

Beispiele von jungen Gleitungen aus Vorarlberg. Verwendung von Gleitformen für das Karproblem.

Von Otto Ampferer.

Mit 12 Zeichnungen.

Bei der geologischen Landesaufnahme in Vorarlberg sind in den letzten Jahren eine Reihe von Gleitungen größerer und kleinerer Bergkörper bekannt geworden, über die ich hier zusammenhängend berichten möchte. Es handelt sich hier vor allem um Gleitformen aus dem Bereiche des Kloostertales und

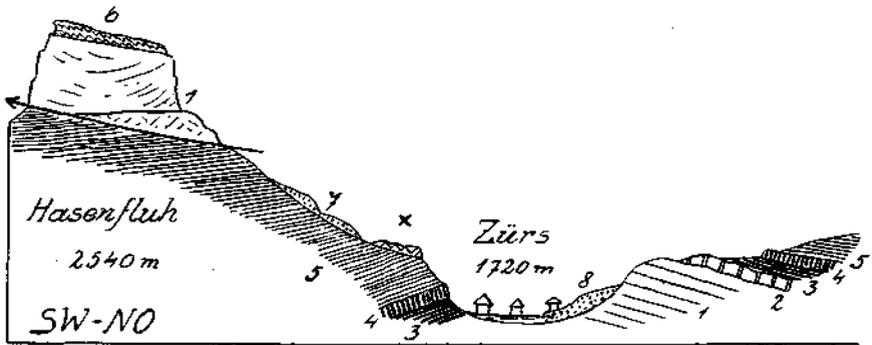


Fig. 1.

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 = Hauptdolomit | 5 = Kreideschiefer |
| 2 = Oberrätkalke | 6 = Gewalzte Aptychenkalke |
| 3 = Fleckenmergel | 7 = Endmoränen |
| 4 = Tithonkalke | 8 = Grundmoränen |
| × = Gleitmasse aus Hauptdolomit. | |

seiner Umgebung. Ich bin überzeugt, daß damit die Gleitungsfälle in Vorarlberg noch lange nicht erschöpft sind. Vielleicht werden gerade auf diese Zusammenstellung und Beleuchtung hin noch einige weitere Fälle aufgefunden.

Ich beginne meine Beschreibung mit einer Gleitmasse von Hauptdolomit, welche sich vom Gipfelkörper der Hasenfluh abgelöst hat und nun auf einer Steilstufe unmittelbar oberhalb vom Hotel Alpenrose und Edelweiß in Züers ruht. Eine Ansicht dieser Gleitmasse findet sich bereits in dem Führerbuch zu den geologischen Karten der Lechtaleralpen vom Jahre 1932 auf der Tafel der Hasenfluh zwischen S. 106 und 107.

Hier lege ich als Fig. 1 einen Querschnitt vor, der die Lagebeziehungen der Gleitmasse sowohl zum Stammkörper wie auch zur Talform leicht zu verfolgen gestattet. Wie diese Figur zeigt, besteht die Gleitmasse aus einer

länglichen Scholle von Hauptdolomit, die innerlich stark zertrümmert ist, aber trotzdem ihren Zusammenhang noch bewahrt hat und nicht in einen Trümmerhaufen zerfallen ist.

Die Scholle besitzt heute noch eine Länge von über 500 *m* und eine größte Breite von etwa 120 *m*. Sie reicht nicht bis in die Talsohle von Zürs herab, vielmehr wird sie durch eine Steilstufe von 80 bis 100 *m* Höhe davon getrennt. Die Scholle liegt also knapp am Rande einer Steilstufe. Dieser Befund läßt zwei verschiedene Deutungen zu. Als Gleitmasse kann die Hauptdolomitscholle unmöglich gerade genau an der Kante eines Steilhanges zum Stillstand gekommen sein.

Wenn es sich also wirklich um eine Gleitmasse handelt, so muß der Talboden zur Zeit der Gleitung um 80 bis 100 *m* höher gewesen sein als heute.

Es könnte aber unsere Scholle nur ein Randstück der Hasenfluhdecke selbst sein, das einfach durch die Erosion von der Hauptscholle abgetrennt wurde. In diesem Falle hätten wir einen heute isolierten Teil der einst viel größeren Hasenfluhdecke vor uns. Für die Entscheidung zwischen diesen zwei Deutungen kommen aber folgende Beobachtungen in Betracht.

Zunächst ist die Scholle weit mehr zertrümmert als die Hauptdolomitenfelsen der Hasenfluh.

Weiter lagert die Deckscholle der Hasenfluh in flacherer Neigung den Kreideschiefern auf.

Verbindet man unsere Scholle mit der Deckscholle der Hasenfluh, so erhält man in der Auflagerungsfläche einen auffallenden scharfen Knick, der gar nicht zu der einfachen glatten Schubbahn paßt.

Man kann also wohl mit Wahrscheinlichkeit unsere Scholle als eine junge Gleitmasse auffassen, die erst von der schon nahezu auf die heutige Form zugeschnittenen Hasenfluh über die sehr gleitsamen Kreideschiefer zur Taltiefe niederglitt.

Die Taltiefe muß damals um 80 bis 100 *m* höher als heute gewesen sein. Die Gleitung selbst ist älter als alle hier erhaltenen Moränenablagerungen.

Die hier beschriebene Gleitform an der Ostseite der Hasenfluh ist dadurch charakterisiert, daß sich die Gleitmasse völlig von ihrem Stammkörper losgerissen und mindestens 500 *m* horizontal und zirka 250 *m* vertikal davon entfernt hat. Unter den nun weiter folgenden Beispielen befindet sich keine Gleitung von dieser Art. Meistens ist sogar der betreffende Gleitkörper mit seiner Stammscholle noch in Berührung verblieben.

Es ist an und für sich nicht verwunderlich, daß in dem so außerordentlich schroff eingeschnittenen Klostertale westlich des Arlbergs an den Steilhängen mehrfach Gleitungen eingetreten sind. Immerhin ist das Auftreten dieser Gleitkörper recht eigenartig und in der Landschaft gar nicht auffällig. Ich bespreche hier nur zwei besonders gut aufgeschlossene Fälle.

Der eine befindet sich unmittelbar bei dem großen Wasserfall des Bardeltobels am Südfuß der Gamsfreiheit. Hier liegt, wie Fig. 2 ergibt, ein gewaltiges Triasprofil vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit des Gipfels vor, in dem alle Zwischenglieder, insbesondere aber die Raibler Schichten prächtig und reichhaltig entwickelt sind.

Mit Erstaunen findet man nun ganz unten bei dem Wasserfall eine recht eigentümliche Wiederholung der Partnachschiechten. Sieht man genauer zu,

so erklärt sich die Sachlage am einfachsten als eine Absenkung der untersten Scholle von Muschelkalk samt den darauf lagernden Partnachschiehten. Diese Absenkung hat etwa eine Sprunghöhe von 60 bis 80 m.

Die Partnachschiehten, welche neben dem Wasserfall abgesunken sind, zeigen starke Schuppungen und vielfach eine Auflösung in Breccien. Es sind hier kreuz und quer liegende Bruchstücke der schwarzen Tonschiefer mit einem kalkigen Bindemittel zu einer Breccie verkittet.

Die unter den Partnachschiehten lagernden Bänke von Muschelkalk zeigen ziemlich lebhaftere Faltbiegungen.

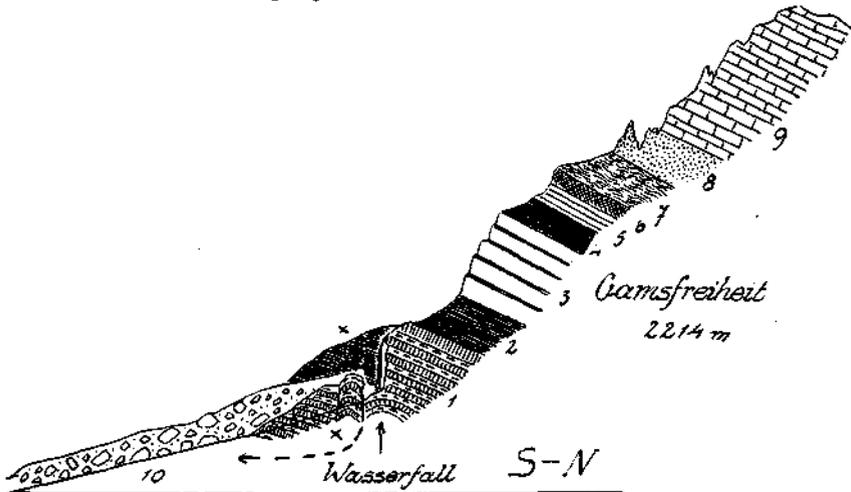


Fig. 2.

- | | |
|--|-----------------------|
| 1 = Muschelkalk | 6 = Dolomitmylonit |
| 2 = Partnach Sch. | 7 = Gipslager |
| 3 = Arlberg Sch. | 8 = Rauhacke |
| 4 = Lunzer Sandsteine | 9 = Hauptdolomit |
| 5 = Opponitzer Kalke | 10 = Grobes Blockwerk |
| X = Gleitmasse aus Muschelkalk und Partnach Sch. | |

Das Anstehende taucht in der Schlucht unter dem Wasserfall rasch unter und riesiges Blockwerk bildet seine Verhüllung. Hauptsächlich bestehen die oft gigantischen Blöcke aus Muschelkalk oder Arlbergkalk.

Faßt man die hier abgesunkene Scholle als eine Gleitform auf, so ist klar, daß diese Gleitung wohl nur zu einer Zeit erfolgen konnte, als das Kloistertal wesentlich tiefer als heute ausgeräumt war. Eine solche Ausräumung dürfte hier nach dem Rückzug der Würmvergletscherung vorhanden gewesen sein.

Das gewaltige Blockwerk, welches heute das Gehänge unter dem Wasserfall einnimmt, dürfte erst nach dem Rückzuge der Würmvergletscherung abgelagert sein. Wahrscheinlich stammt dasselbe aus der Zeit der Schlußvereisung, wo von der Gamsfreiheit steile Hängegletscher ins Kloistertal herabgingen und eine lebhaftere Zerstörung der Steilwände vor sich ging.

Einen im wesentlichen ähnlichen Aufschluß bietet dann die tiefe Schlucht des Grubser Tobels.

Dieses Tobel entwässert den gewaltigen Felstrichter zwischen Katzenkopf im W und Stierkopf im O. Das beistehende Profil (Fig. 3) gibt in Umrissen die geologische Gliederung der Fels- und Schuttmassen wieder, welche hier zu beschreiben sind.

Der obere Teil des Profils reicht wieder vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit empor. Es ist dieselbe Schichtfolge wie an der nur $2\frac{1}{2}$ km weiter östlich gelegenen Gamsfreiheit.

Der untere Teil des Aufschlusses ist heute durch die Weganlagen für den Einbau einer großen Talsperre besser zugänglich geworden.

Man ist zunächst erstaunt, in der Schlucht unterhalb der Hornsteinkalke des Muschelkalks nicht dessen Liegendes (Buntsandstein) auftauchen zu sehen.

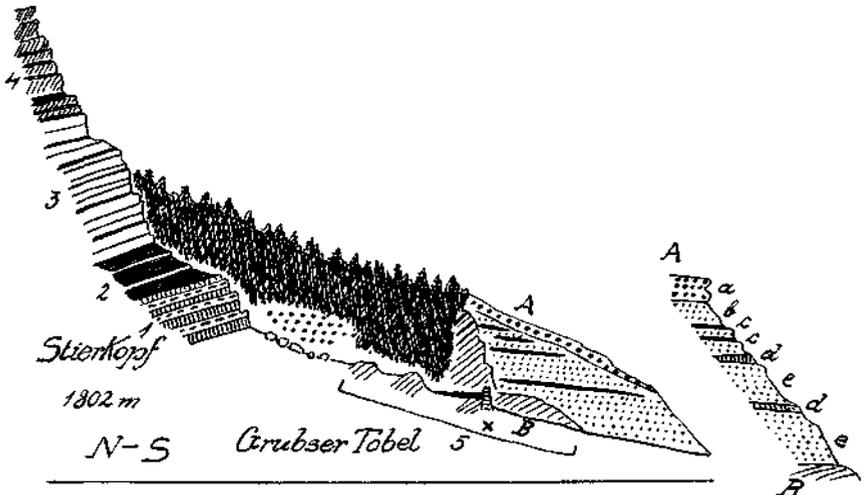


Fig. 3.

- 1 = Muschelkalk
- 2 = Partnach Sch.
- 3 = Arlberg Sch.
- 4 = Raibler Sch.
- 5 = Gleitmasse aus Arlberg Sch.
- X = Talsperre

- a = Grobblockiger, verkitteter Kalkschutt
- b = feinerer, geschichteter Kalkschutt
- c = Lagen von schwarzem Schieferschutt
- d = Lagen von rostigen Raibler Sandsteinen und gelben Rauhwacken
- e = feinerer Kalkschutt

Statt dessen treten brüchige Dolomit- und Kalklagen auf, die ebenfalls in derselben Neigung wie der Muschelkalk gegen N zu einfallen. Nach ihrer Beschaffenheit haben wir es wohl mit Kalken und Dolomiten der Arlbergschichten zu tun, die jedoch sehr stark zertrümmert vorliegen. Untersucht man das Grubser Tobel talabwärts, so findet man bald eine Stelle, wo tatsächlich Partnachschiefer auftauchen.

Wir haben es also wieder mit einer Absenkung zu tun, welche hier aber vor allem Partnachschiefer und Arlbergschichten betroffen hat.

Es ist nun von Interesse, zu beobachten, daß hier auf der also abgesenkten Scholle eine mächtige Schuttablagerung erhalten geblieben ist.

Wie Fig. 3 zeigt, besteht diese Schuttmasse aus zwei deutlich altersverschiedenen Teilen.

Der weitaus größere und ältere Anteil wird von ganz flach talab fallenden Lagen von feinerem, wenig abgerolltem, lokalem Schutt aufgebaut. In dieser Schuttfolge fallen vier farbige Schuttbänder zwischen der grauen Hauptmasse auf. Sie zeigen teils schwarze, teils rostig gelbliche Farben, je nachdem, ob sie viel Schutt aus den Partnachschiechten und von den Raibler Tonschiefern oder aber Raibler Sandsteine und Rauhdecken führen. Offenbar handelt es sich um Murschutt aus dem oberen Trichter des Grubser Tobels, der hier in einer Mächtigkeit von etwa 100 m zur Aufschüttung kam.

Diese Aufschüttung wird nun oben an einer groben Breccie abgeschlossen, die reichlich kantige Kalkblöcke enthält. Dieser fester verkittete Grobschutt zieht sich nun schräg über die älteren, mehr horizontalen Schuttlagen herab. Die Altersfrage dieser Schuttablagerungen ist nicht einfach zu beantworten.

Offenbar handelt es sich um Muren aus dem steilen und hohen Fels-trichter des obersten Grubser Tobels. Bei der großen Steilheit können hier unter geeigneten Umständen verhältnismäßig rasch große Schuttmassen zur

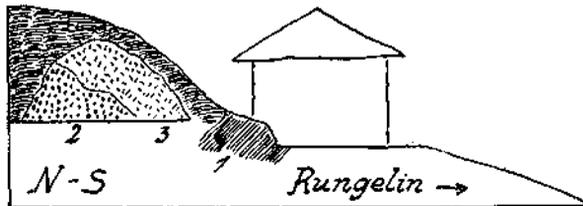


Fig. 4.

- 1 = Partnach Sch.
- 2 = Stark bearbeitete Grundmoräne
- 3 = Leicht verkitteter Gehängeschutt

Ablieferung kommen. Insbesondere sind die Raibler Schichten mit ihren zahlreichen Tonschiefer-Mergel-Sandstein-Dolomitmylonit- und Rauhdeckenlagen besonders zum Abbruch und Zerfall in ziemlich feinstückigen Schutt sehr geeignet. Es braucht also der großen Schuttmächtigkeit keine sehr lange Lieferzeit zu entsprechen.

Der Murschutt muß aber bereits wieder kräftig erodiert gewesen sein, als die oberste grobe Breccie zur Ablagerung kam.

In dem Raum zwischen Grubser Tobel und dem langen Felsrücken von Rungelin hat sich ebenfalls eine sehr große, ganz lokale Schuttmasse erhalten.

Diese Schuttmasse hat eine Länge von zirka 2 km und eine Breite von etwa 600 bis 700 m. Sie beginnt im W bei Rungelin in etwa 650 m Höhe und steigt im O bis über 925 m empor. Der ganze Raum ist mit dichtem Walde oder mit Bergmähdern bedeckt und tiefere Aufschlüsse fehlen. Wohl aber lassen sich zahlreiche Wallformen erkennen, welche die Oberfläche des Schuttkörpers gliedern. Die meisten dieser Wallformen verlaufen quer zur Haupttalrichtung. Der oberflächliche Schutt besteht aus kantigem Blockwerk und feinerem, kantigem Schutt.

Deutliche, klare Grundmoräne habe ich nur an einer Stelle bei den obersten Häusern von Rungelin entdeckt.

Fig. 4 gibt den Ortsbefund dieses kleinen Aufschlusses wieder. Über anstehenden Partnachschiechten ist in einer Schottergrube ausgezeichnet be-

arbeitete Grundmoräne angeschnitten, die zahlreiche polierte und gekritzte Geschiebe aus einem schwarzen Triaskalk enthält. Die Grundmoräne wird von Gehängeschutt verhüllt, der mit dünnen Kalkkrusten verkittet ist.

Dieses Vorkommen von Grundmoränen ist bestimmt der Würmeiszeit zuzuweisen und hat mit unserer groben Blockschuttmasse nichts zu tun, weil es älter als diese ist.

Eine andere Frage ist es aber, ob diese Blockmassen nicht doch Endmoränen des Klostertalgletschers aus der Zeit des Rückzuges der Würmvereisung darstellen.

Wie wir wissen, hat der Montafoner Gletscher zu dieser Zeit doch südlich von Bludenz seine prächtigen Blockendmoränen auf der Schass bei Bürs abgelagert, welche in diesem Jahrbuch auf S. 163 bis 164 von mir beschrieben wurden.

Nun beträgt die Horizontalentfernung zwischen den Blockmoränen von Rungelin und Blockmoränen der Schass nur zirka 4 km.

Man kann sich daher nicht der Einsicht verschließen, daß die beiden Endmoränenzonen gleichzeitige Bildungen sind. Die Endmoränen von Rungelin stammen dabei von dem Nordrande des Klostertaler Gletschers, jene von der Schass aber vom Südrande des Montafoner Gletschers. Der Klostertaler und der Montafoner Gletscher haben sich in der Würmeiszeit südlich von Bludenz zu einem einheitlichen Eisstrom vereinigt.

Zur Zeit der Ablagerung der Endmoränen auf der Schass und bei Rungelin, dürften sie aber bereits wieder in Trennung gestanden sein.

Die Endmoränen auf der Schass sind durch die Führung der häufig sehr großen Blöcke aus Silvrettagesteinen weit leichter zu erkennen als die Endmoränen von Rungelin, die aus Triasgesteinen aufgebaut sind und außerdem von dichtem Walde verhüllt werden.

Trotzdem kann man nicht an der Gleichzeitigkeit beider Endmoränenzonen zweifeln. Sie stellen beide einen gleichzeitigen Halt der schon tief abgeschmolzenen Würmgletscher dar.

Es ist nun zu fragen, in welchem Verhältnisse die mächtigen Murablagerungen im Grubser Tobel zu dieser Würmendmoräne des Klostertaler Gletschers stehen?

Es ist möglich, daß es sich hier um gleichaltrige Aufschüttungen neben dem Klostertaler Gletscher handelt, der den unteren Teil des Grubser Tobels noch versperrt hielt.

Durch diese vorliegende Eissperre würde sich sowohl die auffallend flache Lagerung als auch ihre Mächtigkeit leicht erklären lassen.

Für die Ablagerung der hangenden groben Breccie käme dann die Zeit der Schlußvereisung in Betracht, da die seitlichen Hängegletscher auch im Klostertal tief herabstiegen.

Wir wenden uns nun aus dem Klostertal der großartigen Gleitung der Salum Mähder südlich von Bürs zu. Diese Gleitung wurde von mir im Jahre 1935 erkannt.

Wie Fig. 5 genauer darlegt, handelt es sich hier um eine große Gleitmasse aus Kreideschiefern, welche von dem Kamm Rosenegg (1482 m) Nonnenalpe (1650 m) gegen N ins Illtal abgesunken ist. Bei dieser Gleitung hat sich die große Gesteinsmasse in zahlreiche kleinere Gleitteile aufgelöst, die sich im wesentlichen gleichsinnig bewegt haben. Freilich ist dadurch die große

Masse in eine Reihe von Staffellungen gegliedert worden, die durch Zerrklüfte voneinander getrennt werden. Entlang dieser Zerrklüfte sind jeweils stärkere Absenkungen eingetreten. An anderen Stellen wurden die gepreßten Kreideschiefer dann wieder wulstförmig aufgestaut.

So entstand ein Gehänge mit zahlreichen Stufungen und Wülsten, die bei flüchtiger Betrachtung mit Moränenwällen verwechselt werden können. Aus diesem Grunde erscheint auch auf der Karte von W. Leutenegger das Gebiet der Salum Mähder als Moränengebiet eingetragen. In Wirklichkeit fehlen hier alle Moränenablagerungen und die Kreideschiefer liegen unmittelbar unter der dünnen Grasdecke.

Seltsamerweise fehlen im Gebiete unserer Gleitung aber nicht nur die Moränen, sondern auch alle erratischen Blöcke, die z. B. 1 km weiter östlich noch am Kamm der Cavalinaalpe in großem Format bis zirka 1100 m und

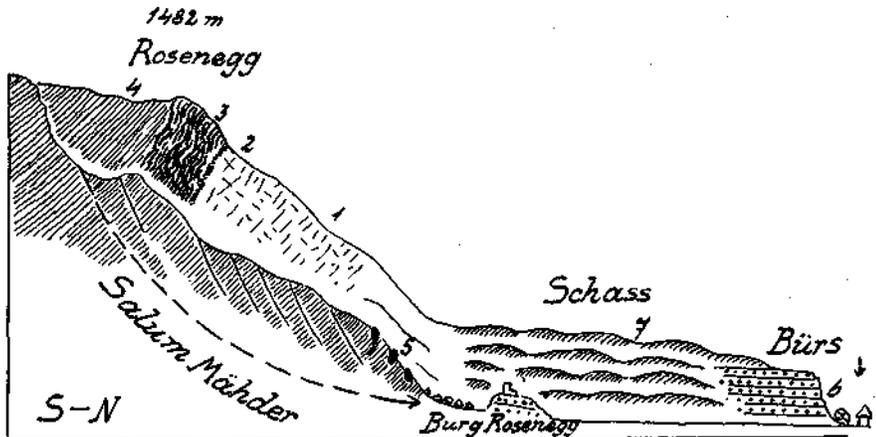


Fig. 5.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1 = Hauptdolomit | 5 = Schollen von Aptychenkalk und Oberrät-kalk |
| 2 = Jura Hornsteinkalke | 6 = Bürser Interglazialkonglomerat |
| 3 = Aptychenkalke | 7 = Blockendmoränen des Illgletschers |
| 4 = Lechtafer Kreideschiefer | |

in kleinem Format sogar bis 1500 m emporreichen. Die Gleitung der Salum Mähder hat auf der Karte einen Flächenraum von etwa 1 km² ergriffen. Der Abriß erfolgte in einer Höhe von zirka 1500 m, der Fuß der Gleitmasse liegt bei der Ruine Roseneegg etwa in einer Tiefe von zirka 600 m. Der Betrag der Absenkung macht dabei am oberen Ende etwa 200 m aus.

Die Wirkung der Gleitung äußert sich also oben als eine vertikale Senkung und unten als eine Ausbauchung und Verschiebung des Gehänges gegen die Aufschüttungsebene des Illtales.

Die Bewegung der Kreideschiefer erfolgte nicht im Fallen, sondern nur ungefähr im Streichen der zu einer Mulde zusammengedrückten Schichten.

Dabei wurde der Nordflügel der Mulde, der hier aus Aptychenkalken, Hornsteinkalken, oberrätischen Kalken besteht, noch mitergriffen und in eine Schollenkette auseinander gerissen.

Wir erkennen Teile dieses Nordflügels der Kreidemulde in den Schollen von Aptychenkalken, die im untersten Abhang unserer Gleitmasse stecken.

Was nun die Zeit dieser Abgleitung betrifft, so kommen für ihre Ermittlung etwa folgende Beobachtungen in Betracht.

Wie schon erwähnt wurde, fehlen im Bereiche der Salum Mäher sowohl Moränen als auch erratische Blöcke. Gleich links und rechts vom Gleitbereich lassen sich sowohl gut bearbeitete Grundmoränen der Würmeiszeit als auch reichlich erratische Blöcke feststellen.

Dieses Verhältnis ist kaum anders zu deuten, als daß die Gleitung erst nach dem Abschmelzen der Würmvergletscherung erfolgte und bei diesem Vorgange die hier aufgelagerten Moränen und erratischen Blöcke abgeschüttelt wurden. Vielleicht ist auch viel von diesem Material in den zahlreich aufgerissenen Spalten verschwunden und so begraben worden.

Das alte interglaziale Bürser Konglomerat reicht nicht bis an den Südfuß unserer Gleitung heran. Zwischen dem Konglomerat und dem Steilhange der Kreideschiefer ist eine ziemlich tiefe jüngere Talfurche eingeschnitten. An einer Stelle hat hier der Bach den Steilhang frisch angeschnitten und man sieht die berginefallenden, quergeschieferten Kreidemergel und etwas oberhalb einen Streifen von stark bearbeiteter Grundmoräne. Der Aufschluß liegt schon außerhalb des Bereiches der Salumgleitung, zeigt aber, daß die Talfurche hier doch schon älter als die Grundmoräne der Würmeiszeit sein muß.

Recht eigenartig ist auch das Verhältnis unserer Gleitmasse zu den hochgelegenen Moränen der Nonnenalpe. Diese Moränenwälle, welche sich westlich und nördlich von der Nonnenalpe (1650 m) befinden, bestehen aus lokalem Schutte und lehnen sich im S an den steil aufsteigenden und ganz schmalen Nordgrat des Kennerbergs (2101 m) an. Es ist unmöglich, daß die ziemlich mächtigen Moränen etwa von einer Lokalvergletscherung des Kennerbergs in der Schlußvereisung abstammen. Viel wahrscheinlicher ist es, daß wir hier Moränen der Würmeiszeit vor uns haben, die aus dem großen Karraum östlich des Valbonakopfs stammen und am Rande des hohen, alten Illgletschers zur Ablagerung kamen.

Die Moränen der Nonnenalpe greifen nun nicht über den Steilrand hinaus, der zu den Salum Mähdern abstürzt. Offenbar ist dieser Steilhang ein jüngerer Einschnitt. Auch diese Beobachtung führt uns wieder zu der Annahme eines jugendlichen Alters der Salumgleitung.

Ganz nahe von der eben besprochenen Gleitung der Salum Mäher finden wir dann in der tief eingeschnittenen Bürser Klamm ein besonders schönes Beispiel einer jungen Gleitung.

Die Bürser Klamm stellt den Ausgang des großen Brandnertales vor, das zur Scesaplana emporführt. Der wasserreiche Alvierbach durchbricht hier in enger Schlucht das Bürser Konglomerat und die darunter liegenden Triasschichten.

In dem hier in Betracht gezogenen vorderen Teile der Bürser Klamm tauchen unter den mächtigen Wänden des festverbundenen, horizontal gebankten Konglomerats die Raibler Schichten, u. zw. Lunzer Sandsteine mit dünnen Kohlenlagen und Rauhwacken empor.

Zwischen den Raibler Schichten und dem Bürser Konglomerat ist nun eine stark bearbeitete alte Grundmoräne eingeschaltet, deren Auftreten von mir bereits im Jahre 1908 gemeldet wurde.

Ein neuerlicher Besuch der Bürser Klamm im Jahre 1936 hat nun ergeben, daß gerade an der Stelle, wo diese alte Liegendmoräne erhalten ist, eine prächt-

tige Ableitung des Bürser Konglomerats vorhanden ist, welche ich bei meinem ersten Besuche übersehen hatte.

Die zwei Profile (Fig. 6 und 7) zeigen die räumlichen Bedingtheiten dieser typischen Gleitung. Ihre Dimensionen sind freilich im Verhältnis zur Gleitung der Salum Mäher nur höchst bescheidene.

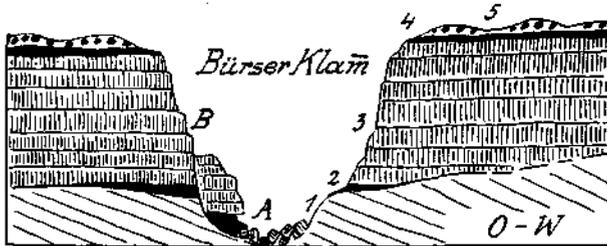


Fig. 6.

- | | |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1 = Raibler Sch. | 4 = Hangendgrundmoräne |
| 2 = Liegendgrundmoräne | 5 = Blockendmoränen des Illgletschers |
| 3 = Bürser Konglomerat | |

Die Grundmoräne zeigt sich als eine betonfeste, schlammreiche Masse mit zahlreichen erratischen und schön geschliffenen und gekritzten Geschieben.

Vor allem fallen blanke Geschiebe von schwarzen Trialkalken, von Verrukano, viele von Gneisen und von Serpentin auf. Man wird nicht fehlgehen,

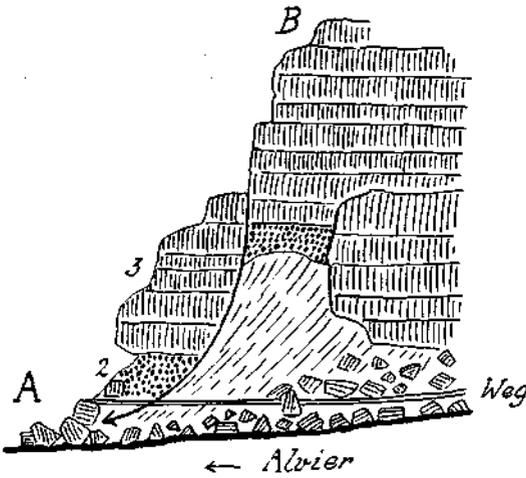


Fig. 7.

- | |
|----------------------------|
| A—B = Profilinie in Fig. 6 |
| 2 = Liegendgrundmoräne |
| 3 = Bürser Konglomerat |

wenn man diese Grundmoräne der Liegendmoräne unter der Höttinger Breccie altersgleich setzt. Es handelt sich also wahrscheinlich um eine Grundmoräne der Mindeleiszeit.

Das Bürser Konglomerat lagert mit glatter Grenzfläche auf der Moräne. Im allgemeinen macht man aber auch hier die Erfahrung, daß die untersten

Bänke des Konglomerats nicht etwa die festesten, sondern im Gegenteile gerade schwächer verkittet sind. Ja es kommen sogar fast unverkittete Lagen vor. Das Geröllmaterial des Konglomerates stammt aus dem Brandnerthal, enthält aber hin und hin auch Material aus dem Montafon und der Silvretta.

Überlagert wird das Konglomerat neuerlich von einer gut bearbeiteten Grundmoräne. Diese liegt aber bereits auf den schräg abgetragenen Konglomeratbänken. Es ist also eine kräftige Erosion zwischen der Verfestigung des Konglomerats und der Hangendmoräne eingeschaltet gewesen.

Über der Hangendmoräne liegen dann erst die mächtigen Blockendmoränen vom Rückzuge der Würmvergletscherung. Was an dieser Gleitung in der Bürser Klamm besonders auffällt, ist der geringe Raum, der hier für einen solchen Vorgang zur Verfügung steht. Für die hohen und steilen Seitenwände ist der Einschnitt der Klamm hier relativ schmal und hat doch genügt, diese Gleitung auszulösen.

Das Alter unserer Gleitung in der Bürser Klamm ist jedenfalls ein sehr junges.

Nach diesen Beispielen von Gleitungen, wo die Gleitkörper immerhin noch gut in ihrem Schichtverbande geblieben sind, möchte ich hier eine benachbarte Gleitung anführen, wo die ganze in Bewegung geratene Gesteinsmasse sich in einen wilden Trümmerstrom aufgelöst hat.

Südöstlich von Nenzing erhebt sich mit steilem Anstiege der Parfritikopf (1561 m), der eine westliche Schulter des Klamperschroffens (1737 m) darstellt.

Über einem Sockel aus Flysch liegt hier eine südfallende Triasdecke aus Muschelkalk—Partnachschiechten—Arlbergschichten und Raibler Schichten aufgeschoben.

Dieses sehr steile Gehänge wird zum größten Teile von dem sogenannten „Planetenwald“ eingedeckt. Ich konnte nun bei den Begehungen im Frühsommer 1936 feststellen, daß hier im Planetenwalde ein gewaltiger Bergsturz verborgen liegt, dessen Blöcke bis zur Mündung des Lutzbaches in die Ill vorgeschleudert wurden.

Einen profilmäßigen Schnitt durch dieses Gelände bringt Fig. 8.

Man erkennt auf den ersten Blick, daß hier die ganze Gleitmasse bei der Bewegung zertrümmert und diese Trümmer auch noch durcheinander gemischt wurden. Das Material liefern die Schichtgruppen von Muschelkalk, Partnachschiechten und Arlbergschichten. Zwischen kleinerem Schuttwerk finden wir aber auch größere Schollen von diesen Gesteinen in ganz wirren Verbänden und Lagerungen. Auf der Karte von J. Verdam (1926/27) ist das Bergsturzgebiet mit Unrecht als Gehängeschutt bezeichnet. Auch die von ihm hier eingetragenen Störungslinien sind inmitten eines Bergsturzgebietes hinfällige Konstruktionen.

Das Bergsturzmaterial liegt heute, soweit es nicht auf die Schotterebene des Illtales hinausgreift, durchaus auf Flyschschichten, die südwärts einfallen.

Da auch die Triasschichten südwärts einfallen, geht aus der Schichtneigung keine Unterstützung für eine Abgleitung hervor.

Wahrscheinlich ist aber die Schubfläche, welche hier Flysch und Triasdecke trennt, die Ursache für die Abgleitung gewesen. Die Fläche trennt wasserdurchlässige Schichten von dichten. Hier sammelt sich also das Wasser

aus den Klüften der Triasdecke und erreicht fortlaufend die darunter liegenden Flyschgesteine. Diese werden dadurch erweicht und sehr gleitfähig. Ein geringes Nachgeben und Ausweichen genügt dann zum Abbruch der steil aufgetürmten Triasschichten.

Es ist nun ganz interessant zu sehen, daß etwa 1 km östlich von diesem großen Bergsturz eine Scholle von Muschelkalk, der sogenannte Schneiderstein, über seinen Flyschsockel bis zur Sohle des Illtales abgeglitten ist. Diese Muschelkalkscholle hat dabei ihren Zusammenhang ganz gut erhalten. Allerdings ist auch der Betrag der Gleitung ein wesentlich geringerer gewesen und macht nur etwa 100 m aus.

Die Gleithöhe des Bergsturzes aber beträgt etwa 400 bis 500 m.

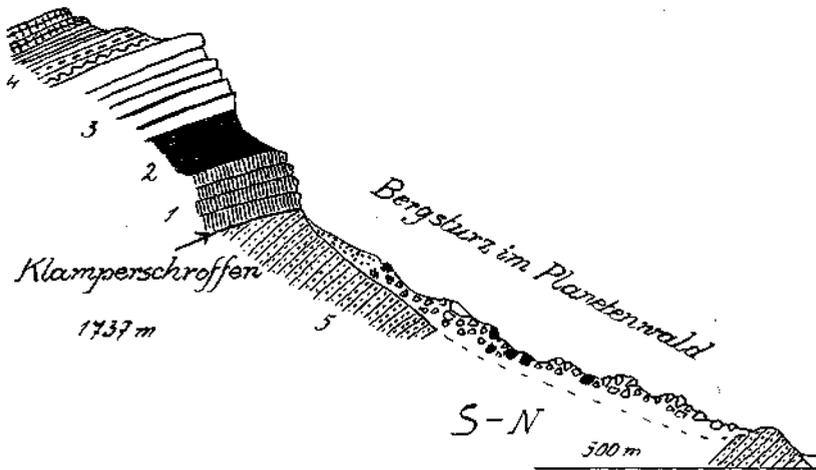


Fig. 8.

1 = Muschelkalk
2 = Partnach Sch.

3 = Arlberg Sch.
4 = Raibler Sch.

5 = Flysch

Als letztes dieser Gleitbeispiele will ich hier noch eine recht eigenartige Form aus dem Tal der Gampalpe beschreiben.

Dieses Tal zieht vom Mattlerjoch (1871 m) gegen NO zum Gamperdonatal hinunter. Der obere Teil des Tales ist ziemlich breit und geräumig, wogegen der untere Teil eine enge, wilde Schlucht darstellt, durch welche der Gampbach oder Abugroßbach in einer Reihe von Wasserfällen hinabstürzt.

Der breite, obere Teil des Gampalptales wird an der Nordseite von dem Kamm des Gallinagrates, an der Südseite von dem Kamm Schenenköpfe—Innerer—Äußerer Äplekopf—Exkopf begleitet.

Diese Kämmen bestehen alle aus flach gelagerten Schichten von Hauptdolomit, unter denen ebenso flach die mächtigen Raibler Schichten zum Ausstrich kommen. Die auffallendsten Glieder der Raibler Schichten sind dabei einerseits gelblichgraue Rauhacken, die zu kecken Türmen verwittern, andererseits dünn-schichtige Gipslagen, in welche vielfach tiefe Dolinen eingefressen sind.

Diese kurz beschriebene Schichtfolge baut nun auch das Gehänge des Inneren Äplekopfs (2126 m) auf, an dessen Nordseite die in Fig. 9 und 10 abgebildete Gleitung zu erkennen ist.

Die Ursache der Gleitung ist hier klar zu beobachten. Es sind die weichen Gipslagen der Raibler Schichten, welche da in großer Mächtigkeit die hangenden

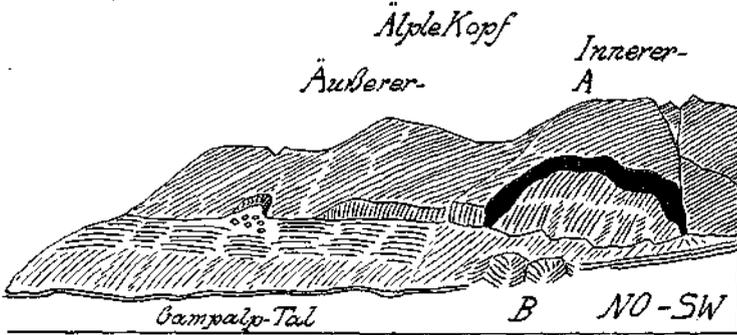


Fig. 9. Ansicht der Gleitungen vom Guschgl Joch.

Schichten des Hauptdolomits unterteufen. In diese Raibler Gipse sind nun zwei große Dolinen eingeschnitten. Offenbar haben die Raibler Gipse dem schweren Druck der Hauptdolomitmassen hier lokal etwas nachgegeben, so daß die in Fig. 9 verzeichnete Gleitung entstand.

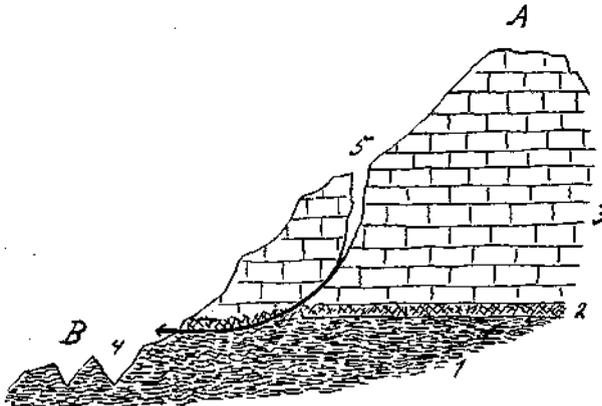


Fig. 10. Profil in der Linie A--B von Fig. 9.

- | | |
|---|----------------------|
| 1 = Feingeschichteter Gips der Raibler Sch. | 4 = Gipstrichter |
| 2 = Rauhdecken | 5 = Große Abrißkluft |
| 3 = Hauptdolomit | |

Neben dieser größeren Gleitung ist weiter nordöstlich am gleichen Berggelände noch eine kleinere ganz ähnliche zu finden.

Die größere Gleitung zeigt einen scharfen, halbkreisförmigen Abriß und eine tiefe, breite Kluft zwischen Stamm- und Gleitkörper. Es ist zu erwarten, daß die hier so scharf umgrenzte Gleitmasse mit der weiteren Verwitterung der Gipsschichten wieder in Bewegung gerät und wahrscheinlich in die tiefen

Dolinen hineinstürzt. Dieses Beispiel von Gleitung im oberen Gampalptal ist vor allem wegen der klaren Schaffung einer halbkreisförmigen Nische bemerkenswert. Diese scharf umgrenzte Hohlform erinnert sofort an die Umgrenzung zahlreicher Karformen.

Für die Erklärung der häufig halbkreisförmigen Nischen vieler Kare bereitet gerade diese scharfe und steilwandige innere Umrandung große Schwierigkeiten.

Ich möchte hier zur Erklärung der ersten Anlage von Karformen Gleitformen mit halbkreisförmigen Abrißbrändern heranziehen, wobei ich nicht daran zweifle, daß diese Art der Erklärung für einen Großteil der Kare bestimmt nicht in Betracht kommt.

Der Fall einer Gleitung mit halbkreisförmigem Abriß wie er im obersten Gampalptale vorliegt, hat von vorneherein nur eine geringe Anwendungsfähigkeit, weil ja doch wasserlösliche Gipsschichten nicht allzuhäufig die Grundlage von festen Kalk- oder Dolomitsystemen bilden.

Für die Erklärung von Karformen als ursprüngliche Abrißformen von Gleitungen kämen vor allem Gebiete mit steiler aufgerichteten Schichtplatten in Betracht. Solche Gebiete sind nun tatsächlich auch vielfach die Hauptträger wohlausegebildeter Karformen.

Ich brauche nur an das Karwendelgebirge zu erinnern, wo die meisten und schönsten Kare in steiler geneigten Platten im Wettersteinkalk eingesenkt erscheinen.

Wenn man also daran denkt, die erste Anlage und Vorzeichnung von Karformen auf die Abrißbränder von Gleitungen zurückzuführen, so bietet die Aufrichtung von ausgedehnten Schichtplatten die Ausgangsstellung für diese Vorgänge. Unterstützt werden solche Gleitungen dann weiter vor allem durch die Einschaltung von gleitfähigen Gesteinslagen, die für ihre Wirksamkeit keine besondere Mächtigkeit brauchen.

So einfach also die Vorbereitung für das Abgleiten von Schichten in einem Faltengebirge an und für sich auch ist, so kommen doch junge Abgleitungen von dem Ausmaße wie sie alle größeren Karformen erfordern, gar nicht häufig vor.

Man könnte hier nun die Einwendung machen, daß heute einerseits die älteren Gleitungen eben größtenteils bereits zu Karräumen umgeformt wurden, andererseits die Ablösungen der Gleitungen aber hauptsächlich zur Zeit der Gebirgsbewegungen erfolgt sind.

Im Sinne dieser Betrachtung wären also die Hauptgleitungen und damit auch viele der Karformen eng an die Aufrichtung der Schichtsysteme und damit an den Vollzug der Gebirgsbewegungen gebunden.

Diese tektonische Erklärung für die Entstehung von Karformen weicht ganz wesentlich von der geographischen Erklärung ab, die in den Karformen vor allem die Auswirkung von Gletscherarbeit erkennen will.

Der Gletscherarbeit fällt natürlich auch bei dieser tektonischen Deutung eine große Arbeitsleistung zu. Die heutige Karform hat von den ursprünglichen Gleitungen ja nur den Abrißbrand und die erste Anlage des Hohlraumes übernommen.

Die Ausweitung dieses Hohlraumes zu einem Karraum und die Schaffung der Karschwelle bleibt nach wie vor der Gletscherarbeit anheimgestellt.

Während bei der Deutung der Formgrundlage durch Gleitung der schroffe Abrißrand keinerlei Schwierigkeit bedeutet, wird hier die Wegräumung des Gleitkörpers zu einem mehrdeutigen Problem.

Wenn der Gleitkörper bei der Gleitung in einen Trümmerstrom zerfällt, so ist die Wegräumung desselben ja nur eine Frage der zur Verfügung stehenden Zeit. Wenn jedoch der Gleitkörper nicht in Trümmer zerfällt, sondern als geschlossene Masseneinheit abgesunken ist, so ist seine Wegräumung aus einem Tale keine einfache Aufgabe. Es kann aber vielleicht nicht zu einer völligen Wegräumung, sondern nur zu einer Bearbeitung und einer Angleichung der Gleitmasse an das benachbarte Berggelände kommen. In diesem Falle wäre zu untersuchen, ob nicht die Karschwelle und ihr Unterbau durch Gleitfugen von dem Nachbargelände innerlich getrennt werden.

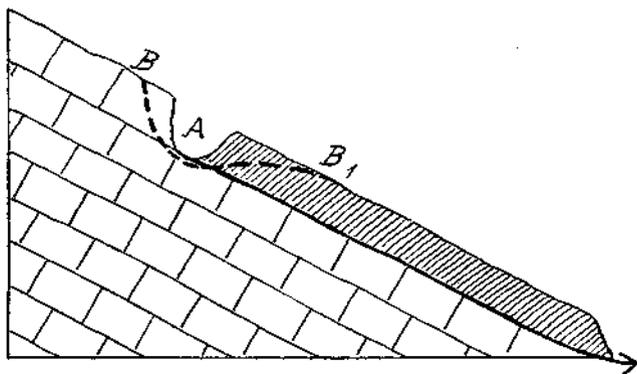


Fig. 11.

A = durch Gleitung geöffneter Abrißraum
 $B-B_1$ = Aus diesem Abrißraum kann durch Wasser- und Eiserosion eine Karform geschaffen werden.

In diesem Falle würde sich keine besondere Wegräumung ergeben und der Vorgang könnte sich so abspielen, wie das Schema Fig. 11 angibt.

Durch die Gleitung wäre nur der Abrißrand und die erste Anlage des Hohlraumes vorgezeichnet. Durch weitere Verwitterung und vor allem auch Eisarbeit würde dann allmählig aus dieser Gleitform eine Karform geschaffen.

Auch das bekannte reihenweise Vorkommen von Nachbarkaren würde der Gleiterklärung keinerlei Schwierigkeit bereiten.

Fig. 12 führt im Schema die Anlage von solchen reihenweisen Gleitungen vor, aus denen dann durch lange Einwirkung von Eis- und Wasserarbeit die typischen Karräume entstehen können.

Der Vorgang von Gleitungen ist im allgemeinen kein Häufungsvorgang. Er kann aber durch Gebirgsbewegungen eventuell auch durch vulkanische Erschütterungen zu einem solchen werden.

Innerhalb von Faltengebirgen sind bestimmt die Zeiten der Gebirgsbewegungen in reichlichem Ausmaße von Gleitvorgängen begleitet.

Diese Gleitvorgänge können Abrißränder und Hohlräume schaffen, welche sich später ganz leicht zu typischen Karformen entwickeln können.

Damit soll in keiner Weise behauptet werden, daß die geographische Ableitung der Karformen eine unrichtige ist. Sie wird bestimmt in sehr vielen Fällen völlig zutreffend sein.

Daneben besteht jedoch auch die tektonische Erklärung mit Hilfe von Gleitungen für die erste Anlage der Karformen zu Recht.

Diese Erklärung schließt die erste Vorzeichnung der Abrißränder und Hohlräume an die Gebirgsbewegungen an. Sie schiebt daher die Formanlage relativ weit zurück. Jedenfalls würden die hierher gehörigen Karformen in ihrer Anlage wesentlich älter als das Eiszeitalter sein.

Der Arbeit der Gletscher würde nur die Ausgestaltung der durch Gleitung geschaffenen Hohlräume zu richtigen Karräumen zufallen.

Da sich zahlreiche Kare überall in geneigten Schichtserien eingesenkt finden, so steht der Anwendung der Gleithypothese auf diese Fälle kein ernstliches Hindernis entgegen.

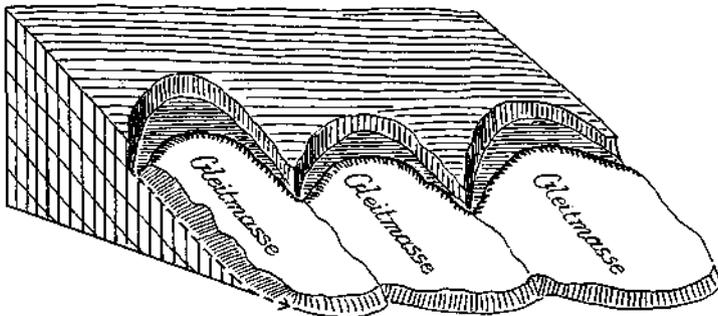


Fig. 12.

Schema einer reihenweisen Gleitung, deren Abrißräume allmählig zu typischen Karräumen umgewandelt werden können.

Die Gleitungen sind wahrscheinlich bei der Schrägstellung der Schichten eingetreten.

Neben diesen Kare kommen aber auch viele andere vor, wo die Schichtlage oder die Gesteinsbeschaffenheit die Annahme von Gleitungen verbieten.

Es kann sich also bei der Annahme von Gleitungen zur Erklärung von Karformen immer nur um fallweise Entscheidungen mit Berücksichtigung aller Vorbedingungen handeln.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit werden eine Reihe von verschiedenartigen Gleitformen aus Vorarlberg zum erstenmal abgebildet und beschrieben. Die Ausmaße der Gleitmassen sind ziemlich bescheidene, nur die Gleitung der Salum Mähder macht davon eine Ausnahme. Die Gleitbahnen sind hier im allgemeinen sehr steil, so daß eine Verwechslung mit Verwerfungen ziemlich nahe liegt. Teilweise konnten solche Gleitungen nur entstehen zu einer Zeit, als die Täler tiefer ausgeräumt waren als heute.

Die große Blockschuttmasse zwischen Rungelin und Grubser Tobel wurde als eine Endmoräne des Klostertaler Gletschers erkannt, die zeitlich den Blockendmoränen des Montafoner Gletschers bei Bürs entspricht. Diese Endmoränen stammen von einem sehr tiefen Abschmelzstande des Illgletschers,

wo derselbe schon wieder in seine zwei Teile, den südlichen Montafoner Gletscher und den nördlichen Klostertaler Gletscher zerfallen war. Die Gleitung in der engen Bürser Klamm zeigt, wie wenig Raumfreiheit zur Auslösung einer Gleitung nötig ist.

Die Gleitung im obersten Gampalptal an der Nordseite des Inneren Äplekops liefert ein schönes Beispiel für die Entstehung einer halbkreisförmigen Abrißnische. An diese Gleitform wird eine Hypothese für die Deutung einzelner Karformen durch Gleitvorgänge angeschlossen.

Die Gleitung kann bei geeigneten Schichten und günstiger Lage leicht Abrißnischen erzeugen, aus denen dann Wasser- und Eisarbeit typische Kare bilden können. Für die Auslösung von Gleitungen kommen in erster Linie Gebirgsbewegungen in Betracht. Hierbei kann die Gleitung zu einer häufigen Erscheinung werden. Die Umformung von Abrißnischen in Karformen wird vor allem durch die Eisarbeit vollzogen. Deshalb werden nur Abrißnischen in entsprechender Höhenlage diese Umformung erfahren.