

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 16 (1920-1922)
Heft: 2

Artikel: Zur Tektonik des Unterengadiner Fensters
Autor: Staub, R. / Cadisch, J.
Kapitel: 3: Das penninische Schieferland
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-157924>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Am Minschun schalten sich Tristelbreccien ein.

VI. Gault	}	<i>Valmalaschuppe</i>
Tristelkalk und -Breccie		
Granit (Juliertypus)		
Verrucano mit Breccien und Quarzporphyr		
Triasquarzite und Dolomite		

Im S schalten sich Neokom und oberer Jura mit bunten Kalken und Schiefen unter der Tristelkreide ein.

VII. Couches rouges (Tanterassa)	}	<i>Ardezerschuppe</i>
Gault (nicht sehr mächtig)		
Tristelschichten (nicht sehr mächtig)		
Neokom von Ardez (sehr mächtig), fehlt i. N.		
Malm (bunte Schiefer von Ardez, im N. als Falknisbreccie, oder fehlend)		
Steinsberger Kalke und -Breccien		
Hauptdolomit		
Verrucano mit Breccien, Diabasen und Quarzporphyren		
Tasnagranit und Casannaschiefer		
VIII. Gault		
Tristelschichten	}	<i>Clünasschuppe</i>
Granit und Casannaschiefer		
IX. Serpentin	}	<i>Schuppen von Champatsch</i>
Rauhwacken		
Serpentin, Diabas, Variolit		
Gneis		
X. Basale Bündnerschiefer		

Es bleibt uns nun noch übrig, diese tektonischen Elemente der Ardezer Gegend einerseits im Fenster weiter zu verfolgen, anderseits mit entsprechenden Elementen in West- und Südbünden in Verbindung zu setzen. Vorher aber müssen wir noch einen kurzen Blick auf die basalen Schiefer werfen.

3. Das penninische Schieferland.

Dasselbe wurde von uns bisher fast völlig ausser Betracht gelassen. Wir können zu dessen näherer stratigraphischer Gliederung vorderhand nichts weiteres beitragen, als dass diese basalen Schiefer einen auf Schritt und Tritt, wie dies ja schon die ältesten Forscher hervorgehoben haben, an den Flysch des Prättigau und des Oberhalbsteins erinnern. Die höheren Teile der Serie sind primär *frei von Ophiolithen*. In den tieferen Teilen, am *Piz Mondin*, schalten sich hingegen grössere Massen von solchen, besonders *Prasinite* und *Diabase* ein. HAMMER erwähnt solche sowohl vom altbekannten *Piz Mondin* als auch von *Finstermünz* und *Weinberg*. Die oberen *ophiolithfreien Bündnerschiefer* dürften dem *Prättigauflysch s. str.* entsprechen, die *Ophiolithe des Piz Mondin* den nördlichen Ausläufern der *Platta-Ophiolithe* im Oberhalbstein, die damit

vergesellschafteten *tieferen Bündnerschiefer* den echten *Schistes lustrés* der penninischen Zone. Inwieweit in jenen oberen dem Prättigauflisch zugewiesenen Bündnerschiefern auch die *Kreide* vertreten ist, können wir heute nur vermuten. Gewisse Breccien des Flyschgebietes zeigen oft weitgehende Ähnlichkeit mit Kreidebreccien, und dies nicht nur im Engadin, sondern auch im Prättigau und Schanfigg. Die weitere Untersuchung wird sich mit dieser Frage ernstlich zu beschäftigen haben.

Das Liegende der basalen Schiefer ist nirgends aufgeschlossen. Die Vermutung von Hammer und Kober, dasselbe liege uns im Tasnagranit vor, ist eine falsche. Der Tasnagranit liegt als Überschiebungsplatte einer unterostalpinen Decke hoch über den basalen penninischen Schiefern. Gegen oben wird die basale Bündnerschieferzone von den *penninischen Ophiolithschuppen der Alp Champatsch* abgeschlossen. Die Grenze gegen dieselben verläuft von der Einmündung der Val Tasna unterhalb Fetan durch, zwischen Motta Maluns und Schlivéra hinauf zum obersten Sattel zwischen Fuorcla und Piz Champatsch. Von dort hinab nach Val Lavér. Dort scheint die penninische Ophiolithzone auszukeilen, und die unterostalpinen Schuppen liegen fernerhin direkt auf den basalen Schiefern.

Betrachten wir nun die geologischen Verhältnisse in anderen Teilen des Unterengadiner Fensters, wie wir sie teils aus eigener Anschauung, teils aus den Arbeiten hauptsächlich von HAMMER SPITZ und DYHRENFURTH, auch SCHILLER kennen. In erster Linie handelt es sich um

Die Fortsetzung der Ardezer Zonen in anderen Teilen des Fensters.

Es ist klar, dass eine so mächtige Zone wie sie die unterostalpinen Decken im Gebiete von Val Tasna und Ardez bilden, nicht ohne weiteres im Streichen verschwinden kann. Sie muss in anderen Teilen des Fensters, besonders in der unmittelbaren Nachbarschaft der von uns studierten Region, längs dem Inn hinab bis Martinsbruck und Nauders, und jenseits der Wasserscheide im Samnaun, gleichfalls in grösseren Massen vorhanden sein. In erster Linie interessiert uns

Der Südrand des Fensters am Inn zwischen Ardez und Nauders.

Zunächst setzt der Tasnagranit bei der Säge am Ausgang von *Val Sampuoir* unter Ardez über den Inn. Er ist dort zweigeteilt. Ein unterer, der Ardezer Hauptgranit, bildet den Felskopf bei der Säge selbst, darüber folgt stark mylonitisches Mesozoikum, besonders untere Kreide; dann als Basis einer

höheren Schuppe wiederum Granit unter P. 1529 am Weg nach Val Sampuoir. Dies könnte eventuell die Fortsetzung der Valmalaschuppe sein. Die kristalline Linse, die ALBERT HEIM 1908 in Val Prauost gefunden hat, könnte die Verbindung herstellen helfen. Noch höher am Hang treten, schon von weitem sichtbar, die weissen, massigen Felsen von *Ballastrés* aus dem Walde hervor. Sie sind nichts anderes als typische *Falknisbreccie*. Kristalline Komponenten finden sich darin, und ihre Fortsetzung unter Alp Sursass hat auch DYHRENFURTH als sehr ähnlich dem *Sulzfluhkalk* bezeichnet. Das ganze Malm-Kreidepaket der Tasnaschuppen zieht nun, in seinen Unterabteilungen prachtvoll sichtbar, hinauf zum Crap Putér und hinüber nach Val Plavna. Dass der Ardezer Haupttasnagranit vom Ausgang der Val Sampuoir nicht weiter nach Osten zu verfolgen ist, in den Fuss des Crap Putér hinein, hat seinen Grund in einer mächtigen Bergschlipfmasse, die bis gegen As-chera dadaint die mittleren und unteren Gehänge des Crap Putér verhüllt.

Die grauen, „vorwiegend kalkigen“ Bündnerschiefer der Dyhrenfurth'schen Karte sind also nichts anderes als die Fortsetzung unserer unterostalpinen Malmkreideserien von Ardez und Val Tasna. Über Muntana, Val Plavna, Rufnat streichen dieselben über die Hügel südlich Tarasp und Vulpera nach Osten gegen die Clemgia. Dort ist im „oberen Bündnerschieferzug“ des Clemgiaprofils von DYHRENFURTH bereits „Minschunbreccie“ mit groben Geröllen nachgewiesen, desgleichen „Crinoidenkalke“. Nach unserer Ansicht handelt es sich um *Falknisbreccie* und *Tristelkreide*. Die „quarzitischen Bündnerschiefer“ südlich San Jon erkennen wir als typische *Gaultquarzite*. An der Clemgia ist also das jüngere Mesozoikum der Ardezer Serien gleichfalls nachgewiesen. Dasselbe liegt dort über den Ophiolithen der Schulser Injektionszone, im besonderen den Serpentin der Clemgiaschlucht, scheinbar direkt unter den Silvrettagneisen. Die Granite von Vallatscha, Chaposch und Rufnat sind bekannt; sie fallen in die direkte Fortsetzung der kristallinen Linsen an der Basis der unterostalpinen Serien von Ardez und Val Tasna. Deren verschiedene tektonische Höhe zeigt auch hier verschiedene Schuppen an. Die Injektionszone der Clemgiaschlucht gehört gleichfalls zum Altkristallin dieser Zone. Ihre Gabbros und Gabbrodiorite zeigen mikroskopisch wie chemisch, auch in ihrer Metamorphose weitgehende Analogien mit den alten Berninagesteinen.

Gips begleitet diese ostalpinen Schuppen am Südrand des Fensters des öfteren, so in Val Prauost bei Ardez, in der

Innschlucht bei *Magnacun*, bei *Sur-En*, dort immer in den *höheren* Teilen der Schuppenserie; bei *Fetan* und am *Ausgang* von *Val Tasna* begleitet solcher die *Basis* derselben. Die Gipse östlich *Schuls*, bei *Pradella*, *Sent* und *Crusch* bezeichnen daher gleichfalls den unteren Verlauf der unterostalpinen Schuppen. Darüber liegen die *Granite von Sent, Crusch und Remüs*. Inwiefern die „bunten Schiefer“ von *Schuls* und *Sent* noch zum basalen Flysch oder schon zur Ardezer Zone gehören, können wir vorderhand nicht beurteilen. Die Gipse und Granite dieser Zone aber gehören sicher zur Ardezer Zone.

Südlich Pradella unterhalb *Schuls* verdanken wir SCHILLER und HAMMER einen genaueren Einblick in die Struktur der Gehänge unter der Lischannatrias. Über einem *unteren Gipszug*, den nur Theobald erwähnt, und der dem Gips von *Sent* und *Crusch* entsprechen kann, folgt „*Gneis*“, „ungeschichtet, später Hornblende haltend“, z. T. mit echtem *Diorit*. Derselbe enthält sogar Augit. Ähnliche Gesteine hat HAMMER aus *Val Torta* östlich *Raschvella* und *Saraplana* beschrieben, *dort zusammen mit dem typischen Granit der Plattamala*. Am *kontinuierlichen Zusammenhang dieser ganzen unteren Schuler „Gneiszone“ mit den Graniten von Sent und Crusch und der Plattamala bei Remüs ist daher heute gar nicht mehr zu zweifeln*.

Wir haben hier die geschlossene Fortsetzung eines jener Züge von Tasnakristallin vor uns, die wir bei Ardez kennen gelernt haben. Darüber sollten wir nun unsere unterostalpinen *Jura-Kreideserien* erwarten. Dieselben sind auch hier tatsächlich vorhanden. In Form von Crinoidenkalken und bunten Schiefern, Triasdolomiten, rötlichem Steinsbergerkalk und Gips. Crinoidenkalke und bunte Schiefer beschreiben HAMMER und SCHILLER aus der Gegend südlich *Pradella* und aus dem „*oberen Bündnerschieferzug*“ vom *Grünsee* bei Nauders; Gips fand Schiller in *Val Triazza* ob *Pradella*, rötlichen Steinsbergerkalk an mehreren Orten zwischen *Clemgia* und *Val Triazza*. Auch Hammer fand solchen in den höheren Teilen der Nauderser Schuppen. In den „*grauen Bündnerschiefern*“ dieser selben Zone fand Hammer Crinoidenkalke und „*braune sandige Brecien*“, die auch er ohne weiteres mit den Gesteinen des *Minshun* vergleicht. Zwischen die basalen Schiefer und die Injektionszone oder die Granite, d. h. unser Tasnakristallin schiebt sich auf grosse Strecken wie im Westen *Serpentin* ein; desgleichen zwischen dieses Kristallin und das Ardezer Mesozoikum. Dasselbe wird schliesslich *überall von Val Plavna bis Nauders vom „oberen Gneiszug“, der die Lischannatrias trägt, überfahren*. Ob derselbe noch zur Silvrettadecke gehört,

wird später zu erörtern sein. Vorderhand seien die Ardezer-serien des Fensters noch weiter besprochen.

An der *Plattamala bei Remüs* liegt der unterostalpine Granit, hier dem rot und grün gesprenkelten *Juliergranit* zum Verwechseln ähnlich, dem „Bündnerschiefer“ aufgeschoben. In gewaltiger Masse sperrt er dort das ganze Tal, und Fluss und Strasse haben Mühe, sich den Durchpass ins unterste Engadin zu erzwingen. Die Granitmasse von Plattamala ist aber keineswegs einheitlich. Wir haben sie ringsum begangen und folgendes gefunden (s. Fig. 4).

Die „Bündnerschiefer“, die an der *Fortezza* unter die Granite einfallen, sind *Gault* und *Tristelkalk* mit *Tristelbreccien* der *ostalpinen Serie*. Der P. 1536 am Fortezzasattel besteht aus äusserst gequältem Tristelkalk. Gegen Westen liegt die Fortsetzung dieser Kreide unter Grundmoränen verborgen bis zum Schuttkegel von Remüs hinab, im Osten, an den Hängen ob *Saraplana*, haben wir diese Kreide jedoch noch verschiedentlich getroffen, zuletzt bei Saraplana selbst. Dort quert sie den Inn und zieht über die waldigen Gehänge ob den Weilern von St. Niclâ, Chaflûr, Strada, S-chadatsch und Sclamischot gegen den Schwarzsee hinauf. Ihr genauer Verlauf ist dort noch zu eruieren.

Über diese unterostalpine Kreide nun legt sich erst die Granitmasse der *Plattamala*. An der *Pazza* unterhalb Remüs sieht man deren Basis. Der *eigentliche Granit der Plattamala*, der *Hauptgranit*, liegt dort klar aufgeschoben auf *Serpentin*, darunter folgt aber *nochmals*, wie schon Grubenmann, Tarnuzzer und Schiller zeichneten, *Kristallin*. GRUBENMANN erkannte in demselben einen geschieferten *Quarzporphyr*; wir möchten das Gestein direkt mit dem *Nairporphyr* vergleichen, genau wie die entsprechenden Gesteine von Ardez. Wir hätten hier demnach zwei Schuppen altkristalliner Eruptivgesteine, durch *Serpentin* getrennt. Südlich an den *Plattamalagranit* schliesst sich zunächst eine schmale Zone von *Casannaschiefer*, und daran lehnt sich jener *Hauptdolomit*, von P. 1098, der von SCHILLER als Bündnerschiefer, von TARNUZZER als Bergsturzmasse bezeichnet worden ist. Diese Trias klebt flach südlich fallend auf dem Plattamala-Hauptgranit. Sie erreicht ihre Hauptmächtigkeit am Fusse der Felsen bei den Kalköfen unter der Strasse. Eine schmale Triaszone quert aber auch die Strasse als schwächtiges zu Rauhwacke zerdrücktes Band, und dieses Band schiebt sich nun trennend zwischen den eigentlichen *Plattamalagranit* und die südlich anschliessenden kristallinen Schiefer. Diese letzteren haben mit dem Granit nichts mehr gemein;

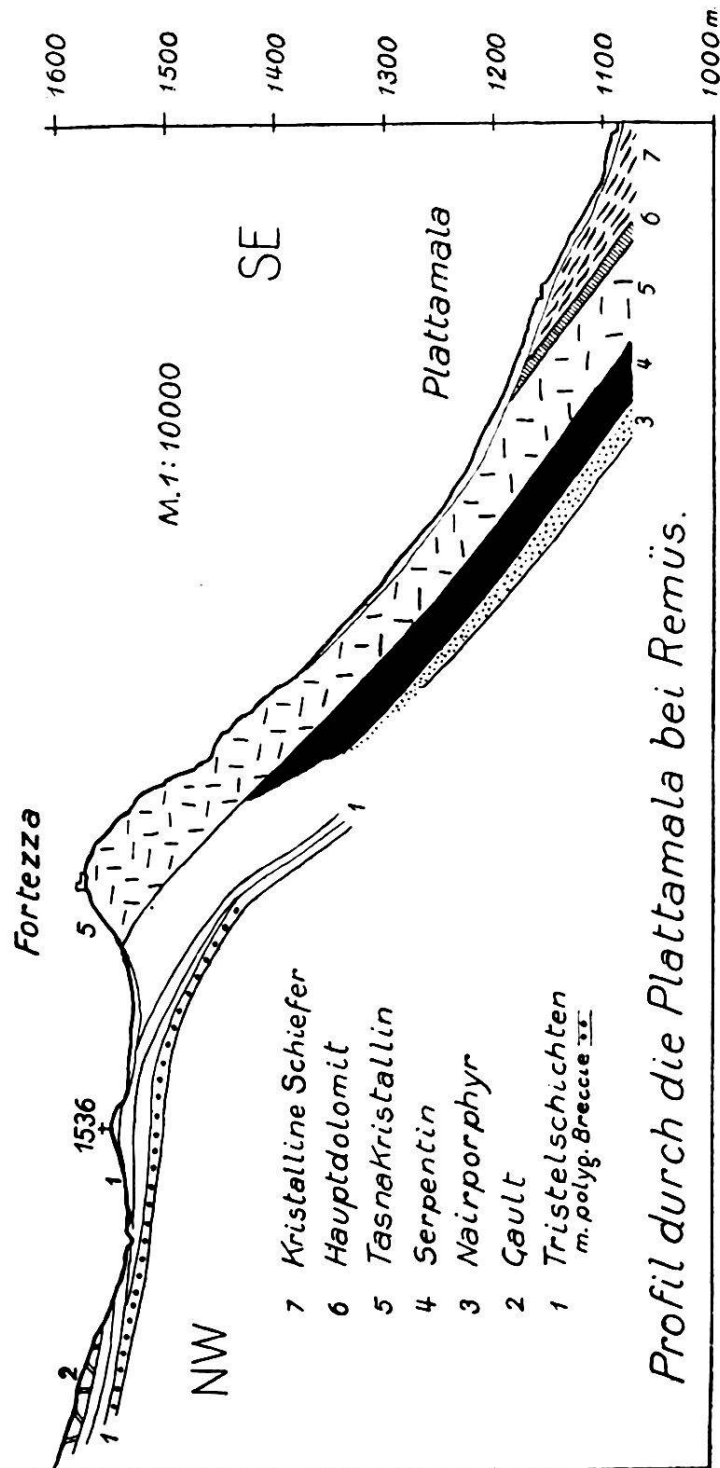


Fig. 4.

sie zeigen ein ganz anderes Gepräge als die sonstige Schieferhülle desselben, insbesondere führen sie massenhaft Biotit. *Sie gehören einer anderen tektonischen Einheit an und sind vom Plattamalagranit durch Trias getrennt.* Sie zeigen auch eine tiefere Metamorphose als die Granite. Ob diese Schiefer direkt mit der Hauptmasse des Gneisfusses der Lischannakette zusammenhängen oder noch einmal von derselben getrennt sind, können wir heute noch nicht beurteilen. Sicher ist die tektonische Abtrennung dieses höheren Komplexes vom Plattamalagranit.

Von besonderem Interesse ist die Frage, *ob der Hauptgranit der Plattamala zur selben Schuppe wie der Tasnagranit von Ardez gehört, oder aber, ob er höher liegt.* Sein Chemismus scheint ihn eher vom Tasnagranit zu trennen, desgleichen sein bisweilen mächtiger Gehalt an basischen Gesteinsfacies, unter denen besonders die *Diorite* und *Gabbros* dominieren, also eine Gesteinsgesellschaft, die lebhaft an den Gehalt der *Berninadecke* erinnert. Dass hier auch die julierähnlichen Granite vorwiegen, haben wir schon betont. Es wäre also wohl möglich, *dass wir an der Plattamala nicht die Fortsetzung der tieferen Ardezer Schuppen, sondern bereits ein höheres Element des unterostalpinen Deckengebäudes vor uns haben, und dass erst das Nairporphyr-ähnliche Gestein unter dem Serpentin der Pazza das Äquivalent der Tasnagranite darstellt.* Dies würde auch verständlich machen, dass wir nördlich des Plattamalagranites nicht schon basale Bündnerschiefer, sondern noch Kreide in ostalpinen Ardezer Facies gefunden haben.

Die Granitzone der Plattamala zieht über *Raschvella* weiter nach Osten bis gegen *Gravalada* oberhalb *Sclamischot*. *In Val Torta ist sie reich an Dioriten mit braunen Hornblenden,* also Gesteinen, wie wir sie in dieser charakteristischen Zusammensetzung nur noch aus den Dioritgebieten der *Berninagruppe* kennen. Unter dieser Granitzone folgt wie an der Plattamala zunächst Serpentin, dann die „kalkigen Bündnerschiefer“, die Fortsetzung der Kreide der Fortezza. Zwischen *Raschvella* und der Landesgrenze fehlen noch genauere Daten. An der Landesgrenze setzen die ausgezeichneten Untersuchungen *HAMMERS* wieder ein. Dank ihnen verfolgen wir unsere Ardezer Serien bis über *Nauders* hinaus.

Über den basalen Bündnerschiefern, die noch wenig unterhalb *Nauders* die höchsten Grünschieferlagen der *Mondinzone* führen, folgt westlich des *Lai Nair* bis hinauf zur *Chilchératudais-cha* die penninisch-unterostalpine Schuppenregion. Über den Bündnerschiefern liegt zunächst eine winzige Linse von

Steinsbergerlias, darüber eine schmale Lage Granitgneis, über demselben ein Diabaslager, das seinerseits von einer ersten Zone von „Crinoidenkalken und -breccien“, also Kreide, mit Gneisen verschuppt, überlagert wird. Südlich daran schliesst sich bei Riatsch eine weitere höhere Gneislinse an, wiederum überdeckt mit „Bündnerkreide“. Nun folgt der grosse Serpentinzug an der Basis des Plattamalagranites, eine Linse, die ihre grösste Mächtigkeit beim Lai Nair erreicht, gegen Nauders hin aber bald auskeilt. Darüber legt sich die Granitgneis-, Diorit- und Granitzone der Plattamala, die geschlossen bis oberhalb Gravalada, in einzelnen losgerissenen Linsen jedoch bis gegen den Stillen Bach bei Nauders verfolgbar ist. Über ihr liegt nun eine äusserst komplizierte Schuppenzone, enthaltend Crinoidenkalken und -breccien, also Kreide, daneben bunte Schiefer des Malm, und endlich vereinzelte Massen von Triasdolomiten. Diese oberste „Kreidezone“, der sogenannte „obere Bündnerschieferzug“, zieht von der Säge am Stillen Bach bei Nauders über den Tiefhof und Grünsee zur Schweizergrenze. Er überschreitet dieselbe bei der Chilchéra tudais-cha, und zieht deutlich *über* der Granitzone von Gravalada hin. Weiter verliert sich seine Spur; doch zweifeln wir nicht, dass er sich auch in *Val Torta*, wenn auch vielleicht nur als schmal gequetschtes Mylonitband, wieder finden wird. Schiller hat gerade diese Strecke von Val Torta nicht begangen. Die Trennung *muss* durchgehen; wir fanden sie ja an der Plattamala auch. Über diesem „oberen Bündnerschieferzug“ der Chilchéra tudais-cha, der dem „oberen Bündnerschieferzug“ südlich Schuls und Pradella entspricht, folgt wie dort direkt der „obere Gneiszug“, den wir für die Fortsetzung der Silvrettagneise halten. Darauf liegt als schmaler Ausläufer der gewaltigen Lischannazone ein dünner Streifen von brecciösem Dolomit und fraglichem Rhät, dann endlich der Gneisfuss des Piz Lad, der ohne Unterbruch in die Schlinig- und Oetztalmasse fortsetzt.

Damit schliessen wir unseren Excurs längs dem Südrand des Fensters. Es ist uns gelungen, *die Spuren unserer Tasnaschuppen, nicht in allen Einzelheiten allerdings, aber als Ganzes, fast geschlossen von Ardez über den Crap Putér, die Gegend südlich Tarasp und Vulpera, den Ausgang der Clemgiaschlucht bei Schuls und die Gegend von Pradella und Crusch bis hinab zur Plattamala bei Remüs und weiter hinüber bis gegen Nauders zu verfolgen.* Am Crap Putér besitzen diese Tasnaschuppen noch grosse Mächtigkeit und lassen sich weiter gliedern wie bei Ardez und in Val Tasna. *Der Crap Putér ist dabei das mächtige tektonische Analogon des Muot del hom.* Weiter östlich, be-

sonders von Schuls an abwärts, wird diese Ardezerzone immer schmaler und begleitet nur noch als relativ dünnes Band, mit enormen tektonischen Komplikationen, die Überschiebung der oberostalpinen Gneise auf die basalen penninischen Schiefer.

Wir möchten unsere Betrachtung des Fenstersüdrandes aber nicht schliessen, ohne eine Frage von grosser Bedeutung noch einmal zu diskutieren, nämlich die: *sind die kristallinen Schiefer des sogenannten „oberen Gneiszuges“, die überall von Val Sampuoir hinab bis zum Piz Lad bei Nauders die Ardezer Gesteine überschieben, sind diese kristallinen Schiefer von oben keilförmig eingewickelte Teile der über die Engadiner Dolomiten hinweggeschobenen Silvrettadecke, oder bilden dieselben die normale Basis des Engadiner Dolomitgebirges? Gehören diese Gneise zur Silvretta oder aber zur Campodecke? Sind sie ober- oder aber mittelostalpin?*

Für SPITZ und DYHRENFURTH, wie übrigens für alle Forscher, die sich bisher eingehender mit dem Gebiet befasst haben, war der obere Gneiszug von Schuls stets *gleichzeitig* als zur Silvrettamasse gehörig und dabei die Basis der Dolomitentrias bildend betrachtet worden. Für alle Forscher war die *Silvretta die normale Basis der Lischanna-Pisocgruppe, und damit der Engadiner Dolomiten überhaupt*. Regionaltektonische Überlegungen, daneben der Vergleich der kristallinen Facies und das Studium der Karte von Spitz und Dyhrenfurth überzeugten den einen von uns vor fünf Jahren aber zu der Ansicht, die bereits von ZYNDEL und TRÜMPY verfochten worden war, dass die *Silvretta nicht die Basis der Unterengadiner Dolomiten sei, sondern vielmehr als höhere Decke dieselben überfahren habe*, und dass die Silvrettagneise des „oberen Gneiszuges“, die unter die Engadiner Dolomiten einfallen, *nicht* deren normale Basis seien, sondern *durch die Unterengadiner Dolomiten selbst wieder eingewickelte Keile der hangenden Silvretta-Oetztaler Decke*. Für den Westen liess sich dies, besonders auch an Hand der Spitz-Dyhrenfurth'schen Angaben, ohne den geringsten Zweifel verfechten. Aus deren Karte lässt sich sogar das *Auskeilen des eingewickelten Silvrettakristallins gegen Süden unter den Engadiner Dolomiten östlich Val Plavna deutlich herauslesen*. Östlich der *Clemgia* aber scheint die Sache nicht mehr so klar. Dort sollte ja nach allen bisherigen Forschern die Trias der Engadiner Dolomiten am Piz Lischanna in *normaler Folge* auf Verrucano und Gneis dieses oberen Zuges aufliegen. Und diese „normale Auflagerung der Lischannatrias auf den oberen Gneiszug“ hat nun mehrfach dazu gedient, die oben auseinander-gesetzte Ansicht, deren Richtigkeit durch eine Menge von Tat-

sachen in Mittelbünden mehr und mehr gestützt werden konnte, anzuzweifeln und abzulehnen.

Wir wagen heute, unsere Ansicht auch auf Grund des vorliegenden Materials *östlich der Clemgia* aufrechtzuerhalten, und betrachten nach wie vor *die Silvretta als eine Decke, die über die Engadiner Dolomiten hinweggeschoben, und die an und nur durch deren Stirn längs der Linie Stragliavitapass-Nauders unter dieselben zum oberen Gneiszug eingewickelt worden ist. Die Silvrettagneise sind nicht die normale Basis der Unterengadiner Dolomiten, sie gehören nicht wie diese zur Campodecke, sie sind nicht die Fortsetzung der kristallinen Basis im Münstertal, sondern sie wurden als höchste Decke Bündens hoch über die Engadiner Dolomiten hinweggeschoben, und ihre südliche Fortsetzung liegt, in Klippen zerstückelt, dem Dolomitgebirge auf. Die Engadiner Dolomiten gehören keineswegs der Silvretta-decke an, sondern einer tieferen Einheit, der Campodecke. Sie sind nicht oberostalpin, sondern mittelostalpin.*

Unsere heutigen Überlegungen sind folgende.

Einmal hängt der Silvrettagneis der Nunagruppe nirgends völlig mit dem oberen Gneiszug zusammen, der im Osten die Basis der Engadiner Dolomiten bildet. Ein solcher Zusammenhang ist nur wahrscheinlich, aber keineswegs sicher. Der obere Gneiszug zwischen Piz Zuort und Piz Lad könnte also prinzipiell eventuell gar nicht der Silvretta angehören, sondern auch von einer tieferen Einheit stammen. In diesem Falle könnte die Auflagerung der Unterengadiner Trias sehr wohl eine normale sein, und unsere Ansicht würde dabei wohl auch noch zu Recht bestehen können, solange nicht der Zusammenhang des Nunagneises mit dem oberen Gneiszug ein völliger ist.

Wir glauben aber viel eher gleichfalls, *dass der obere Gneiszug tatsächlich die Fortsetzung der Silvrettagneise der Nunagruppe sei, und zweifeln mit mehr Recht und mehr Überzeugung die „normale“ Auflagerung der Engadiner Dolomiten auf diesen Gneiszug an. Wir haben vielmehr den Eindruck, und ein Studium der Literatur bestätigt uns dies, dass diese normale Auflagerung vielfach nur der Lagerung auf dem Gneis zuliebe angenommen wurde, und dass dabei einfach die dem Gneis zunächst liegenden Schichten als die tiefere Trias erklärt wurden. Es muss doch sehr auffallen, dass nirgends längs der ganzen gewaltigen Nordfront der Engadiner Dolomiten vom Piz Pisoc bis über den Piz S-chalambert hinaus auch nur ein einziges sicheres Fossil der unteren Trias gefunden werden konnte. Zwischen Val Plavna und Scanfs sind es stets die jüngsten*

Glieder der Trias, Hauptdolomit und Rhät, die an die Silvretta-gneise anstossen, und östlich davon sollte dies nun plötzlich anders werden?

Betrachten wir diese sogenannte „normale“ Auflagerung der Dolomiten auf den „oberen Gneiszug“ von Schuls nun etwas näher.

Am *Nordgrat des Piz Pisoc* sollen sich „Raibler und Wetterstein“ zwischen dem Hauptdolomit und dem Gneiszug finden. Die Raibler-Rauhwacken könnten aber auch tektonischen Ursprungs sein, und das Wettersteinalter der darunter liegenden Dolomite ist nicht mit Fossilien belegt. Es kann sich aber auch hier sehr wohl um ein *miteingewickelteres höheres Schuppenpaket* von Raibler und Wetterstein handeln, etwa um mit eingewickelte Analoga der Triasschuppen auf dem Lischanna-plateau und am *Piz San Jon*.

Die Raibler, die ob *Plan da Fontanas* am Eingang ins *Scarl* sich zwischen den Gneiszug und den Lischanna-Hauptdolomit einschalten, sind nach Hammer „ganz abweichend von allem aus diesem Horizont Bekannten: bunte Ton- und Kiesel-schiefer, mit Dolomitbänken wechsellagernd“, die ebensogut alles andere als Raibler sein können. Ich denke in erster Linie an Äquivalente der *Lias-Malmzone der Lischannagipfelregion*, und an Verschuppungen derselben mit Trias, oder an die *Muschelkalkschuppengesteine des Piz San Jon*. Auch Alb. Heim hielt nach mündlicher Mitteilung anlässlich einer Exkursion 1916 die Gesteine dieser Zone gleichfalls für die Fortsetzung der Lischanna-Radiolarite.

In *Val Lischanna* und *Val Triazza* liegt der Kontakt zwischen dem Gneiszug und den „Triasbasisschichten“ im Schutt. Die „Triasbasisschichten“ können hier also ebensogut dem Gneiszug auch *anormal* aufruhem, denn das Gegenteil ist nirgends zu sehen. SCHILLER beschreibt von hier „Dolomite, der Lagerung nach Muschelkalk“. In *Val Triazza* soll die „untere Trias“ *Bactryllien* führen, d. h. Fossilien, die sonst nirgends in diesen Stufen im ganzen Gebiet der Engadiner Dolomiten bekannt sind, wohl aber überall massenhaft aus dem *Rhät*. Alle Fossilien der unteren Trias, die SPITZ in seiner Unterengadiner Monographie aufführt, stammen ausnahmslos vom *Innenrand der Dolomiten*, von deren Basis in *Scarl* und *Val Sesvenna*, vom *Piz Cristannes*, vom *Ofengebiet*. Kein einziges derselben ist nördlich der Engadiner Hauptdolomitmauer gefunden worden. Die *Modiola triquetra*, die BÖSE aus dem „Muschelkalk“ von *Val Triazza* erwähnt, wird sogar von SPITZ ausdrücklich angezweifelt, wegen schlechtem Erhaltungszustand, und dies war das einzige Fossil

aus dieser „unteren Trias“. Und dabei warnt auch Spitz selber eindringlich vor der überaus leichten Verwechslung des Muschelkalkes mit Gliedern des Rhät, des Lias und des Malm, und des Wettersteins mit dem Hauptdolomit, und meint auch SCHILLER, der „Muschelkalk“ seines Gebietes sei oft dem Tithon zum Verwechseln ähnlich, und der „Wetterstein“ sei oft vom Hauptdolomit kaum zu unterscheiden. Das gibt doch immerhin sehr zu denken und erschüttert die Sicherheit der „normalen“ Auflagerung doch stark.

Und wenn man weiter sieht, wie am *Piz S-chalambert* nach der Karte SCHILLERS das Rhät entweder im „Wetterstein“ oder zwischen „Muschelkalk“ und „Wetterstein“ vorkommt, durch Fossilien belegt, westlich der Clemgia dagegen stets im Hauptdolomit, bis hinauf nach Scanfs stets zwischen verschiedenen Schuppen desselben liegend, und wenn man die Prachtsgestalt dieses Piz S-chalambert dann wieder betrachtet und seinen herrlichen Dolomitbau bewundert, so steigen einem eben doch starke Zweifel auf, ob nicht auch „Muschelkalk“ und „Wetterstein“ dieses Berges weit eher Rhät und besonders Hauptdolomit seien, wie die Dolomitmauern seiner Fortsetzung am Piz Ajüz und Piz Lischanna. THEOBALD gibt denn auch überall am Nordrand des Piz S-chalambert die Hauptmasse dieses Berges als *Hauptdolomit* an. Wenn man diesen Piz S-chalambert unvoreingenommen betrachtet, so erblickt man in ihm ohne weiteres die gerade Fortsetzung jener grandiosen Hauptdolomitmauer der Lischanna- und Pisocgruppe, und weiterhin sieht man an ihm in herrlicher Entblössung wie überall im Westen an den Bergen der Lischanna- und Pisocgruppe jene gewaltige klassische, schon Escher und Studer bekannte Stirnfalte in den Dolomiten, die wir seit 1916 als die machtvolle Nordstirn der Campodecke betrachten. Wenn wir die Hauptmasse des Piz S-chalambert, was bisher nicht ernstlich bestritten werden kann, ja, nach dem obigen sogar sehr wahrscheinlich richtig ist, als Hauptdolomit betrachten, so ergibt sich die allergrösste Analogie mit dem Bau des Piz Lischanna. Wie dort ruhen dann auch hier über der allerdings oft von Brüchen und sekundären Scherflächen durchzogenen Hauptdolomitstirn in scharfer Diskordanz die höheren Lias-Malmmassen der Gipfelregionen, und wie dort werden dieselben dann sofort meist wiederum diskordant von den kristallinen Schiefern der Oetzmasse überfahren. Das kristalline Fenster in Val d'Uina läge dann im Kern der Dolomitstirn; es wäre der letzte Vorposten des Sesvenna- und damit des Campokristallins. Unter dem Piz Lischanna ist dasselbe schon tief unter den Dolomiten

verborgen, und die Stirnbiegung der Decke zeigt sich nur hinab bis zu den Raiblern. Weiter westlich endlich nur mehr im Hauptdolomit und Rhät.

Soweit unsere heutigen Vorstellungen über den Bau der Engadiner Dolomiten östlich der Clemgia. Wir *anerkennen vorderhand das „Normalprofil“ über dem Silvrettagneis des oberen Schulser Zuges nicht als solches, denn dasselbe ist nirgends mit Fossilien erhärtet. Vielmehr weist alles darauf hin, dass auch östlich der Clemgia stets Hauptdolomit oder noch jüngere Glieder der Engadiner Dolomiten, vom Rhät bis zum Malm hinauf, eventuell mit älteren Triasgesteinen noch höherer Schuppen verknüpft, wie am Piz San Jon, auf dem Silvrettagneis des oberen Schulserzuges liegen, und dass dieser Kontakt wie im Westen auch ein anormaler ist.* Auch Schiller zeichnet denselben als „Überschiebungsfläche“, und seine westliche Fortsetzung haben bekanntlich auch Spitz und Dyhrenfurth als anormale „Gleitfläche“ erkannt.

Es spricht also, wie die Dinge heute stehen, gar nichts mehr gegen unsere Auffassung, dass *Silvretta und Engadiner Dolomiten zwei verschiedenen alpinen Decken* angehören, im Gegenteil, sehr vieles dafür.

Auf alle Fälle erscheint uns eine vorurteilslose, moderne, beide Möglichkeiten gleich sorgfältig prüfende Neuaufnahme der Dolomitennordfront zwischen Clemgia und Piz Lad als eines der dringendsten und zugleich reizvollsten Probleme unserer bündnerischen Alpengeologie. Erst wenn dieses „Normalprofil“ in allen Teilen einwandfrei nachgewiesen werden kann, erst dann, und auch dann erst für einen Teil, kann unsere Ansicht über die Deckenfolge südlich des Inn als unbegründet und der Wahrheit nicht entsprechend zurückgewiesen werden. Bis dahin halten wir sie nach wie vor aufrecht.

Damit verlassen wir den Südrand des Unterengadiner Fensters und betrachten nun noch in aller Kürze

Die unterostalpinen Fenstererien im Samnaun.

Die unterostalpinen Schuppen von Ardez und Val Tasna müssen natürlich auch gegen Nordosten dem Fensterrand entlang fortsetzen. Tatsächlich sind sie, wie wir aus den Untersuchungen von PAULCKE und HAMMER, teils schon denen von THEOBALD wissen, im Samnaun und Fimbertal weit verbreitet.

Über die grauen Bündnerschiefer der Basis, die unter anderem den *Mutler* aufbauen, legen sich schon *unter dem Stammerspitz* in der Gegend der *Fuorcla Maisas* „bunte Schiefer“, z. T. mit Radiolarien, die wir nach den Beschreibungen von

Hammer ohne Bedenken dem *Malm* einordnen können. Darin steckt die *Triasschuppe des Stammerspitzes*, die sich über Chè d'mott und Tilolet nördlich des Samnauns in die südlichsten Triaszonen der Blauwand zieht. Am Stammer selbst schiebt sich über der Trias noch Rhät und Lias ein. Darüber folgen gegen Nordwesten wiederum „bunte Schiefer“, dann am *Piz Roz* die sogenannten „Rozbreccien“ Paulckes, die nach Paulcke selbst unserer *Minschunkreide* entsprechen. Dies ist wohl die Zone, die in den Piz Tasna und damit den eigentlichen Piz Minschun fortsetzt, und in ihr sehen wir daher wohl mit Recht die Vertretung unserer mittleren Tasnaschuppen. *Die Trias des Stammer mag eine verschleppte, am Stammerspitz linsenförmig anschwellende triadischliasische Basisscholle dieser mittleren Ardezer Schuppen sein.* Eine direkte Verbindung derselben mit irgend einem Kristallin des Piz Minschun ist aber bisher nicht bekannt. Sicher ist, dass préalpine Gesteine schon *unter* der Stammertrias in grosser Mächtigkeit auftreten. Sie bilden nördlich *Val Griosch* die steilen Südgehänge des Berges bis weit hinab, und sie setzen über Il Bé und Spi della Muranza nördlich Lavér deutlich gegen den Piz Nair und Minschun hin fort. In ihnen sehen wir die *Äquivalente* der *unteren Ardezer Schuppen*, im besonderen der *Serie* des *Muot del hom* und von Ardez selbst. Die Ähnlichkeit der Gehänge nördlich Val Lavér und der wilddurchfurchten Südabstürze des Stammer mit den Gebieten der Falknisserie bei Ardez, Tschierischen und dem Falknis selbst ist eine auffallende. Eine genaue Kartierung der Val Lavér und Chöglias wird ohne Zweifel noch interessante Ergebnisse in dieser Hinsicht zeitigen.

Über der Kreidezone des Piz Roz folgen nun im Samnaun (Samagnun) und Val Fenga nach aussen und oben noch eine ganze Reihe von Schuppen, die im Engadin gar nicht oder dann sehr mangelhaft vertreten sind. Es sind die angeschwollenen *Äquivalente der höchsten Fensterschuppen am Kronenjoch.*

Über die Kreide des Piz Roz legt sich eine erste Serie, beginnend mit Verrucano, Gips, Rauhwacke, Triasdolomit, auch Quartenschiefeln des Zuges Fuorcla Zeblas-Salàs-Munt da Chern-Fliesserberg, darüber „bunte Schiefer“ (Malm?), Kreide und Flysch?. Gegen Westen zieht der Gipszug bis in die Fimberalp, wo er scheinbar auskeilt. Der nächste Gips, der mit diesem vielleicht in Beziehung gebracht werden könnte, wäre der von *Val Prauost, Magnacun und Sur-En* direkt unter der Silvretta-überschiebung bei Ardez.

An diese *Gipszone* schliesst sich nördlich eine weitere überaus charakteristische Serie an. Sie beginnt über den Kreide- und

Flyschgesteinen der Gipszone mit einer *Schuppe von Verrucano und Lias* in Diabas und Kreide, dann folgt die grosse *Liaszone des Fimbertales und von Samnaun*, die HAMMER vortrefflich studiert hat. An der Basis findet sich hie und da *Trias*, vereinzelt auch *Verrucano*, dann *Liaskonglomerat*, *Kalk*, *Liasschiefer* und endlich wiederum *Kreide in Minschunfacies*. Die Liaszone streicht von Osten über Malfrag, die Küche, Alp Bella und den Greitspitz nach Val Fenga, und von dort hinauf zum Kronenjoch und ins oberste Jamtal. Im Engadin, wenigstens bei Ardez, ist sie bisher nicht sicher bekannt. Ihre direkte Verbindung mit Steinsberg halten wir für ausgeschlossen. Der gleichartige Lias der Fuorcla Lavér gehört möglicherweise einer tieferen Schuppe, vielleicht der Gipszone an.

Über der Liaszone des Samnaun folgt nochmals eine *Zone von Ophiolithen*, mit Schuppen von Trias und Kristallin, und darüber endlich der *Silvretagneis*. Am Bürkelkopf und Flimspitz ist diese Gesteinsserie mächtig entwickelt. Sie enthält dort auch *Nephrit*, der bisher nur in penninischen Ophiolithen gefunden worden ist.

Dies wäre die *Gliederung der Fenstererien im Samnaun*. Sehr wahrscheinlich schon von der Gipszone, sicher aber von der Liaszone an handelt es sich hier um tektonische Glieder, die durchweg höher liegen als die uns im Engadin bekannt gewordenen Tasnaschuppen. Alle jedoch gehören noch dem unterostalpinen Gesamtfaciesgebiet an. Auch hier legt sich also *zwischen penninische Basis und die oberostalpine Decke eine reich gegliederte Schuppenzone von unterostalpinen Elementen*. Inwieweit die oberste Ophiolithzone am Bürkelkopf nicht noch penninischen Ursprungs ist, lässt sich zurzeit nicht entscheiden.

Damit hätten wir nun einmal einen genaueren Einblick in den *Bau der Unterengadiner Schiefergebirge* gewonnen. *Nichts scheint uns gegen die Fensteratur derselben zu sprechen, sehr viel aber dafür. Überall tauchen die jungen Fenstergesteine ohne die geringste Störung oder Ablenkung weit unter die altkristallinen Massen der Silvretta ein, und die Faciesdifferenzen zwischen Fenster und Rahmen sind überall gewaltige; man denke nur an den Gegensatz zwischen der kümmerlichen Trias der unterostalpinen Schuppen und der ganze Gebirge auftürmenden Trias der Engadiner Dolomiten und der bayrischen Kalkalpen. Zur völligen Gewissheit wird uns die Fensteratur des Unterengadins aber durch das Wiederauftauchen der unterostalpinen Decken in demselben, in genau der Position, wie wir sie gemäss der Deckenlehre erwarten mussten, nämlich zwischen Penninikum und Silvretta. Die unterostalpinen Decken bilden*

im Unterengadin zwischen Silvretta und Penninikum eine viele Kilometer breite, ganze Gebirge bildende mächtige Zone; sie füllen einen grossen Teil des Fensters. Ein Teil des Unterengadiner Fensters ist also nicht mehr lepontinisch im alten Sinne des Wortes, sondern ostalpin, aber eben nicht ober-, sondern nur unterostalpin. Manche bisher schwer verständliche Facieserscheinungen werden dadurch zwanglos aufgeklärt.

Es bleibt uns nun noch übrig, zu versuchen, ob und wie wir unsere im Gebiete von Ardez am besten entwickelten unterostalpinen Serien mit solchen des westlichen und südlichen Bündens vergleichen und verbinden können.

Vergleich und Verbindung mit West- und Südbünden.

Gemäss der Lage unserer Ardezer Schuppen zwischen basalem Flysch und Silvrettadecke im Norden, basalem Flysch und Unterengadiner Dolomiten im Süden, kommen als die *Stammorte dieser Serien* nach unserer heutigen Kenntnis Graubündens nur in Betracht die *untersten ostalpinen Decken: Err-, Bernina- und Languarddecke*. Ihre Äquivalente im Prättigau und Plessurgebirge können wir nur suchen in der *Falknis- und Sulzfluhdecke und in der Aroser Schuppenzone*.

Wir suchen zunächst die *Verbindung mit dem Westen*.

Der Nachweis von *Falknisbreccie* und *Falkniskreide* im Gebiete von Ardez durch J. CADISCH, in *analoger Position wie jenseits der Silvretta im Prättigau, zunächst über dem Penninikum*, stellt die Parallele unserer *tieferen Tasnaschuppen*, speziell der *Ardezer Schuppe* selbst, mit der *Falknisdecke* des Westens ausser Frage. Die *Falknisdecke als tiefste préalpine Decke des westlichen Bündens ist heute auch im Gebiete des Unterengadiner Fensters sicher nachgewiesen*. Dass dabei diese Falknisgesteine hier normal auf sicher *unterostalpinen Basis* liegen, ist von prinzipieller Bedeutung, denn dadurch wird der *unterostalpine Charakter* selbst der *tiefsten préalpinen Decke* zur Evidenz dargetan. Wie im Rhätikon und im Plessurgebirge ist die *Falknisdecke* auch im Gebiet des Unterengadins in mehrere Schuppen geteilt, die ihrerseits wiederum gefaltet und sogar miteinander verfaltet worden sind.

Die *Falknisdecke* im Unterengadin nachzuweisen, macht uns also heute keine Schwierigkeit mehr. Wo aber liegt im Unterengadin das Äquivalent jener gewaltigen Zone, die im Rhätikon und Plessurgebirge als *Sulzfluhdecke* überall der tieferen Falkniszone aufliegt? Diese Frage ist schwieriger zu beantworten.

Zunächst fehlen, wenigstens in der Gegend von Ardez und Val Tasna, die sicheren *Sulzfluhkalke*, deren leuchtende Wände im Prättigau als mächtige Gebirgsmauer einen so auffallenden Gegensatz zu der unterliegenden Falkniszone bilden. Nur die Gesteine von *Ballastrés* und *Sursass* südlich des Inn erinnern etwas an dieselben und könnten vielleicht als deren Äquivalente in Frage kommen. Sie liegen auch tatsächlich über Kreidesteinen der Falknisserie. Sonst aber scheint im Unterengadin die einheitliche Falknisserie vom Penninikum bis hinauf zu den Radiolariten der Furcletta den ganzen weiten Raum auszufüllen, und der Sulzfluhkalk zu fehlen.

Trotzdem glauben wir, dass die *Sulzfluhdecke* auch im Unterengadin in bedeutendem Masse vertreten sei. Nämlich in den oberen Schuppen der Ardezer Zone, etwa in den Schuppen der *Valmala*, von *Tschainchels* und *Chaschlogna*. Folgende Überlegungen führen uns dazu.

Zunächst wäre schwer einzusehen, dass einseits die Falknisdecke im Unterengadin in so riesiger Mächtigkeit vorhanden sei, die im Prättigau aber ebenso mächtige Sulzfluhdecke hingegen völlig fehlen sollte. Man könnte dies zur Not zwar auf folgende Weise erklären. Das Streichen der Falten in den Tasnaschuppen weist gegen Westsüdwest, ihre streichende Fortsetzung wäre daher *nicht* im Rhätikon, sondern weiter südlich, etwa im *Plessurgebirge* zu suchen, und dort ist bekanntlich die Ausbildung der Sulzfluhdecke schon bedeutend schlechter als im Rhätikon. Die streichende Fortsetzung der eigentlichen *Sulzfluhregion* liegt im Unterengadin weit *nördlicher*. Sie wird nirgends sichtbar, sondern muss unter den Gneisen der Fervallgruppe gesucht werden, und was uns in Val Tasna entgegentritt, wäre nur das Äquivalent einer verkümmerten Sulzfluhdecke, die in der Hauptsache nur noch aus Kreide bestünde, wie südlich Tschierschen und ob Parpan ja auch. Wir glauben aber doch, die Sulzfluhdecke im Unterengadin in grosser Mächtigkeit und Ausdehnung nachweisen zu können.

Das Studium der Schuppen von Ardez und Val Tasna hat eine deutliche *facielle Dreiteilung* derselben ergeben. Die beiden unteren Schuppen zeigen, wenigstens im Süden, eine vollständige Schichtreihe vom Granit bis zu den Couches rouges, mit überaus mächtig entwickelter Kreide, insbesondere mächtigem Neokom. Darüber folgt in der *Valmalaschuppe* eine schwächere Kreideserie, in der das Neokom entweder völlig fehlt oder aber doch nur kümmerlich vertreten ist. Gegenüber der Ardezer Region bei Ardez und am Muot del hom stehen wir hier vor einer typischen stärkeren *Geantiklinale*. Es wäre

daher wohl möglich, dass diese *Valmala-Geantiklinale* den *Stirnpartien einer höheren Teildecke*, eben eventuell der *Sulzfluh*, entspricht. Die lückenhafte Kreide der *Valmalaschuppe* steht der mächtigen Entwicklung dieser Stufe in der *Ardezer Schuppe* gerade so scharf gegenüber wie die schwächliche *Sulzfluhkreide* der dicken *Falkniskreideserie*. An beiden Orten, im *Unterengadin* und im *Rhätikon*, hätten wir daher über einem *Faciesgebiet mit mächtiger Kreide*, der *Falknis* entsprechend, ein solches mit kümmerlicher *Kreideentwicklung*, das der *Sulzfluh*. Auch in den Schuppen von *Tschainchels*, die sich an die *Valmalaschuppe* anschliessen, fehlt das *Neokom* und folgt ein mächtiger *Gault* direkt auf dem *Jura*. Dieser liegt dort in Form von bunten *Kalken* und *Schiefern* mit *Breccien* vor, in denen wir sehr wohl eine facieell modifizierte Ausbildung der *Sulzfluhkalke* sehen können. *Couches rouges* sind gerade in diesen oberen Schuppen besonders mächtig entwickelt. Auch dies spricht für Äquivalenz mit der *Sulzfluh*. Noch höher oben, also ursprünglich weiter südlich, stellt sich dann wieder mächtigeres *Neokom* ein, so dass wir von der *Valmalaschuppe* weg im abgewinkelten Profil gegen Süden allmählich wieder in bathyalere Regionen kommen. Die *Schuppe von Valmala* markiert also die grösste, deutlichste *Geantiklinalregion* innerhalb der *Ardezer Schuppen*; sie trennt als solche zwei verschiedene *Faciesgebiete*. Das ursprünglich nördliche derselben, das uns heute in den Schuppen von *Clünas* und *Ardez* vorliegt, entspricht der eigentlichen *Falknisserie*, mit mächtigem *Neokom*, schwächerem *Gault*, das ursprünglich südliche, das wir heute in den Schuppen von *Valmala* und *Tschainchels* vor uns haben, mit schwachem oder fehlendem *Neokom*, dafür mächtigem *Gault*, sprechen wir der *Sulzfluhserie* zu. Die Entwicklung der Kreide scheint also unsere Annahme zu stützen.

Wir hatten also im Gebiete von *Ardez* und *Val Tasna* die höheren *Val Tasna-Schuppen*, *Valmala*, *Tschainchels* und *Chaschlogna* für die Vertreter und Äquivalenzen der *Sulzfluhdecke*, die tieferen Schuppen von *Ardez* und *Clünas* hingegen für einwandfreie Vertreter der eigentlichen *Falknisserie*.

Wir schulden aber noch eine Erklärung für die auffallende Tatsache, dass das typischste Glied der *Sulzfluhserie*, der *Sulzfluhkalk*, im Osten fehlt. Wir glauben auch dafür eine gefunden zu haben.

Die quere Aufwölbung, die *Kulmination des Engadiner Fensters*, konnte nur entstehen durch vermehrten Widerstand des Vorlandes auf die anrückenden Deckenwellen, die sich hinter einem solchen stärkeren Widerstand eben höher stauten. Dieser

Widerstand, als den wir ein *hercynisches Massiv* in der Fortsetzung des Aarmassivs betrachten müssen, und das wir unter oder vor dem heutigen Engadiner Fenster anzunehmen gezwungen sind, dieser Widerstand bestand bereits zurzeit der ersten Deckenbildungen; er musste als stauender Widerstand schon auf die sich bildenden *embryonalen Anlagen* derselben wirken, nach unseren heutigen Kenntnissen *also schon auf die Geantiklinalen des Mesozoikums*.

Diese mussten hinter einem solchen Widerstande *stärker gestaut* werden, *also höher aufragen* als nebenan. Und im Gebiete solch verstärkten Widerstandes, also im *Gebiete der zukünftigen Deckenkulminationen*, mussten sich daher *neritischere Sedimente bilden* und *Emersionen und Transgressionen häufiger* sein als in den gleichen Geantiklinalzonen nebenan. Die Widerstände, die später zu den Kulminationen im Deckengebäude führten, bewirkten im Mesozoikum schon eine lückenhaftere und neritischere Sedimentation in diesen zu Kulminationen werdenden Gebieten als daneben in den tieferen depressionalen Senkungen. *Auf diese Weise können wir uns vorstellen, dass im Gebiet des Engadiner Fensters, das einer solchen starken axialen Aufwölbung entspricht, ein hercynischer Widerstand die gegen Norden stossenden Geantiklinalen höher aufgestaut hätte als nebenan im Prättigau, und dass auf denselben die Sedimentation daher im Unterengadin lückenhafter war als in der benachbarten Depression des Prättigaus. So konnte die Geantiklinale, auf oder an der im Prättigau der Riffkalk der Sulzfluh zur Ablagerung kam, im Unterengadin völlig in den Bereich der Erosion oder wenigstens der Brandung aufgeragt haben, und an Stelle der schon ohnehin seichten Korallenkalke an der Sulzfluh traten daher hier entweder die Konglomerate der Falknisbreccie, oder aber die Geantiklinale ragte im Unterengadin so weit und so lange über Meer empor, dass der Malm stellenweise gar nicht abgelagert wurde, oder abgelagert, von der Brandung wieder zerstört und aufgearbeitet, wieder abgetragen wurde. Erst in der mittleren Kreide kam der geantiklinale Rücken auch im Unterengadin wieder unter Meer und lagerten sich dann die klastischen grobneritischen Bildungen der Tristelkreide, im besonderen die groben Minschunbreccien ab. In der Kreide ist der Unterschied gegenüber dem Westen, den wir zur Erklärung des Fehlens der Sulzfluhkalke heranzogen, gleichfalls vorhanden. Die Kreidestufen, besonders die Tristelschichten, sind im Unterengadin durchweg neritischer, und die Konglomerate und Breccien in denselben viel häufiger als im Rhätikon. Der Unterschied in der Höhe der Geantiklinalen im Streichen ist also tatsächlich als solcher erwiesen.*

Die Sedimentation ist an den Geantiklinalen des Unterengadins lückenhafter gewesen als im Prättigau; die Geantiklinalen ragten im Unterengadin höher empor. Sie waren, durch den Widerstand, der die spätere Fensterkulmination bedingte, schon primär höher aufgestaut, und dank dieser höheren Aufstauung kam im Unterengadin auf der Geantiklinale der Valmalaschuppe auch der Sulzfluhkalk wohl nicht mehr als solcher zur Ablagerung, und die Kreide transgrediert direkt auf das Kristallin. Auf Grund all dieser Überlegungen zögern wir nicht mehr, in den höheren Tasnaschuppen die mächtigen Äquivalente der Sulzfluhdecke zu sehen.

Damit wären Falknis und Sulzfluhdecke im Unterengadin nachgewiesen. Es bleibt die Aroser Schuppenzone. Als deren Äquivalente betrachten wir zunächst die *Radiolaritzone Piz Cotschen-Clavigliadas-Fuorcla d'Urschai*, die *Furclettaschuppe*, die *bunten Schiefer* und *Gipse von Val Prauost, Magnacun und Sur-En*, dann im weiteren die höheren Serien des Samnaun von der Gipszone *Zebblas-Salàs* über die *Zone des Lias* bis hinauf zu den *Ophiolithen am Bürkelkopf*. Von einer Benennung der Liaszone als Brecciendecke sehen wir auf Grund unserer Untersuchungen im Prättigau und Schanfigg ab. Diese oberen Serien entsprechen als *Ganzes* der *Schuppenzone von Arosa*, die *oberen Ophiolithe* im besonderen denen der *Totalp*, von *Arosa* und des *Urdenfürkli*.

Damit sind im Grossen sämtliche Elemente der Prättigauer und Schanfigger Aufbruchzone, Falknis-, Sulzfluh- und Aroser Schuppenzone auch im Unterengadin in grosser Verbreitung und charakteristischer Zusammensetzung nachgewiesen. Die Behauptung, dass die beiden ersten im Unterengadin fehlen, desgleichen die so wichtigen Radiolarite der Aroser Zone, und dass damit der Fenstercharakter erschüttert sei, ist durch die Tatsachen heute widerlegt. Alle diese tektonischen Elemente des Prättigaus erscheinen im Unterengadin in derselben Reihenfolge unter der Silvretta hervor, wie sie im Westen unter dieselbe untergetaucht sind.

Eine Verbindung der beidseitigen Falknis-Sulzfluh- und Aroser Serien über die Silvretta hinweg, der Autochthonität der Silvretta zuliebe, ist heute absolut unmöglich geworden. Man wollte denn die *Falknis-Sulzfluhserien* etwa der *Ducantrias* gleichsetzen. *Die Fensternatur des Unterengadins ist damit endgültig bewiesen.*

Die gleichen tektonischen Serien, die im Westen bei Klosters und Langwies unter der Silvretta verschwinden, tauchen in gleicher Reihenfolge bei Ardez

im Unterengadin wieder unter derselben hervor, die Silvretta schwimmt auf diesen tieferen Serien, und das Unterengadin ist ein Fenster in der Silvretta.

Versuchen wir nun noch, eine Verbindung herzustellen mit dem Oberengadin. Wie bereits erwähnt, kommen für die Fensterserien des Unterengadins von den Oberengadiner Stamdecken prinzipiell nur in Betracht *Err-, Bernina- und Languard- decke*, daneben die oberste penninische, die *Magnadecke*.

Als Äquivalente der *Ophiolithserien der Alp Champatsch*, die als höhere Schuppen dem basalen Flysch aufliegen, möchten wir die *Ophiolithserien des Oberhalbsteins zwischen Surava und Rofna* betrachten, die gleichfalls dem Prättigau flysch von Savognin aufgeschoben sind. Darüber folgt im Osten der *Haupttasnagranit*, im Westen die *Errdecke*. Die petrographischen Parallelen zwischen Tasna- und Err-Albulagranit, sowie die Funde von Nairporphyr und Diabas im Verrucano der Tasnaserie, stellen die Identität dieser beiden tektonischen Elemente sicher. *Der Tasnagranit, und damit auch die Schuppen von Clüinas und Ardez und endlich die Falknisdecke gehören daher zweifelsohne zur Errdecke.*

Weniger sicher, ja sogar unwahrscheinlich ist dies vom *Granit der Plattamala*. Dort sahen wir die typischen Nairporphyre in der Schuppe unter dem Plattamalagranit auftreten, und sowohl der *Granit der Plattamala* wie seine basische *Dioritfacies* erinnern ausserordentlich an die *Bernina-Julierkombination*. Eine gewisse Ähnlichkeit zwischen Tasna- und Plattamalagranit erscheint uns bei der Beurteilung dieser Frage nicht entscheidend, wenn wir sehen, wie ähnlich einander auch Albula- und Juliergranit werden können, die beide dennoch bis tief in die Wurzeln hinein scharf tektonisch getrennt sind. Wir halten es also für möglich, und der Gesteinskombination wegen sogar für wahrscheinlich, dass die *Zone der Plattamalagranite von einer höheren kristallinen Einheit der unterostalpinen Deckengruppe stammt als der Tasnagranit*. Wir stellen dieselbe zur *Berninadecke*. Der Plattamalagranit ist eine höhere Schuppe als der Tasnagranit. In dieser Idee werden wir dadurch bestärkt, dass die Plattamalazone in die Schulser Injektionszone hineinstreicht, und diese scheint tatsächlich höher zu liegen als die Granite von Chamosch, die erst dem Tasnagranit entsprechen.

Für die Zuteilung der *Plattamalazone* zur *Berninadecke* scheint uns noch ein weiterer Umstand zu sprechen. Es hat durchaus den Anschein, dass die *Serpentine der Clemgia primär mit der Schulser Injektionszone verknüpft sind*. Diese Serpentine können also zum Altkristallinen gerechnet werden, und wir

hätten dann in unserer Plattamalazone die seltene Kombination: Granit, Diorit, Gabbro, Serpentin. Die gleiche charakteristische Gesteinsassoziation, Granite, mit Dioriten, Gabbros und Serpentin verknüpft, zeigt nun gerade auch die Berninadecke. In keiner einzigen anderen unterostalpinen Decke Graubündens finden wir innerhalb des Altkristallinen das Zusammenvorkommen bunter und z. T. stark alkalischer Granite mit Serpentin. Und wenn noch gewisse Gabbros und Diorite der Schulser Injektionszone mikroskopisch, chemisch und in ihrer Metamorphose weitgehend mit Berninadioriten und -Gabbros übereinstimmen, so wird uns die Berninanatur dieser Zone zur Überzeugung.

Err- und Berninadecke sind also im Unterengadin am Aufbau der altbekannten Granitzüge des Tasna- und Plattamalagranites in gleicher Weise beteiligt.

Über die Heimat der Sulzfluhdecke gehen bekanntlich unsere Ansichten etwas auseinander. J. CADISCH schliesst, aus tektonischen und faciellen Gründen, auf einen *gemeinsamen, nur im Norden zweigeteilten kristallinen Deckenkern der Falknis- und Sulzfluhdecke* und betrachtet als solchen den *Err-Albulagranit*, den Kern der *Err-Albuladecke*. R. STAUB anerkennt allerdings eine Ähnlichkeit der Facies, lässt aber sich dadurch nicht abhalten, diese zwei Serien auch *zwei verschiedenen grösseren, tiefer zerteilten, kristallinen Decken* zuzuweisen, die *Falknis- der Err-, die Sulzfluh- der Berninadecke*. Zwischen Falknis- und Sulzfluhserie sind nach Staub immerhin einige wesentliche Unterschiede vorhanden, die im Prättigau noch stärker hervortreten. Staub sieht also trotz Ähnlichkeit der Facies die Möglichkeit dennoch offen, die Sulzfluhserie einer höheren kristallinen Decke innerhalb des Unterostalpinen zuzuweisen als die des Falknis. Eine Ähnlichkeit der Facies ist ja auch so zu verstehen, stammen doch alle diese Serien letzten Endes aus der einen grossen unterostalpinen Deckeneinheit. Die *Beschränkung der Julierähnlichen Granite, der Diorite und Gabbros des Unterengadins* auf die *höheren Teile der Tasna-schuppen*, die unseres Erachtens als *Sulzfluhdecke* aufzufassen sind, bestärkt STAUB des weiteren in der Auffassung, dass diese Decke der *Berninadecke* zuzuweisen sei. Endlich scheint Staub die *Err-Albuladecke allein* für die Herleitung von *Falknis- und Sulzfluhdecke* zu klein.

Spätere Forschung wird diese Frage einst endgültig abklären. Bis dahin stellen wir beide Variationen als möglich hin.

Die *höheren Schuppen des Samnaun*, die der Aroser Schuppenzone entsprechen, möchten wir z. T. mit weiter zurückliegenden

Teilen der Bernina-, in der Hauptsache aber mit der *Languarddecke* in Verbindung bringen. Die grosse Zahl der Samnauner Schuppen darf uns dabei nicht beirren; sie könnten alle samt und sonders von der einen grossen Languarddecke stammen, die ja, was immer noch zu wenig beachtet wird, von ihrer *Stirn bei Madulein über 15 km tief bis zurück ins Val del Fain in zwei grosse kristalline Teildecken zerlappt ist*. Von diesen zwei Languarddecken können wir auch die Samnauner Gesteine ohne Schwierigkeiten ableiten.

Malm und Kreide der Samnauner Zone zeigen, analog dem *Sassalbo*, weitgehende Ähnlichkeit mit der *Falknisserie*, wodurch die *facielle Einheit der unterostalpinen Decken* wieder einmal mehr dokumentiert ist. *Besonders aber scheinen uns der Verrucano und die gewaltigen Rauhwacken und Gipsmassen der Zone Zebias-Salàs mit aller Deutlichkeit und Eindringlichkeit auf die Languarddecke hinzuweisen*. Nirgends sonst im ganzen unterostalpinen Faciesgebiet der Oberengadiner Decken treten diese lagunären Bildungen der Trias in so gewaltigen Massen auf wie gerade in der Languarddecke. Wir möchten daher diese Zone am ehesten den *Gipsen von Gessi am Berninapass und in Val Federia* gleichstellen. Weder in der Bernina- noch in der Errdecke kommen ähnliche mächtige Gipsmassen vor. Die *Liaszone* endlich hat gewisse Analoga in den *Steinsbergerkalken der Languarddecke am Sassalbo*; sie muss auch aus tektonischen Gründen gleichfalls in diese oberen unterostalpinen Zonen gestellt werden. Wahrscheinlich stellt der von EMIL OTT unter dem Piz Michèl entdeckte *Lias des Colm da betschs* (unveröffentlichte Mitteilung) ein direktes Analogon der Samnauner Liaszone dar. Die Herkunft der oberen *Ophiolithmassen* an der *Furcletta* und am *Bürkelkopf* ist noch nicht aufgeklärt. Jedenfalls fehlen den unterostalpinen Decken des Oberengadins bisher solche Ophiolithe im Mesozoikum.

Damit sind wir mit unseren Parallelisierungen der Unterengadiner Serien, soweit wir sie heute durchführen können, zu Ende. Noch vieles bleibt dunkel im weiten Fenstergebiet des Unterengadins, noch manche Frage bleibt uns offen, und die weitere Forschung hat dort noch manches schöne Ziel. Aber unsere Studien haben uns doch den Weg gezeigt, der zum Verständnis der vielumstrittenen Region führen kann, und es ist uns dabei doch schon gelungen, die Fäden aus den Nachbargebieten ins Unterengadin hinüber und hinab zu verfolgen und dort fortzuspinnen.

Der Nachweis der Deckenfolge im Unterengadin: Penninikum, Falknis-Sulzfluh-Aroser Schuppenzone-Silvretta, hat uns gezeigt,

dass diese Deckenfolge dieselbe ist wie jenseits der Silvretta im Prättigau, und dass sie übereinstimmt auch mit dem Bau der Gebirge im Oberengadin. Die Deckenfolge des Unterengadins zieht also vom Oberengadin und Prättigau her unter der Silvretta ungestört hindurch, in gleicher Facies und gleicher Reihenfolge, mit ähnlichen petrographischen Eigenheiten im Kristallinen, mit ähnlicher Metamorphose desselben. Die Fensternatur des Unterengadins ist damit endgültig bewiesen.

Das Unterengadin ist ein Fenster in der oberostalpinen Decke der Silvretta und der Oetztalesalpen, in dem die unterostalpinen Decken des Oberengadins und Prättigaus, und das oberste Penninikum nochmals entblösst sind. Die mittelostalpine Decke der Engadiner Dolomiten hingegen nimmt am Aufbau des Fensters keinen Anteil.

Literatur.

1. O. AMPFERER und W. HAMMER, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu bis zum Gardasee. Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt, Wien, 1911.
2. E. BÖSE, Zur Kenntnis der Schichtenfolge im Engadin. Zeitschr. d. Geol. Ges. 1896.
3. J. CADISCH, W. LEUPOLD, H. EUGSTER, R. BRAUCHLI, Geologische Untersuchungen in Mittelbünden. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich, 1919.
4. H. P. CORNELIUS, Über die rhätische Decke im Oberengadin und den südlich benachbarten Gegenden. Zentralbl. Min. etc. 1912.
5. H. P. CORNELIUS, Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer- und Julierpass. N. Jb. Min. Beil. Bd. 35, 1912.
6. H. P. CORNELIUS, Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin, Ib. 1915.
7. H. P. CORNELIUS, Über die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden, Beitr. Geol. d. Schweiz, 1914.
8. A. ESCHER und B. STUDER, Carte géologique de la Suisse, 1867.
9. A. GRAMANN, Über die Andalusitvorkommnisse im rhätischen Flüela- und Scalettgebiet etc. Viert. Nat. Ges. Zürich, 1899.
10. U. GRUBENMANN, Über einige Gesteine aus dem Stollen des Elektrizitätswerkes Schuls im Unterengadin. Ecl. Geol. Helv. 1904.
11. U. GRUBENMANN, Die Kristallinen Schiefer, II. Aufl. 1910.
12. U. GRUBENMANN, Über drei Alkaligesteine aus dem Berninagebiet. Schweiz. Chemiker-Zeitung, 1914.
13. U. GRUBENMANN und CHR. TARNUZZER, Beiträge zur Geologie des Unterengadins. Beitr. Geol. d. Schweiz, 1909.
14. U. GRUBENMANN und CHR. TARNUZZER, Geologische Karte des Unterengadins, Ib. Spezialkarte 58.
15. W. HAMMER, Beiträge zur Geologie der Sesvennagruppe I.—III. Verh. K. K. R. A.
 - I. Verrucano und Trias im Schlinig- und Avignatal, 1907.
 - II. Der Westrand der Oetztalesmasse, 1908.
 - III. Über das Vorkommen von Trias und Jura im Rojental, 1910.