

Tektonik

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **29 (1936)**

Heft 2

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

und eine weitere am Iffigenseebruch (südsüdwestlich Eggen). Eine andere grosse Quelle, deren Wasser aus den Karrenfeldern und Becken nördlich von Armeillon und östlich vom Ténéhétgletscher stammen dürfte, erscheint in der Sohle des Liènetales im SSW von Armeillon. Das Wasser des Iffigensees fliesst durch Klüfte des Gewölbes von Eggen und tritt nördlich Groppi im Bergsturzmaterial zu Tage, das in der Talsohle liegt. Dies ist die einzige grosse Quelle des Gebietes, die gefasst ist; ihr Wasser wird in die Iffigenalp geleitet.

Tektonik.

A. Allgemeines.

Die Tektonik der Kalkalpen zwischen Lizerne und Kander hat eine hervorragende Darstellung in Karte, Text und Profilen durch M. LUGEON (Lit. 66; 45) gefunden. Durch seine Untersuchungen wissen wir, dass die Gebirge der Depression zwischen Mont Blanc-Aiguilles rouges-Massiv und Aarmassiv von drei Überschiebungsdecken: Morcles-, Diablerets- und Wildhorn-Decke gebildet werden. Das Untersuchungsgebiet gehört ganz der Wildhorn-Decke an und zwar liegt es nahe der tiefsten Stelle der Depression zwischen den genannten Massiven.

Die Wildhorn-Decke steigt von der helvetischen Wurzelzone her mit ruhig gelagerten Schichten zur Deckenkulmination auf, die mit der Wasserscheide zwischen Rhone und Simme zusammenfällt (siehe Fig. 5). Hier setzen die ersten Falten ein. Nach N steigt die Decke ab bis zu den nördlichsten Stirnfalten, die als Fenster in der ultrahelvetischen „Zone des Cols“ erscheinen. Das Untersuchungsgebiet entfällt auf den Deckenabschnitt zwischen der Deckenkulmination

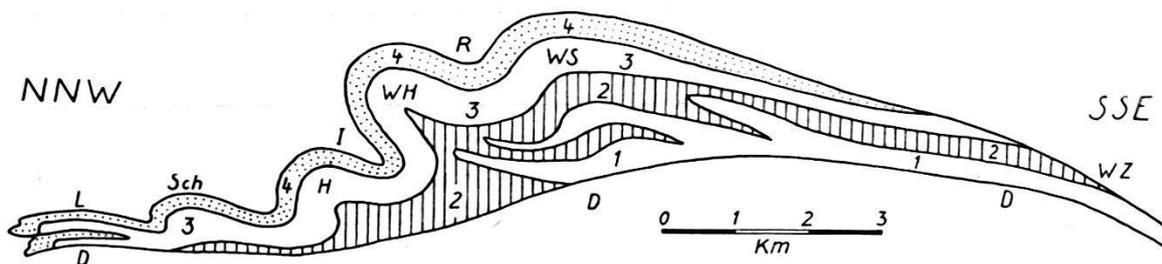


Fig. 5. Faltenschema der Wildhorn-Decke im Rawilgebiet.

(Nach den Profilen von M. LUGEON, Lit. 45.)

4 Eocaen. 3 Maestrichtien bis Hauterivien. 2 Valanginien. 1 Jura (Malm-Dogger).

D Diablerets-Decke. WZ Wurzelzone. WS Wildstrubelfalte. R Rawilmulde. WH Wildhornfalte. I Iffigenmulde. H Hohbergfalte. Sch Fenster von Schwand. L Fenster von Lenk.

und den Stirnfalten. Zur Orientierung über den speziellen Bau dient die tektonische Karte (Taf. XXIV) und die Profile (Taf. XXV).

Von S nach N können wir folgende Falten und Mulden unterscheiden:

- I. Wildstrubelfalte (WS in Fig. 5)
- II. Rawilmulde (R)
- III. Wildhornfalte (WH)
- IV. Iffigenmulde (I)
- V. Niesenhornfalte
- VI. Mulde von Stiereniffigen
- VII. Hohbergfalte (H)
- VIII. Fenster von Schwand (Sch)
- IX. Fenster von Lenk (L)

Das allgemeine Streichen der Falten beträgt N 60° E. Einzig die Niesenhornfalte weicht von dieser Richtung ab, doch hängt das mit ihrer Ablösung durch die Hohbergfalte zusammen, ist also örtlich bedingt.

Sämtliche Falten weisen ein auf den Faltenscheiteln messbares Axialgefälle nach NE auf. Es beträgt 15° in der Wildstrubelfalte, 20—30° in der Wildhornfalte, 45—60° am Niesenhorn, und 15° am Hohberg und in den Fenstern von Schwand und Lenk. Ähnliches Axialgefälle finden wir in den Mulden. Dieses Axialgefälle der Wildhorndecke entspricht offenbar dem nördlichen Abtauchen des Mont Blanc-Aiguilles rouges-Massivs (Lit. 27, p. 443). Entsprechend dem Ansteigen des Aarmassivs sollte im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes ein Ansteigen der Faltenachsen nach NE einsetzen. Allein dies tritt nicht ein, vielmehr behalten die Falten ihr nordöstliches Axialgefälle bei. Auf die starke Beeinflussung des Axialgefälles durch die zahlreichen Querbrüche wird unten näher einzutreten sein.

Der Bau der Falten ist ziemlich einfacher Art, wobei aber zu beachten ist, dass wegen des Fehlens von Quertälern nur die Tektonik der oberen Faltenteile, etwa vom Schrattenkalk an, zutage kommt. Die Kerne der Falten dürften viel komplizierter gebaut sein; namentlich ist disharmonisches Verhalten zwischen Kreide und Jura anzunehmen. In dieser Hinsicht sind die Profildarstellungen massgebend, die M. LUGEON (Lit. 45) für das westlich benachbarte Gebiet gegeben hat. Die Jurakerne bleiben im S zurück, während die Kreidefalten weiter nach N gelangten. Ausserdem ergibt sich aus den noch unveröffentlichten Profilen von A. VISCHER für das westliche Wildhorngebiet auch eine Disharmonie zwischen dem Kieselkalk und dem Schrattenkalk, wobei die mergeligen Drusbergschichten als Gleit- und Ausgleichshorizont dienten.

In erster Linie ist es der ca. 250 m mächtige Schrattenkalk, der den Charakter der Falten bestimmt und die Grundzüge des tektonischen Baus im Landschaftsbild verrät. Die spröde Gesteinsbe-

schaffenheit dieser mächtigen Kalkplatte bedingt aber ausserdem eine komplizierte Bruchtektonik, der auch die Schichten der mittleren und oberen Kreide folgen. Viele solcher Brüche erlöschen nach unten schon im Ausgleichshorizont der mergeligen Drusbergschichten; nur die grössten Störungen setzen auch in den liegenden Kieselkalk und in tiefere Schichten hinab.

Eine eingehende Prüfung der grösseren Störungen ergab, dass sie sich drei Gruppen zuweisen lassen.

- a. Untervorschiebungen,
- b. Überschiebungen,
- c. Streckungsbrüche.

Aus den gegenseitigen Beziehungen dieser drei Systeme geht hervor, dass die Untervorschiebungen sich zuerst bildeten, später folgten die Überschiebungen und zuletzt die Querbrüche.

a. Untervorschiebungen.

Der Begriff der „Untervorschiebung“ wurde von P. LIECHTI (Lit. 39, p. 167) für das Dreispitzgebiet im Bereich der helvetischen Decken eingeführt, während ARN. HEIM (Lit. 27, p. 445) diesen Störungstyp am Lohner „Vorunterschiebung“ nannte. Es handelt sich um eng mit der Faltung zusammenhängende Längsstörungen. Die nebenstehende schematische Darstellung (Fig. 6) soll die Entstehung einer Untervorschiebung erläutern.

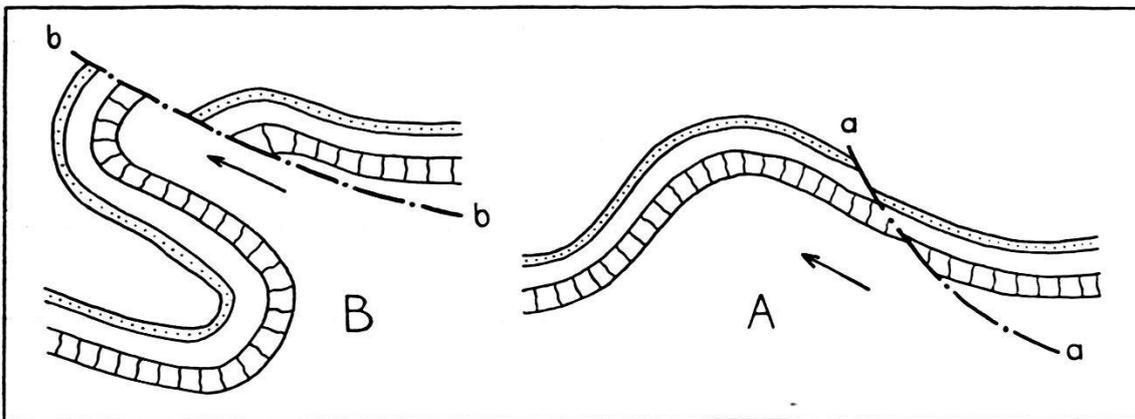


Fig. 6. *Entstehung einer Untervorschiebung.*

B Liegende Falte. bb Untervorschiebung. A Aufrechte Falte. aa Normaler Längsbruch. Der Pfeil gibt die Richtung des Schubes an.

Im flachen Südschenkel eines Gewölbes bildet sich ein normaler südfallender Längsbruch. Im weiteren Verlauf der Faltenstauung wird die Falte überkippt, sie wird zur liegenden Falte. Dabei schieben sich aber der Kern und der Nordschenkel stärker nordwärts vor als der darüber liegende Südschenkel, es entsteht die Untervorschiebung.

Untervorschiebungen sind also nur in überkippenden Falten möglich. Dementsprechend finden wir sie nur in der Wildhornfalte und in der Niesenhornfalte.

Als Typus einer Untervorschiebung sei die Rawiluntervorschiebung (I in Taf. XXV) beschrieben. Sie liegt im Südschenkel der Wildhornfalte und ist am schönsten aufgeschlossen am Firstli, dem NW-Grat des Laufbodenhorns, wo man folgendes feststellen kann (Taf. XXV, Prof. 1):

Der Schrattenkalk des verkehrten Nordschenkels der Wildhornfalte fällt mit 45° bergwärts ein, darüber folgen die Drusbergschichten. Wo man ihre Stirnumbiegung erwartet, zeigen sich sekundäre Faltungen und Stauungen. Wenig nördlich P. 2255,5 streicht eine schwach nach SE fallende Fläche, eben die Untervorschiebung, aus. Oberhalb derselben stehen ca. 45° NW fallende Schichten an, welche an der Untervorschiebung geschleppt und gequetscht sind. P. 2255,5 wird gebildet von Eocaen, welches auf Drusbergschichten liegt. Folgen wir der Untervorschiebung gegen S, so setzen über ihr sukzessive ältere Schichten ein, zuerst Seewerschiefer, dann Seewerkalk, Albien und oberer Schrattenkalk, immer in tektonischem Kontakt mit den Drusbergschichten. Erst der untere Schrattenkalk stösst gegen den Kieselkalk des Faltenkerns.

Vom Firstli zieht die Untervorschiebung hinauf in den Sattel S Rothorn P. 2502 (Taf. XXV, Prof. 2). Dort liegt an ihr Seewerschiefer neben unterem Schrattenkalk und Drusbergschichten. Die Störungsfläche ist begleitet von Schrattenkalklinsen.

Vom Rothorn lässt sich die Untervorschiebung zur Rawilpasshöhe verfolgen; hier liegt oberer Schrattenkalk auf Kieselkalk. Auf der Passhöhe wird die Untervorschiebung vom grossen Iffigenseebruch abgeschnitten. Ihre Fortsetzung ist um 700 m nach NW verschoben. Daraus geht hervor, dass die Untervorschiebung älter ist als die Streckungsbrüche, zu denen der Iffigenseebruch gehört. In Prof. 3 (Taf. XXV) fallen beide Störungen infolge ungünstiger Projektion in eine Linie zusammen.

An der Fortsetzung der Untervorschiebung nach SW stossen südfallende Hohgantschiefer an axial, d. h. nach NE geneigten Schrattenkalk. Weiter im SW, in der Gegen nördlich P. 2379,9, teilt sich die Untervorschiebung in zwei Äste. Der nördliche (In in Taf. XXV, Prof. 4) lässt sich als normale, steile Verwerfung mit ca. 200 m Sprunghöhe durch die Karrenfelder S Schneidehorn und weiter bis an den Ténéhétgletscher verfolgen. Nach W wird er immer unbedeutender, da hier die Wildhornfalte nicht überkippt ist. Infolgedessen finden wir keine Untervorschiebung mehr, sondern nur einen normalen Längsbruch.

Auch der südliche Ast (Is in Taf. XXV, Prof. 4) wird nach SW zur normalen, steil SE fallenden Längsverwerfung. Als solche ist er im S des Wildhorns bei P. 2824 Les Blèches erkennbar (Lit. 66),

zieht dann nach NE über den Col des Eaux froides in das Tal der Liène und setzt sich jenseits des Tales nördlich Armeillon fort (Prof. 4). Er senkt dort die Schrattenkalkplatte von Armeillon um 250 m nach S ab. Von Armeillon bis zur Vereinigung der beiden Äste nördlich P. 2379,9 sind die Verhältnisse sehr kompliziert, einmal durch die später zu besprechenden Rawilüberschiebungen, welche den südlichen Ast verdecken, dann aber auch dadurch, dass die zwischen den beiden Ästen der Untervorschiebung liegende Scholle von Querverwerfungen durchsetzt ist. So finden wir nördlich P. 2379,9 zwei Horste von Schrattenkalk, die allseitig von Brüchen begrenzt und von jüngeren Schichten umgeben sind.

Auf die übrigen Untervorschiebungen werden wir bei der Besprechung der Wildhornfalte und der Niesenhornfalte zurückkommen.

b. Überschiebungen.

Wenn wir absehen von der Überschiebung der Wildhorndecke als Gesamtheit, die wir im Untersuchungsgebiet nicht beobachten können, sind die Überschiebungserscheinungen selten. Wir kennen sie einzig aus dem Nordschenkel der Wildstrubelfalte und aus der Rawilmulde. Die Verhältnisse von Armeillon, wie sie auf Prof. 4 (Taf. XXV) zur Darstellung gelangen, sprechen dafür, dass die Überschiebungen erst beim letzten Zusammenschub der Wildstrubelfalte erfolgten und jünger sind als die Untervorschiebungen. Andererseits sind die Überschiebungen älter als die Streckungsbrüche, von denen sie verworfen werden.

c. Streckungsbrüche.

Die geologische Karte von M. LUGEON und die begleitende Beschreibung (Lit. 66 u. 45) haben erstmals auf das Vorhandensein zahlreicher Querbrüche hingewiesen, die E-W bis SE-NW die Falten der Wildhorn-Decke durchqueren. Die detaillierte Neukartierung hat ergeben, dass die Zahl dieser Störungen viel grösser ist als dies LUGEON in 1 : 50.000 darstellen konnte. Ein Blick auf Taf. XXIV zeigt, dass die Feintektonik im wesentlichen durch sie bestimmt wird.

Da diese Brüche, wie an einem Beispiel gezeigt werden soll, eine Streckung der Falten bedingen, nennen wir sie Streckungsbrüche. Die Streckungsbrüche werfen sowohl die Untervorschiebungen als auch die Überschiebungen, sie sind also jünger als beide und entstanden wohl erst, als die Faltung vollendet war.

Als Beispiel sei der Iffigenseebruch beschrieben, welcher der grösste des Gebietes ist; wie M. LUGEON's Karte zeigt, lässt er sich auf einer Strecke von 10 km durch 5 Falten und 4 Mulden verfolgen. Am schönsten tritt er in Erscheinung in der Gegend des Iffigensees;

dort können auch seine Ausmasse am besten festgestellt werden. Der Iffigenseebruch durchsetzt die Wildhornfalte zwischen Rawilpasshöhe und Iffigensee. Auf dem Scheitel der Falte stellt er Kieselkalk im NE neben oberen Schrattenkalk im SW. Daraus ergibt sich eine Sprunghöhe des Bruches von 350—400 m. Zugleich aber können wir eine Horizontalverschiebung feststellen, indem wir in der SW Scholle den senkrecht einfallenden Nordschenkel der Wildhornfalte um 700 m weiter im NW finden als seine Fortsetzung in der nordöstlichen Scholle. Dadurch kommt der Nordschenkel im SW neben die Iffigenmulde im NE zu liegen, die Iffigenmulde im SW neben die abtauchende Niesenhornfalte im NE (Eggen). Durch Gletschererosion in den weichen Eocaenschichten der Iffigenmulde entstand hinter der Niesenhornfalte der nordöstlichen Scholle (Eggen) eine tiefe Hohlform, die vom Iffigensee gefüllt wird. Die aus der Horizontal- und Vertikalverstellung des Iffigenseebruches resultierende Streckung der Falten beträgt ca. 600 m.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir an allen Störungen, die zum System der Streckungsbrüche gehören; immer liegt der NE-Flügel höher und zugleich südöstlicher als der SW-Flügel. Dabei lässt sich natürlich nicht feststellen, ob der NE-Flügel gehoben und zugleich etwas nach SE verstellt wurde, oder ob der SW-Flügel absank und nach NW verschoben wurde. Doch ist anzunehmen, dass es sich um eine einheitliche, von einer einzigen Ursache bedingte Bewegung gehandelt hat. Dagegen erscheint es mir wenig wahrscheinlich, dass die NE-Scholle gehoben wurde, während die SW-Scholle einen Schub nach NW erlitt⁶⁾.

Es ist offensichtlich, dass diese Streckungsbrüche das Axialgefälle der von ihnen durchsetzten Falten stark beeinflussen; es resultiert eine Abschwächung des „primären“, auf den Faltenscheiteln messbaren Axialgefälles; wir können vom „effektiven“ Axialgefälle reden, das sich aus der Höhe der gleichen Schichtgrenze an ihren Schnittpunkten mit den Bruchflächen bestimmen lässt (Fig. 7, S. 390).

Im folgenden habe ich für das engere Untersuchungsgebiet primäres und effektives Axialgefälle der Falten zusammengestellt:

		primär		effektiv	
Nord	Hohbergfalte	15°	NE	10°	NE
↑	Niesenhornfalte	45°	NE	15°	NE
↓	Wildhornfalte	20—30°	NE	6°	NE
Süd	Wildstrubelfalte	15°	NE	1,5°	NE

⁶⁾ Prof. A. BUXTORF, mit dem ich diese Frage eingehend diskutierte, hält es dagegen für wahrscheinlicher, dass mit der Hebung des NE-Flügels gleichzeitig auch ein leichtes Verschieben des SW-Flügels stattgefunden hat. Über die Ursache, die vermutlich zum Aufreißen der Streckungsbrüche geführt hat, soll unten noch Näheres ausgeführt werden.

Das nach NE gerichtete effektive Axialgefälle zeigt, dass wir uns noch südwestlich vom tiefsten Punkt der Deckendepression befinden. Deutlich erkennen wir aber auch, dass in den nördlichen Falten der Einfluss der Streckungsbrüche sich weniger stark geltend macht als in den südlichen. Daraus ergibt sich ein Hinweis auf die Richtung, in der wir die Ursache der ganzen Erscheinung zu suchen haben.

Verfolgen wir die Wildhornfalte und die Wildstrubelfalte über das Rawilgebiet hinaus nach NE, so können wir Folgendes beobachten: In der Wildhornfalte wird das primäre nordöstliche Axialgefälle von $20-30^\circ$ durch die Brüche vollständig ausgeglichen, das effektive Axialgefälle beträgt ungefähr 0° . In der Wildstrubelfalte vermögen die Brüche das primäre nordöstliche Axialgefälle in ein effektives Axialgefälle nach SW umzuwandeln. Dies ist am Wildstrubel der Fall; die Falte wird dort nach NE gehoben, wir befinden uns nordöstlich der Deckendepression⁷⁾.

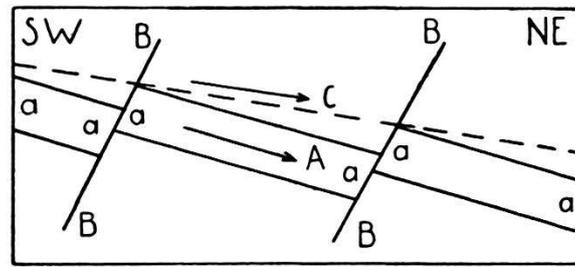


Fig. 7. Wirkung der Streckungsbrüche auf das Axialgefälle.

- A Primäres Axialgefälle der Schicht a.
- B Streckungsbrüche.
- C Effektives Axialgefälle der Schicht a.

Diese Umkehrung des effektiven Axialgefälles durch Streckungsbrüche steht ohne Zweifel im Zusammenhang mit dem Aufsteigen des Aarmassivs (Lit. 27, p. 443), dessen kristalliner Kern ca. 13 km weiter südöstlich zutage tritt und nach E rasch grosse Höhen erlangt. Da aber die Abschwächung des Axialgefälles im Rawilgebiet die gleiche, wenn auch schwächere Erscheinung ist, dürfen wir auch dort die Ursache im Aufsteigen des Aarmassivs suchen. Dafür spricht, dass sich die Deckendepression nicht in der Mitte zwischen dem Mont Blanc-Aiguilles rouges-Massiv und dem Aarmassiv befindet, sondern viel näher beim Aarmassiv. Der Einfluss des Aarmassivs kann sich also gut schon südwestlich der Depression geltend machen.

⁷⁾ Dass auch am Wildstrubel Streckungsbrüche von grosser Bedeutung auftreten, zeigt der SW-Grat des Wildstrubelgipfels P. 3243,5 (S) (s. Fig. 1, p. 347). Dort lassen sich 3 Brüche beobachten, an denen die Schichten staffelartig gehoben sind. Die Schichten jedoch zeigen primäres NE-Fallen. Ein SW-Fallen, wie es M. LUGEON (Lit. 45, p. 251) angibt, konnte ich nicht finden.

Zusammenfassend können wir anhand der beschriebenen Beobachtungen Folgendes sagen:

1. Die Falten der Wildhorn-Decke zeigen ein primäres Axialgefälle nach NE, das, wie oben angedeutet, dem Abtauchen des Mont Blanc - Aiguilles rouges - Massivs entspricht.
2. Das primäre Axialgefälle wird durch Streckungsbrüche abgeschwächt. Es entsteht das effektive Axialgefälle, das im Rawilgebiet noch schwach nach NE gerichtet ist, aber schon im Wildstrubel eine Umkehrung zu SW-Fallen erfährt. Abschwächung und Umkehrung sind mit dem Aufsteigen des Aarmassivs in Beziehung zu bringen.

Sehr viel schwieriger ist es nun aber, eine Erklärung für die Entstehung der Streckungsbrüche zu geben. Aus den Arbeiten verschiedener Autoren (Lit. 14, 25, 47) wissen wir, dass das Aufsteigen der Zentralmassive in die letzte Phase der alpinen Faltung fällt. Sind unsere obigen Folgerungen richtig, so geht daraus hervor, dass die vom Aarmassiv ausgehende Bewegung jünger ist als die der Westmassive.

Möchte man dieser Deutung nicht beipflichten, so könnte man annehmen, dass die Streckungsbrüche durch Spannungen ausgelöst wurden, welche in der Deckendepression zwischen Mont Blanc-Aiguilles rouges-Massiv und Aarmassiv beim letzten Zusammenpressen des alpinen Baus entstanden. Dieser Ansicht neigt Herr Prof. A. BUXTORF zu, mit dem ich die Frage eingehend erörterte.

Welche Annahme der Wirklichkeit auch entsprechen mag, so steht jedenfalls fest, dass die Streckungsbrüche die jüngsten Störungen sind und aus jener letzten Phase der alpinen Faltung stammen, welche die Zentralmassive aufpresste und das Deckensystem des Rawilgebietes gewölbeartig verbog.

B. Beschreibung der Falten und Mulden.

1. Wildstrubelfalte.

Die Wildstrubelfalte beginnt SW ausserhalb des Untersuchungsgebietes am Rawilhorn (s. Fig. 1, p. 347) und zieht über das Wetzsteinhorn zum Wildstrubel. Den besten Einblick in ihren Bau gewährt das tiefe Tal der Liène (Taf. XXV, Prof. 4).

Im Schrättkalk ist der Bau der Falte ziemlich einfach. Der Südschenkel fällt mit 15° nach SE und bildet die von Brüchen zerhackten Karrenfelder der Plainemorte. Der Nordschenkel ist steiler gestellt, er fällt mit 45° NW und ist auf die Rawilmulde überschoben.

Komplizierter ist infolge disharmonischer Faltung der Bau der inneren Faltenteile. Der Kieselkalk bildet nämlich eine liegende Falte

mit einem Valanginienband als Kern und zwar ist die Stirne des Kerns nach unten abgebogen. Die Karte von M. LUGEON (Lit. 66) bringt dies deutlich zur Darstellung. Einige Korrekturen ergeben sich aber für das Gebiet von Mondralesse, das ich näher untersuchte, obwohl es schon ausserhalb meines Aufnahmegebietes liegt. Nach M. LUGEON's Karte würde der Valanginienkern längs einem Bruch an Urgonien (Schrattenkalk) anstossen, das bei Mondralesse normal von Albien und Sénonien (Wangschichten) überlagert würde. Diese Schichtfolge hielt M. LUGEON (Lit. 45, p. 225) für die Fortsetzung der Plainemorte, die vom erwähnten Bruch um ca. 250 m abgesenkt wäre. Eine Begehung der Gegend von Mondralesse ergab jedoch, dass hier kein Urgonien-Sénonien vorliegt, sondern Malm, der ringsum von Valanginien umgeben ist. Der Malm stellt also den innersten Kern der Wildstrubelfalte dar, ist aber nach S von seiner Wurzel losgerissen. Nach mündlicher Mitteilung hat auch Herr Prof. LUGEON nach Veröffentlichung seiner Karte den Malm von Mondralesse als solchen erkannt.

Über den Verlauf der Wildstrubelfalte sei noch Folgendes bemerkt: Nach SW, im Rawilhorn, verflacht sich die Falte und verschwindet am Lac des Audannes. Nach NE jedoch wird sie bedeutender, ihr Nordschenkel stellt sich steiler (Taf. XXV, Prof. 3) und steht bei den Wildstrubelhütten beinahe senkrecht (Taf. XXV, Prof. 2). Auf Prof. 1 gelangt die Falte nicht mehr zur Darstellung, sie liegt ausserhalb des Aufnahmegebiets.

2. Rawilmulde.

Die Rawilmulde tritt landschaftlich deutlich als Senke hervor und bildet so den natürlichen Weg für den Rawilpass. In ihr liegen Armeillon, Plan des Roses und die Laufböden (s. Taf. XXIV).

Der Bau der Mulde wird durch grosse Längsstörungen kompliziert. Einerseits ist der Nordschenkel der Wildstrubelfalte auf die Mulde überschoben, andererseits ist die Mulde gegenüber der Wildhornfalte an der Rawiluntervorschiebung abgesenkt und zurückgeblieben. Sehr schön sind diese Verhältnisse im Tal der Liène aufgeschlossen (Taf. XXV, Prof. 4). Deutlich zeigt sich die ca. 400 m betragende Überschiebung des Nordschenkels der Wildstrubelfalte auf die horizontalen Schichten der Mulde. Bei dieser Überschiebung wurden die Seewerschichten und das Eocaen der Mulde vom Schrattenkalk von Armeillon abgescheert, es findet so eine Zerlegung der Bewegung in zwei Überschiebungen statt. Dabei überfahren die abgescheerten Schichten auch den südlichen Ast der Rawiluntervorschiebung, welche den Schrattenkalk von Armeillon nach S absenkt. Es geht daraus hervor, dass die Rawiluntervorschiebung älter ist als die Überschiebung.

Ähnliche Verhältnisse finden wir in der westlichen Fortsetzung der Rawilmulde. Auch hier ist der Nordschenkel der Wildstrubelfalte auf die Mulde überschoben worden und hat die Seewerschichten und das Eocaen vom Schrattenkalk abgescheert. Da jedoch an dieser Stelle der südliche Ast der Rawilunterverschiebung sehr steil einfällt, konnten die abgescheerten Schichten nicht nach N überschoben werden. Vielmehr wurden sie zwischen dem überschobenen Nordschenkel und dem Nordflügel der Rawilunterverschiebung zusammengepresst und bilden in der Mulde ein sekundäres Gewölbe (s. Taf. XXIV, S Ténéhét).

Die bei Armeillon sichtbaren Überschiebungen kennzeichnen auch die östliche Fortsetzung der Rawilmulde, hier zeigen sie sich aber nur in den Seewerschiefern und im Tertiär (Taf. XXV, Prof. 3 und 2). Zu interessanten Erscheinungen gibt eine ähnliche Überschiebung am Firstli Anlass (Taf. XXV, Prof. 1). Wir können dort Folgendes beobachten: Die an der Rawilunterverschiebung zurückgebliebene Rawilmulde ist durchsetzt von einer Reihe südfallender Verwerfungen, die eng mit der Unterverschiebung im Zusammenhang stehen. Der südlichste dieser Brüche ist der bedeutendste, er hat eine Sprunghöhe von ca. 150 m und teilt das Eocaen in zwei Platten, eine nördliche auf dem Firstligrat und eine südliche unter dem Laufbodenhorn. Die obersten Schichten der südlichen Eocaenplatte sind nun über die Kante, die der Schrattenkalk mit der Verwerfung bildet, nach N überschoben. Dadurch wurden die auf dem Schrattenkalk liegenden Seewerschichten zusammengestaucht und auf die nördliche Eocaenplatte hinübergepresst. Zugleich wurde ein schmaler, von zwei Verwerfungen begrenzter und von etwas Albien bedeckter Schrattenkalkspieß, der in die Seewerschiefer hinaufragt, nach N hakenförmig umgebogen. Wie tief die Überschiebung nach S in die Eocaen-Kreidserie hinabreicht, lässt sich nicht sagen. Es ist sehr gut möglich, dass nur die Hohgantschichten an ihr bewegt wurden. Es könnte sich aber auch um eine Abscheerung des Eocaens vom Schrattenkalk auf dem Gleithorizont der Seewerschiefer handeln, wie wir das in Armeillon beobachten konnten.

Der Kern der Rawilmulde wird von Ultrahelvetikum gebildet, das aber nur in einigen Relikten überliefert ist. Ausser den schon von M. LUGEON angegebenen Vorkommen sind neu zu nennen einige kleine Relikte im SE der Rawilpasshöhe (Taf. XXIV und Taf. XXV, Prof. 3).

3. Wildhornfalte.

Die Wildhornfalte bildet von W nach E die Gipfel Wildhorn, Schneidehorn, Mittaghorn und streicht dann in den Firstligrat. Durch den Iffigenseebruch und einen weiteren, N Mittaghorn verlaufenden grossen Streckungsbruch wird sie in drei Teile zerlegt: Schneidehorn-, Mittaghorn- und Firstli-Abschnitt.

Der Südschenkel der Falte ist am besten zu beobachten im Schneidehorn-Abschnitt zwischen Liènetal und Schneidehorn (Taf. XXV, Prof. 4). Er ist von zahlreichen Brüchen durchsetzt und bildet nördlich der Rawilunterschiebung die Karrenfelder von Ténéhét und des Schneidehorns. Im Mittaghorn-Abschnitt ist das Gewölbe so stark gehoben, dass als Jüngstes des Südschenkels nur die Drusberg-schichten des Mittaghorns übrig geblieben sind. Im Gebiet des Firstli kann man die Schichtserie über der Rawilunterschiebung als Südschenkel der Wildhornfalte betrachten. Sie wurde oben im Zusammenhang mit der Rawilmulde beschrieben.

Im Nordschenkel kann man verfolgen, wie die Wildhornfalte von SW nach NE aus einem aufrechten Gewölbe zur liegenden Falte wird. Am Kirchli fällt der Nordschenkel noch mit 80° NW, zu beiden Seiten des Iffigenbruches steht er senkrecht. Weiter E ist er überkippt und fällt am Firstli 40° SE.

Über die Verhältnisse im Innern der Falte sind wir nur durch die frontalen Anrisse im Iffigental orientiert; aus ihnen geht hervor, dass die Wildhornfalte — wenn wir von der schon oben besprochenen Rawilunterschiebung (*I* auf Taf. XXV) absehen — von zwei Unterverschiebungen durchsetzt wird. Die eine davon (*II* auf Tafel XXV, Prof. 2 und 4), lässt sich im Schneidehorn-Abschnitt beobachten. Sie verläuft an der Basis des Schrattenkalks des Falten-südschenkels. Die Drusberg-schichten sind an ihr geschleppt und fehlen auf grosse Strecken ganz, so dass Schrattenkalk auf Kieselkalk zu liegen kommt. Diese Unterverschiebung ist infolge der Erosion im Mittaghorn-Abschnitt nicht mehr nachweisbar, sie tritt aber im Firstli-Abschnitt am Rothorngrat wieder auf (Prof. 2). Dort scheint der Schrattenkalk geradezu in den Kieselkalk hineingepresst zu sein. Die Drusberg-schichten fehlen beinahe, was M. LUGEON zur Annahme führte, das ganze Barrémien sei in Urgonfacies ausgebildet (Lit. 45, p. 227). Die Unterverschiebung, die von einer Reihe weiterer Brüche begleitet ist, lässt sich nicht genau feststellen, da sie den Schicht-flächen parallel läuft. Weiter im E, zwischen Rothorngrat und Firstli vereinigt sie sich mit der Rawilunterschiebung.

Die zweite Unterverschiebung (*III* auf Taf. XXV, Prof. 3) lässt sich nur im Mittaghorn-Abschnitt beobachten. Dort sind als Kern der Falte die Valanginienmergel aufgeschlossen. Zwischen zwei Kieselkalkwänden bilden sie ein sanfter geböschtes, auffälliges Band, in dem sich deutliche Stirnfältelungen zeigen. Dieser Kern steht mit dem überkippten Nordschenkel in normalem stratigraphischem Zusammenhang, vom Südschenkel ist er jedoch durch die Unterverschiebung *III* getrennt. Der Gipfel des Mittaghorns wird von den Drusberg-schichten gebildet. M. LUGEON hat diese Verhältnisse auf seiner Karte (Lit. 66) richtig wiedergegeben, nur kannte er die Unterverschiebung nicht, die sich erst bei einem Durchstieg der Mittag-hornwand feststellen liess. Im zugehörigen Text jedoch stellte er den

Valanginienkern und die Drusbergschichten des Südschenkels ins mittlere Hauterivien und vermutet den Kern der Falte im Kieselkalk des Südschenkels (Lit. 45, p. 218, Fig. 117), welche nachträgliche Deutung nun hinfällig geworden ist.

4. Iffigenmulde.

Die nördlich der Wildhornfalte folgende Iffigenmulde tritt im Untersuchungsgebiet wohl landschaftlich als tiefes Längstal hervor; über ihren Bau aber sind wir nicht näher orientiert, da die Muldensohle durch Quartärbildungen verdeckt ist. Wenig W der Gebietsgrenze jedoch, am Grat zwischen Wildhorn und Hahnenschritthorn ist sie ausgezeichnet aufgeschlossen. Die Mulde ist dort noch flach; sie dürfte diesen einfachen Bau bis zum Iffigensee beibehalten. E vom Iffigenseebruch wird die Iffigenmulde zur breiten, nach SE einsteichenden Mulde. Einerseits hängt dies damit zusammen, dass die Wildhornfalte dort zur liegenden Falte wird, während andererseits die Niesenhornfalte rasch nach NE abtaucht und in der Iffigenmulde aufgeht (s. auch Fig. 8, S. 396).

Von der ultrahelvetischen Muldenfüllung ist im Iffigental nur ein Relikt östlich von Dole vorhanden; weiter im E jedoch ist die Mulde vom Ultrahelvetikum der „Zone des Cols“ verdeckt, sie kommt erst in der Gollitschenmulde im NW von Kandersteg wieder zum Vorschein.

5. Niesenhornfalte und Hohbergfalte.

Die beiden Falten und die zwischen ihnen liegende Mulde von Stiereniffigen müssen gemeinsam behandelt werden, da sich die Falten auf kurze Distanz ablösen. Kompliziert wird die Erscheinung durch den Iffigenseebruch und eine Längsstörung, die sich im W als Untervorschiebung, im E als steiler Längsbruch bemerkbar macht. Über diese Verhältnisse orientiert Fig. 8, S. 396.

In der Westflanke des Niesenhorns (Prof. C in Fig. 8 und Prof. 4 in Taf. XXV) lässt sich Folgendes beobachten⁸⁾: In den Valanginienmergeln zeigen sich zwei Faltenkerne, von denen der nördlichere (*H*) der grössere ist. Dagegen scheint im Schrattenkalk eine einheitliche Falte vorhanden zu sein. Der zum nördlichen Kern (*H*) gehörende Nordschenkel ist überkippt und fällt mit 45° SE. Über dem südlichen Valanginienkern (*N*) verläuft eine Untervorschiebung (*IV* in Taf. XXV) an welcher der Südschenkel der Falte (Kieselkalk-Eocaen) zurückgeblieben ist.

Etwas östlicher in Prof. B der Fig. 8, finden wir eine Stad-schiefermulde (Mulde von Stiereniffigen, *St*), welche durch die Unter-

⁸⁾ Nach freundlicher Mitteilung von A. VISCHER und eigenen Beobachtungen.

vorschiebung auf die Drusbergschichten des Nordschenkels (Stiegelen) zu liegen kommt.

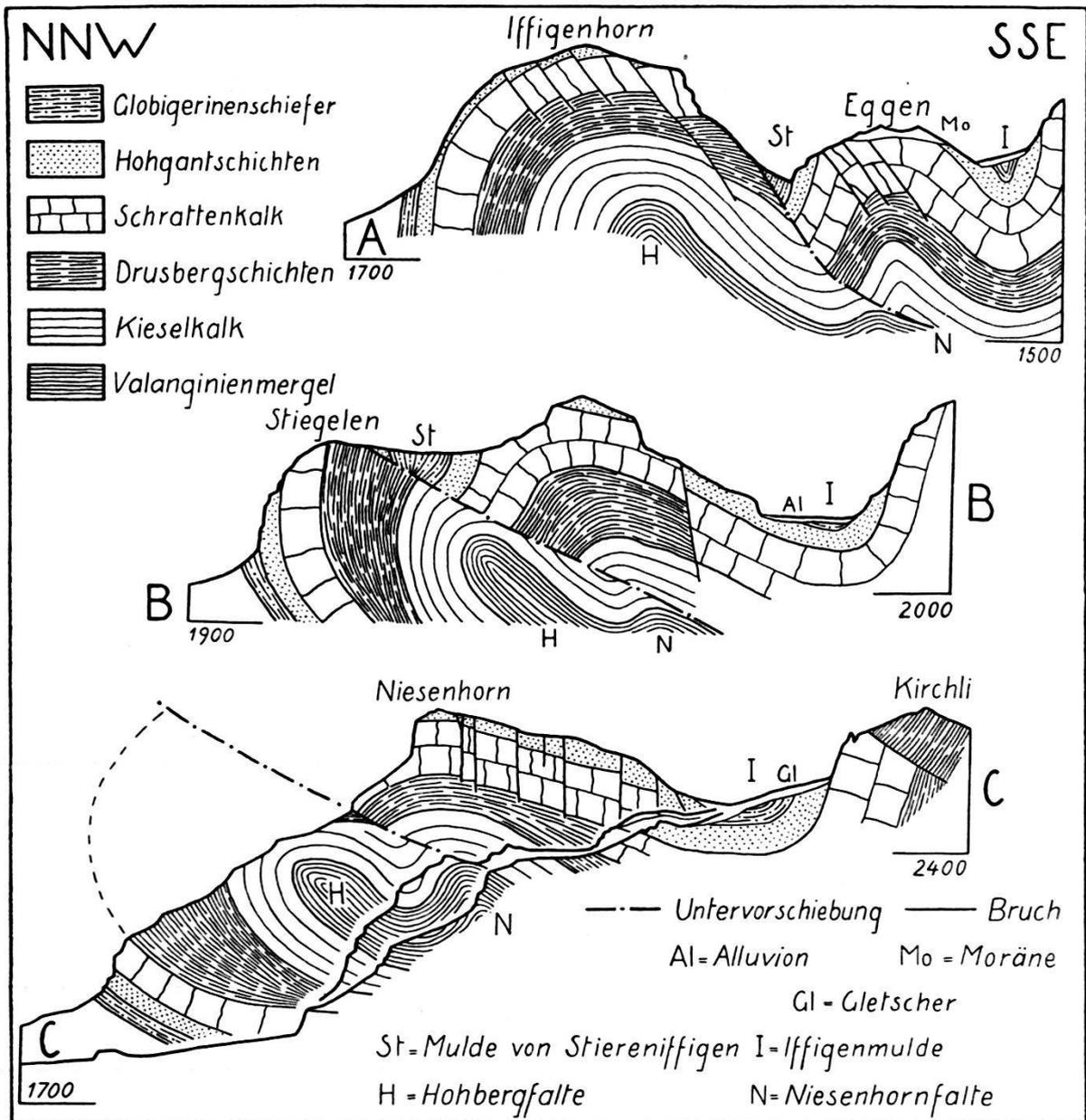


Fig. 8. Drei Profile durch Niesenhorn- und Hohbergfalte.

Masstab 1:25000.

(Lage der Profilrassen auf Taf. XXIV.)

Zwischen Prof. B und Prof. A verläuft der grosse Iffigenseebruch. Deshalb erscheinen im Prof. A die Falten südlicher als in den Prof. B und C. Prof. A lässt erkennen, dass am Iffigenhorn aus dem Nordschenk (Prof. B und C) ein stattliches Gewölbe (H) geworden ist. Die Längsstörung ist hier ein steil SE einfallender Bruch, welcher eine

schmale Stadschiefermulde (*St*) neben Drusbergschichten der Hohbergfalte (*H*) stellt.

Im weiteren Verlauf der Falten nach E taucht das südliche Gewölbe (*N*) rasch ab; es wird zusammen mit der Mulde von Stiereniffigen (*St*) zu einem Teil der Iffigenmulde (*I*), die dadurch stark verbreitert wird. Die nördliche Falte (*H*) wird auch auf dem weiteren Verlauf nach NE immer von dem Längsbruch (*IV* in Taf. XXV) begleitet, der am Niesenhorn sich als Untervorschiebung geltend macht. Durch ihn wird der Faltensüdschenkel abgesenkt, er ist deshalb nirgends aufgeschlossen. Die Hohbergfalte (*H*) lässt sich nach NE bis zur Alp Ritz verfolgen, wo sie unter dem Ultrahelvetikum verschwindet. Sie erscheint nochmals im Käliberg (s. Fig. 1, p. 347) und taucht dann erst wieder zwischen Adelboden und Kandersteg auf.

6. Fenster von Schwand.

(Fig. 1, p. 347.)

Die N von Hohberg folgende Mulde ist angefüllt durch die ultrahelvetischen Decken. Weiter im N wird jedoch in den tiefen Gräben des Kindbach und des Aebibach Eocaen und Schrattenkalk der Wildhorn-Decke erneut freigelegt. Zwischen dem Rothorn (2 km N Niesenhorn) und Färrichen⁹⁾ am Iffigenbach finden wir immer wieder Aufschlüsse von Globigerinenschiefern und Lithothamnienkalk. Sie sind als östliche Fortsetzung der Falte an der Holzersfluh (4 km südsüdöstlich Lauenen) aufzufassen. Im Tal des Iffigenbachs bei Färrichen tritt ausser dem Eocaen auch der liegende Schrattenkalk zutage.

7. Fenster von Lenk.

Die nördlichsten Aufschlüsse der Wildhornfalte finden wir S vom Dorfe Lenk (s. Fig. 1, p. 347). In der Sohle und am Rande des breiten Simmentales finden sich einige gletschergeschliffene Hügel von Lithothamnienkalk, an denen sich feststellen lässt, dass es sich um den flachen Scheitel einer mit 15° nach NE abtauchenden Falte handelt. Wahrscheinlich entspricht sie der oberen der zwei liegenden Stirnfalten von Lauenen, in welcher ebenfalls Lithothamnienkalke transgressiv auf Schrattenkalk folgen.

⁹⁾ Auf der Siegfriedkarte stand früher statt der Bezeichnung „Färrichen“ der Name „Schwand“, weshalb M. LUGEON (Lit. 45, p. 211) von „Fenêtre de Schwand“ spricht, welche Benennung ich beibehalte.

C. Verlauf der Falten nach Nordosten.

Im Anschluss an meine Aufnahme schien es mir von Interesse zu sein, den Verlauf der im Rawilgebiet feststellbaren Falten nach NE zu verfolgen; bis zum Kandertal konnte ich eigene Untersuchungen ausführen, weiter nach NE benützte ich Karte und Profile von H. ADRIAN (Lit. 64), ferner den von P. LIECHTI & K. GOLDSCHMID bearbeiteten NW-Teil des Blattes Lauterbrunnen 1:25.000 des Geologischen Atlases (Lit. 65).

Wie schon aus M. LUGEON's Karte (Lit. 66) ersichtlich ist, stellt bis zum Kandertal die Wildhornfalte die beste Leitlinie dar. Folgende Gipfel werden von SW nach NE von ihr gebildet: Ammertenhorn, Ammertengrat P. 2613,4, Rotstock, Mittagshorn (Lohnergruppe), Bonderspitz, First und Hohwang (bis zum Mittagshorn, s. Fig. 1, p. 347).

Südlich anschliessend finden wir die Rawilmulde, die sich zwischen Ammertengrat und Lohner stark verschmälert (s. Fig. 1). In der Lohnergruppe liegt sie am Lohnerwestgrat und am Nünihorn. Auf der ganzen Strecke vom Rawilpass bis zum Nünihorn ist die Rawilmulde durch das Auftreten von mittlerer Kreide und von Lutétien gekennzeichnet; diese Schichten keilen aber schon auf dem Scheitel der Wildhornfalte aus, sie fehlen in ihrem Nordschenkel. Vom Rawilpass bis zum Nünihorn lässt sich auch die Rawiluntervorschiebung verfolgen. Stets ist an ihr die Rawilmulde gegenüber der Wildhornfalte zurückgeblieben. Die Rawiluntervorschiebung bildet also ebenfalls eine wichtige tektonische Leitlinie.

Südlich der Rawilmulde folgt die Wildstrubelfalte. Auf ihrem Scheitel liegen die Gipfel des Wildstrubels, ihr Nordschenkel bildet das Gletscherhorn und die Gipfel des Lohners.

Schwieriger ist die Parallelisation der nördlicheren Einheiten, die zwischen dem Simmental und Adelboden ganz vom Ultrahelvetikum verdeckt werden (Lit. 32, p. 103). Mit Sicherheit lässt sich nur die Iffigenmulde mit der Gollitschenmulde (im NW von Kandersteg) verbinden, da beide nördlich der Wildhornfalte liegen. Sehr wahrscheinlich entsprechen sich auch die Hohbergfalte und die W Gollitschen auftauchende Standfalte. Dagegen ist es nicht möglich, die kleinen Fenster des Simmentals mit den Stirnfalten der Wildhorndecke im Kandertal zu identifizieren.

Deshalb soll nur für die Einheiten südlich der Gollitschenmulde versucht werden, ihren weiteren Verlauf nach NE festzustellen. Um einen Vergleich zwischen den beiden Seiten des Kandertals zu ziehen, stehen uns Karte und Profile von H. ADRIAN (Lit. 64) zur Verfügung. Danach finden wir östlich des Kandertals die Aermigenmulde, und von dieser nahm H. ADRIAN an, sie sei die Fortsetzung der Gollitschenmulde.

Vergleichen wir aber diese beiden Mulden, so zeigen sie sehr grosse stratigraphische Verschiedenheiten: Die Gollitschenmulde ist durch die Transgression der Hohgantschichten auf Schrattenkalk ausgezeichnet, während die Aermigenmulde mittlere Kreide und Lutétien führt. Zwischen Wildhorn und Kandertal laufen nun aber die Isopen der Eocaentransgression mit den Faltenaxen parallel. Es ist deshalb wenig wahrscheinlich, dass auf der kurzen Strecke zwischen den beiden Seiten des Kandertals sich die Isopen so stark verschieben, dass die auf der Westseite des Tales für die Rawilmulde typische Facies sich auf der Ostseite in der nördlicher gelegenen Gollitschenmulde vorfindet.

Die Verhältnisse erklären sich ohne weiteres, wenn wir die Aermigenmulde nicht mit der Gollitschenmulde in Verbindung bringen, sondern sie als Fortsetzung der Rawilmulde auffassen, die auf der ganzen Strecke zwischen Wildhorn und Kandertal durch mittlere Kreide und Lutétien gekennzeichnet ist. Zugunsten eines solchen Zusammenhanges spricht nun aber auch eine wichtige tektonische Erscheinung: Auch die Aermigenmulde ist im N durch eine Untervorschiebung begrenzt und erscheint gegenüber der nördlich folgenden Bachfluhfalte zurückgeblieben. Die Untervorschiebung ist zwar auf den Profilen H. ADRIAN'S nicht als solche eingetragen, die Erscheinung wurde aber schon von ARN. HEIM (Lit. 27, p. 441) festgestellt und der Rawiluntervorschiebung am Lohner gleichgesetzt.

Endlich können wir für die Verbindung Rawilmulde–Aermigenmulde noch folgende Argumente geltend machen:

Aus einem Vergleich der Karte M. LUGEON'S mit derjenigen H. ADRIAN'S ergibt sich, dass sowohl die Wildhornfalte wie die N der Aermigenmulde folgende Bachfluhfalte einen Malm-Dogger-Kern aufweisen. Nördlich der Gollitschenmulde dagegen ist kein Jurakern vorhanden (Lit. 8, p. 282).

Sodann ist die Wildhornfalte als liegend zu bezeichnen. Sie überdeckt die Gollitschenmulde um ca. 1 km; südlich der Aermigenmulde dagegen findet sich der senkrechte Nordschenkel einer Falte, der dem Nordschenkel der Wildstrubelfalte am Lohner völlig entspricht.

Alle aufgezählten Tatsachen sprechen für den Zusammenhang der Rawilmulde mit der Aermigenmulde. Daraus folgt dann weiter, dass das Aermighorn dem Nordschenkel der Wildstrubelfalte entspricht, während die Wildhornfalte in die Bachfluhfalte zieht. Was die nordöstliche Fortsetzung der Iffigen-Gollitschen-Mulde betrifft, so ist sie meines Erachtens in der im W-Hang des Giesenengrates auftretenden Mulde IV von H. ADRIAN (Lit. 2, p. 320) zu suchen, denn auch hier folgen über dem Schrattenkalk sofort die Hohgantschichten.

Über den weiteren Verlauf der Falten nach NE sind alle Bearbeiter einig (Lit. 2; 23; 24; 31; 39). Dem Aermighorn (Wildstrubelfalte) entspricht jenseits des Kientals der Dreispitz, der Aermigen-

mulde (Rawilmulde) die Mulde an der Höchstfluh, und die Bachfluh (Wildhornfalte) findet ihre Fortsetzung in der Hutmaadfalte. Auch hier sind die Hutmaadfalte und die Mulde an der Höchstfluh durch eine Untervorschiebung getrennt, jedoch reichen hier mittlere Kreide und Lutétien über den Scheitel der Hutmaadfalte (Wildhornfalte) bis in den Nordschenkel (Lit. 39, Taf. II, Prof. 10).

Weiter nach E lässt sich nur noch die südlichste Falte (Wildstrubel-Dreispietz-Falte) verfolgen (Lit. 24). Sie zieht über das Morgenberghorn und den Därligengrat gegen Interlaken und setzt sich in der Harderfalte fort (Lit. 2; 4; 5; 19; 24; 39).

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich nun die in folgender Tabelle zusammengestellte Parallelisierung der südlichsten Falten und Mulden der Wildhorn-Decke:

N			S
Iffigenmulde P. 2739	Wildhornfalte Wildhorn	Rawilmulde Col des Eaux froides	Wildstrubelfalte Rawilhorn
Iffigensee Iffigen	Seeschneide Mittaghorn	Les Hors Rawilpass	Wetzsteinhorn Col de la Plaine- morte
Dole Räzliberg	Firstli Ammertenhorn Mittaghorn	Tierberg Ammerten- gletscher Lohnerwest- grat	Gletscherhorn Wildstrubel Lohner
Gollitschen Giesenengrat	Bonderspitz Bachfluh Höchst P. 1840 Hutmaad	Nünihorn Aermigen Höchstfluh Ober Suldberg	Mittellohner Aermighorn Dreispietz Morgenberghorn Därligengrat Harder

Diese Parallelisierung führt zum weiteren Ergebnis, dass vom Wildhorn bis zum Dreispitz die Isopen der Eocaentransgression dem Faltenstreichen parallel verlaufen, im Gegensatz zu den Angaben J. BOUSSAC's, der ein Abweichen der Isopen vom Streichen nach NE annahm, jedoch auf Grund einer ungeklärten Faltenparallelisation zu dieser Ansicht gelangte (Lit. 10, p. 346, Fig. 115). Erst gegen den Thunersee zu greift das Lutétien von der Rawilmulde aus ins nördlich anstossende Gebiet vor.