

# Die Bergsturzlandschaft zwischen Reichenau und Rodels

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **52 (1959)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

die weitere Auflockerung des Gesteinsverbandes. Am meisten begünstigt wird aber das Abstürzen gewaltiger Felsmassen durch das steile Einfallen der Schichtung und der Schieferung gegen das Rheintal hin. Eine weitere Beanspruchung der Gesteine dieser Gegend steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem Abdrehen der Streichrichtung der Calandaketten von Ost–West gegen Südsüdwest–Nordnordost zwischen Felsberg und Haldenstein.

ALB. HEIM (1891), M. BLUMENTHAL (1912) und J. OBERHOLZER (1933) bearbeiteten die komplizierte Tektonik dieses Gebietes eingehend.

### DAS ANSTEHENDE PENNINIKUM

Auf dem rechten Rheinufer, dem aus helvetischen Schichtgliedern aufgebauten Calanda gegenüber, erheben sich die penninischen Bündnerschieferberge der Stätzerhornkette. Diese, von H. JÄCKLI (1944) genau untersuchten Gesteinskomplexe bestehen vorwiegend aus Kalkschiefern, Kalkphylliten, Kalken, sowie aus geringmächtigen sandigen und tonigen Schieferen, die an manchen Stellen stark verkieselt sind. Das Alter dieser Bündnerschiefer konnte bis heute nicht eindeutig bestimmt werden. Da diese Schichten generell gegen Südosten einfallen und Südwest–Nordost streichen, werden die steilen Süd- und Osthänge zwischen Chur und Rothenbrunnen von Schichtköpfen der Bündnerschieferschichten gebildet. Durch dieses gegen den Berg gerichteten Einfallen wurde das Abrutschen grösserer Massen, dieses sonst wenig widerstandsfähigen und gleitfähigen Gesteines verhindert.

Welchen Decken diese Bündnerschieferelemente zugehören, wissen wir heute noch nicht sicher (vgl. Seite 184). Über die Tektonik des anstehenden Penninikums sei hier kurz folgendes gesagt. Die Bündnerschiefer wurden auf die Schichten des Helvetikums überschoben. Bei dieser gewaltigen tektonischen Beanspruchung wurden die relativ plastischen Kalkphyllite und Kalkschiefer intensiv gefältelt.

Die Überschiebungsfläche ist leider nirgends aufgeschlossen, so dass ihre Lage unter den Alluvionen des Rheintales nur annäherungsweise festgelegt werden kann. Ein wichtiger Unterschied zwischen Rheintal und Rhonetal liegt gerade darin, dass das Penninikum im Rhonetal auf die nördliche Talseite übergreift. Abgesehen davon hat die Grenzlage zwischen den verschiedenen beschaffenen helvetischen und penninischen Schichtfolgen wahrscheinlich im Westen wie im Osten dazu beigetragen, dass infolge jüngster tektonischer Vorgänge in diesem Gebiet so viele und so mächtige Bergstürze entstehen konnten (Siders, Montana, Leuk im Westen, Flims, Kunkelspass und Felsberg im Osten).

Unsere Untersuchungen der Bündnerschieferaufschlüsse an beiden Hinterrheinufern haben ergeben, dass die Gesteinsschichten der Westseite ohne irgendwelche Störungen auf die Ostseite hinüberstreichen. Unsere auf beiden Talseiten vorgenommenen Messungen, die wir in Kugelprojektion darstellten (Fig. 29) lassen dies deutlich erkennen.

### DIE BERGSTURZLANDSCHAFT ZWISCHEN REICHENAU UND RODELS

Wenn man von einem hoch gelegenen Punkte aus, wie zum Beispiel vom Sessagit (1999 m ü. M.), gegen Süden schaut, so erblickt man ein typisches Bergsturz-

gebiet. Die riesigen Schuttmassen, die von Tamins bis gegen Ems im Osten und bis in das Domleschg im Süden reichen, stammen aus zwei nebeneinander gelegenen Ausbruchsnischen. Die eine liegt unmittelbar unter dem Sessagit, nordnordwestlich von Tamins. Sie ist auf der Landkarte der Schweiz 1:50000, Blatt 247 «Sardona», deutlich zu sehen. Die zweite Abbruchstelle ist der Felsen-zirkus zwischen Foppastein-Silberegg und Goldene Sonne, unter dem Taminser Älpli (Fig. 17).



Fig. 17. Die Abrissnischen nördlich Tamins.

Im Vordergrund die Sturzmassen von Schloss Rhäzüns bis St. Georg.

Die Sturzbahnen liegen bei Tamins im Schwarzwald, bei Silberegg an den steilen Hängen des Bleiswaldes. Heute sind die Sturzbahnen von Tannenwäldern bewachsen und nur die Morphologie, sowie die einzelnen Riesenblöcke zeugen von der bewegten Vergangenheit dieser steilen Berge. Die Trümmerablagerungen beginnen unmittelbar unter den Felswänden der beiden Ausbruchsnischen. Sie erreichen ihre grösste Mächtigkeit bei Girsch-Rascheu (nördlich Tamins) und auf Ils Aults (südlich Reichenau). Tektonisch gesehen liegt das Abrissgebiet im Bereiche der grossen Taminser Falte, die früher wahrscheinlich mit der Falte an der Goldenen Sonne direkt in Verbindung stand. Dieses Verbindungsstück ist beim Bergsturz abgebrochen, so dass wir heute zwei durch den Einschnitt des Kunkelsspasses voneinander getrennte Kettenglieder vor uns haben. Wie hoch dieses Verbindungsstück einst gewesen war, kann heute ebenso wenig bestimmt werden, wie das Volumen der abgestürzten Masse.

Die senkrechte Felswand bei der Goldenen Sonne liegt im Bereiche der grossen Falte. Hier sind Taminser Kristallin, Trias, Dogger und Malm aufgeschlossen. Die steile Fläche des Sessagit besteht ausschliesslich aus Malmkalk. Erst weiter im

Westen, in der Taminser Falte kommen Dogger, Trias und Taminser Kristallin wieder vor.

Die tektonischen Verhältnisse dieses Gebietes sind bis heute noch nicht völlig geklärt worden. Eine geologische Neukartierung der Umgebung von Tamins wäre daher erwünscht.

*Die Bergsturzalagerungen  
zwischen den Ausbruchnischen und Reichenau*

Die den Abrissnischen zunächst gelegenen Bergsturzalagerungen bestehen aus Malmtrümmern. Die Blöcke sind hier meistens von der Vegetation überwachsen, weshalb ihre Grösse nur geschätzt werden kann. Auf den steilen Sturzbahnen bleibt die Blockgrösse beschränkt und ist nie grösser als ungefähr  $2\frac{1}{2}$  bis  $3\text{ m}^3$ . Die ersten Riesenblöcke, mehrere Tausend Kubikmeter gross, liegen südlich Benisboden am Fussweg Tamins-Pradamal. Diese, Anstehendes vortäuschenden Aufschlüsse, zeigen stark zertrümmerten Triasdolomit, Dogger-Echinodermenbreccie und Schiltkalk. Die älteren Autoren, CHR. PIPEROFF (1897), M. BLUMENTHAL (1912) und J. OBERHOLZER (1933) haben an diesen Stellen anstehenden Fels kartiert und mussten daher mit einer tektonischen Komplikation rechnen. In der Karte von H. HELBLING (1948) werden diese Blöcke erstmals als abgesackt angegeben. R. GSELL (1918) verzeichnet an dieser Stelle einen Schwarm von Rötidolomitblöcken. Von der Linie Girsch-Rascheu-Pradamal gegen Westen und Südwesten werden die Bergsturstrümmern von einer dünnen Moränenschicht überdeckt. Zwischen Tamins und Reichenau ist vom Bergsturz infolge Überdeckung mit Schotter und Vegetation nichts mehr zu sehen. Erst beim Schloss Reichenau sind die riesigen Malmblöcke des Hinterrheinufers durch den Rheineinschnitt wieder schön abgeschlossen.

Von Reichenau gegen Süden wird die Bergsturzlandschaft durch den Hinterrhein in einen westlichen und einen östlichen Teil gegliedert.

*Die Aufschlüsse westlich des Hinterrheins*

Der Sporn von Isla

Der erste Aufschluss südlich der Eisenbahnbrücke von Reichenau ist der Sporn von Isla bei Bonaduz (P. 649). Diese in der Literatur so häufig erwähnte Stelle zeigt eine normale und eine verkehrte Schichtserie des Dogger und des unteren Malm (Fig. 18). Auf den ersten Blick scheint diese ungefähr zehn Meter hohe Felswand anstehend, doch fällt die starke Zerklüftung und Zersplitterung des Gesteins bei näherer Betrachtung sofort auf. Es ist schwer, ein einigermaßen grosses Handstück aus diesen Schichten herauszuschlagen. Sogar die Echinodermenbreccie, die sonst nur wenig zerstört wird, ist hier in kleine eckige Trümmer aufgesplittert. Noch merkwürdiger ist die Lagerungsweise dieser Schichten. Die Schichtlage weicht von der üblichen aarmassivischen Richtung so stark ab, dass man an der Richtigkeit der Messungen zweifelt. Schon P. ARBENZ & W. STAUB (1910) haben Werte wie  $N\ 40^\circ\ E$  für das Streichen und  $10^\circ$  gegen NW (!) für das Fallen festgestellt. Leider ist dieser Sporn der Erosion stark ausgesetzt, und so zeigt die Oberfläche schon nach kürzester Zeit ein anderes Bild. Aus diesem Grunde konnte die

Stelle, an der die früheren Messungen vorgenommen wurden, nicht mehr gefunden werden. Die im Sommer 1956 gemessenen Werte sind: Streichen N 0° E bis N 10° E und Fallen 20° bis 25° W, was eine noch stärkere Abweichung von der normalen Richtung bedeutet.

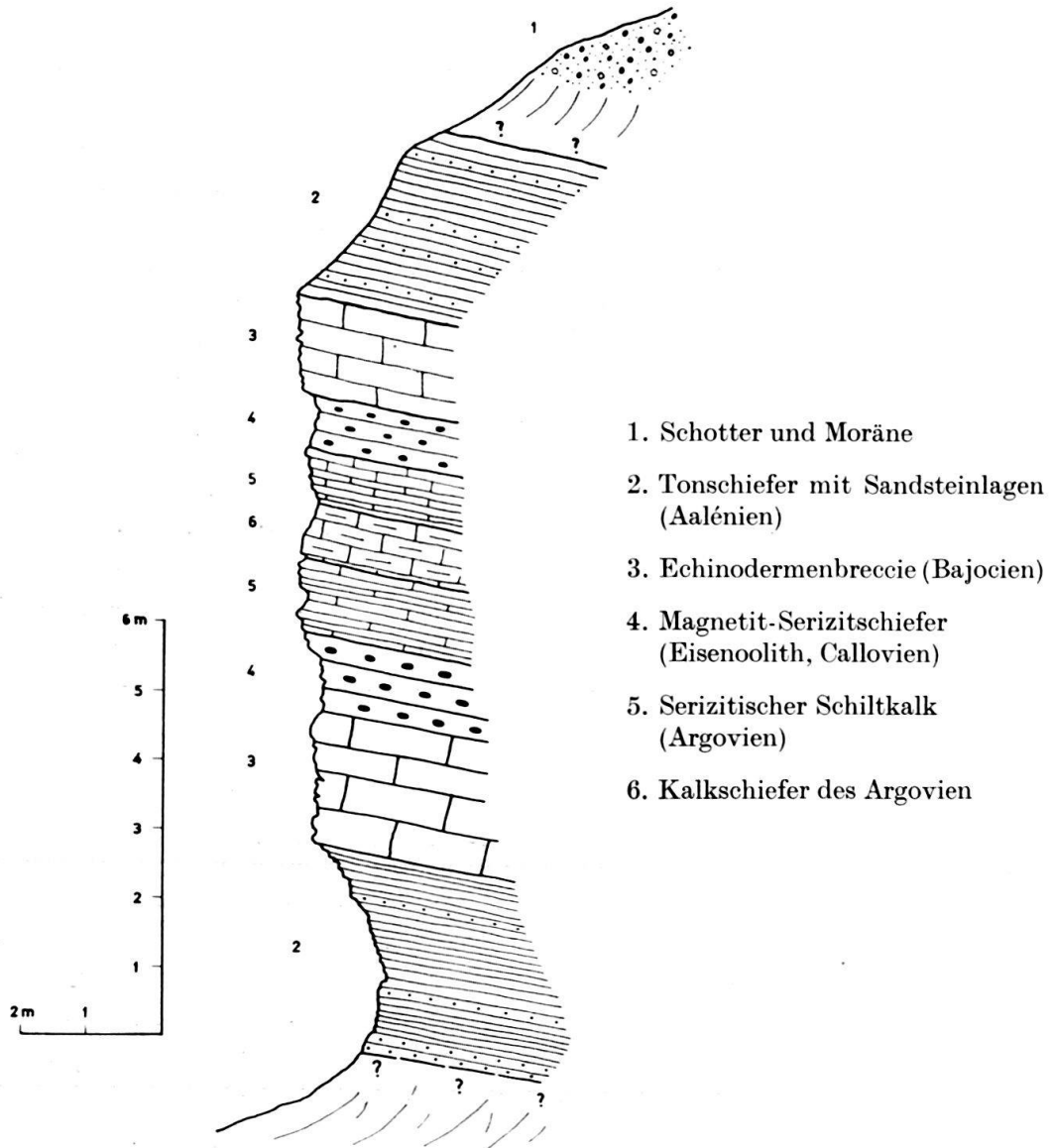


Fig. 18. Profil des Spornes von Isla.

Auf der Ostseite des Spornes fehlt der Malm und wir sehen nur noch Doggerschichten ohne stratigraphische Reihenfolge übereinandergelagert. Von einer «vollständig nach Süden übergelegten Mulde von Dogger mit einem Malmkern», wie sie von P. ARBENZ und W. STAUB angenommen wurde, kann hier nicht die Rede sein, da im Osten des Aufschlusses ein vollkommenes Chaos herrscht. Das Gestein ist hier eine Bergsturzbreccie mit Schlagpulver und eingeschwemmtem Material. Vollkommen regellos sind auch die Klüfte, die das Gestein durchsetzen; eine einheitliche Richtung kann nicht festgestellt werden.

### Der Hügel Plazzas

Noch deutlicher wird der Trümmercharakter am Hügel Plazzas (P. 681) östlich von Bonaduz. Diese Anhöhe besteht, soweit die Aufschlüsse zeigen, nur aus grünem Taminser Kristallin. Das Material dieses Kristallins ist ein grüner Quarzporphyr, der sich im Lavoytobel westlich Tamins anstehend vorfindet. Die einzelnen Trümmer, deren Ausmasse in einem Aufschluss auf der Nordseite des Spornes gut feststellbar sind, haben Grössen bis zu drei Kubikmetern. Einige grössere Blöcke weisen Schlagspuren sowie Schrammen und Kratzer auf. Zwischen den groben Blöcken liegt feineres Material, oft sogar noch Schlagpulver. Dieser Trümmercharakter kann auch in den Aufschlüssen an der Ost- und Südseite des Hügels festgestellt werden. Dass es sich hier um die anstehende, normale Unterlage der Trias und des Dogger von Isla und Sankt Georg handelt, wie dies P. ARBENZ & W. STAUB 1910 behauptet haben, muss verneint werden. Es wäre ein unvorstellbarer Zufall gewesen, wenn während des Sturzes die Kristallingerölle ausgerechnet auf einem aus dem gleichen Kristallin bestehenden Hügel abgelagert worden wären. Streichen und Fallen kann man in diesen Aufschlüssen nicht messen. Oft variieren die Richtungen schon auf kürzeste Distanz bis 90 Grad. Nur auf der Nordseite befindet sich ein Aufschluss, in welchem auf eine Distanz von annähernd zehn Metern ein einheitliches Fallen von 45° bis 50° gegen Westnordwest gemessen werden konnte. Dies beweist aber noch lange nicht, dass diese Partie des Hügels aus anstehendem Fels besteht. Viel eher muss man hier an einen grösseren Block im Bergsturz denken, der auf das südlich angrenzende feinere Material abgelagert wurde. Das Fallen in diesem Aufschluss steht übrigens in keiner Beziehung zur üblichen aarmassivischen Lagerung.

### Das kleine Felsbord zwischen Plazzas und Sankt Georg

Durchqueren wir die etwa 200 m breite Bucht südlich Plazzas, so gelangen wir zu einem steilen Schuttkegel, dessen Material von senkrechten Schotterwänden her stammt. Diese Geröllhalde ist mit dichtem Unterholz bewachsen, das ein gutes Versteck für Rehe und Hirsche bietet. Das erste Vorkommen von helvetischem Material folgt erst 35 bis 40 m weiter im Süden. Hier liegen Dogger-Eisensandsteine und schwarze Opalinustone in einem wirren Blockwerk. Messungen des Schichtverlaufes an diesem, ca. 25 m über dem Hinterrheinniveau gelegenen Aufschluss waren nicht möglich. Darüber erhebt sich eine senkrechte Wand, ebenfalls aus helvetischem Gestein bestehend. Leider ist das Begehen dieses Teiles nicht möglich, weshalb nur einige Blöcke in einer Schutthalde am Fusse der Wand untersucht werden konnten. Am häufigsten ist grüner bis hell gelbgrüner Quartenschiefer vertreten. Daneben kommt auch brauner Quarzit der unteren bis mittleren Trias vor. Das Gestein des zweiten Aufschlusses gegen Süden ist ganz zerbrochen und stark mylonitisiert. Die Doggerschichten liegen hier in gleicher Höhe wie bei der ersten Fundstelle, nur sieht man hier etwa 12 m über dem Hinterrhein auch die Unterlage. Es sind dies grüne Quartenschiefer der Trias. An dieser Stelle können wir also sowohl im Liegenden als auch im Hangenden des Dogger grüne triadische Quartenschiefer finden. An einigen Stellen sind diese Schiefer violett gefärbt. All-

gemein streichen die Schichten, soweit eine Messung überhaupt möglich war, N 52° E und fallen 0° bis 6° gegen Südosten ein. Der Dogger besteht auch hier vorwiegend aus schwarzem Opalinusschiefer und Eisensandstein, doch wird er gegen unten durch spröde, stark zertrümmerte Echinodermenbreccien begrenzt. Um den nächsten Aufschluss zu erreichen, müssen wir eine relativ flache Schutthalde aus helvetischen Trümmern überqueren. Von solchen sind hauptsächlich vorhanden Eisensandstein und Tonschiefer des unteren Dogger, sowie Quartenschiefer und brauner Quarzit. Im Süden dieser Schutthalde tauchen neuerdings Doggerschichten auf. Sie verschwinden in der grossen Bucht zwischen dem «kleinen Felsbord» und Sankt Georg unter mächtigen Schotterablagerungen. Diese Schotter überdecken auch die helvetischen Reste der vorhin beschriebenen Aufschlüsse.

### Der Sankt Georgshügel

Der nächste grosse Aufschluss von helvetischem Material ist der Sankt Georgshügel (San Gieri, P. 688) nordöstlich von Rhäzüns. Hier haben wir zum erstenmal einen Aufschluss vor uns, der einigermaßen an Anstehendes erinnert, aber nach unseren Befunden als Bergsturzablagerung angesehen werden muss. Nach den mächtigen Schotterablagerungen in der Bucht zwischen dem «kleinen Felsbord» und dem Sankt Georgshügel erblicken wir in etwa 10 bis 12 m Höhe über dem Hinterrhein einen kleinen Aufschluss von horizontal liegenden Eisensandsteinen vermischt mit Quartenschiefer. 5 m über diesem Aufschluss stehen Opalinustone und Eisensandstein, in wirre Blöcke aufgelöst, an. Da die einzelnen Brocken alle möglichen Lagen einnehmen, wurde auf Schichtmessungen verzichtet. Ein guter Aufschluss befindet sich 15 m weiter im Süden, ganz unten am Hinterrheinufer. Hier stehen hellgraue, violette bis schwarze Quartenschiefer in gut messbaren Schichten an. Die Messungen ergaben folgende, stark divergierende Werte: Streichen N 34° W, Fallen 28° SSW. An der gleichen Stelle wurde unter dem Quartenschiefer Echinodermenbreccie des Dogger gefunden. 20 m weiter gegen Süden und 5 m über dem Rheinufer folgen steil aufgerichtete Opalinustone, die schon P. ARBENZ & W. STAUB (1910) beschrieben haben. Diese Schichten streichen N 25° E und fallen 75° gegen Osten ein, das heisst völlig anders als die Quartenschiefer. Sie sind vielfach verbogen und weisen eine wellige Oberfläche auf. Anschliessend folgen im Süden Quartenschiefer mit Sandsteineinlagerungen. Hier massen wir N 44° bis 50° W für das Streichen und 40° gegen Südwesten für das Fallen. Von dieser Stelle an bedecken Vegetation und Schutt auf eine Strecke von annähernd 40 bis 50 m die Ostflanken des Sankt Georgshügels, so dass wir keine Aufschlüsse finden konnten. Nach diesem Unterbruch folgt ein schöner Aufschluss unmittelbar am Hinterrhein, der bei normalem Wasserstand fast ganz unter Wasser liegt. Grüne und violette Quartenschiefer sind hier auf eine Distanz von rund 30 m sichtbar. Die Schichtung verläuft parallel dem Hinterrhein. Sie streicht N 50° E und fällt 85° bis senkrecht gegen Nordwesten. Über diesen senkrecht aufgestellten Quartenschiefern liegt ein zweiter, guter Aufschluss. Die Aufnahmen zeigen folgendes Profil (von oben nach unten):

Quartenschiefer mit Sandsteineinlagerungen, 2 m  
Streichen N 40° W, Fallen 43° SSW.

Dogger-Opalinuston, 3 m  
Streichen N 58° W, Fallen 34° SSW.  
Quartenschiefer-obere Trias, 3,5-4 m  
Streichen N 58° W, Fallen 34° SSW.  
Dogger-Opalinuston, 5 m aufgeschlossen  
Streichen N 0°-4° E (Umbiegung), Fallen 74° E.

Unten am Rhein folgen dann die senkrecht aufgestellten Quartenschiefer. 10 m weiter flussaufwärts liegt ein ähnlicher, 6 bis 7 m hoher Quartenschieferaufschluss. Die hellgrün bis gelbgrünen und violetten Schiefer zeigen schöne Schichtung, die N 58° W streicht und 34° gegen SSW fällt. Gut beobachtbar sind an dieser Stelle einige Brüche, an deren Rändern die Schiefer mylonitisiert wurden. Merkwürdig ist die Zwischenlagerung von schwarzem Opalinuston zwischen den hellgrünen Quartenschiefern und den rostigroten Sandsteinlagen der oberen Trias. Diese Doggerlagen verlaufen konkordant zu den triadischen Schichten. Der grosse Aufschluss wird im Süden durch einen tiefen Einschnitt, der mit Trümmern von Triaschichten aufgefüllt und von Sträuchern überwachsen ist, abgegrenzt. Nach dieser annähernd 20 m breiten Schuttrinne tauchen Sandsteine mit roten Feldspäten auf. Am Anfang sind die Schichten unzusammenhängend und in einzelnen Blöcken aufgesplittert. Nach 7 m folgen dann zusammenhängende Schichtpakete, die N 10° W streichen und 88° bis 90° gegen Westen einfallen. Die gesamte Mächtigkeit beträgt an dieser Stelle 10 bis 15 m. Anschliessend an die Sandsteine treten triadische Dolomitbreccien mit sandiger Grundmasse auf. Der ganze Aufschluss ist ein, in den Hinterrhein 10 m hinausragender Sporn, aufgebaut aus grossen Blöcken. Der sichtbare Schichtverlauf streicht wie bei den Sandsteinen N 10° W und fällt senkrecht zum Rhein hinunter. Eine ähnliche Dolomitbreccie mit Sandsteingrundmasse ist bei Pradamal und am Nordsporn von Undrau aufgeschlossen. Auffallend ist, dass auch diese beiden Aufschlüsse sicher nicht anstehend sind. Im Anstehenden konnte die Dolomitbreccie bis jetzt noch nirgends aufgefunden werden. Nach einem ca. 7 m breiten, mit Schutt und Vegetation aufgefüllten Einschnitt gelangen wir zum letzten Aufschluss des Sankt Georgshügels am Hinterrheinufer. Dieser zeigt gut geschichtete Opalinustone und Eisensandsteine des unteren Dogger. An den Tonschiefern konnten an mehreren Stellen schöne Rutschharnische festgestellt werden. Das Streichen ist nach N 4° bis 5° W, das Fallen 74° nach Osten gerichtet. Verlassen wir den Hinterrhein und gehen 20 m gegen Westen, so finden wir noch einen schönen Aufschluss im Unterholz versteckt. Auch hier sind nur die Doggerschichten, Opalinuston und Eisensandstein vorhanden. Die Oberfläche der Tonschiefer ist durch vielfache Biegung oft wellig. Diese Bewegungen konnten die spröden Eisensandsteine nicht mitmachen, so dass an manchen Stellen der Aufschluss aus groben Blöcken aufgebaut wird. Die Messungen ergaben aus diesem Grunde sehr verschiedene Resultate. Schliesslich liegen auf der Südseite des Hügels wiederum mächtige Schotterablagerungen, die an mehreren Stellen tiefe Erosionsfurchen aufweisen.

Einige schöne Aufschlüsse liegen noch oben auf dem Fusswege zur Kapelle. Hier sind ausschliesslich Dogger-Tonschiefer und Eisensandsteine aufgeschlossen. Die Frage, ob auch violette bis schwarze Quartenschiefer an diesen Aufschlüssen beteiligt sind, kann mit einiger Sicherheit verneint werden. Die Schichtmessungen



ergaben folgende Werte: Streichen N 47° E und N 48° E, Fallen 44° gegen Südosten. Ein weiterer schöner Aufschluss liegt auf der Südwestseite des Hügels, im dichten Unterholz. An dieser Stelle konnten ausser Opalinuston und Eisensandstein keine anderen Gesteinsarten festgestellt werden. Die Schichten streichen hier N 62° E und fallen 37° Südost.

Zusammenfassend können wir vom Sankt Georgshügel folgendes sagen. Der ganze Hügel besteht hauptsächlich aus dem unteren Dogger (Opalinusschiefer und Murchisonaeschichten) mit häufig eingeschalteten Eisensandsteinbänken. Die Trias kommt nur am Hinterrheinufer in einem langgezogenen Aufschluss vor. Die Grenze zwischen Trias und Dogger ist eine scharfe, sie zeigt eine gewisse Diskordanz. P. ARBENZ & W. STAUB konstruierten (1910) an dieser Stelle eine Überschiebung, die aber nirgends nachgewiesen werden kann. Die genauen Schichtmessungen ergaben, dass der Hügel aus verschiedenen gerichteten Schichtkomplexen besteht. Es muss sich um einen Teil einer ausgedehnten Bergsturzmasse handeln, deren riesige Blöcke nicht gleichorientiert zum Stillstand kamen, sondern beliebig nebeneinander liegen blieben oder aufeinandergetürmt wurden. Die scheinbare Diskordanz am Hinterrheinufer, wo P. ARBENZ & W. STAUB eine Überschiebung annahmen, um diese Lagerung zu erklären, ist nichts anderes als ein Kontakt zwischen einem Dogger- und einem Triasblock.

### Der Malmsporn bei Rhäzüns

Der nächste Sporn am Hinterrhein stellt das schönste Vorkommen helvetischen Materiales dar. Da die Felswände nicht bis auf die Höhe des Plateaus von Bonaduz-Rhätzüns reichen, wird hier die Ebene nicht mehr durch einen Hügel unterbrochen. Das Volk kennt für diesen Sporn keinen besonderen Namen. Wir wollen daher die Bezeichnung von P. ARBENZ & W. STAUB (1910) «Der Malmsporn bei Rhätzüns» für diese Stelle beibehalten. Die senkrecht zum Hinterrhein abfallenden Felswände zeigen eine schöne Muldenbiegung im Schiltkalk und anschliessend



Fig. 19. Profil der Nordseite des Malmspornes.

intensiven Faltenwurf im Dogger. Der ganze Sporn besteht hauptsächlich aus marmorisiertem Schiltkalk und aus Argovienschiefer (= Schiltschiefer). Der Dogger kommt an beiden Enden des Aufschlusses in bedeutender Mächtigkeit vor.

Da sich der Hinterrhein beim letzten Hochwasser ein neues Bett geschaffen hat, konnte nicht nur die Nordseite, wo P. ARBENZ & W. STAUB (1910) ein Profil aufgenommen haben, sondern auch die Südseite genau untersucht werden.

200 m südlich des letzten Aufschlusses beim Sankt Georgshügel treffen wir neuerdings auf gut aufgeschlossene helvetische Gesteine. Profil Figur 19 zeigt die diesen Aufschluss aufbauenden Schichten.

Die von P. ARBENZ & W. STAUB gefundenen Dogger-Eisensandsteine und schwarzen Tonschiefer konnten nur in der Schutthalde nördlich der anstehenden Echinodermenbreccie festgestellt werden. Das Streichen der Schichten im obigen kurzen Profil ist N 12° W gerichtet. Das Fallen wechselt von 63° Westsüdwest bei den Schichten 2. und 3., gegen 58° Westsüdwest bei den Schichten 4. und 5. Bei Schicht 7. beträgt das Fallen nur noch 36° Westsüdwest. In dieser Schicht konnte auch ein Kluftsystem festgestellt werden. Sein Streichen bleibt konstant und beträgt N 80° E, das Fallen wechselt aber von 83° Südsüdost über 90° nach 86° Nordnordwest. An diesen Klüften werden die Schichten gegen einander verstellt, so dass eine staffelförmige Umbiegung entsteht (Fig. 20).

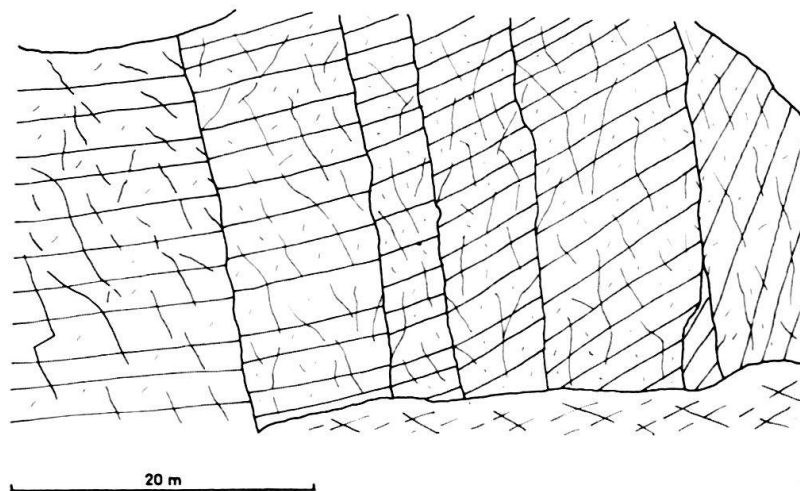


Fig. 20. Staffelförmig angeordnete Verstellung der Schichten am Malmsporn.

Die Verfolgung dieser Schichten gegen Süden wird leider von den senkrecht in den Hinterrhein abfallenden Steilwänden verunmöglicht. Erst auf der Südseite des Spornes können wir unsere Beobachtungen wieder aufnehmen. Diese Seite zeigt einen schönen Faltenwurf der Doggerschichten. In dieser beinahe 60 m hohen Felswand sind marmorisierter Schiltkalk, Magnetit-Chloritschiefer, Echinodermenbreccie und Aalénienschiefer (Opalinuston) mit Eisensandsteineinlagerungen aufgeschlossen. Die Schiltschichten streichen dabei N 22° E und fallen 40° bis 46° gegen Südosten ein. Die Lage der Falte im Aufschluss ist in Figur 21 dargestellt.

Auffallend ist bei dieser Falte, dass bei den Umbiegungen keine deutlich umlaufende Schichtung erkennbar ist. Die verschiedenen Schichten sind an diesen Stellen miteinander verzahnt. Am besten kann man die dunklen Magnetit-Chlorit-

schieferschichten verfolgen. Ihr oberster Abschluss zeigt eine deutliche Verschupfung unter einer Gleitfläche. Diese Grenze stellt wahrscheinlich die Kontaktfläche zweier aufeinanderliegender Blöcke dar.

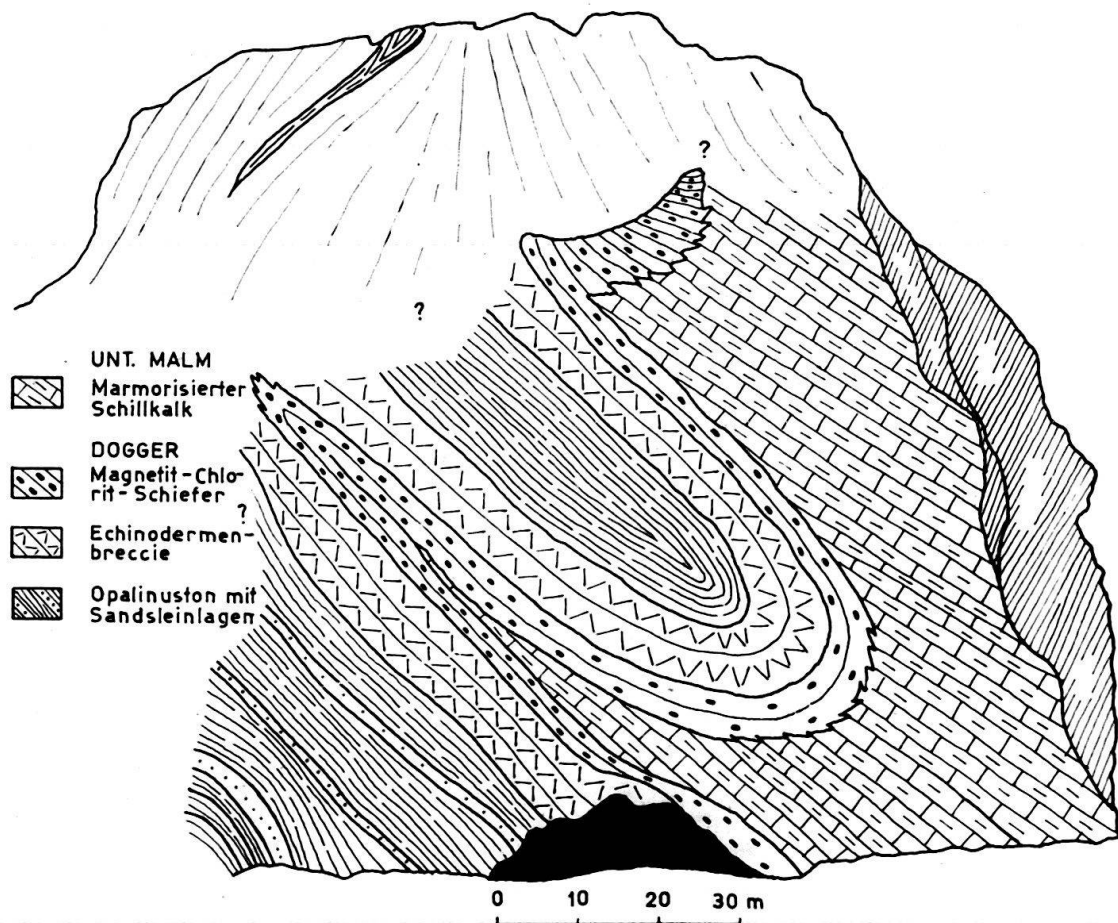


Fig. 21. Lage der Falte auf der Südseite des Malmspornes bei Rhäzüns.

Auf der Südwestseite dieses Aufschlusses treten nur noch Opalinustone mit eingeschalteten Eisensandsteineinlagen auf. Sie fallen alle mehr oder weniger steil gegen Südosten ein. Allgemein ist das Gestein am ganzen Malmsporn weniger stark zertrümmert als bei den vorhergehenden Aufschlüssen, doch weichen Streichen und Fallen noch immer stark von der normalen, aarmassivischen Richtung ab.

### Die Doggerscholle zwischen Schlosshügel Rhäzüns und Malmsporn

Einen merkwürdigen Fund machte W. NABHOLZ (1954) auf halber Distanz zwischen dem «Malmsporn» und dem Schlosshügel von Rhäzüns. 25 m unter dem Terrassenrand von Rhäzüns und etwa 200 m nordnordöstlich vom Schlosshügel liegt mitten in der steilen Schotterwand eine linsenförmige Scholle aus helvetischem Doggereisensandstein. W. NABHOLZ hat 1954 eine Länge von 12 m und eine Breite von 4 m an dieser Scholle gemessen. Die heutigen Ausmasse sind etwas geringer. Im März 1957 konnten nur noch 9 m auf 3 m gemessen werden. Die Annahme

W. NABHOLZ', dass die Scholle nicht mit dem Anstehenden in Zusammenhang steht, kann auf Grund dieser raschen Abnahme an Grösse bejaht werden. Die Grenzen zwischen Schotter und Eisensandstein sind oft stark verwischt. Durch rostige Verwitterungsfarbe ist der Schotter in einem schmalen Umkreis um die Scholle rot imprägniert. W. NABHOLZ hat 1954 am seinerzeitigen Aufschluss das Fallen messen können, nämlich  $50^\circ$  gegen Nordnordwest. Heute kann man keine Schichtmessungen mehr vornehmen. Die Verwitterung schreitet an den Schotterwänden sehr rasch vor. Nach Angaben der Bodeneigentümer verlieren diese in regenreichen Jahren an den Kanten der Schotterwände bis zu 50 cm breite Bodenstreifen. Die Doggerscholle selbst stammt wahrscheinlich von einem der benachbarten Bergsturz­hügel, vom Malmsporn oder vom Schlosshügel. Die Schotterablagerungen wurden durch den Absturz dieser Scholle in keiner Weise gestört.

### Der Schlosshügel von Rhäzüns

Dieser Hügel besteht bis auf einen kleinen Teil aus Doggerschiefern mit Einlagerungen von Eisensandstein. Am Fusse der Felswand, auf der Südwesthälfte des Aufschlusses, befindet sich ein Einschluss von unterem Malm (Argovien­schiefer), Eisenoolith (= Magnetit-Chloritschiefer) und Echinodermenbreccie in verkehrter Schichtlage; der Einschluss ist halbkreisförmig blossgelegt. Die Bogenform wird aber nicht durch plastische Faltung, sondern durch Versetzung entlang einer Reihe von Staffelbrüchen erzeugt. Diese Tatsache lässt die Annahme als wahrscheinlich erscheinen, nach welcher es sich hier nicht um eine Falte im Anstehenden, sondern um Blöcke, die beim Bergsturz aufeinander geprallt sind, handeln könnte. Das Gesteinsmaterial aller Schichten, vor allem aber des Doggereisensandsteines, ist stark zertrümmert und es lässt sich nur eine wahrscheinliche Schichtung erkennen. W. NABHOLZ beobachtete 1954, dass der Doggereisensand-

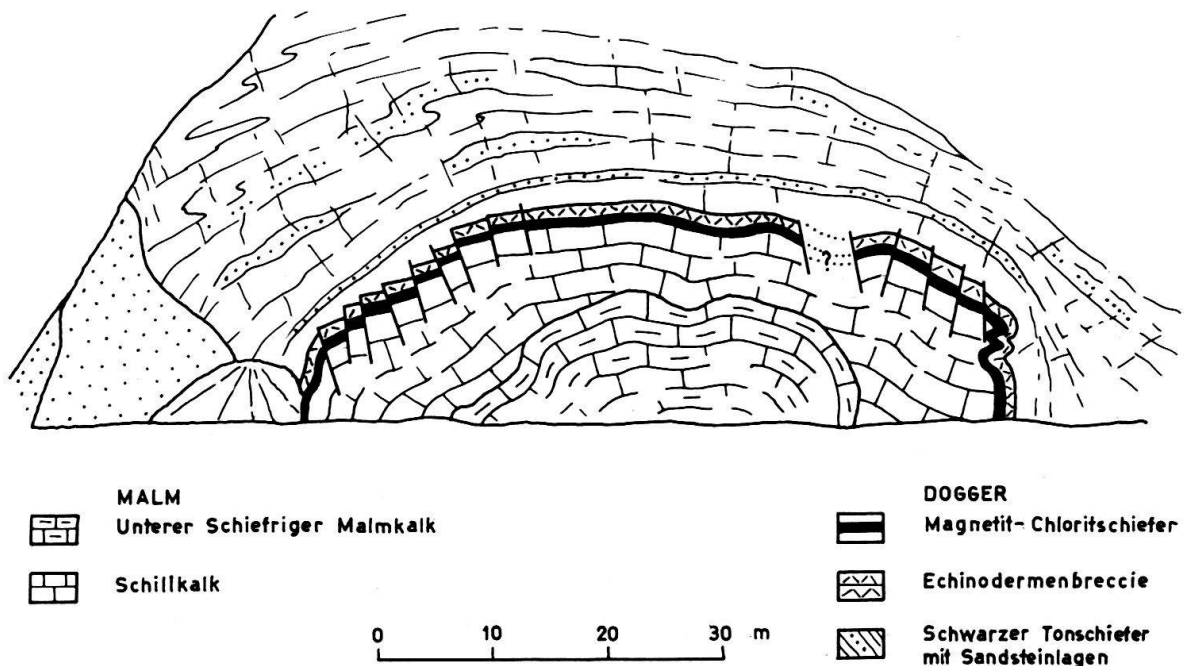


Fig. 22. Der grosse Einschluss am Fusse des Schlosshügels bei Rhäzüns.

stein 50 m über dem Rheinniveau in grobe Blöcke aufgelöst ist. Die wahrscheinliche Streichrichtung ist im Südwesten  $N 52^\circ E$ , im Nordosten  $N 80^\circ E$  gerichtet. P. ARBENZ & W. STAUB (1910) haben sogar  $N 100^\circ E$  (=  $E 10^\circ N$ ) gemessen. Dieses Streichen steht beinahe senkrecht zum Streichen der Schichten auf dem Sporn von Isla (vgl. Seite 195). Das Fallen wechselt sehr stark, da das Gestein teilweise gefaltet ist. Die Divergenz der Lagerung schliesst auch hier das Vorliegen anstehenden helvetischen Gesteins aus. Figur 22 zeigt den grossen Malmeinschluss am Fusse des Schlosshügels.

Die Mächtigkeit der Schichten im Einschluss sind nicht konstant. Die über diesem Einschluss liegenden schwarzen Tonschiefer – Opalinustone – des unteren Doggers sind an die 60 m mächtig. Sie zeigen besonders am Südwestende zahlreiche Vitriolblühungen, die schon ALB. HEIM aufgefallen sind. An diesem Ende folgen nach dem Opalinusschiefer mächtige Schotter. Auffallend ist hier der stark überhängende Kontakt zwischen Dogger und Schotter. Der Übergang vom «Fels» in den Schotter ist ein allmählicher. Nach den normal verlaufenden Tonschieferschichten folgt eine zerquetschte Randzone, in der die einzelnen Gesteinsbrocken parallel zur Kontaktfläche abgebogen worden sind. Diese Zone kann 0,4 bis 1,0 m breit werden. Anschliessend an diese Quetschzone folgt eine graue Lehmschicht mit eingelagerten Doggerschieferbruchstücken und Geröllen des Schotters. Auch hier variiert die Mächtigkeit ziemlich stark, und zwar zwischen 8 und 35 cm. Nach dieser Lehmzone folgt die eigentliche Kontaktfläche des Doggers gegen den Schotter. Sie ist wegen ihrer rostigen Verwitterungsfarbe schon von weitem leicht erkennbar. Die Kontaktfläche streicht ungefähr  $N 30^\circ W$  und fällt  $45^\circ NE$  (mündliche Mitteilung von Prof. CADISCH). Die Gerölle in der unmittelbaren Nähe des Kontaktes sind häufig mit ihrer Längsachse parallel zur Kontaktfläche angeordnet.

#### Das Hinterrheinufer zwischen Rhäzüns und Undrau

Von der soeben beschriebenen Stelle an sind am Hinterrheinufer etwa 130 m weit Schotter aufgeschlossen. Alsdann erscheinen gegen Südosten anstehende Bündnerschiefer, die als Kalkschiefer und Kalkphyllite mit dünnen, oft nur  $\frac{1}{2}$  mm dicken, schwarzen Tonschieferlagen ausgebildet sind. Die Schichtung verläuft ganz ungestört, und man kann die dünnen Tonschieferlagen oft 80 m weit, vom Hinterrheinufer bis zur Landstrasse hinauf, verfolgen. Es liegt bestimmt kein diagonal zur Schichtung angelegtes Clivage vor. Ob Schichtungsschieferung vorhanden ist, konnten wir nicht feststellen. Die Bündnerschiefer sind auf eine Distanz von annähernd 600 m am Hinterrhein, oft leider an unzugänglichen Stellen, aufgeschlossen. Sie werden im Süden, am nördlichen Ende von Undrau (auch Nundraus) von mächtigen Schottern überdeckt. Im Durchschnitt streichen die penninischen Schichten  $N 53^\circ E$  und fallen  $45^\circ$  gegen Südosten. Oft sind sie stark verkieselt.

#### Der Nordsporn von Undrau

Nachdem man die beinahe 60 m mächtigen Schotter und ein kleines Tal, in welchem der Fussweg zur Bahnlinie hinaufführt, durchquert hat, gelangt man zum ersten helvetischen Aufschluss auf Undrau. Der ganze Nordsporn wird durch einen

mit Schotter ausgefüllten Einschnitt in zwei Teile geteilt. Auf der nördlichen Seite ist nur der untere Dogger mit Eisensandsteinen und schwarzen Tonschiefern aufgeschlossen. Diese Schichten streichen ungefähr N 48° E und fallen mit 50° bis 60° gegen Nordwesten ein. Die Mächtigkeit ist wegen der häufigen Faltung und Quetschung nur schwer zu ermitteln. Die Tonschiefer sind mehr als 25 m, die bankigen Eisensandsteine beinahe 15 m mächtig. Das Gesteinsmaterial selbst ist stark aufgelockert, aber von einer eigentlichen Blockstruktur kann man hier nicht reden. Auffallend ist, dass die spröden Eisensandsteinschichten oft beim Anschlagen mit dem Hammer in kleine Splitter zerspringen. Es müssen also wohl kleine feine Risse im Gestein vorhanden sein. Auf der südlichen Seite des vorher erwähnten Einschnittes sind zuerst in etwa 20 m Höhe über dem Hinterrhein schiefrige Sandsteine und sandige Tonschiefer aufgeschlossen. Diese Schichten gehören noch zum ersten, nördlichen Teil des Spornes. Sie sind nur in kleinen Resten vorhanden und sehr stark verwittert. Weit wichtiger sind die triadischen Quartenschiefer, die am äussersten Vorsprung, am Hinterrhein, direkt an der Strasse aufgeschlossen sind. Dieser Aufschluss zeigt eine Wechsellagerung von schiefrigen und sandigen Schichten. Die gemessenen Werte betragen für das Streichen N 47° E und für das Fallen 50° bis 60° gegen Nordwesten.

Das Gesteinsmaterial ist weitgehend mylonitisiert, so dass meistens nur kleine, ca. 5 × 5 cm grosse Brocken mit dem Hammer herausgeschlagen werden können. Vor allem sind die harten Sandsteinlagen stark zertrümmert. Die Entstehung eines solchen Mylonites haben schon P. ARBENZ & W. STAUB (1910) durch das Abstürzen grosser Felsmassen erklärt. Die beiden Autoren nahmen dabei einen nur ganz kurzen Transportweg an. Ihrer Meinung nach stammen diese Trümmer aus der unmittelbaren Umgebung des Nordspornes von Undrau. Gegen diese Theorie spricht die durchgehende Auflockerung und Zersplitterung aller Schichten. Bei einem kurzen Sturzweg wären die Schieferschichten nicht so stark zerstört worden, wie dies an allen Aufschlüssen des vorliegenden Spornes sichtbar ist. Wenden wir uns um die vorspringende Felsspitze gegen Westen herum, so treffen wir zuerst einen beinahe 20 m breiten Schuttkegel, bestehend aus Geröllen der hohen Schotterwände, an. Diese Geröllhalde bedeckt die Fortsetzung der Schieferschichten am Hinterrheinufer gegen Westen. Die ersten gut aufgeschlossenen Quartenschiefer liegen 30 m westlich vom Hinterrhein und in etwa 25 m Höhe über dem Talboden. Diese hellgrünen Chloritoidschiefer streichen N 46° E und fallen 34° gegen Südosten. Das Fallen wechselt dabei rasch von 30° gegen Südosten bis zu 90°, was für die Bergsturz natur der Felsmassen spricht. Die meisten Aufschlüsse zeigen auch hier eine Wechsellagerung von Sandsteinlagen und Schieferschichten. Ein weiterer schöner Aufschluss, diesmal von schwarzem, zum Teil sandigem Quartenschiefer, liegt 20 m weiter im Westen und nur in 7 m Höhe über der Talsohle. Das Streichen ist hier N 54° E und das Fallen 30° gegen Südosten gerichtet. Bei allen diesen Schieferaufschlüssen können wir eine starke und weitgehende Auflockerung, zum Teil sogar Mylonitisierung des Gesteines feststellen. Sie ist zwar nicht so durchgreifend wie am Hinterrheinufer, doch immer noch sehr deutlich und auffallend. Die nächsten Triasaufschlüsse liegen nach einem 4 m breiten Schottereinschnitt, in 65 m Entfernung vom Hinterrhein. Im mehr oder weniger kompakten Schutt unter den Schotterwänden liegen eckige Brocken helvetischen Materials. Meistens

sind es Eisensandsteine und Schiefer, wie solche weiter gegen Osten und Westen anstehen. Im Westen grenzt der Schottereinschnitt an schwarze Quartenschiefer. Es ist dies wahrscheinlich die Stelle, wo früher P. ARBENZ & W. STAUB (1910) den Triaszahn, bestehend aus schwarzem und hellem Quartenschiefer, kartiert haben. Heute ist von diesem Zahn nichts mehr zu sehen, da die Verwitterung eine Schuttrinde über den ganzen Aufschluss gebildet hat. Diese Schuttrinde ist aber im Gegensatz zu allen übrigen Verwitterungsprodukten ganz schwarz. Schon am Fusse der Halde fällt dem Beobachter die Schwarzfärbung des Bodens auf. Aufgeschlossen sind die Quartenschiefer nur an wenigen Stellen und dann auch nur durch Absackungen und Abbröckeln aus der ursprünglichen Lagerung verstellt. Eine genaue Kartierung und Ausmessung des Triaszahnes war leider nicht mehr möglich. Im Westen werden die schwarzen Quartenschiefer durch eine stellenweise stark versinterte Schotterwand begrenzt. Diese Schotter enthalten keine helvetischen Trümmer mehr, dagegen nimmt die Zahl der Dolomitbrocken am Westende der Schotterwand mehr und mehr zu, bis schliesslich die Schotterkomponenten wegbleiben und eine grobe Dolomitbreccie die Stelle des Schotters einnimmt. Die Dolomitbreccie, Rötidolomit der mittleren Trias, geht ihrerseits in violette und hellgrüne Quartenschiefer über. In den Quartenschiefern liegen einige eckige, sandige Quarzitbrocken. Zusammenhängend erscheint dieses Gestein am westlichen Ende des Aufschlusses unter den violetten Schiefen. Alle diese Triasschichten, Quarzit, Quartenschiefer und Dolomit sind weitgehend mylonitisiert und mit-

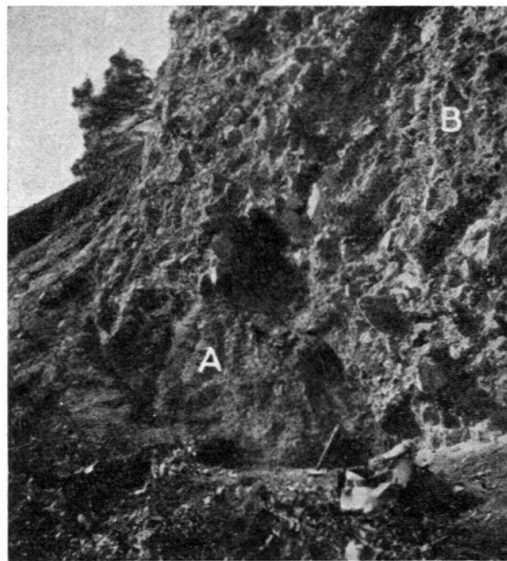


Fig. 23. Mylonitisierte Quartenschiefer (A) und Dolomitbreccie (B). Undrau Nordsporn.

einander vermischt (Fig. 23). Schichtmessungen sind an dieser Stelle wegen der weitgehenden Auflockerung und Blockstruktur des Gesteines nicht möglich. Das Profilschema Figur 24 zeigt die Mächtigkeits- und Lagerungsverhältnisse im Triasaufschluss.

Die Kalk-Dolomitbreccie mit Sandsteingrundmasse sowie der rostige Sandstein des Quartenschiefers, die P. ARBENZ & W. STAUB (1910, Schichten 8. und 8a. in Figur 6) unter dem hellen Quarzit mit rötlichen Körnern kartiert haben, konnte

heute anstehend nicht mehr gefunden werden. Im Schutt liegen einige Sandsteinbrocken, doch stammen sie von einem in etwa 8 m Entfernung liegenden Sandsteinblock des unteren Dogger. Zwischen Quartenschieferaufschluss und Doggerscholle liegt eine ziemlich steile Schutthalde aus helvetischem und verwittertem Schottermaterial. Unter den helvetischen Trümmern findet man Eisensandstein- und Magnetit-Chloritschieferreste, die früher wahrscheinlich an dieser Stelle auf-

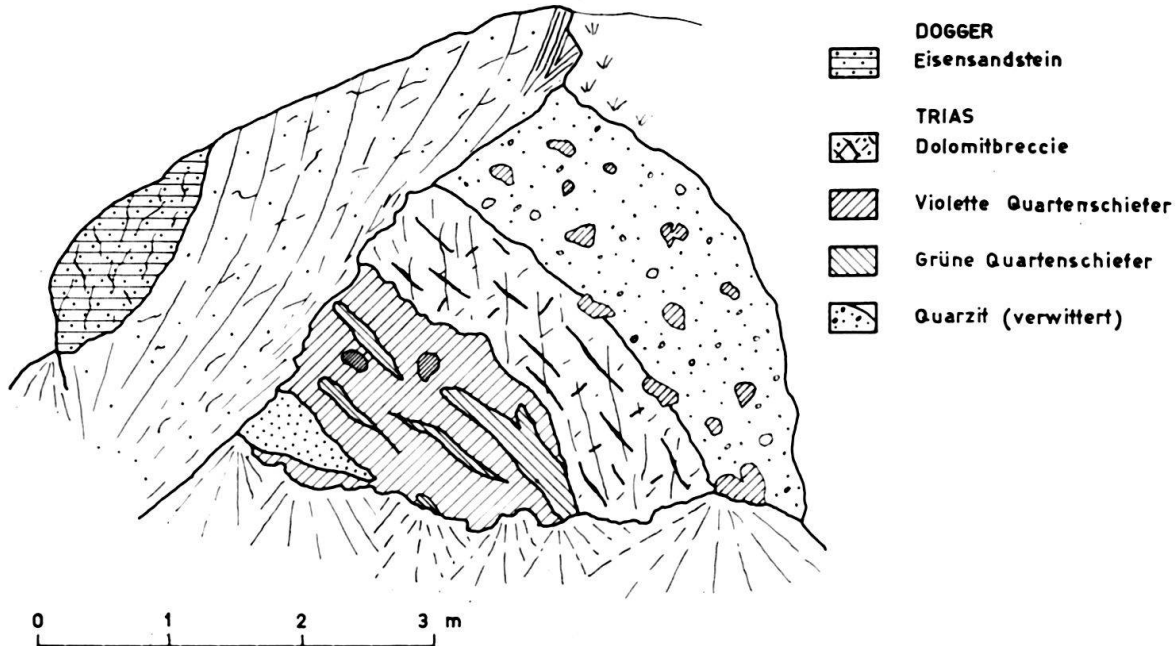


Fig. 24. Lagerungsverhältnisse im Triasaufschluss. Im Hintergrund die Doggerscholle. Undrau Nordsporn.

geschlossen waren. Der grosse Doggerblock besteht aus einem sehr stark verwitterten und weitgehend zersplitterten Eisensandstein mit einigen schwarzen Tonschieferlagen (= Opalinusschiefer des Aalénien). Da die ganze Scholle allseitig von Schotter umgeben ist, können wir mit Sicherheit sagen, dass es sich hier um einen während der Sedimentation des Schotters in der Nähe abgebrochenen Block handelt.

Der Schiltkalk, der zur Zeit von P. ARBENZ & W. STAUB noch aufgeschlossen war, konnte heute nicht einmal im Schutt aufgefunden werden. Wahrscheinlich handelte es sich nur um einen kleinen Schichtfetzen, der in der Zwischenzeit vollständig verwitterte, oder es liegt der kleine Aufschluss unter dem Schutt begraben. Westlich vom rostigen Eisensandsteinblock folgen mächtige Schotterwände, die bis zur oberen Terrasse von Undrau (P. 670) hinauffragen. Im Osten sind die Schotter mit eckigen helvetischen Trümmern vermischt. Diese Vermischung konnte nur im unteren Teil der Schotterwände festgestellt werden.

#### Der Südsporn von Undrau

Der Südsporn wird durch eine 400 m breite Bucht vom Nordsporn getrennt. Die Schotterwände weichen in der Bucht weit gegen Westen zurück und erreichen an einer Stelle beinahe die Bahnlinie. Dieser zweite Felsvorsprung reicht nicht



mehr bis zum Hinterrhein. Er ragt nur etwa 130 bis 140 m weit in die Alluvialebene hinaus. Der Aufschluss am Südsporn ist bedeutend kleiner als am Nordsporn, doch zeigt er ein vollständigeres Profil. Im Norden war die Trias nur bis zum Sandstein des Quartenschiefers und bis zur Dolomitbreccie aufgeschlossen. Im Süden zeigen sich unter dem Quartenschiefer die grauen und rötlichgrauen Rötidolomite der mittleren Trias. Leider wurde der Dolomitaufschluss für die Rheinkorrektion und für Strassenbau weitgehend abgebaut, so dass bis heute nur noch eine kleine Partie dieser untersten Schichten erhalten geblieben ist. Auf der Südseite des Spornes konnte von Westen gegen Osten folgendes Profil aufgenommen werden. (Fig. 25):

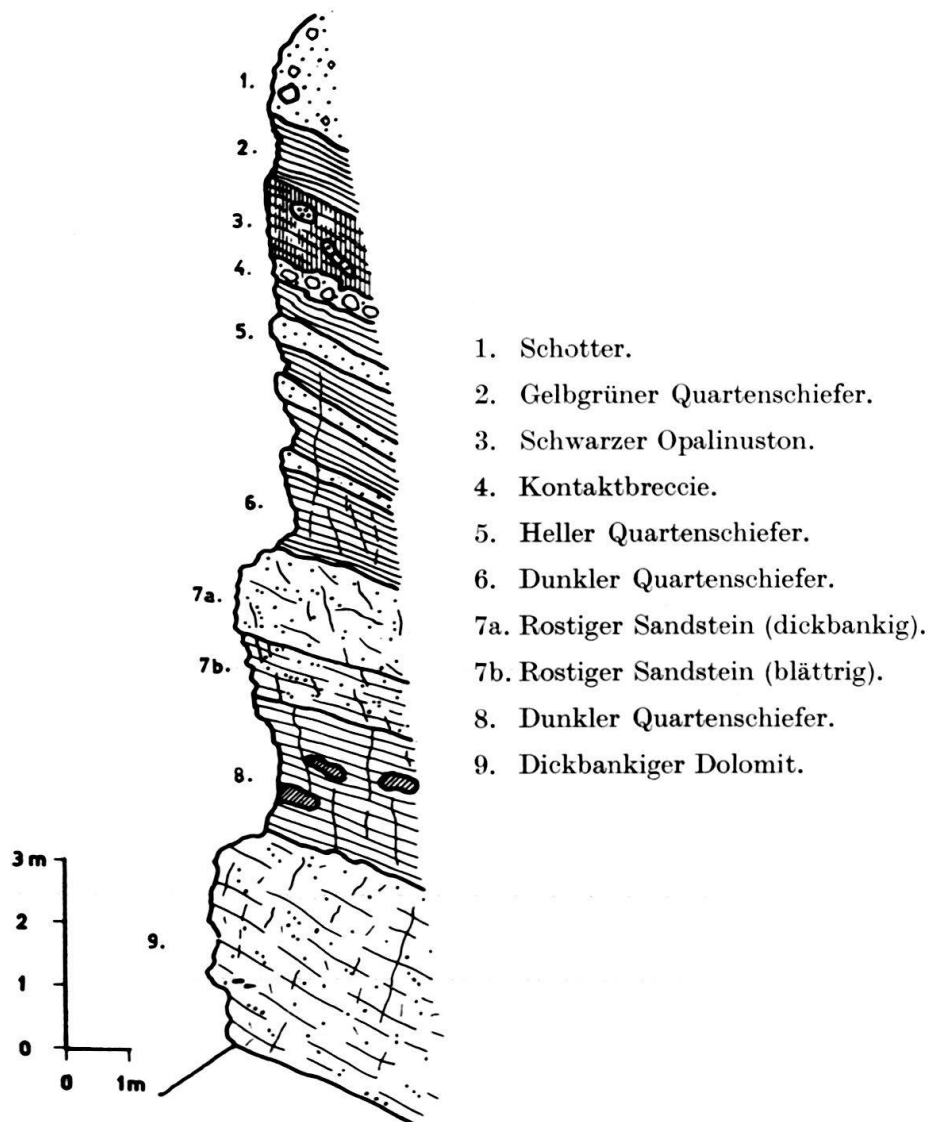


Fig. 25. Profil am Südsporn von Undrau.

1. Schotter, in der Nähe der Kontaktstelle mit dem Schiefer reichlich helvetische Komponenten (Quartenschiefer, Sandstein) enthaltend. Die Kontaktlinie verläuft, soweit sie sichtbar ist, N 50° E.

2. Gelbgrüner Quartenschiefer = serizitischer Chloritoidschiefer, zerfällt in kleine Brocken und Plättchen, wahrscheinlich von weiter oben heruntergerutscht. Streichen N 10° bis 20° E. Fallen 43° bis 90° und darüber gegen Nordwesten. Mächtigkeit 1,1 m.

3. Grau-schwarzer, rostiger Tonschiefer = Opalinuston des unteren Dogger mit verkieselten Sandsteinknollen. Streichen und Fallen verlaufen parallel zu Schicht 2. Mächtigkeit 1 m, doch stellenweise stark variierend.

4. Eine Art Kontaktbreccie, bestehend aus Komponenten der 3. und 5. Schicht. Mächtigkeit im Mittel 0,2 m.

5. Hell bis gelbgrüner Quartenschiefer. Etwas kompakter und weniger aufgelöst als in Schicht 2. Der Zerfall in dünne Plättchen ist auch hier typisch. Oft wird diese Schicht durch breccienartige, zerriebene Zonen unterbrochen. Zwischen den leicht in Plättchen zerfallenden Schichten verlaufen stellenweise harte, dunkelgrüne bis graue Sandsteinlagen. Meistens ist ihre Mächtigkeit verschieden, oft auskeilend und wieder einsetzend. Eine dieser Lagen verläuft 1,5 m unterhalb Schicht 3. mit einer konstanten Mächtigkeit von 8 cm. Unterhalb dieser Schicht folgt wieder das hellgrüne bis graue Material des Quartenschiefers, welches dann in eine dunkelgraue bis schwarz-violette Schicht übergeht. Der Übergang erfolgt allmählich. Gesamtmächtigkeit 2,6 bis 3,0 m. Streichen N 43° E, Fallen 43° Nordwesten.

6. Dunkelgrauer bis schwarz-violetter Quartenschiefer. Verläuft parallel zu Schicht 5. Zerfällt stellenweise in dünne Plättchen. Mächtigkeit 1,2 bis 1,5 m.

7. Dickbankiger, rostbraun angewitterter, harter Sandstein. Streichen N 32° E, Fallen 42° gegen Nordwesten. Mächtigkeit 1,0 bis 1,2 m.

Darunter folgt eine aus dem gleichen Material bestehende und gleichgefärbte Schicht, nur ist sie dünnbankig bis blättrig. Streichen und Fallen verlaufen gleich wie oben erwähnt. Mächtigkeit 0,6 bis 1,0 m. Gesamtmächtigkeit der Schicht 7.: 1,6 bis 2,2 m.

8. Graublau bis violetter Quartenschiefer, mit grünen Zwischenlagen. Häufig erscheinen in diesen Schichten Dolomitknollen. Ihre grösste Länge erreicht nicht 20 cm. Die grünen Zwischenlagen sind 5 bis 10 cm mächtig. Der Dolomit in den Knollen ist braungelb angewittert. Das Streichen dieser Schichten konnte nicht gemessen werden; Fallen 28° gegen Nordwesten. Gesamtmächtigkeit 1,6 bis 2,0 m.

9. Dickbankiger, graubrauner Dolomit, teils ganz zerbröckelt, teils noch kompakt. Streichen N 48° E, Fallen 32° gegen Nordwesten. Mächtigkeit 1,0 m.

10. Dünnschichtiger, zerbrochener Dolomit. Material ähnlich wie bei Schicht 9. Streichen N 33° E, Fallen 20° bis 26° gegen Nordwesten. Mächtigkeit an die 1,5 m.

11. Dolomit, etwas dickbankiger als bei Schicht 10. Material grau, stellenweise rötlichbraun. Streichen N 15° E, Fallen 40° gegen Nordwesten. Die grossen Abweichungen im Streichen kommen von der weitgehenden Auflockerung des Gesteines her (hauptsächlich vom Bergsturz, zum Teil aber auch von Sprengungen beim Abbau herrührend). Mächtigkeit 2,0 bis 2,5 m.

Der Aufschluss endet beim Waldweg an der Nordost-Spitze des Spornes (Koord. 750,50/182,90).

Zwei weitere Aufschlüsse, der eine 25, der andere 50 m südwestlich vom Südsporn entfernt, zeigen noch helvetische Gesteine. An beiden Orten ist nur der Dogger, und zwar Opalinuston, Eisensandstein und Echinodermenbreccie, aufgeschlossen. Es sind dies eigentlich grosse Blöcke, in Schotter eingebettet, wie wir solche schon in der Bucht von Rhäzüns und beim Nordsporn auf Undrau gesehen haben. Der nördliche, grössere Aufschluss zeigt eine 5 m grosse Partie von gut geschichteten Echinodermenbreccien und schwarzen Tonschiefern. Das Gestein ist stark verwittert und zerbröckelt. Es streicht N 98° bis 112° E und fällt 44° gegen Süd-südwesten ein. Diese Richtung stimmt weder mit der der Bünderschiefer noch mit der der helvetischen Schichten der beiden Sporne überein. An der zweiten Stelle liegt ein eher rundlicher Block, in dessen Mitte sich ein Quarz- und Kalziteinschluss befindet. Tonschiefer und Echinodermenbreccien sind auch hier stark zerklüftet und verwittert. Von einer einheitlichen Streichrichtung kann man bei diesen Schichten nicht sprechen. Die beiden scheinbar zuverlässigsten Messungen ergaben

folgende Werte: Streichen N 126° E und N 120° E und Fallen 75° Südwest sowie 58° bis 90° Südwest. Dass diese beiden Aufschlüsse nicht zum Anstehenden gehören, wird wohl niemand bezweifeln.

Von dieser Stelle an finden wir auf der linken Talseite des Hinterrheines keine weiteren Vorkommen helvetischen Materiales mehr. Im Süden der beiden Doggerschollen liegen zuerst stark bewaldete Schotter und später in etwa 270 bis 300 m Entfernung gut aufgeschlossene graue Bündnerschiefer, die aus Kalkschiefern mit schwarzen Tonschieferzwischenlagen bestehen.

### Die Crestas von Bonaduz und Rhäzüns

Aus helvetischem Material bestehen die runden und länglichen Hügel, die aus der Terrasse zwischen Bonaduz und Rhäzüns herausragen. Leider sind diese Erhebungen selten und nur sehr schlecht aufgeschlossen. Die Cresta Biema und zwei andere, südwestlich von Sankt Georg gelegene Crestas zeigen auf ihrer Oberfläche stark verwitterte Doggereisensandsteine und Tonschiefer. Wie weit die Doggerschichten in die Tiefe hinabreichen, können wir an Hand der heutigen Aufschlüsse nicht sagen. Wie schon P. ARBENZ & W. STAUB richtig beobachtet haben, sind diese Hügel mit einer dünnen Schicht von Moräne bedeckt. Leider ist gerade die Moräne am stärksten bewachsen, so dass eine genaue Untersuchung dieser Ablagerungen unmöglich ist. Erschwert wird die Arbeit auch durch die grossen Lesestein-Haufen, die die Bauern am Fuss oder an unbebaubaren Stellen der Crestas zusammentrugen.

Streichen und Fallen lassen sich an keinem Aufschluss der Hügel messen. Sicher ist, dass sie in enger Verbindung mit den Spornen am Hinterrhein, wie Isla, Sankt Georg, Malmsporn und Schlosshügel, stehen und unter gleichen Verhältnissen entstanden sind. Merkwürdig ist, dass P. ARBENZ & W. STAUB trotz der weitgehenden Zersplitterung und Auflockerung des Gesteines, sowie der widersinnigen Lage der Schichten, in diesen Hügeln und Trümmerresten unbedingt die stark reduzierte und abgetragene Wurzelzone der helvetischen Decken erblicken wollten. Sie schrieben (1910, p. 35): «...Alle diese Hügel bestehen aus anstehenden Gesteinen von helvetischer Fazies und bilden wohl die Überreste eines zersägten und gänzlich zerstückelten breiten Felsenriegels an der Einmündung des Hinterrheines ins Vorderrheintal.» Bezüglich der Crestas von Bonaduz und Rhäzüns schrieben die beiden Autoren (p. 34): «...In ihrer Zusammensetzung stimmen sie mit den geschilderten vom Hinterrhein angeschnittenen Hügeln und Spornen überein und bestehen jedenfalls samt und sonders aus anstehendem Fels. Bergsturzhaufen sind hier völlig ausgeschlossen.»

Es ist für uns heute nicht leicht verständlich, weshalb diese Autoren auch noch an ihrer Auffassung festhielten, nachdem sie das Gebiet eingehend untersucht hatten.

Ein interessanter Fund konnte im Frühjahr 1957 in einer kleinen Schlucht 250 m nördlich des Malmspornes gemacht werden, dort wo der schmale Fussweg zum Hinterrheinufer hinunterführt. Die nördliche, beim Hinuntergehen linke Talflanke wird hier aus eckigen Trümmern von helvetischen Gesteinen, meistens Doggereisensandstein und Opalinuston aufgebaut. In der stellenweise bis zu 12 m

hohen Wand sieht man ausser eckigen Komponenten auch schön abgerundetes Schottermaterial, das in schmalen Taschen und kleinen Nestern eingeschlossen ist. Leider konnte bis jetzt kein zweiter, ähnlicher Aufschluss gefunden werden, in welchem Bergsturzmateriale in dieser Feinheit vorkommt. Die Ablagerungsfolge ist hier deutlich zu erkennen. Zuerst wurde im alten Erosionstal die Bergsturzbrecchie abgelagert. Während einer zweiten Phase füllten die runden Schottergerölle die Spalten und Lücken zwischen den Trümmern aus.

### *Die Aufschlüsse östlich des Hinterrheins*

Auf der rechten, beziehungsweise östlichen Talseite des Hinterrheines ist das Helvetikum nur an drei Stellen aufgeschlossen, nämlich auf Ils Aults südlich Reichenau, am Triassporn von Pardisla und am kleinen Hügelrelikt Tomba bei Rodels. Alle diese Fundstellen sind typische Bergsturzzeste, die in ihrem Aufbau eine charakteristische Trümmerstruktur zeigen.

### Der Bergsturzhügel Ils Aults bei Reichenau

Der gewaltige Trümmerstrom, der die Talebene bei Tamins ausgefüllt hat, setzt sich gegen Süden und Südosten in den Höhenzügen der Ils Aults (deutsch: die Anhöhen) fort. Die mächtigen Bergsturzmassen erfüllen das ganze Gebiet zwischen Hinterrhein, anstehendem Bündnerschiefer, Emser Werk und vereinigttem Rhein. Ihre maximale Höhe liegt mit 768 m rund 100 m höher als die Terrasse von Bonaduz und Rhäzüns. Um die Orientierung zu erleichtern, wurde das ganze Gebiet in folgende Sektoren eingeteilt:

1. Die Umgebung des Bahnhofes von Reichenau (P. 604 und 598).
2. Hinterrheinufer gegenüber Isla und Plazzas (P. 599 und 656).
3. Cresta da Morts (P. 714), westlich vom Emser Werk.
4. Die oberen Partien von Ils Aults (P. 768).
5. Plong dil Prè (P. 748).
6. Crest-Aulta (P. 725 und 664).

#### 1. Die Umgebung des Bahnhofes von Reichenau

50 m östlich vom Bahnhof Reichenau und 40 m über diesem liegt ein Kieswerk an einem Terrassenrand. Die Ausbeute ist auf die denkbar einfachste Art gelöst, indem die 12 bis 15 m hohen Schotterwände der Grube mit gewöhnlichen Gartenspritzen abgespült werden. Auf dem Transportweg zu den Sieben wird das feine Material (Sand, Lehm usw.) herausgewaschen. Der Schotter ist hier, im Gegensatz zu den hohen Wänden bei Rhäzüns, gut geschichtet, und die einzelnen Komponenten erreichen nur selten Faustgrösse. Über dem Schotter liegt eine dünne Moränenschicht, die wir erst später zu besprechen gedenken (S.227). Im Liegenden erscheint an manchen Stellen ein feiner Lehm. Wie weit dieser nach unten reicht, kann wegen des überall herumliegenden, heruntergewaschenen Schotters nicht festgestellt werden. Arbeiter des Kieswerkes behaupteten, dass schon auf halber Höhe zum Bahnhof grosse Kalkblöcke gefunden wurden und deshalb die Grube so weit nach oben verlegt werden musste. Der Schotter liegt wahrscheinlich in einer

früheren Bucht des Rheins, der zu jener Zeit etwa 20 m über dem heutigen Bahn-niveau dahinfließen mochte. Diese Annahme wurde durch die Aufschlüsse 50 m westlich und östlich der Kiesgrube gewissermassen bestätigt. Hier liegen auf der ganzen Höhe, vom heutigen Rheinniveau bis zu den Wiesen auf dem Hügel, Malmblöcke des Bergsturzes. Im Westen reichen die Trümmerhaufen bis zur Bahnbrücke am Hinterrhein. Wenden wir uns dort, wo Hinterrhein und Vorderrhein zusammenfliessen um die Ecke und verfolgen den Lauf des ersteren gegen Süden, das heisst talaufwärts, so stellen wir nach ungefähr 20 m neuerdings Schotter fest, die sich an den Bergsturz Hügel anlehnen. Die Schotterwände reichen stellenweise bis zum Hinterrheinufer hinab. Während des zweiten Weltkrieges wurde ein Militärweg von der Eisenbahnbrücke bei Reichenau zum Hinterrheinufer gegenüber Isla quer durch den Schotter gebaut. Leider wurde das Geröllmaterial bei Spreng- und Bauarbeiten so stark mit Bergsturztrümmern und zugeführtem Betonschotter vermischt, dass eine Gerölluntersuchung an den heutigen Aufschlüssen zwecklos erscheint. Auffallend ist die Häufigkeit an grünen, eckigen Trümmern des Taminserkristallins. Die Zahl und die Grösse dieser Blöcke nimmt gegen Süden und zum Hinterrheinufer hinunter rasch zu.

## 2. Das Hinterrheinufer gegenüber Isla und Plazzas

Man erreicht den Hinterrhein auf dem Militärweg nach 520 m beim Punkt 599. An dieser Stelle führte während des zweiten Weltkrieges eine Militärbrücke hinüber nach Isla, die dann kurz nach Kriegsende wieder abgebrochen wurde. Das Ufer selbst wird hier von riesigen, bis einige hundert Kubikmeter grossen grünen Quarzporphyrblöcken aus dem Taminser Kristallin gebildet. Sie sind meistens im Schotter eingebettet und scheinen zum Teil von weiter oben heruntergestürzt zu sein. Gegen Süden werden diese Quarzporphyre von steil gegen Osten ansteigenden Wiesen oder flachliegenden Flußsanden überdeckt. Ein weiterer Aufschluss liegt 60 m über dem Hinterrhein am oberen Weg Reichenau-Rothenbrunnen, südwestlich vom Punkt 706. Hier wurden für Strassenbauarbeiten grüne Albit-Chlorit-schiefer, ebenfalls aus dem Taminser Kristallin, abgebaut. Im Steinbruch erblicken wir einen typischen Bergsturz-Trümmerhaufen von auffallender Frische. Die einzelnen Blöcke scheinen nie der Verwitterung ausgesetzt gewesen zu sein. Ihre Grösse ist sehr verschieden. Neben Brocken von einigen Kubikzentimetern kann man Blöcke von 20 bis 30 m<sup>3</sup> antreffen. Die Lücken und Fugen sind meistens mit einem weissen bis hellgrünen Schlagpulver ausgefüllt. Dort wo dieses feine Material fehlt, können wir die Hand oft bis Armeslänge zwischen zwei Blöcke hineinschieben. Das gleiche grüne Gestein finden wir noch in den wenigen Aufschlüssen an den steilen Flanken, die zu den Wiesen am Hinterrheinufer hinabfallen. Der Sporn, dessen höchste Erhebung Punkt 656 darstellt, besteht vorwiegend aus Schotter, vom gleichen Typus wie am gegenüberliegenden Ufer bei Plazzas, östlich von Bonaduz. An einigen Stellen kann man gut beobachten, dass diese Schotterwände sich an ein Blockwerk aus grünem Quarzporphyr anlehnen. Gegen Süden werden die Porphyre durch Rötidolomitschwärme abgelöst. Die meisten dieser Blöcke stammen von der Strasse, die hier nur noch 40 m über dem Hinterrhein verläuft. Südlich der Einmündung des Val da Treps in das Hinterrheintal (200 m

nördlich von P. 658) treffen wir keine Dolomite mehr an. Unmittelbar am Hinterrhein zeigt uns ein schöner Aufschluss gut geschichtete Sande, die gegen unten in einen feinkörnigen Schotter übergehen. Im Süden schliessen sich diesem Feinschotter stark mylonitisierte, graue Malmkalke an (Fig. 26).

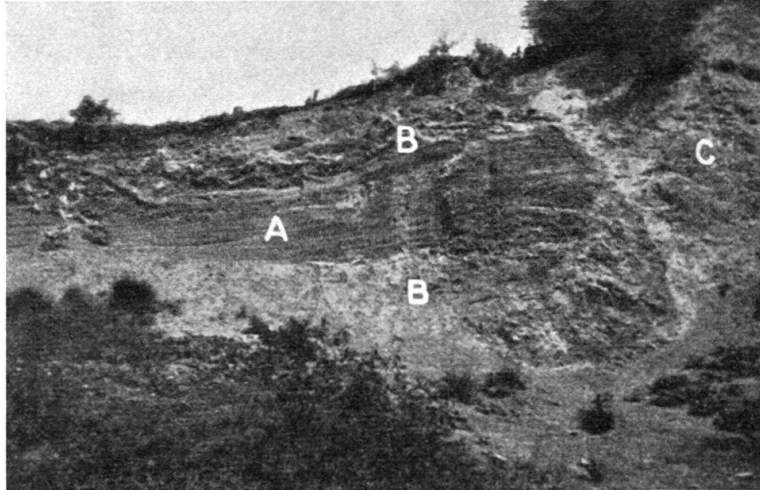


Fig. 26. Gutgeschichtete Sande (A) und Schotter (B) übergehend in eine Trümmerbreccie von Malmkalk (C). Hinterrheinufer 100 m nördlich P. 658.

Charakteristisch für diese Stelle sind die grossen Trümmerkegel (unmittelbar westlich P. 658), die bis zum Hinterrhein hinunterreichen. Die Grösse der einzelnen Komponenten in diesen Trümmerhalden ist auffallend konstant. Die mylonitisierten Malmkalke tauchen 50 m südöstlich Punkt 658 unter feine Sande und Schotter unter. Der nach Reichenau führende Feldweg ist in dieses feine Material eingeschnitten. Die beiderseits des Weges gelegenen Aufschlüsse zeigen schöne Kreuzschichtung in einem sandigen Ton, sowie den Übergang von diesem ganz feinen Material in einen etwas gröberen sandigen Schotter. Die Flanken des Hügels (P. 658) verflachen sich gegen Süden und gehen in schwach geneigte Wiesenböden über, die bis zu den bewaldeten Hängen des Bregl reichen. Der Waldboden wird aber schon von penninischen Bündnerschiefern gebildet.

Kehren wir aber zurück zum kleinen Feldweg, der 40 m südöstlich von Punkt 658 im feinen Sand eingeschnitten ist. Er führt zuerst über die Wiesen im Val da Treps gegen Nordosten, biegt dann unter den Flanken des Hügels Punkt 748 (Plong dil Prè) nach Nordwesten ab und führt von hier an in 60 m Höhe über dem Hinterrhein nach Reichenau zurück. In den ersten Aufschlüssen im Wald nach der scharfen Umbiegung gegen Nordwesten finden wir Schotter vom Typus Bonaduz–Rhäzüns. 100 m weiter liegen im gleichen Schotter schlechtgerundete Quarzporphyritrümmer sowie anderes helvetisches Material. Die Grösse der Komponenten beträgt hier nur einige Zentimeter. An einer Stelle ist der Schotter zu einer Art natürlichem Beton versintert (wahrscheinlich floss hier einmal ein stark kalkhaltiger Bach, der in den Schotter versickerte und seinen Kalkgehalt zwischen den einzelnen Geröllen absetzte). In etwa 50 m Entfernung von dieser Stelle liegt der erste grössere Aufschluss mit helvetischem Material. Es sind dies bis zu 20 m<sup>3</sup> grosse Rötidolomitblöcke, die im Schotter eingebettet sind. Der Aufschluss ist 32 m lang und bis zu

5 m hoch. Zwischen den Dolomitbrocken kommen auch zahlreiche Quarzporphyrtrümmer des Taminser Kristallins vor. Sie sind zum Teil kantengerundet und bedeutend kleiner als jene. 15 m weiter im Norden treffen wir auf einige Malmkalkblöcke, die anscheinend von oben heruntergerollt sind. Sie liegen alle im Schotter und sind meistens stark verwittert. Zwischen einem Schwarm von kleinen Malmtrümmern liegt auch ein grosser Taminser Kristallinblock, leicht erkennbar an seiner dunkelgrünen Verwitterungsfarbe. Nach einigen Metern Schotter folgt dann der letzte Dolomitaufschluss auf diesem Weg. Auf eine Länge von 20 bis 25 m sehen wir hier grosse, eckige Blöcke neben kleinen, wiederverkitteten Trümmern: das Bild einer typischen Bergsturzablagerung. Bis zur Wiese mit der grossen, unter Naturschutz stehenden Traubeneiche (nördlich P. 656) folgen neuerdings mittelgrobe Schotter. Auf der Wiese selbst liegen einige Dutzend eckige, nicht mehr als 1 m<sup>3</sup> grosse grüne Quarzporphyritblöcke. Am Nordende des kleinen Plateaus liegt der Steinbruch, aus dem der Albit-Chloritschiefer für die Strassenarbeiten gewonnen wurde (vgl. Seite 212). Von da an führt der Weg gegen Norden und nach 300 m gegen Osten und Nordnordosten bis zu den Kiesgruben, südöstlich vom Bahnhof Reichenau. Auf der ganzen Strecke sehen wir nur einige, schlechte Schotter-, beziehungsweise Moränenaufschlüsse. Im letzten Abschnitt bis zum Bahnübergang durchquert der Weg 200 m weit einen Trümmerhaufen aus Malmkalk.

### 3. Cresta da Morts

Zwischen Bahnhof Reichenau und Emser Werk verläuft die Bahnlinie in einem Trümmersfeld, bestehend aus riesigen Blöcken von Malmkalk. Dieses Trümmersfeld bildet die Nordhänge eines gegen Süden sich erstreckenden Hügels, der zur Erinnerung an ein blutiges Gefecht während der Franzosenzeit Cresta da Morts genannt wird. Der höchste Punkt des Hügels liegt auf 714 m Höhe. Ein schmaler Fussweg, westlich der Militärstrasse Emser Werk–Rothenbrunnen, durchquert die Ostflanke der Cresta da Morts bis zu den Anhöhen von Ils Aults. Das ganze Gebiet ist mehr oder weniger stark bewachsen, doch sind gute Aufschlüsse nicht selten. Auf dem ganzen, ungefähr 1 km langen Weg und überall auf dem ganzen Hügel ist nur der Malmkalk in einer typischen Bergsturzablagerung aufgeschlossen. Die Blöcke erreichen manchmal Grössen von mehreren hundert Kubikmetern. An einigen Stellen, doch nicht auf grössere Distanz zusammenhängend, konnte eine dünne Moränenüberdeckung festgestellt werden.

### 4. Die oberen Partien von Ils Aults

Von der Cresta da Morts gelangen wir gegen Süden ansteigend nach Ils Aults. Auch hier treffen wir auf einen Blockhaufen aus Malmkalk. Weder Trias noch Taminser Kristallin konnte auf diesen Hügeln gefunden werden. Punkt 768 ist die höchste Stelle des ganzen Hügelkomplexes. Auf dem steilen Hang westlich P. 768 liegen zum erstenmal wieder Bergsturstrümmer, die nicht nur aus Malmkalk bestehen. Von Nordosten gegen Südwesten gehend finden wir: serizitischen Tonschiefer (Opalinusschiefer) und Echinodermenbreccie des unteren Dogger, Schiltkalk und -schiefer, Rötidolomit, rekristallisierten Quintnerkalk (Marmor), unbestimmbaren Malmkalk, Albit-Chloritschiefer (Taminser Kristallin). Am weitesten

verbreitet sind die Doggerreste. Sie füllen die obere Hälfte des kleinen Tälchens zwischen Punkt 706 und Punkt 768, ziehen dann 25 bis 30 m vom Feldweg Reichenau–Rothenbrunnen entfernt gegen Südosten. Der letzte gut sichtbare und bestimmbare Block liegt etwa 150 m weit vom Tälchen. Die Verbreitung der übrigen mesozoischen Trümmer ist hauptsächlich auf das Tälchen beschränkt. Die permischen Kristallinblöcke reichen gegen Nordwesten bis zum Steinbruch des Albit-Chloritschiefers am Feldweg nach Reichenau. Der Malm ist am schönsten auf der Militärstrasse vom Emser Werk nach Rothenbrunnen auf eine Länge von 2 km aufgeschlossen. Alle Aufschlüsse zeigen ganz verschieden grosse eckige Trümmer von Malmkalk, das heisst eine charakteristische Bergsturz-Blockstruktur. Eine dünne Moränendecke ist auch hier stellenweise erkennbar.

### 5. Plong dil Prè

Auch dieser Hügel wird vorwiegend aus Malmkalkblöcken aufgebaut. In seiner Struktur ist er die ununterbrochene Fortsetzung von Ils Aults. Moränenbedeckung ist auch hier nur stellenweise vorhanden. Eine solche Stelle liegt 200 m südsüdöstlich von Punkt 748 bei den Masten der Hochspannungsleitung. Unweit dieses Moränenaufschlusses liegt ein kleiner Block aus Melsersandstein. Wahrscheinlich ist er mit dem Gletscher zwischen die Malmböcke gelangt. Bis jetzt wurden keine anderen Trümmer des gleichen Materials in dieser Umgebung gefunden. Weit interessanter als dieser Fund sind die Aufschlüsse an der Militärstrasse, kurz bevor die beiden Fusswege, der eine nordöstlich nach dem Emser Werk, der andere nordwestlich nach Reichenau abzweigen. Hier erreicht die Strasse in einem 3 bis 4 m tiefen Einschnitt eine schmale Passhöhe. Die beiderseitigen Anschnitte zeigen unmittelbar über den Stützmauern grüne bis schwarzgrüne, feinschichtige Schiefer. Bei flüchtiger Beobachtung würde man diese Gesteine als Quartenschiefer bezeichnen, wie dies auch schon geschehen ist. Bei genauer Untersuchung, vor allem unter dem Mikroskop, erkennt man sofort, dass es sich hier um einen Albit-Chloritschiefer des Taminser Kristallins handelt. Das Gestein ist an diesen Aufschlüssen weitgehend verwittert, so dass eine Schichtmessung nur auf der Nordseite der Strasse möglich war. Das Streichen beträgt dort N 230° E und das Fallen 72° gegen Nordnordwesten. Etwas grössere Vorkommen des gleichen Gesteins liegen etwa 120 bis 200 m weiter im Nordwesten, 15 m über dem Fussweg nach dem Emser Werk. Die Messungen ergaben hier folgende Werte: Streichen N 72° E und N 84° E und Fallen 37° NNW sowie 30° N. Das Gestein erscheint stark zerbrochen, stellenweise sogar mylonitisiert. 50 m südwestlich von diesen Chloritschieferaufschlüssen liegen im schmalen Bachbett grobe, eckige Malmböcke des Bergsturzes. Mit einiger Sicherheit kann angenommen werden, dass der Malm unter dem Albit-Chloritschiefer durchzieht. Er erscheint kaum 20 m nordöstlich der Passhöhe entlang der Militärstrasse. Sicher steht fest, dass wir es bei den grünen Schiefen auf der Passhöhe nicht mit der anstehenden Trias der Wurzelzone, sondern mit einer oder mehreren, stark verstellten, zur Bergsturzmasse gehörigen Albit-Chloritschieferschollen aus dem Taminser Kristallin zu tun haben. Man könnte sich schwerlich vorstellen, dass gerade in der Brandungszone eines Bergsturzes, zwischen sicher vom Bergsturz her stammenden Trümmern, sonst viel



tiefer unten liegende Teile des anstehenden Felsuntergrundes erscheinen sollten. Dies um so weniger, als die penninischen Bündnerschiefer kaum 40 m südöstlich von der Passhöhe anstehen.

### 6. Crest-Aulta

Der letzte Teil des grossen Hügelkomplexes, die Crest-Aulta, liegt östlich der Militärstrasse. Der höchste Punkt auf diesem Hügel ist mit 725 m ü. M. angegeben. Zwischen den nördlichen Ausläufern der Crest-Aulta und der Cresta da Morts wurde im zweiten Weltkrieg die grosse Fabrik der Holzverzuckerungs AG (Emser Werk) aufgebaut. Der Hügel selbst stellt einen grossen Trümmerhaufen aus Malmkalk dar. Moränenreste sind nur sehr spärlich und oft an unzugänglichen Stellen vorhanden. Anderes Gesteinsmaterial als Malmkalk und Moräne konnte bis heute nicht festgestellt werden. Die südlichen Hänge berühren an einer Stelle den anstehenden Bündnerschiefer, wodurch eine gewisse Vermischung von Gesteinstypen zustande kam. Dass die Crest-Aulta aus den Trümmern eines grossen Bergsturzes aufgebaut ist, steht ohne Zweifel fest. Östlich und südöstlich der Crest-Aulta liegen die üppigen Wiesen von «Vogelsang». Der Boden besteht teilweise aus verschwemmtem helvetischem Material, aus grauen Malmkalk- und grünen Taminser Kristallintrümmern. Sicher waren hiebei der Rhein, der Rheingletscher und zur Regenzeit die Wildbäche die wichtigsten Transportmittel.

### Der Triassporn von Pardisla

Der nächste rechtsufrige helvetische Aufschluss liegt 8 km weiter im Süden. Es ist dies ein isolierter Hügel nordwestlich von Paspels, bei den Häusern von Pardisla (P. 668). Im grossen Aufschluss auf der Südseite kann man den Bau des ganzen Hügels gut übersehen. Auf den hellgrünen und violetten Quartenschiefern am Fusse liegen hellgraue bis gelbliche Dolomite. Beide Gesteinsarten sind in kleinere oder grössere Blöcke aufgelöst. Stellenweise kann man sogar noch Schlagpulver zwischen den Trümmern finden. Eine Schichtmessung ergibt bei dieser Trümmerstruktur keine brauchbaren Resultate. Als oberste Schicht erscheint auf dem ganzen Hügel eine 0,5 bis 4,2 m mächtige Schotterdecke. Die Zusammensetzung dieses Schotters kann man bei den Häusern von Pardisla untersuchen. Auf der Nord- und Ostseite des Hügels sind im Wiesengelände keine grösseren Aufschlüsse vorhanden. Bei kleinen Absackungen kann man aber sehen, dass die Schotterhülle an manchen Stellen fast bis an den Fuss des Hügels reicht.

Die fast horizontal liegenden Bündnerschiefer sind kaum 100 m weit gegen Südosten bis auf die Talsohle aufgeschlossen. Sie zeigen keinerlei Störung im Schichtverlauf. Eine Reliefüberschiebung, wie sie von den Vertretern der Wurzelzonentheorie angenommen werden muss, ist hier nirgends zu beobachten. Auch diese Tatsache bekräftigt die Annahme, dass die helvetischen Relikte nicht die Unterlage der überschobenen Bündnerschiefer bilden.

### Das kleine Hügelrelikt «Tomba» bei Rodels

1,9 km südlich von Pardisla und 50 m vom Hinterrheinufer entfernt liegt in einem kleinen Wald der Rest eines helvetischen Trümmerhügels. Der Grossteil

dieses Hügels wurde bei der Rheinkorrektion abgetragen, so dass heute nur noch ein 12 bis 15 m hoher Zahn aus dem Waldboden herausragt. Das Gestein ist ein serizitischer, grüner Quarzporphyr, der weitgehend aufgelockert ist. Die Blockstruktur der Tomba von Rodels ist aus den Schichtmessungen gut ersichtlich. Am Fusse des Hügels wurden folgende drei Messungen aufgenommen:

Streichen N 17° E, Fallen 15° bis 17° SE,  
 Streichen N 70° E, Fallen 63° SE,  
 Streichen N 13° E, Fallen 56° SE.

Die Entfernungen zwischen den Meßstellen waren kleiner als 1,5 m. Alle diese Messpunkte liegen in der Mitte des Aufschlusses auf der Südwestseite. Auf der Nordseite wurden Fallrichtungen gegen Norden und Nordosten gemessen. Oft ist der Kontakt zweier Blöcke noch heute gut sichtbar, wobei die kleinen Risse und Spalten nicht selten mit Schlagpulver ausgefüllt sind.

P. ARBENZ & W. STAUB (1910) schrieben wörtlich: «...Die Schichtung fällt im allgemeinen gegen Nordosten, das ganze erscheint aber besonders oberflächlich als ein wirres Haufwerk halbgelockerter Blöcke. Man würde ihn wohl als Rest eines grossen Bergsturzes ansehen, wenn man seine Heimat an den Gehängen nachweisen könnte. Da aber ringsum nur Bündnerschiefer ansteht, so muss man diesen Zeugenberg wohl oder übel als gewachsenen Felsen betrachten.» Um diese beiden Relikte, Pardisla und Tomba von Rodels, mit dem Anstehenden verbinden zu können, mussten die beiden Autoren eine komplizierte Tektonik mit Querfalten annehmen. Betreffend der Zugehörigkeit der Tomba von Rodels haben sie sogar eine weitere Möglichkeit erwähnt, nämlich: «...Wenn auch das Gestein das gleiche ist wie bei Pardisla und Nundraus und die Schichtlage, wie bei Nundraus, gegenüber den Bündnerschiefern als ganz widersinnig erscheint, so muss doch die Frage, ob dieser Zeuge zur helvetischen Zone oder zu den Bündnerschiefern gehöre, offen gelassen werden.» Dieser Zweifel besteht heute nicht mehr. Wir können mit grösster Sicherheit sagen, dass alle diese Hügelreste wie Nundraus (Undrau), Pardisla und Tomba von Rodels aus Gesteinen helvetischer Fazies bestehen.

Die Moränenbedeckung der Tomba von Rodels, die von A. ROTHPLETZ (1900) beschrieben wurde, ist heute nicht mehr vorhanden.

Die Tomba von Rodels ist die südlichste Stelle im Hinterrheintal, an die helvetische Gesteine hingelangt sind. Sie liegt rund 13 km vom anstehenden Helvetikum entfernt, mitten im flachen Talboden des Domleschg. Nirgends auf dieser langen Strecke tritt an den steilen Talflanken ein ähnliches Gestein zutage. Diese bestehen ausschliesslich aus penninischen Bündnerschiefern.

## DIE TOMALANDSCHAFT VON EMS

Aus der flachen Talebene zwischen Emser Werk und Domat-Ems ragen insgesamt 12 mehr oder weniger kegelförmige Hügel heraus. Sie bilden die bekannte, schon von ARNOLD ESCHER VON DER LINTH, B. STUDER (1827), G. THEOBALD (1860), ALB. HEIM (1883 und 1891), CHR. PIPEROFF (1897), A. ROTHPLETZ (1894 und 1900) und anderen Geologen beschriebene Tomalandschaft von Ems. Am eingehendsten beschäftigte sich W. STAUB (1910) in seiner Diplomarbeit am Eidgenössischen Polytechnikum mit diesen Hügeln. Seine Beobachtungen und Aus-