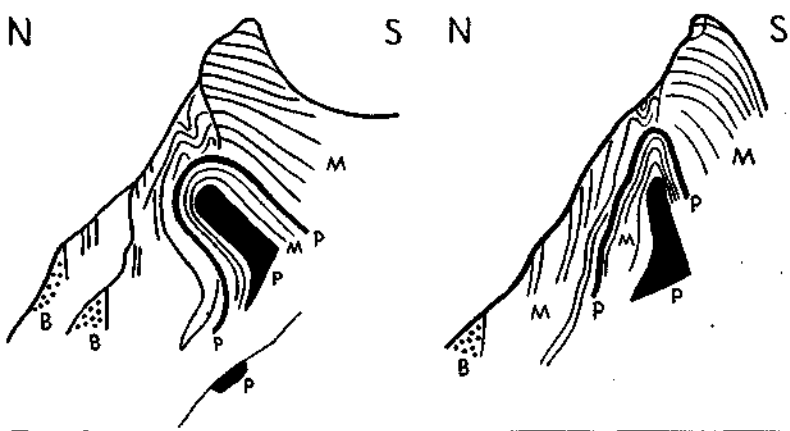


Abb. 1: Falte des Feskalot von W gesehen. a) Ansicht von der Lünerkrinne (schräg zur Faltenachse). b) Ansicht vom Salonienkopf N-Grat, fast genau in Richtung der Faltenachse (ENE). P = Partnachschiefer (schwarz), M = Muschelkalk, B = Buntsandstein.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

wird der Kern aus Partnachschiefern mächtiger und westlich des Freskalots bauen diese den unteren N-Hang auf. Daher besteht auch ein großer Teil der jüngeren Moränen auf der Lüner Alpe ganz aus Partnachschiefern (siehe Reithofer, Aufnahmsbericht).

An der S-Seite des Freskalots folgt in meist steil S-fallender Stellung, die auf den Karböden noch einmal durch ein Gewölbe unterbrochen ist, der S-Flügel des Muschelkalks und dann Buntsandstein als Abschluß gegen die kompliziert gebaute Schuppenzone des oberen Salonientales.

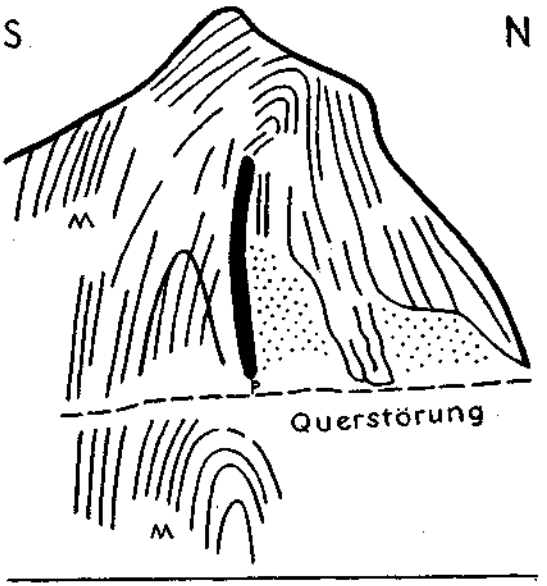


Abb. 2: Falte des Freskalots von O. Die gestrichelte Linie gibt den Ausstrich der senkrechten Verwerfung an, an der der O-Teil abgesunken ist (im Bild unten). Die Partnachschiefer treten in diesem obertags nicht mehr auf.

Der N-Flügel der Freskalotfalte ist in seinem tieferen Teil durch die Moränenablagerungen der Lüner Alpe verdeckt. Er legt sich — in verkehrter Lagerung — flacher, wie es im NE-Gehänge gegen das Saloniental zu sehen ist. Auch eine Bohrung hat in den obersten Karböden der Lüner Alpe die entsprechenden Kalke nachgewiesen. Im weiteren Verlauf nach N müssen dann die Kalke unter den Buntsandstein einfallen, wenn sie nicht vorher auskeilen [1]).

Entlang der W-Wand des Salonienkopfes wird das Gewölbe des Freskalot- durch einen Bruch abgeschnitten, der hier N 20° W, 70° E streicht und nach S über das „Grüne Fürkele", der tiefeingeschnittenen Scharte

[1]) Mitten in den Moränen der Lüner Alpe tritt eine Doline auf, die einem Gipstrichter sehr ähnlich sieht. Nach dem von mir gegebenen geologischem Bild sind aber Raibler Schichten hier nicht anzunehmen und sehr unwahrscheinlich. Als Deutung käme daher ein Toteisloch in Frage oder aber eine Doline, die unter dem Einfluß darunter liegender Kalkschichten gebildet wurde.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

südwestlich des Salonienkopfes streicht (siehe Profil 4 und Abb. 3). Der östliche Teil (der Salonienkopf selbst) ist an ihm nach N verschoben, wie an der Verschleppung der Partnachschiefer, die etwa 300 *m* beträgt, zu erkennen ist, wahrscheinlich auch etwas abgesunken, denn das Gewölbe des Freskalots setzt sich nach W nicht mehr fort, muß hier also ehemals höher gelegen sein. Eine eingepreßte Ausspitzung der Partnachschiefer reicht auch über das Grüne Fürkele.

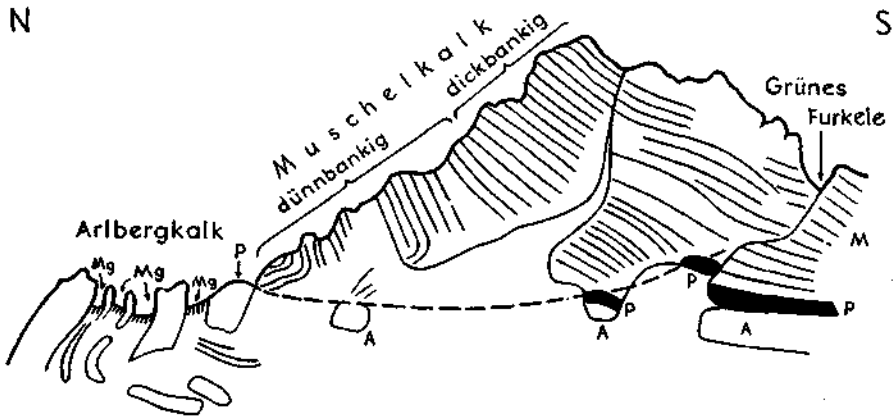


Abb. 3: Salonienkopf von W. A = Arlbergkalk, Mg = Mergelschiefer, P = Partnachschiefer, M = Muschelkalk. Die gestrichelte Linie gibt den Ausstrich der steil nach E einfallenden Verwerfung an, an der der O-Teil (im Bild oben) nach N verschoben ist. Die Partnachschiefer dieses Teiles liegen hinter dem Grat beim Pfeil. Westlich der Verwerfung sind sie nach S geschleppt und zum Teil gegen das Grüne Fürkele hinein gepreßt.

Der O-Grat des Freskalots wird durch einen fast gleichlaufenden Bruch gequert, an dem deutlich eine Absenkung des O-Teiles zu erkennen ist, da die Partnachschiefer abgeschnitten werden und sich nach E nicht mehr fortsetzen. Sie sind daher tiefer im Kern der Falte, die hier genau dem O-Grat folgt, zu suchen. Eine N—S-Bewegung wird zwar durch eine geringe Verschleppung angedeutet, dürfte aber kaum größere Beträge erreichen.

Vom Bruch westlich des Salonienkopfes an streichen die Partnachschiefer zwischen Muschelkalk und Arlbergkalk weiter nach SW. Auffallend ist eine zum Streichen spitzwinkelige Zerscherung des Arlbergkalkes mit geringer Verschiebung gegen die Partnachschiefer.

Im NW-Grat des Salonienkopfes folgen unterhalb des Bruches Arlbergkalke mit zunächst E—W-Streichen, das über ENE in NE übergeht. Im Gehänge gegen die Augstenkumme biegt es in N—S mit E-Fallen um, was als Anzeichen einer E—W-Bewegung zu deuten ist. Mit den auf dem Arlbergkalk an der Lüner Krinne folgenden Raibler Schichten mit mächtiger Gipsentwicklung liegt hier ein zusammenhängendes Profil bis zum Hauptdolomit vor.

Die Achsenrichtungen der Freskalotfalte waren sowohl in der Großform der Falte als auch in den kleinen Faltungen mit N 70° E bei geringer

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Streuung und mit einem schwachen Gefälle nach E zu messen, doch kommen auch vielfach horizontale Lagen vor.

Eine Übersicht über die räumliche Verteilung der s-Flächen und der B-Achsen gibt die Kartenskizze und auch die Profile. Die statistische Übersicht geben die Diagramme. Im Diagramm 1 bilden die Pole der s-Flächen, die nach ihrer Häufigkeit ausgezählt sind, einen Gürtel mit der Achse N 70° E, 27° E, die also die B-Achse der Faltengroßform darstellt. Damit stimmt auch ein Teil der B-Achsen der Kleinformen überein, der größere Teil der im Kleingefüge gemessenen Achsen fällt jedoch mehr in die E—W-Richtung. Es sind Achsen einer jüngeren Überprägung.

Sehr schön und eindrucksvoll ist die scharfe Faltenumbiegung im O-Grat zu sehen, der östlich des Bruches genau der Faltenbiegung folgt: Am S-Hang fast durchwegs steiles Einfallen nach S, auf der schmalen Grathöhe flache, etwas gebogene Lagerung mit N 70° E streichenden Faltenwülsten, auf der N-Seite zunächst ebenfalls steiles, weiter unten flaches Einfallen nach N. Abb. 2, die im O-Grat selbst gezeichnet ist, läßt dies zum Teil ersehen. Diese vorherrschenden Lagen der s-Flächen sind am Diagramm durch Untermaxima im Gürtel gekennzeichnet.

Die Partnachschiefer weisen selten deutliche Achsen auf. Wo sie zu erkennen sind, passen sie gut in das beschriebene Bewegungsbild. Die Arlbergkalke verhalten sich gleich wie der Muschelkalk.

Der Muschelkalkstreifen nördlich des Rellstales zeigt wenigstens nach der Karte einen verhältnismäßig einfachen Bau. Erst im Gehänge gegen Vandans scheint eine größere Verfaltung mit ENE-einfallender Achse vorzuliegen. Im Einriß des Sacktobels wird die ganze Schichtfolge bis einschließlich Arlbergkalk nach W abgeschnitten und westlich des Tobels liegt Buntsandstein darüber, während weiter oben die Raibler Schichten mit Gips und der Hauptdolomit nach W weiterstreichen, bis sie dann bei der Vilifau-Alpe nach S abbiegen.

Die Raibler Schichten (Gips, bzw. Anhydrit)

An der Oberfläche werden die Raibler Schichten größtenteils aus Gips gebildet, der nach der Tiefe in Anhydrit übergeht, denn im Grunde wenigstens der größeren Trichter, wie vor allem bei der Heinrich Hueter-Hütte, ist fast stets Anhydrit zu beobachten. Randlich wird die Gipszone von Rauhwacken und Tonschiefern begleitet. Der Gips, bzw. Anhydrit ist ein außerordentlich teilbewegliches Material. Das zeigt sich einerseits in starken Mächtigkeitsschwankungen, die sicher hauptsächlich auf tektonische Ursachen zurückzuführen sind und weniger auf ehemalige sedimentäre Schwankungen. Es sind Anschoppungen in weniger auf Druck beanspruchten Stellen, wie etwa im Steilfaltenknie östlich des Saulakopfes, anderseits Verschmälerungen, wie an der E-Seite des Schafgafalls. Das hier ausgequetschte Material ist nach N und S ausgewichen. Die Anschoppung bei der Vilifau-Alpe hat dabei eine Mächtigkeit bis 1½ *km* erreicht, die kleinere an der Lüner Krinne immer noch über ½ *km*, besonders wenn man das moränenbedeckte, aber teilweise mit Gipstrichter durchsetzte Gebiet im Kar südlich davon (Augsten Kumme) miteinbezieht. Dagegen ist der schmale Streifen am W-Rand der Lüner Alpe kaum 20—60 *m* breit.

Der Hauptzug der Raibler Schichten zieht nach S, SSW, SW und schließlich W weiter gegen den S-Abfall der Schesaplana. Er enthält aber Gips

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

höchstens in Spuren und ist hauptsächlich aus Rauhwacken, Dolomiten und Tonschiefern aufgebaut. Ein zweiter Ast mit Gips, aber größtenteils mit Moränen bedeckt, zieht gegen den Lüner See und soll, wie aus Literaturangaben (Gams) hervorgeht, auch im Lüner See selbst anstehen. Am derzeitigen Ufer sind nur Rauhwacken und Mergel anstehend zu beobachten. Die geplante Absenkung des Sees wird aber sicher aufschlußreiche neue Beobachtungen auch für das Gefüge ermöglichen, die vielleicht über die tektonische Stellung dieser Gipslage Auskunft geben können.

Das Gefüge des Gipses ist entsprechend seiner Empfindlichkeit gegenüber tektonischen Vorgängen, der starken Einpressung in eine unregelmäßig geformte Umgebung und den verschiedenen Beanspruchungsvorgängen ein sehr wechselvolles und inhomogenes. Sowohl das Streichen als auch die Achsenrichtungen wechseln sehr stark. Doch lassen sich, wenn auch die bisherigen Messungen in Anbetracht des inhomogenen Gefüges noch zu wenig zahlreich sind, gewisse den Beanspruchungen zuordenbare Richtungen erkennen.

So besonders in dem Vorkommen der Vilifau-Alpe, das Achsenrichtungen N 70° E bis NW, daneben WNW bis NW, sowie auch ausgesprochene Steilachsen aufweist. Ausgeprägte steilachsige Verfaltungen finden sich im Gipsvorkommen an der Lüner Krinne, besonders in den Ausbuchtungen nach W und E, die ein steiles Aufrichten, bzw. Hinabtauchen des Gipses anzeigen, während er in der Mitte bei E—W-streichenden Achsen flacher liegt. Der Verlauf der Achsenrichtungen nimmt daher eine flexurartige Form an (siehe Profil 4). Das Streichen ist allgemein N—S.

Das ganze Gipsgefüge zeigt eine Verformung unter Zwang, wobei es nach Stellen geringeren Druckes auszuweichen bestrebt war. Es ergeben sich Ähnlichkeiten mit den alpinen Salzlagerstätten, mit denen Gips und Anhydrit auch genetisch in Beziehung stehen.

Eine weitere Untersuchung des Gipsgefüges durch zahlreichere Messung der Gefügedaten ist beabsichtigt. Ferner ist noch die Frage zu klären, ob und wieweit das vorhandene Gipsgefüge durch Deformation des Gipses selbst entstanden ist oder durch Umwandlung eines Anhydritgefüges, was ja eher anzunehmen ist. Denn es ist ja sicher, daß der Gips in der Tiefe in Anhydrit übergeht und auch das, was heute dem kartierenden Geologen als Gips begegnet, ehemals Anhydrit war, der nur durch oberflächennahe Vorgänge (Wasseraufnahme) in Gips überging. Die gebirgsbildenden Vorgänge und Verformungen dürften also Anhydrit angetroffen haben.

Der Buntsandstein der Lüner Alpe und nordwestlich der Vilifau-Voralpe

Der Felsgrund des stark von Moränen bedeckten Gebietes der Lüner Alpe zwischen dem Dolomitklotz des Schafgafalls und dem Muschelkalkgewölbe des Freskalots besteht, wie die Bohrungen der Illwerke zeigten, mit Ausnahme des südlichsten Winkels hauptsächlich aus Buntsandstein.

Das Streichen verläuft vorwiegend ENE; gegen die sicher tektonische Grenzfläche im NW und SW tritt eine Anpassung mit NNE- bis NW-Richtungen ein. Das Streichen der Hauptmasse stimmt mit der Streichrichtung der Kalkfalte des Freskalots überein. Die Grenzfläche mit dieser ist wahrscheinlich eine stratigraphische und höchstens tektonisch überprägt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

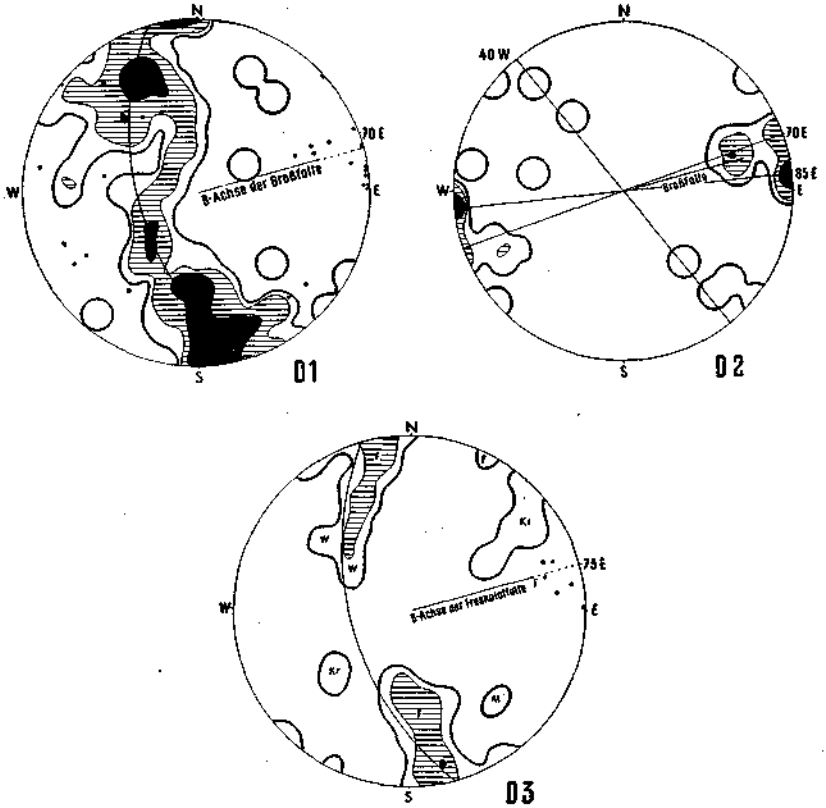


Abb. 4: Diagramme der statistischen Verteilung der Gefügedaten. Sie stellen in üblicher Weise (Schmidt-Sander) die untere Halbkugel in flächentreuer Azimutalprojektion dar. Die Drehung von 180° um das Lot auf das Diagramm ergibt bekanntlich den Anblick für die obere Halbkugel. Die Dichteverteilung wurde durch Auszählung mit dem 1%-Kreis erhalten.

Diagramm 1: Feskalotkamm (Muschelkalk), 102 Pole der s-Flächen, in Stufen zu 1 — 2 — 5%.

Diagramm 2: Freskalotkamm (Muschelkalk), 31 B-Achsen, in Stufen zu 3 — 10 — — 20%.

Diagramm 3: Lüner Alpe (Buntsandstein), 71 Pole der s-Flächen in Stufen zu 2 — 4 — 6%. Teilbereiche: F = Bereich nördlich des Freskalotgipfels, Kr = östlich der Lüner Krinne, LA = westlich der Lüner Alpe, W = W-Rand des Buntsandsteins, Punkte = B-Achsen.

Während Schardt und Arni diesen Buntsandstein unter der „Kalkmulde" des Freskalots durchstreichen lassen und mit der im S davon befindlichen stark eingeengten Buntsandsteinzone verbinden, damit den Freskalot als aufrechte Mulde betrachten (siehe Profile in 10, S. 281), nimmt Ampferer an, daß der Buntsandstein der Lüner Alpe und der im S des Freskalots durch eine Reliefüberschiebung von E her auf ein Erosionsrelief eingeschoben sei. Die einzelnen Buntsandsteinstücke, die sich an den Abhängen des Schafgafalls finden, seien Reste dieser bis hieher reichenden Aufschiebung auf die alte tertiäre Landoberfläche.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Hat schon Reithofer festgestellt, daß ein derartiger Vorgang aus morphologischen Gründen (senkrechte Wand des Freskalots!) nicht möglich ist, so zeigt sich nun auch, daß das Linear- und Flächengefüge im Buntsandstein und Muschelkalk durchaus übereinstimmt, beide also wahrscheinlich zusammen verformt wurden. Die Übereinstimmung der Gefüge ist sehr deutlich beim Vergleich der Diagramme zu sehen. Das Diagramm (3) des Buntsandsteins der Lüner Alpe zeigt für das Flächengefüge genau denselben Gürtel, wie das Diagramm vom Freskalot (1, 2), wenigstens für das Gebiet nördlich des Freskalots und sogar bei den meisten Flächenlagen im NW-Rand. Die übrigen Randgebiete fallen infolge ihrer Anpassung an die Umgebung heraus. Auch die B-Achsen beider Gefüge stimmen überein.

Ferner zeigt das Gefüge des Freskalotkammes keinerlei Merkmale eines Anschubes der gewaltigen Buntsandsteinmasse von O her, die er als „Wellenbrecher" doch haben mußte. Es sind wohl Anzeichen geringer E—W-gerichteter Beanspruchungen und Bewegungen vorhanden, doch finden sich diese innerhalb beider Einheiten in gleichem Ausmaße.

Gegen die Annahme eines alten Erosionsreliefs spricht auch, daß der Freskalotkamm noch im wesentlichen die tektonische Form der noch wenig von der Erosion angegriffenen Falte zeigt und noch mehr, daß es unwahrscheinlich ist, daß der Gips der Lüner Krinne in der alten Oberfläche die Erhebung gebildet hat, was aber durchaus bei rein tektonischen Vorgängen, die unter Bedeckung vor sich gingen, möglich ist.

Der Buntsandstein ist somit nicht unter dem Freskalot durch zu verbinden, sondern eher über ihn, was sich auch zwanglos aus der natürlichen stratigraphischen Folge ergibt. Die ganze Buntsandsteinmasse der Lüner Alpe ist also ehemals im S des Freskalots gelegen und zusammen mit dessen Muschelkalkschichten als ihrem normalen Liegenden mit ENE-Achse verformt und als überschlagene Falte über diesen hinweg nach N verfrachtet worden. Die NNE- und NW-Richtungen im Sandstein sind dann Anpassungen an die Umrahmung, vor allem durch Anpressung an den Hauptdolomitstock des Schafgafalls, bzw. an die Raibler Schichten bedingt.

Daß der Buntsandstein, dessen Reste auf dem Schafgafall liegen, durch tektonische N—S-Bewegungen und nicht durch Reliefüberschiebungen von E her dahingelangt sind, dafür sprechen auch die Andeutungen horizontaler ungefähr E—W-gerichteter B-Achsen, die an dem kleinen Sandsteinvorkommen am S-Hang des Schafgafall-Gipfels fand. Das Vorkommen von Stücken von Buntsandstein in den Störungszonen, die nach den Bohrungen mindestens 120 *m* in die Tiefe reichen, ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Überdeckung mit Buntsandstein (wie ja auch Ampferer schon annahm) früher viel weiter nach W reichte und durch Vertikalbewegungen an diesen Störungszonen in diese verschleppt wurde. Da auch der Gips, bzw. Anhydrit bedeckt war, war dieses sonst leicht erodierbare Gestein länger von der Erosion geschützt und konnte sich an der Grathöhe halten.

Die Bruchfläche, die an der W-Seite des Salonienkopfes durchzieht, ließ sich auch weiter im N auf den Böden der Lüner Alpe noch feststellen. In dem Einriß des kleinen Bächleins nordöstlich der Lüner Krinne folgt nämlich auf NW-streichenden Buntsandstein nach wenigen Metern

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Schutt-Unterbrechung nach O ein Kalkvorkommen (Arlbergkalk?) mit NE-Streichen. Der dazwischenliegende Sprung liegt in gerader Fortsetzung des Salonienkopfbruches und würde in weiterer Folge den geplanten Stollen durchsetzen und schließlich bei einer schon von Reithofer festgestellten Hauptdolomitscholle[1]) in den tektonischen Rand des Buntsandsteins einlenken. Die Kalkserie des Freskalots (mit den Partnachschichten) reicht damit an der O-Seite des Bruches weiter nach N und sinkt in geringer Neigung schließlich unter Buntsandstein nach N ab.

Auch der Buntsandstein nordwestlich der Vilifau-Voralpe muß als eine auf den Gips (Anhydrit) der Raibler Schichten aufgeschobene Masse angesehen werden, an den sie nach W und N diskordant grenzt. Auch im E stößt daran mit deutlich diskordant-tektonischer Grenze die Schichtfolge des Rellstalzuges, die Muschelkalk bis zu den Gipsen der Raibler Schichten umfaßt, ab. Deren Streichen, das weiter im E (nach Karte Leutenegger) ziemlich gleichmäßig N 70° E beträgt, dreht sich gegen den Sacktobel in SW bis SSW. Knapp an der Grenzfläche ist besonders in den teilbeweglichen Partnachschiefern ein Anschmiegen an diese erkennbar.

Das Streichen des Buntsandsteins verläuft dagegen hauptsächlich NNW bis NW mit steilen W-, seltener E-Fallen, womit auch die hier selten beobachtbaren B-Achsen übereinstimmen. Es ändert sich aber auch nahe der Grenzfläche, soweit dies der Blockzerfall erkennen ließ. Beide Bereiche stehen sich also hier mit ihrem Streichen ungefähr senkrecht gegenüber. Diese Dislokationsfläche ist wohl eine ältere Anlage, aber im Gefolge der jüngeren Bewegungen (Bruch des Salonientales) wieder betätigt worden, wie verschiedene Bewegungsflächen beweisen. Sie verläuft im unteren Teil des Sacktobels NNW, biegt oben in WNW um und scheint im Gips auszuklingen.

Ob die genannte Buntsandsteinmasse mit dem Buntsandstein im Liegenden des Rellstalzuges in Verbindung steht — der Schuttkegel des Sacktobels und Gehängeschutt verdecken den fraglichen Bereich — oder mit dem Buntsandstein der Lüner Alpe in Beziehung zu bringen ist, läßt sich nicht entscheiden. Bemerkenswert ist, daß hier am N-Rand die gleiche dunkelgrüne Fazies eruptiven Einschlags entwickelt ist, wie nördlich der Lüner Alpe.

B. Die jüngere Schichtfolge über dem Hauptdolomit

Die Mulde der Flur-Alpe

Die NE—SW-streichende Sarotla-Mulde biegt im W nach S ab und ihre Gesteine bauen die mehrfach gestufte Brandner Wand und als südliche Fortsetzung die schmale Felsmauer der Schattenlagant-Wand auf. Als Großform erscheint, wie auch Leutenegger und Arni angaben, eine nach W überschlagene, flach nach E einfallende Mulde. Der Schichtbestand reicht von den Kössener Schichten bis zu den Kreideschiefern, davon baut den Liegendflügel ein fast vollständiges Profil auf, während der Hangendflügel hauptsächlich von Kössener Schichten gebildet wird, die Juraschichten

[1]) Die tektonische Stellung dieser Dolomitscholle, an der keinerlei Schichtung festzustellen war, ist noch fraglich. Nicht unmöglich wäre auch, daß sie nachträglich vom Schafgafall herabgestürzt ist, was mir aber wenig wahrscheinlich erscheint.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zum Teil linsenartig ausgequetscht sind. Auch die Grenze gegen den Hauptdolomit ist eine Bewegungsfläche, an der die Hauptdolomitschichten zum Teil spitzwinkelig abschneiden. Der Kern der Mulde wird von Kreideschiefern in wechselnder Mächtigkeit eingenommen.

Die B-Achse der Großform streicht ungefähr N 10—20° E, sie findet sich aber nur selten in der Kleintektonik (Handstückbereich) ausgeprägt. Das Kleingefüge zeigt vielmehr Faltungen und einen welligen Bau, der vorwiegend nach B = N 70° E erfolgt ist, bei einem Einfallen, das dem flachen E-Fallen der s-Flächen entspricht. Ferner kommt auch ein B = = N 40°—45° E mit Übergängen zur erstgenannten Richtung vor. Diese Richtung NE leitet so in die Richtung der Sarotla-Mulde über. Die seltener vorkommenden Falten mit B = NNE sind am ehesten noch in den Kreideschiefern zu finden. Häufig entsprechen dieser Richtung jedoch Störungen und Klüfte, wie die Begrenzung der Schattenlagant-Wand und Schwankungen im Schichteinfallen (als β-Achse).

Die Auswirkung der Verfaltung nach N 70° E kann auch größeres Ausmaß annehmen, wie südlich der Flur-Alpe, wo die Kreideschiefer tiefer herabreichen, aber die Obergrenze und das Einfallen (flach nach E) gleich bleiben.

Im S-Teil der Flur Alpe-Mulde sind die Aufschlüsse nur spärlich. An der neuen Straße und am Alvier-Bach sind bereits steilstehende Kössener Schichten und schließlich Plattenkalk, bzw. Hauptdolomit mit ungefähr E—W-Streichen aufgeschlossen.

Versucht man den zeitlichen Ablauf der diesen Verformungen entsprechenden Bewegungen zusammenzustellen, so ist wohl die Verformung mit der Achse B = N 70° E als die älteste anzusehen. In diesem Plan fällt wahrscheinlich auch ein Vorschub des Hauptdolomits nach N über die ihm vorliegende Mulde jüngerer Schichten. Weiter im O herrscht der Bewegungsplan mit Achse SW—NE, der dort die Sarotla-Mulde erzeugte, sich aber auch im Bereich der Flur-Alpe-Mulde schon auswirkte und mit den erstgenannten Bewegungen interferierte.

Sicher jünger ist aber in diesem Bereich der Bewegungsplan mit der Achse SSW—NNE anzusehen, der zu den E—W-Bewegungen gehört. Er hat nach herrschender Ansicht zu dem Überschlagen des S-, bzw. E-Schenkels der Mulde geführt. In den Kleinformen macht er sich allerdings nur in den sehr teilbeweglichen Kreideschiefern bemerkbar. Doch sind wahrscheinlich auch die NNE-Brüche dieser letzten Beanspruchung zuordenbar.

Die Wildberg-Mulde

Wegen ihrer auffallenden und schön ausgeprägten Landschaftsform ist die Wildberg-Mulde schon lange bekannt (Seydlitz) und besonders durch das auffallende rote Band der Radiolarite als Falte mit nach N überschlagenem Hangendschenkel eindeutig gekennzeichnet. Ich hatte noch nicht Gelegenheit, in der Falte selbst eingehende Messungen durchzuführen, aber schon das Bild der Natur und der Karte zeigt eindeutig, daß ihrem Bau eine ungefähr ENE-gerichtete und flach nach E einfallende B-Achse zugrunde liegt. Der Kern wird von Kreideschiefern eingenommen, um den sich die verschiedenen Juraschichten legen, während der Sockel

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

von Kössener Schichten und Hauptdolomit mit Plattenkalk gebildet wird, die vor allem in tieferen Lagen nach N einfallen und damit zu der nördlich anschließenden Mulde überleiten.

Der Mottakopf

So einfach das Bild der Wildberg-Mulde erscheint, umso verwickelter ist der Bau des Mottakopfes durch seine Verfaltungen und Verschuppungen. In den bisherigen, auch neueren Arbeiten (Arni, Ampferer) ist der Bau nicht ganz richtig dargestellt. Der Grund liegt vor allem darin, daß zwar die W-Seite ein annähernd richtiges Profil senkrecht zum Achsenstreichen zeigt (siehe die entsprechenden Skizzen in den genannten Arbeiten), daß aber die O-Flanke zum Großteil ungefähr in den flach nach E einfallenden Achsen liegt, ebenso die SE-Wand des Gipfels in dem hier mehr NE-verlaufenden Streichen und sich so ein recht verzerrtes Bild ergibt, das durch die in der O-Flanke vielfach fehlenden Aufschlüsse auch noch sehr lückenhaft ist.

Das nach N steil abstürzende Felsmassiv des Mottakopfes wird durch steilstehende ENE-streichende Hauptdolomit-Schichten gebildet, die am Gipfel von im allgemeinen flach nach E fallenden Kreideschiefern (mit Jura) überschoben sind. Die zwischen diesem Hauptdolomit des Mottakopfes und dem Sockel der Wildberg-Mulde vorhandene Mulde wird von verfalteten und verschuppten Kössener Schichten, rätischen Kalken und Liasschichten aufgebaut, wie dies auf der gegen das Zalimtal abbrechenden Flanke deutlich sichtbar ist. Die sanftere O-Seite zeigt ein damit im wesentlichen durchaus übereinstimmendes Bild, das nur durch den oft fast spitzwinkeligen Schnitt mit den Streichrichtungen nicht so klar ersichtlich ist.

Über die niedere Gratsenke zwischen Wildberg und Mottakopf, Schafstelli genannt, ziehen mit N—S-Streichen und E-Fallen Liasschichten, von denen die roten Liaskalke dem Grat und der W-Seite entlang bis auf die N-Seite des Mottakopfes zu verfolgen sind. Von hier tauchen sie mit steilen E—W-Streichen unter der Gipfelkappe durch und kommen in der SE-Wand wieder zum Vorschein, mit ihrer leuchtend roten Farbe schon von weitem auffallend.

Der SW-Teil der SE-Flanke (durch den der Weg führt) besteht am Fuß aus Kössener Schichten, darüber aus hellen Oberrätkalken, in denen fensterartig rote Liaskalke durchleuchten. Nach NE folgen Liasfleckenmergel, die mit NE-Streichen und wellig gebogenem steilen Einfallen fast in der Wand liegen, dann über die genannten roten Liaskalke, Rätkalke und Kössener Schichten die normale Folge zum Hauptdolomit.

Am Hauptdolomit liegt mit steilem NNW-Streichen ein schmaler isolierter Rest von Kreideschiefern auf, u. zw. in genauer Fortsetzung der schon von Ampferer (1934) angegebenen horizontalen Störungsfläche, die aber sicher nicht die von ihm angegebene Bedeutung hat [1]). Denn die Verschiebung ist nur geringfügig, mit stärkerer Verfaltung verbunden und trennt auch nicht verschieden gerichtete Schichtpakete, sondern die

[1]) Das Profil von Ampferer zeigt hier mehrere Unrichtigkeiten. So stimmt die Schichtfolge über der Störung vom Hauptdolomit aufwärts nicht, denn die rote Lage ist nicht Radiolarit, wie schon Arni betonte.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

vorhin angegebenen Schichten setzen sich alle gleichlaufend nach unten fort, wenn auch örtlich verschuppt und ausgedünnt. Die roten Liaskalke konnte ich nach unten fast bis in die Höhe verfolgen, in der sie auf der gegenüber liegenden Talseite in der Flur-Alpe-Mulde (unterer Schenkel) wieder aufscheinen, womit der Zusammenhang hergestellt ist.

Der Hauptdolomitsockel der Mottakopf-Wildberg-Mulde

In dem in Plattenkalk übergehenden N-Rand des Hauptdolomitzuges, der im allgemeinen nur großräumig verbogen ist, kommen in dem Steilabfall des Kares südwestlich der Schattenlagant-Alpe auch Verbiegungen und Verfaltungen mit kleinerem Radius vor. Es sind mehrere Richtungen von B-Achsen, die diesen Formungen entsprechen. Die Hauptformung mit B = N 70° E mit wechselndem Einfallen nach E erzeugte hier eine deutlich ausgeprägte Mulde, die meist flach, örtlich auch steiler nach E einfällt. Die Schichten des Seekopf-N-Grates, in denen weiter oben schon Ansätze zu flachwelligen Verbiegungen zu erkennen sind, biegen allmählich mit steiler Achse in diese Mulde ein. Sie stellt die Abbildung der Wildbergmulde im Hauptdolomit der Tiefe dar. In den flacher liegenden Schichtbänken der Muldensohle sind örtlich Verfaltungen und Verbiegungen nach B = 20°—30° E zu beobachten, die als letzte Ausläufer des NNE-Gefüges der Flur-Alpe-Mulde gedeutet werden können.

Nach N folgt wieder eine Aufwölbung im Hauptdolomit, die sich aber nicht mehr in den jungen Schichten der Wildberg-Mulde abbildet, und nördlich dieser die schon besprochene Mulde südlich des Mottakopfes. Nun folgt die große Aufwölbung, in deren Kern bei Brand die älteren Schichtglieder bis zum Buntsandstein zutage treten und deren steiler S-Schenkel durch den Hauptdolomit des Mottakopfes gebildet wird.

Der Bau des Hauptdolomits stimmt also, was die Folge von Mulden- und Sätteln anlangt, nicht ganz mit der aufliegenden Wildberg-Mulde mit ihrem flachliegenden Mittelschenkel überein.

Bereich Zalim-Alpe—Brander Ferner

Dieser Bereich ist von mir erst teilweise begangen worden, ich konnte aber mit Unterstützung der Karte von Arni bereits einen wesentlichen Einblick mit Luftbildern und Feldstecher in sein Gefüge gewinnen. Die genauere Aufnahme ist aber vorgesehen. Es ließ sich deutlich erkennen, daß die Wildberg-Mulde weiter nach W hin ansteigt. Bei der Oberzalim-Alpe liegen noch flach ausgebreitete Kössener Schichten auf dem Hauptdolomit, der Kamm des Blankuskopfes besteht schon ganz aus Hauptdolomit.

Am Schesaplanastock ziehen, wie schon die Karte von Arni zeigt, zwei muldenartige Einschaltungen von Rät-Liasgesteinen mit WNW. Streichen durch, einer Richtung, die bereits am W-Hang des Mottakopfes in Erscheinung trat. Wie besonders das Luftbild zeigt, ist in der südlichen Mulde, in der der Schesaplanagipfel liegt, sowie auch im Hauptdolomit selbst steilachsige Faltung vertreten. Ich konnte sie bisher erst in den Kössener Schichten des Gipfelgebietes unmittelbar beobachten und einmessen. Ihre B-Achse steht fast senkrecht bis 60° nach E. Die weitere Aufnahme ist beabsichtigt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Übersicht über die Bewegungspläne im Bereich Mottakopf—Wildberg

Die vorherrschende Gefügerichtung ist ENE mit einem Einfallen bis 25° nach E. Sie ist Verfaltungen und Verschuppungen mit meist steilen bis senkrechten Bewegungsflächen zuordenbar. Es kommen aber auch wie bei der Flur-Alpe mehr NE-gerichtete B-Achsen vor, die vorwiegend horizontal liegen. Anderseits tritt aber oft besonders auf der W-Seite eine Achsenrichtung auf, die um WNW liegt. Es ist die Richtung, die dann im Schesaplanastock mehr zur Wirksamkeit kommt. Die NNE-Richtung erscheint hier nur in den Kreideschiefern der Gipfelkappe des Mottakopfes.

Das Gefüge zeigt also hier im wesentlichen die gleichen Verhältnisse wie in der Mulde der Flur-Alpe. Die Auswirkung der SE—NW-Bewegungen scheinen hier nach W hin aufzuhören und von der Beanspruchungsrichtung SSW—NNE abgelöst zu werden.

An jüngeren Bewegungsflächen kommen hier neben den schon erwähnten steilstehenden in der Schuppungszone südlich des Mottakopfes flache bis mittelsteil südlich fallende vor, wie sie auch Arni schon in den Profilen der Wildberg-Mulde einzeichnet. Sie entsprechen in ihrer Richtung auch den von Ampferer beschriebenen schrägen Kluftflächen am Bord des Lüner Sees und in den Felsen des Seekopfes.

Damit stimmen diese Bewegungspläne der jüngeren Schichten sehr gut mit denen der älteren Schichten auf der S-Seite des Hauptdolomits überein.

Die Formungspläne und ihre Auswirkungen im Gebirgsbau

Faßt man die bisher beobachteten Erscheinungen in diesem Raum zusammen, so ergibt sich folgende Synthese für den Ablauf der Formungen und damit der gebirgsbildenden Ereignisse. Ich habe versucht, der Reihung eine gewisse zeitliche Grundlage zu geben, doch ist dies, wie später ausgeführt wird, durchaus nicht streng durchführbar.

1. Die erste erkennbare Formung der Gesteinsglieder der Trias bis Jura vollzug sich nach einer ungefähr horizontalen ENE-Achse (B = N 70° E). Hiezu gehört als Großform vor allem die steil aufgerichtete Falte des Kammes Freskalot—Salonienkopf mit der weiteren Fortsetzung nach W über den Roßberg. Auch die steilgestellten Schichtzüge nördlich des Rellstales bis zum Hauptdolomit mit der aufliegenden Zimba-Mulde folgen dieser Richtung. Bei letzterer ist allerdings eine Mitbeteiligung anderer Richtungen (NE) wahrscheinlich. Auf der N-Seite des Hauptdolomits gehören die Verfaltungen in der Fluralm-Mulde und am Mottakopf, sowie als Großform die Wildberg-Mulde dazu.

2. Die NE-Richtung des Streichens, die südlich des Hauptdolomits hauptsächlich südöstlich der Lüner Krinne vertreten ist, ließe sich hier als eine Verdrehung der Richtung ENE (1) deuten, bedingt durch die Anpressung an das Hauptdolomitknie des Schafgafalls. Auch in der SW-Fortsetzung des Freskalotkammes tritt sie häufig als örtliches Abschwenken aus der Richtung ENE auf, was ebenfalls auf Verstellungen hindeutet.

Sie hat aber weiter im N in den jüngeren Schichten noch eine darüber hinausgehende Bedeutung als eigener Bewegungsplan, denn besonders die große Kreidemulde (Sarotla-Mulde) auf der NW-Seite des Zimbastockes

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zeigt als Großform diese Richtung, die enggepreßt ins Illtal hinüberstreicht. Ob die Achsen der Kleintektonik auch diese Richtung haben, muß erst die gefügetektonische Untersuchung dieses wahrscheinlich recht verwickelt gebauten Gebietes zeigen. Sicher sind mehrere Achsen-, bzw. Bewegungsrichtungen beteiligt, wie dies die Arbeiten von Leutenegger und Ampferer vermuten lassen.

Auch im nördlichen Rätikon spielen nach Trümpy zwischen Samina und Brander Tal, besonders in der Alpila-Gruppe SW—NE-streichende Faltenachsen eine große Rolle. Auch größere Verfaltungen in dieser Richtung gibt Trümpy im Alpilakamm an.

3. Eine bedeutsame Großform ist die S-förmige Knickung des Hauptdolomitzuges samt dem Gips der Raibler Schichten um eine steile nach E einfallende Achse. Der sonst ENE-streichende Dolomit wurde auf über 200 *m* Länge in eine ungefähr ENE-Richtung eingedreht, unter Einengung des Bereiches zwischen dem Hauptdolomitknie des Schafgafalls und dem Buntsandstein der Lüner Alpe. Die Raibler Schichten mit dem hochteilbeweglichen Material der Gips-Anhydritlager wichen beiderseits in die druckärmeren Kniekehlen aus. Es entstand somit eine flexurartige Schlinge mit Einengungen in einem ungefähr NNE- bis N-streichendem Mittelschenkel, in dem sich dann E—W-Bewegungen auswirken konnten (siehe unter [4]). Als Ursache dieser Knickbewegungen kann man sich Beanspruchungen in etwa SE—NW-Richtung denken.

Eine gleichartige Knickung, jedoch ohne auf die Raibler Schichten überzugreifen, die hier auch keinen Gips führen, findet sich im Hauptdolomit der Toten Alpe (Tafel IX). Auch hier zeigen sich in dem N—S-streichenden Teil Auswirkungen von E—W-Bewegungen.

Der Muschelkalk (mit Partnachschichten+Arlbergkalk) macht diese Knickung mindestens im sichtbaren Bereich nicht mit. Er liegt hier in zwei getrennten ENE-streichenden Zügen vor. Arni und Ampferer stellten die zunächst ganz einleuchtende Annahme auf, daß es ehemals ein einziger Kalkzug gewesen sei, der dann zerrissen und in die zwei parallel liegenden Teile in N—S verschoben worden sei: in den Rellstalzug im NE und den Freskalotzug mit der überschlagenen Falte im SW. Daß nur letzterer diese Faltenform aufweist, hat keine weitere Bedeutung für diese Annahme, da in seiner Fortsetzung nach W ja auch die Falte fehlt.

Mit meiner Feststellung, daß der Buntsandstein der Lüner Alpe ein Bestandteil der Freskalotfalte ist, kommt jedoch diese Annahme Ampferers in Schwierigkeiten, da der Buntsandstein der Lüner Alpe, was mir auch Reithofer bestätigte, sich nach E über das Saloniental in die Buntsandstein-Einschuppung im Kristallin der N-Seite des Golmerjoches fortsetzt. Dies kann aber nicht erst nach der vermutlichen Zerreißung des Kalkzuges erfolgt sein. Daher muß man annehmen, daß die beiden Kalkzüge schon anfänglich (nach der Formung, Plan 1) verschieden lagen. Der Streifen im N des Rellstales, der nach W abgeschnitten wird, muß seine W-Fortsetzung in der Tiefe unter den Gipsen der Raibler Schichten, bzw. der Buntsandsteinüberlappung finden, während die O-Fortsetzung des Freskalotzuges, der durch das Saloniental nach E abgeschnitten wird, ehemals über dem Kristallin des Golmerjoches lag, nunmehr aber ganz erodiert ist.

Dem Saloniental muß also eine Verwerfung entlang ziehen, der Salonienbruch, der eine Hebung des östlich gelegenen Gebietes mit sich brachte,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

also des Silvrettakristallins und der nach N angrenzenden Triasschichten (bis zu den Raibler Schichten). Mit der Einmündung in das E—W-verlaufende Rellstal wird die weitere Fortsetzung des Bruches nach N unklar. Wahrscheinlich zerteilt er sich. Denn es treten im N zwei schon früher angelegte Dislokationsflächen beiderseits des Buntsandsteinlappens nordwestlich der Vilifau-Alpe auf, von denen die östliche im Sacktobel erschlossen ist. Im Gips klingen diese Störungen aus.

Die Schrägstellung des Buntsandsteins mit s und B = NNW könnte mit der Knickbewegung des Hauptdolomits und der Raibler Schichten zusammenhängen, die eine Drehung dieser Scholle bewirkt hat, wobei auch die angrenzenden Gipse mit gleicher Achse verformt wurden.

Ob die dem Salonienbruch entsprechenden Bewegungen weiter im N über den Zimbakamm wieder aufleben, wäre erst noch festzustellen. In der S-Ansicht der Zimba und auf den Karten und Profilen von Leutenegger und Ampferer fanden sich Hinweise auf gleichsinnige Bewegungen in der Fortsetzung des Salonien-Bruches: Ein Aufbiegen der Zimba-Mulde im E und noch deutlicher Verformungen an der E-Seite des Valbonakopfes, wo nach den zwar sehr anschaulichen, aber weniger exakt beschriebenen Profilen Ampferers im E des Kammes ein Höhenrücken des Hauptdolomits gegenüber den im W gelegenen Kössener Schichten zu sehen ist. Hier werden die Aufnahmen von Heissel, der dieses Gebiet bearbeitet, weitere Klärung bringen.

4. Den N—S-Achsen, wobei N—S hier ebenso wie E—W angenähert gemeint ist und Schwankungen nach NNW und NNE einschließt, entsprechen E—W-Bewegungen, die besonders im westlichen Rätikon eine größere Rolle spielen und auch schon früh erkannt wurden. Sie haben Rothpletz die Grundlage für seine Theorie der E—W-Überschiebungen gegeben (Rätische Überschiebungen).

In unserem Bereich im mittleren Rätikon spielen sie noch nicht diese Rolle wie im W. Als Großform scheint ihnen nur die Mulde der Flur-Alpe zu entsprechen, doch sind N—S-gerichtete Achsen in der Kleintektonik nur wenig, besonders in den teilbeweglichen Kreideschiefern, ausgeprägt, was man auch als Hinweis für ein jüngeres Alter deuten kann. Danach wäre die Form dadurch zustande gekommen, daß der darüber lastende Hauptdolomit gegenüber seiner Unterlage nach W bewegt wurde. Nach der viel stärkeren Durchbewegung mit ENE- und NE-Achsen zu schließen, dürfte die Aufschiebung des Hauptdolomits (Sockel der Zimba-Mulde) schon früher mit NNW- und NW-Richtung erfolgt sein und die W-Bewegung nur die letzte Phase darstellen. Dann wäre es sogar möglich, daß die Großform dieser Mulde gar nicht der NNE-Achse entspricht, sondern der NE-Achse und sie somit nur den westlichen Ausstrich der Sarotla-Mulde darstellt, die durch die letzten E—W-Bewegungen in der Richtung unter Aufprägung entsprechender Gefügemerkmale noch etwas verformt wurde. Der Ausstrich ist gegeben durch den Geländeanschnitt in NNE-Richtung, der auch nicht zufällig, sondern durch die NNE-Klüfte bedingt ist. Er verstärkt noch den Eindruck einer nahe N—S-streichenden Mulde. Das Muldentiefste (der jüngeren Serie) würde dann schon von etwa Schattenlagant an nach NE zum Illtal streichen. Aber auch die Wildberg-Mulde läßt sich noch mit einbeziehen, die so zur unmittelbaren Fortsetzung der Sarotla-Mulde wird. Sie hat die gleiche symmetriegemäße

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Form, nur daß ihre Achse und damit auch die Streichlinie des Muldentiefsten aus NE—SW mehr gegen E—W hin gebogen und auch durch das Ansteigen der Achse höher gehoben ist.

Auch die flache Auflagerung des Hauptdolomits bei der Flur-Alpe dürfte mehr den S—N-Bewegungen zuzuschreiben sein als E—W-Bewegungen, obwohl sich diese sicher hier auch ausgewirkt haben, wie auch im N—S-Strang am Schafgafall und bei der Totenalpe.

Erst im westlichen Rätikon, im Bereich des oberen Gamperdona- und Saminatales erreichen die E—W-Bewegungen und die Formungen größeres Ausmaß, wie die Profile von Trümpy (1926) und Ampferer (1937) zeigen, wenn sie auch bei ihrer verhältnismäßig ruhigen Faltung in der Formung nicht die sehr lebendigen Faltungen der N—S-Bewegungen aufweisen. Dies geht sehr schön aus dem Vergleich der Profile in N—S und E—W auf Tafel VI bei Trümpy hervor.

Hieher dürften auch die von Ampferer [1933 (2), S. 163, und 1934, S. 18 und 19] beschriebenen und in Profilen dargestellten Verfaltungen am Valbona- und Zwölferkopf gehören, doch scheinen nach ihm auch SE—NW-Bewegungen dabei schon eine Rolle zu spielen.

Anzeichen von E—W-Bewegungen geringeren Ausmaßes lassen sich auch sonst vielfach feststellen, sehr oft auch an E—W-streichenden Bewegungsflächen, wie etwa an der Grenzzone zwischen Altkristallin und Buntsandstein im Rellstal.

Schon Ampferer hat die verschiedenen Bewegungsrichtungen erkannt und besonders in späteren Arbeiten mehrfach darauf hingewiesen. Allerdings sind sie nicht immer klar erfaßt, besonders was den Begriff der Faltungsachse anlangt. Daher sind seine Ausführungen darüber auch nicht immer exakt und eindeutig. Außer den N—S-Bewegungen erwähnt Ampferer mehrfach SE—NW-Bewegungen (1933, besonders in [3] seiner vergleichenden Studie am W-Rand der Ostalpen), die er teils als spätere Bewegungen, teils durch Verstellungen infolge der großen Knickbewegung erklärt. Der große Knick ist zwar von ihm schon erkannt worden, aber nicht als steilachsige Bewegung gedeutet.

Vor allem hebt Ampferer wiederholt das Vorkommen der E—W-Bewegungen hervor und daß sie wesentlich jünger sind. Er ist da allerdings manchmal zu weit gegangen, wie etwa bei der von ihm angenommenen Reliefüberschiebung des Buntsandsteins der Lüner Alpe. Es ist eben in jedem Falle erst an Gefügemerkmalen nachzuweisen, in welcher Richtung ein Bewegungsvorgang vor sich gegangen ist. Auch was das Altersverhältnis anlangt, sind die E—W-Bewegungen zwar sicher jünger, doch ist nach meinen Untersuchungen keine so große Zeitspanne gegenüber den früheren Bewegungsgruppen anzunehmen, als sie Ampferer betont.

5. Als letzte Bewegungsphase schließen sich die jüngeren bruchartigen an schmale Zonen oder Flächen gebundenen Bewegungen (Störungen) mit Blockverschiebungen an. Sie sind aber wahrscheinlich nicht ganz scharf von den früheren stetigen abzutrennen, sondern entwickeln sich zum Teil allmählich daraus, indem sie unter abnehmender Belastung erfolgten. Es sind zahlreiche solche Bewegungsflächen von verschiedenem Ausmaße vorhanden, von denen einige sich durch größere Erstreckung und auch durch wahrnehmbare Verschiebungsbeträge im Gebirgsbau

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

herausheben. Die wichtigsten, die meist schon erwähnt wurden, sind hier nochmals zusammengefaßt:

a) Der Bruch westlich des Salonienkopfes, der unter Vorschub des E-Teiles nach N und vielleicht auch Absenkung desselben erfolgte. Er setzt sich weiter nach N in den Buntsandstein fort und lenkt wahrscheinlich in d) ein.

b) Der Bruch im E-Grat des Freskalots (Freskalotbruch) mit Absenkung des E-Teiles.

c) Die N—S-verlaufende sicher steilstehende Störung, die dem unteren Saloniental entlang verläuft und mit einer Hebung des Kristallins und im N anschließender Trias verbunden ist (Salonienbruch). Als mögliche Fortsetzung nach N über dem E—W-verlaufenden Rellstal kommen die Dislokationsflächen beiderseits des Buntsandsteins nordwestlich der Vilifau-Voralpe in Betracht, in deren östlicher der Sacktobel eingeschnitten ist. Beide laufen im Gips aus.

d) Die Bewegungszone am ESE-Rand des Schafgafalls, in der neben älteren Ausweichbewegungen des Gipses sicher auch jüngere Vertikalbewegungen erfolgten, wie die Einschaltung von Buntsandsteinstücken zwischen Gips und Hauptdolomit beweisen.

e) Die ungefähr N 70° E, 50—60° S verlaufende Störungsfläche, die vom Seebord in den obersten Winkel der Lüner Alpe zieht. Wahrscheinlich erfolgte die Bewegung des N-Teiles nach E. Harnischriefen an einer glatten Fläche zeigen ein Einfallen von etwa 30° nach W. Dadurch bildete sich zwischen Schafgafall und Lüner Krinne Raum für eine weitere Anschoppung des Gipses. Somit liegt hier ein Fall gleichzeitiger Bruchverschiebung (Hauptdolomit) und stetiger Verformung (Gipsfaltung) vor.

f) Eine sehr steil nach E einfallende Bewegungsfläche oder Zone N 10° E im E des Punktes 2250. Zwischen Hauptdolomit und dem Gips liegt ein schlecht erschlossener Streifen mit Rauhwacken und einzelnen Buntsandsteinstücken. Eine glatte Harnischfläche am Hauptdolomit ist mit ockerigem Mylonit belegt. Sie wurde mit N 15° E, 67° E eingemessen.

g) Im Hauptdolomit der Toten Alpe und Umgebung sind ebenfalls mehrere größere Störungsflächen ausgeprägt, die auch im Luftbild gut zu erkennen sind. Ihre Verschiebungsrichtungen und -beträge sind im Hauptdolomit selbst nicht festzustellen. Hier kann erst die Kartierung der Randgebiete Näheres ergeben.

h) Im Bereich des Mottakopfes treten mehrere steilstehende Bewegungsflächen mit ENE-Streichen auf, das besonders in der an den Hauptdolomit südlich anschließenden Verschuppungszone bestimmend wirkt.

i) Ferner kommen hier auch Flächen vor, die bei ungefähr E—W-Streichen ein mittleres Einfallen von etwa 45° haben. Sie sind sowohl am Mottakopf z. B. in der SE-Wand gut zu erkennen als auch in den Seitenwänden der Wildberg-Mulde, für die sie schon Arni

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

in seinen Profilen dargestellt hat. Sie gehören in das gleiche Kluftsystem, wie die von Ampferer schon beschriebenen Klüfte am Lüner Seebord und westlich davon, das auch in e) überleitet.

k) Eine flachliegende Bewegungsfläche, die auch schon älter sein kann, stellt die Aufschiebungsfläche der Deckkappe (Kreide-Jura) am Mottakopf dar und eine parallele dazu, die die horizontale Störungsfläche an der E-Seite des Mottakopfs, an der der Bewegungssinn Höheres gegen N deutlich ist. Der Verschiebungsbetrag ist gering.

l) In der Mulde der Flur-Alpe, die als weniger widerstandsfähiges Gesteinspaket zwischen mächtigen Hauptdolomitmassen liegt, ist von vorneherein wahrscheinlich, daß bruchartige Bewegungen, die im Dolomit kaum in Erscheinung treten, hier mehr zur Auswirkung gekommen sind. Es sind auch zahlreiche Bruchlinien erkennbar, die aber nirgends das Bild der stetigen Tektonik wesentlich stören. Es sind vor allem steile, NNE-gerichtete Flächen, wie bei der Flur-Alpe selbst, dann besonders die beiden Begrenzungsflächen der Felsmauer der Schattenlagantwand, die schon morphologisch deutlich auffallen. Flache, ungefähr mit dem Schichtverlauf zusammenfallende Bewegungsflächen sind mehrfach zu finden und entsprechen den „Verschuppungen", wie sie von Arni und Leutenegger angegeben werden. Auch Querstörungen sind vorhanden, die entweder richtige Querklüften zu den NNE-Achsen oder Längsklüften nach den ENE-Achsen entsprechen, was noch eingehender daraufhin zu untersuchen ist.

Die Kleinklüftung wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nicht behandelt, da die nötige Zeit nicht mehr zur Verfügung stand. Sie würde aber sicher über die Beanspruchungspläne weitere wertvolle Ergebnisse bringen.

Zur räumlichen und zeitlichen Abfolge der Bewegungen

Eine strenge Trennung der einzelnen Bewegungspläne, wie sie durch die Lage der B-Achsen definiert sind, ist nicht möglich, sie übergreifen sich in ihrer zeitlichen und räumlichen Anordnung. Das im großen gesehen jedenfalls sehr inhomogene Material spielte bei der Auswirkung der Beanspruchungen eine große Rolle, indem stärker teilbeweglichere Gesteine, wie der Gips, auf jede Beanspruchung gleich antworteten und sie abbildeten, während die starreren mehr Widerstand leisteten, besonders wenn sie, wie etwa die Oberrät-Kalke, in weichem nachgiebigem Material eingebettet sind, so daß sie fast ganz unberührt bleiben konnten.

Für die Art der Formungen ist die Belastung wichtig, die sich zeitlich und räumlich ändern kann. Bei abnehmender Belastung gingen die Bewegungen immer mehr bruchweise vor sich, u. zw. je nach dem Material verschieden. Hauptdolomit zeigte bereits in der steilachsigen Formung des Knickes, die im großen gesehen als Biegung ohne wesentliche Scherungen vor sich ging, bruchartig sich auswirkende Bewegungen (Breccienbildung), während der sehr teilbewegliche Gips stetige Formungen mit intensiven Verfaltungen wahrscheinlich noch in der Phase zeigte, in der sonst bruchartige Bewegungen an Störungsflächen wirksam waren. So

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

hängt die Anschoppung der Gipse mit steiler Achse im S des Schafgafalls wohl noch mit Bewegungen an der Störungsfläche e) zusammen, wie auch sonst zuweilen an bruchartigen Bewegungen in den leichter teilbeweglichen Tonschiefern Verfaltungen auftraten.

Ein allgemeiner Unterschied in der Art der Formungen nach der Höhe, derart, daß in tieferen Bereichen mehr die steilachsigen, in höheren mehr flachachsige vorherrschen, ist bei der hier aufgeschlossenen Höhe kaum zu erkennen.

Der Bewegungsplan mit den ENE-Achsen (1) erscheint als der älteste und die E—W-Bewegungen als die jüngeren, wie dies ja auch Ampferer schon hervorhebt. Dazwischen schalten sich aber noch die Bewegungen SE—NW. Die zugehörigen Streichrichtungen sind sicher keine reinen Verstellungen der ENE-Richtungen, wie es manchmal scheinen möchte, da beide nebeneinander in gleichen Bereichen vorkommen (Flur-Alpe), ohne daß ich allerdings bisher Überprägungen beobachten konnte.

Die steilachsigen Knicke (Biegungen) im Hauptdolomit und Gips, bzw. Anhydrit stehen wohl auch mit den NW—SE-Beanspruchungen in Beziehung. Sie setzen jedenfalls das Vorhandensein der Strukturen nach ENE als steilstehende Gesteinszüge voraus. Anderseits setzt die Überfaltung des Buntsandsteins der Lüner Alpe über den Freskalot, die auch mit ENE-Achsen erfolgt ist, wieder das Vorhandensein des Knickes schon voraus, mindestens ist er aber gleichzeitig entstanden. Es ist daher anzunehmen, daß diese Bewegungen miteinander interferierten, wobei bald die eine, bald die andere stärker zur Wirksamkeit kam und möglicherweise die Bewegungsrichtung NW—SE als Resultierende in Betracht käme.

Im allgemeinen dürfte die oben angeführte Reihung ungefähr der zeitlichen Folge entsprechen. Es liegt hier ein Bewegungsbild vor, in dem sich verschieden orientierte Bewegungspläne zeitlich, räumlich und in Auswirkung des Materials übergreifen. Es ist im großen gesehen sehr inhomogen, doch lassen sich einzelne wenigstens annähernd homogene Bereiche herausgreifen.

In dieser Untersuchung konnten besonders die bisher oft vernachlässigten stetigen Züge der Tektonik herausgearbeitet werden, die vor allem zur Auflösung des Baues beitragen, denn als vorherrschendes Bauprinzip im Deckgebirge des Rätikon erwies sich die stetige Tektonik. Doch kommen auch gleichaltrige Unstetigkeitsflächen mit oft recht erheblichen Verschiebungsbeträgen vor. Sie sind einerseits mit der stetigen Tektonik zeitlich gleichzusetzen und verlaufen vorwiegend mehr flach, wie z. B. die Überschiebungsfläche am Mottakopf, teils steiler wie die nordwestliche Grenzfläche des Buntsandsteins der Lüner Alpe. Nicht scharf davon abtrennbar sind anderseits die jungen Bruchflächen, die in der Regel steiler stehen und im allgemeinen geringere Verschiebungsbeträge aufweisen. Sie sind besonders für die praktische Geologie (Baugeologie) von Wichtigkeit, prägen aber der älteren Tektonik im Verhältnis mit wenigen Ausnahmen (Salonienbruch) geringere Änderungen auf.

Es erschien deshalb auch bei der regionalen Gliederung des tektonischen Bildes weniger zweckmäßig, nach Bruchflächen, die zu Schollen führen, wie bei Arni und Leutenegger, vorzugehen, sondern nach Bereichen annähernd einheitlicher Tektonik (angenäherte Homogenitätsbereiche). Diese sind meist nur unscharf abtrennbar und fallen innerhalb des allgemein

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

gesteinsmäßig stark unhomogen gebauten Gebietes mit Bereichen zusammen, die aus einem einheitlichen Gestein oder einer sich gleichartig verhaltenden Gesteinsgruppe bestehen. Sie bilden so natürliche Bauelemente.

Wenn auch durch diese gefügetektonischen Untersuchungen der Gebirgsbau, besonders was den Ablauf der Bewegungsvorgänge anlangt, nicht immer ganz geklärt erscheint, so sind doch auch für weitere Deutungen gesicherte Grundlagen gegeben.

Bemerkungen zur Tafel VIII (Kartenskizze und Profile)

Die Kartenskizze gibt eine geologische Übersicht mit den wichtigsten eingemessenen Gefügedaten. Sie ist größtenteils nach eigenen Aufnahmen 1 : 10.000 entworfen, es sind die Bereiche mit Gefügedaten, das übrige mit Benützung der Karten von Arni (SW) und Leutenegger (NE) zusammengestellt. Es soll keine vollständige geologische Karte sein, diese wird erst nach Abschluß der Kartierung im Rätikon herausgebracht. Daher sind die geologischen Ausscheidungen besonders in der stark gegliederten jüngeren Schichtgruppe zur besseren Übersicht vereinfacht dargestellt. Die Flächensignaturen geben die Streichrichtungen der Schichtung wieder. Dadurch ergibt sich bei schrägem Anschnitt geneigter Schichtlagen oft ein scheinbares Abschneiden der Streichlinien an Schichtgrenzen, die in Wirklichkeit auch parallel dazu laufen. Beim Umzeichnen mußte zugunsten einer gleichmäßigen Signatur schematisiert werden, weshalb oft Feinheiten verlorengingen.

Die Lage der Profile ist auf der Karte angezeichnet. Profil 8 gibt eine Ansicht des O-Hanges Wildberg—Mottakopf in orthogonaler Projektion auf der lotrechten Profilebene.

Verwendetes Schrittum

1. Ampferer, O.: Zur Großtektonik von Vorarlberg. Jb. Geol. B. A., 1932.

2. Ampferer, O.: Beiträge zur Geologie des Rätikons. Jb. Geol. B. A., 1933.

3. Ampferer, O.: Beiträge zur Geologie und Mechanik des W-Randes der Ostalpen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. math.-nat. Kl., 1933.

4. Ampferer, O.: Geologische Bauformen und Baufragen des Rätikon-Gebirges. Jb. Geol. B. A., 1934.

5. Ampferer, O.: Geologische Bewegungsbilder vom W-Ende des Rätikons. Jb. d. Geol. B. A., 1937.

6. Arni, P.: Geologische Forschungen im mittleren Rätikon. Inaug. Diss. Solothurn, 1926.

7. Arni, P.: Über tektonische und stratigraphische Probleme im Schesaplana-Lünersee-Gebiet. Eclogae Geol. Helv., 1933.

8. Cadisch, J.: Geologie der Schweizer Alpen. Basel 1953, S. 391.

9. Leutenegger, W. O.: Geologische Untersuchungen im mittleren nordöstlichen Rätikon. Inaug. Diss. Zürich, 1928.

10. Reithofer, O.: Aufnahmsbericht 1953, Blatt Feldkirch. Verh. Geol. B. A., 1954, Heft 1, S. 68.

11. Rothpletz, A.: Geologische Alpenforschungen I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die rhätische Überschiebung, München 1900.

12. Schardt, H., und Arni, P.: Über die Entstehung des Lüner Sees im Rätikon. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich LXXI (1926).

13. Schmidegg, O.: Aufnahmsbericht 1953, Blatt Feldkirch. Verh. Geol. B. A., 1954, Heft 1, S. 78.

14. Seidlitz, W.: Das W-Ende der nördlichen Kalkalpen im Rätikon, in Stille-Andrée, Geologische Charakterbilder, Borntraeger, Berlin 1929, Heft 29.

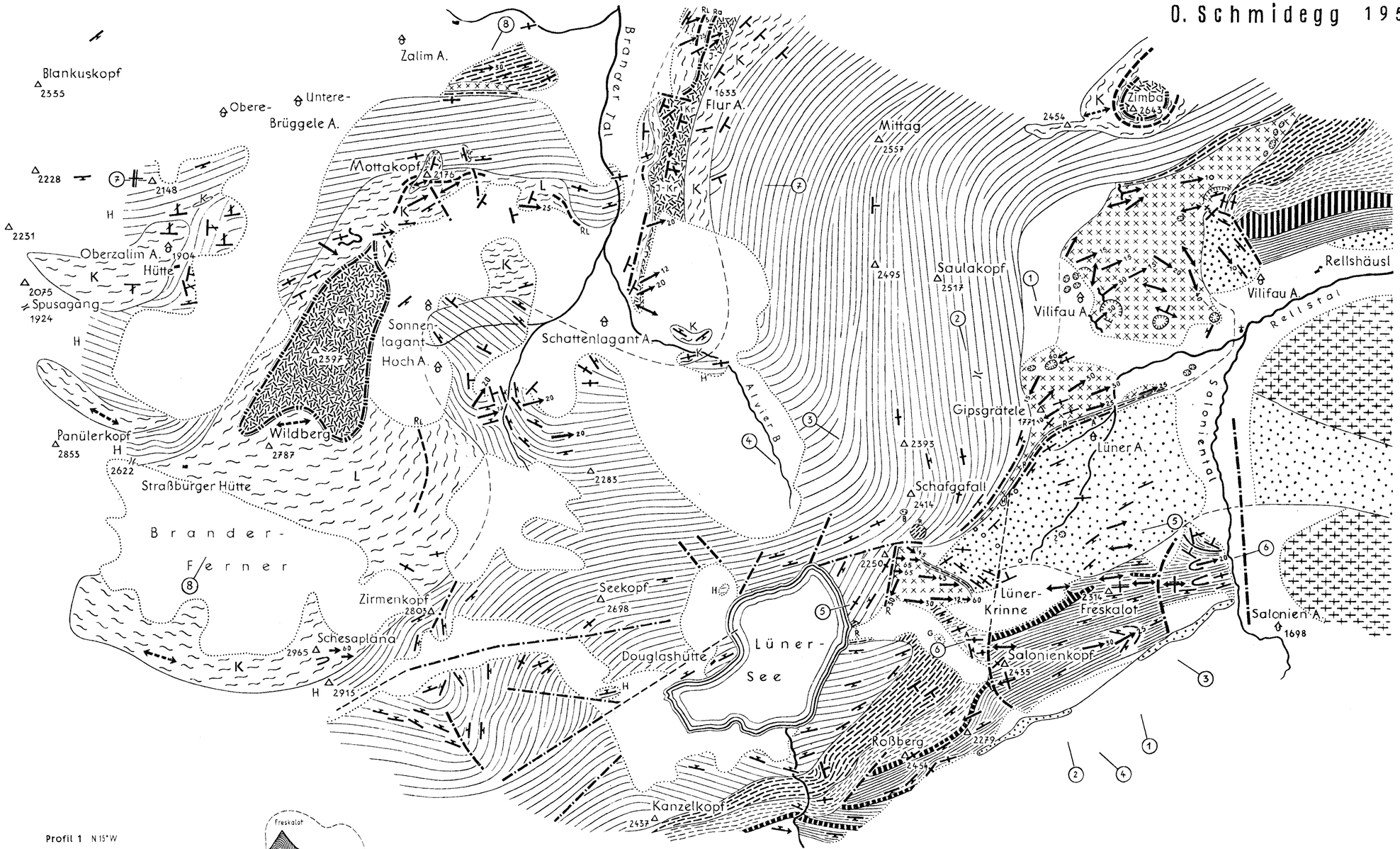
15. Trümpy, Daniel: Geologische Untersuchungen im westlichen Rätikon. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz N. F. 44. Lief., Bern 1926.

Weitere, besonders ältere Literatur ist bei 6 und 9 angegeben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

GEOLOGISCH-GEFÜGETEKTONISCHE ÜBERSICHTSKARTE FÜR DAS MITTLERE RÄTIKON

O. Schmidegg 1953/54.



LEGENDE

- S — Silvretta-Kristallin
- B — Buntsandstein - Verrucano
- M — Muschelkalk (z.T. Dolomit)
- P — Partnachschiefer
- A — Arlbergkalk
- R — Raiblerschiefer, Rauhwacken und Dolomite
- G — Gips der Raiblerschiefer
- H — Hauptdolomit, Plattenkalk
- K — Kössener Schichten, Rätkalke
- RL — Rote Liaskalke
- L — Liasfleckenmergel
- Ra — Radiolarite
- J — Oberjurakalke
- Kr — Kreideschiefer

Streichen und Fallen der Schichtflächen

- saiger
- flach
- steil
- schwebend
- mittel
- flachwellig mit geneigter Faltenachse

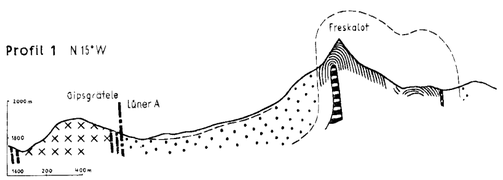
Faltenachsen

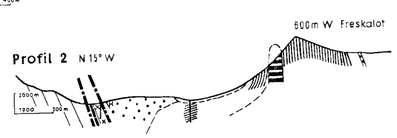
- horizontal
- steil
- flach
- generelles Faltenstreichen

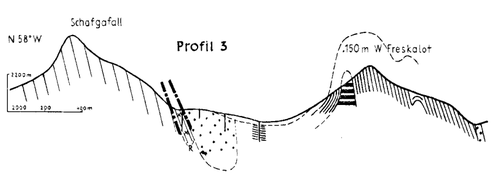
- Abgrenzung größerer, bedeckter Bereiche (Schutt, Gletscher, Moränen)
- stärkere Verfaltungen
- Gipstrichter u. Dolinen
- Bohrungen (im Profil)
- Störungsflächen, Brüche
- Profillinien

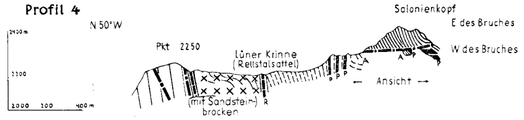
1 : 25000

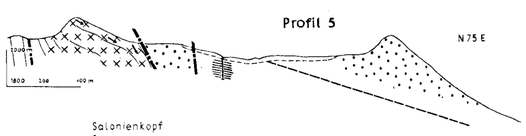
0 — 1 — 2 km

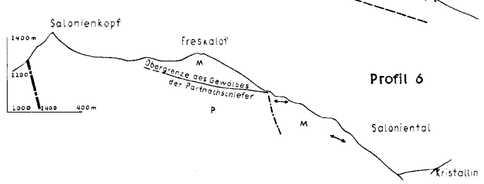


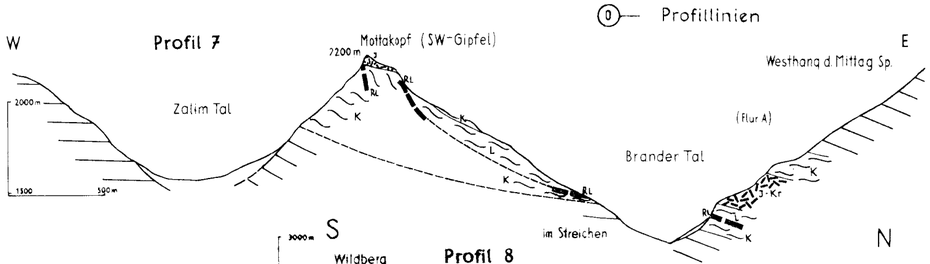


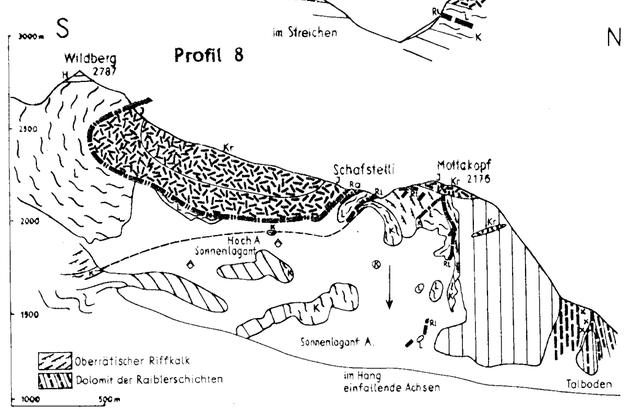












Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 98. Band, 1955. — Österreichische Staatsdruckerei. 3400 55

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tafel IX

Luftbild der steilachsigen S-förmigen Biegung im Hauptdolomit der Toten Alpe.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Erläuterungen zur Tafel IX

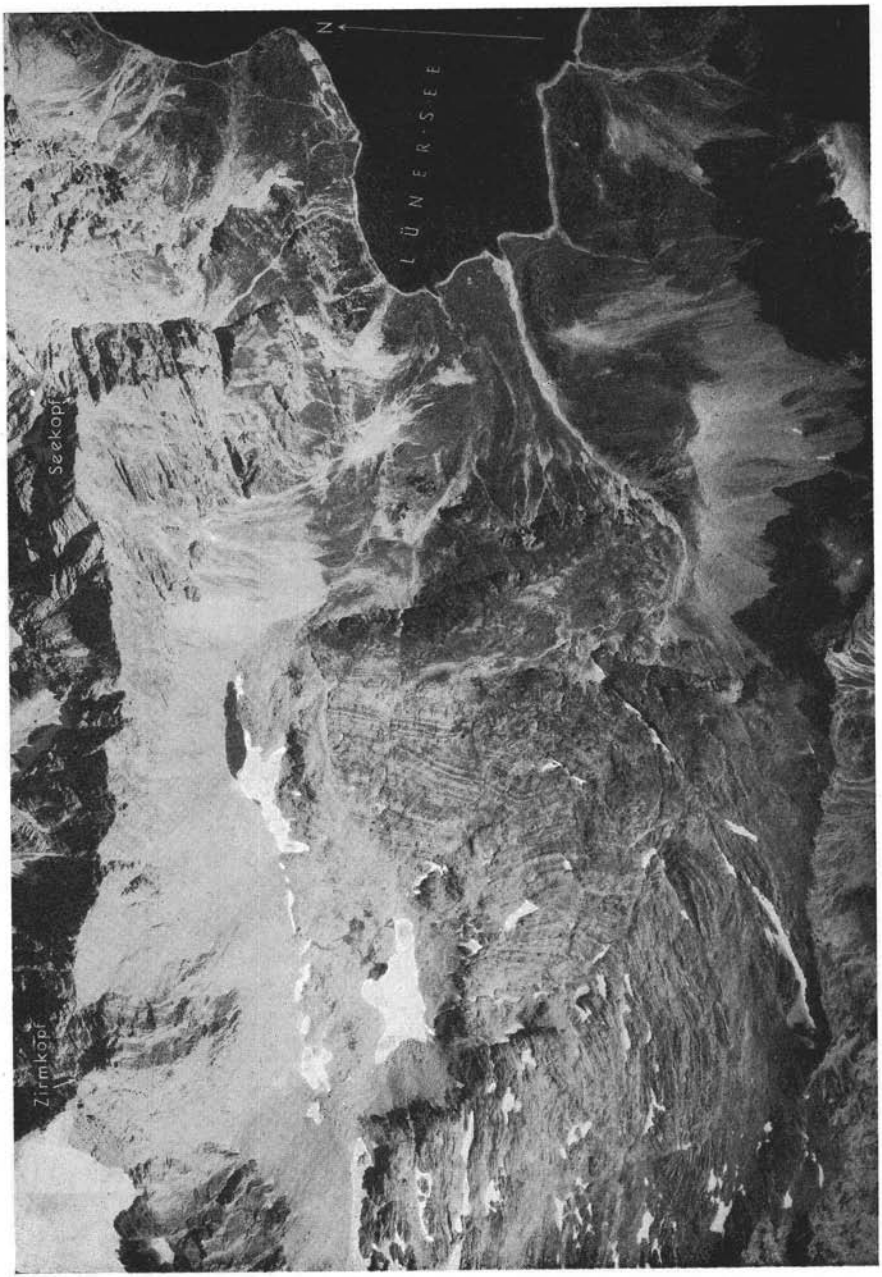
Aus dem hier beigegebenen Luftbild des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen läßt sich in sehr klarer Weise unmittelbar die steilachsige S-förmige Biegung im Hauptdolomit der Toten Alpe ablesen. Rechts (E) liegt der Lüner See, nahe dem oberen Rand (N) der Felskamm Zirmkopf—Seekopf, davon durch einen Schuttstreifen mit Schneeflecken und dem kleinen Totalp-See (dunkel) getrennt in der Mitte des Bildes die abgeschliffenen Felsbuckel der Toten Alpe. Im S der Grenzkamm (Schweizer Grenze).

Gesteinsmäßig ist alles Hauptdolomit, in dem die steil stehende Schichtung meist sehr deutlich sichtbar ist, teils durch verschieden getönte Anwitterung, teils als herauspräparierte Felsbänke unter Beleuchtung von S. Rechts oben streicht der Hauptdolomit ENE—WSW gegen den Totalp See. In den gegliederten Felsschrofen ist die Saigerstellung gut sichtbar. Die Umbiegung, wahrscheinlich eine Störungszone (Knick), wird durch Schutt verdeckt. Südlich des Schuttstreifens herrscht in den Felsbuckeln schon angenähert N—S-Streichen mit Schwankungen und Biegungen in NNE und NNW. Eine Knickung an einer WNW verlaufenden Störung, die nach E ausklingt (bei stetiger Biegung der s-Flächen) ist südlich des großen Schneefleckens zu erkennen. Die Hauptbiegung, die in WNW-Streichen überleitet, verläuft größtenteils stetig, nur eine ihr folgende gut sichtbare Kluft erzeugt örtlich eine schwache Knickung.

Auch am Kamm Seekopf-Zirmkopf ist die Umbiegung der Schichtflächen deutlich erkennbar. Das ENE-Streichen dreht sich gegen W allmählich in NE—SW. Hinter einer N—S-Kluft wird die Schichtung undeutlich. Hier ist der Dolomit zertrümmert. Im S-Sporn des Zirmkopfes herrscht bereits N—S-Streichen, das bis in SSE abdreht. Das stede O-Fallen der Schichten ist gut zu sehen. In der N-Seite herrscht ENE-Streichen.

Deutlich heben sich auch die verschiedenen Kluftsysteme: NW und NE, dann NNE und NNW, N—S und schließlich ENE mit WNW heraus. Sie sind zum Teil durch Schnee- und Schuttstreifen markiert.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: 98

Autor(en)/Author(s): Schmidegg Oskar

Artikel/Article: Zum tektonischen Gefüge des Rätikons I (oberes Rellstal und oberes Brandnertal) 145-172