

Ueber das krystallinische Konglomerat in der Falkniskette

Autor(en): **Tarnuzzer, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **37 (1893-1894)**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594758>

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.

III.

Ueber das krystallinische Konglomerat in der **Falkniskette.**

Von Dr. Chr. Tarnuzzer.



Als ich vor einigen Jahren zum ersten Male das *Falknis-konglomerat* an den ursprünglichen Stellen seines Vorkommens genauer ansah, wagte ich es nicht, über die Entstehung des rätselhaften Gesteins eine Vermuthung auszusprechen, so fremdartig ist es mir erschienen.*) Seither bin ich der Frage näher getreten und habe in der Umgebung des Falknis mir neue Materialien zur Kenntniss dieses Unikum's im Rätikongebirge gesammelt, so dass ich mit dem Vorliegenden einen kleinen Beitrag zur Lösung des schwierigen Problems zu bringen hoffe.

Der *Falknis*, eine der schönsten Bergformen Graubündens (2566 m), wird von Süden, Westen und Norden her von *Fucoidenschiefer* umzogen; dieser muss zur Hauptsache den eocänen Flysch repräsentiren, indem wir z. B. im Gleck-

*) „*Der geologische Bau des Rätikongebirges;*“ Jahresb. der Naturforsch. Ges. Graub. 35 Bd. Chur, 1891.

tobel *Helminthoida labyrinthica* fanden, die typische Pflanzenversteinerung der Schiefer von Conters i. Prätigau, St. Antonien etc., deren Einschlüsse durchaus verschieden sind von den Liasfucoiden von Ganey, Seewis etc.

Am Fläscherberg und der Cuscha beginnt deutlicher die *Jurazone*, über die königliche Scesaplana hinausreichend bis in die Gruppe der Sulzfluh und der Stelle des Auskeilens aller Kalke im Rätikon gegen Klosters im Prätigau hin. *Theobald**) zieht diese Schichten des Falknis fast ganz zur *Oxford-Gruppe* des Oberen Jura und betrachtet die an den Lias stossenden dunkleren und mergeligen Lagen als *Untern Oolith*, was allerdings durch Versteinerungsfunde nicht erhärtet werden kann; es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass auch die obersten Juraschichten, das Kimmeridgian oder *Unt. Tithon*, an der Sulzfluh durch den Fund von *Cardium corallinum* nachgewiesen, aber am Falknis in den Gesteinsabänderungen nicht erkennbar, sowie der *Schrattenkalk* der *Kreide*, im mittlern Rätikon mächtig entwickelt,**) in der Falkniskette vertreten sein müssen. Jedenfalls nehmen die Jurabildungen des Falknis keinen so grossen Raum ein wie die bisherigen geologischen Karten es verzeichnen, sondern es wird, wie im mittlern und östlichen Rätikon, ein bedeutender Theil der kühnen Kalkwände und Gipfel der Kreidestufe zuzutheilen sein, die mit den obern Juraschichten die Fortsetzung der Kurfürsten- und Calandakette nach Osten hin bildet. Die kalkigen grünen und rothen *Allgäuschiefer*, angeblich dem

*) *Theobald*, „Beiträge zur geol. Karte der Schweiz,“ 2. Lief., S. 71.

***) *Tarnuzzer*, „Der geol. Bau des Rätikongebirges,“ S. 16 und 12 f.

obern *Lias* angehörend, sind, wie *Mojsisovics* es längst wahrscheinlich gemacht, zum Theil die *Seewenschichten* der Kreide, zum andern Theil Glieder der obern Juraformation. Bis dahin haben allerdings Versteinerungsfunde keine Belege für diese Annahme geliefert; auch in den von der Grauspitz gegen das seengesäumte Fläscher Thäli hinabziehenden Runsen habe ich noch allemal vergeblich nach Petrefakten gesucht, die Einem einen Anhaltspunkt hätten geben können, und die kalkigen Schiefer und Kalke in der Nähe der Falknisseen und des Gipfels selbst liefern keine organischen Einschlüsse.

Am Obern See des Fläscher Thäli besteht das Gestein theils aus quarzigen und sandigen Schiefen, die mit dichtem Kalk von graudunkler Farbe und muscheligen Bruch, sowie mit Kalkschiefer abwechseln; gerade an dieser Stelle gehen die Biegungen, Fältelungen und Verknetungen der Schichten in's Ungeheuerliche über. Beim Aufstiege gegen den Falknisgipfel werden die Kalkschiefer vorherrschend und bilden weiter die Hauptspitze des vielgestaltigen Falknisgebirges; sie sind hier wahrscheinlich vom Alter der Seewenschichten. Dahinter folgen graue und schwarze Kalke von muscheligen Bruch. Das Streichen der Falknisschichten ist im Allgemeinen SW — NO, die Fallrichtung O und SO; an den steilen Gehängen der Kalkbildungen treten ihre Windungen und Biegungen mit Sätteln und Mulden besonders scharf hervor. Nach Osten hin wiederholen sich am Falknis grossartige Muldenbiegungen, deren Konkaviten immer nach Süden gerichtet sind. Auch hier bestehen die Gesteine in ihren untern Lagen mehr aus sandigen Schiefen, während reine Kalke und Kalkschiefer die obern Parthien der Kette zusammensetzen.

1. Die **Falknisbreccie** findet sich nun theils an der Grenze der Kalkschiefer und dem oberjurassischen und Kreidekalke oder auch in den kompakteren Gesteinen dieser letzteren; im Ganzen muss jedoch die Grenze von Schiefern und Kalken als Hauptstelle des vielbestaunten Vorkommnisses angesehen werden. Der Hauptfundort liegt auf der südöstlichen Seite der Falknishöhe, etwas weniger als 2400 m, also dem Gipfel nahe; die Mächtigkeit des Bandes mit den Einschlüssen von Fragmenten fremder Gebirgsarten mag 15—20 m betragen. Ein sorgfältiges Sammeln dieser Einschlüsse und Bruchstücke bringt Einen in den Besitz einer reichen Kollektion vorwiegend *krystallinischer Felsarten*, denen sich weiter Kalke, Schiefer etc. von sehr verschiedenem Charakter zugesellen. Vorherrschend sind dunkle und bunte Farben des Syenits, Diorits, Hornblendeschiefers, Gabbros, des Gneisses, Granits und Glimmerschiefers; doch legen sich zuweilen grössere Bänke und unzweifelhaft in gleicher Weise wie diese Gerölle fortgeschwemmte Kalksteine von rundlicher bis scharf eckiger Gestalt dazwischen und unterbrechen die Anhäufungen der krystallinischen Bruchstücke, die vom feinsten Gries- und Sandkörnchen zur Erbsen- und Nussgrösse anschwellen, um da und dort in ansehnlichere Massen überzugehen, ja ganze Felsblöcke zu bilden. Einmal habe ich hier ein linsenförmiges Kalkgeschiebe von 2 m Länge und 0,5 m Dicke getroffen.

Die *Form* der Einschlüsse ist rundlich, meist aber eckig und unregelmässig, sodass sich vom kleinsten geblättern Sandkorn an bis zum überkopfgrossen Geröll- und Bruchstücke bei jeder hier eingebetteten Gesteinsart alle möglichen Umrisse erkennen lassen. Die grössern Geschiebe besonders hinter-

lassen den Eindruck, dass die Hauptmasse dieser Geschiebe-
bänke keine eigentliche, gerundete Flussgerölle darstellt, die
durch ein weniger reissendes, von Weitem herfliessendes Ge-
wässer transportirt worden wären. Der Hauptform der Ein-
schlüsse nach zu urtheilen, verdient denn die krystallinische
Geschiebebank am Falknis durchaus die Bezeichnung einer
Breccie und nicht eines Konglomerates. Trotz der Verwitterung
sieht man in ihren Bänken auf Schritt und Tritt hundertfach,
dass selbst die schärfsten Ecken und Hervorragungen erhalten
sind und das Bindemittel sich eng an diese, selbst die feinsten
Formen, anschmiegt.

In der *Vertheilung* der Geschiebe nach ihrer *Grösse*
ist kein Gesetz zu erkennen. Inmitten der griesartigen Körn-
chen liegen Geschiebe und Blöcke jeder Grösse, und Par-
thieen mit vorwiegend feinem Grus wechseln wieder mit
Blöcken und Linsen von bedeutender Ausdehnung. An der
tiefsten Stelle, an der ich die Breccienbank unter dem
Falknisgipfel getroffen, überwiegen auf einmal die kry-
stallinischen Geschiebe diejenigen der Sande und Kalke und
bilden gestreifte, fast flaserige Lagen, die bei einer Mäch-
tigkeit von ungefähr 1 m äusserlich eine ganz kompakte
Masse von gneissartiger Struktur darstellen und des Binde-
mittels zuweilen ganz zu entbehren scheinen. Man bemerkt
die Grenzen solcher Nester meistens scharf, findet aber in
ihnen auch keinerlei Anordnung der Geschiebe nach der
Grösse. In diesen gestreiften Breccienbänken zeigen sich zahl-
reiche Quarz- und Calcitadern, die ganze Parthieen durch-
setzen, dabei oft eine grosse Zahl von Geröllen, bald als
regelmässige, ununterbrochene Linien, bald als sich zer-
theilende und fasernde Adern und wieder als verworfene Aus-

fällgänge, durchquerend. Wir werden noch darauf zurückkommen.

Auch eine Anordnung der Breccienbestandtheile nach der *Lage* ist nicht zu bemerken. Alles ist wirt durcheinander geworfen, sodass an den Absatz des sonderbaren Gesteins durch das Wasser eines längern Flusses oder Stromes in einen Meerbusen dieser Gegend nicht die Rede sein kann, denn nie zeigt sich in der Falknisbreccie eine horizontale oder dachziegelartige Lage der flacheren Gerölle, welch' letzteres den Detritus in einem Flussdelta kennzeichnet.

Das *Bindemittel* der Falknisbreccie ist ein weisslicher bis grauer Kalkzement, der sich allen Linien und Ecken der Einschlüsse auf's engste anschmiegt und bald grössere Parthieen zwischen ihnen bildet, bald so zurücktritt, dass er zu fehlen scheint und die Bruckstücke der Geschiebe selbst aneinanderstossen, wie es in den oben beschriebenen, streifig-flaserigen örtlichen Anhäufungen bloß krystallinischer Geschiebe durch ganze Bänke hindurch sichtbar ist. Die Hauptmasse des Zementes ist kohlenaurer Kalk mit Beimischung von Carbonaten von Magnesia, Eisen und Mangan, wie es ungefähr jeder Kalkstein zeigt. Behandelt man die Breccie mit Säuren, so zerfällt das Gestein in seine verschiedenen krystallinischen Bruchstücke, und es zeigt dann die Lösung einen ausserordentlich starken Gehalt an Eisen, indem aus den Chloritschiefer-, Syenit-, Diorit-Geröllen etc. das Eisen den Augiten, Hornblenden und Feldspäthen entzogen wird. Thonerde und Quarzkörner sind der Hauptrest der im Bindemittel vorhandenen nicht löslichen Substanzen.

Es wurde bereits angedeutet, dass die Geschiebe der Falknisbreccie mannigfach von *Adersystemen* von *Calcit* und

Quarz durchzogen sind; als Ausfüllungsmaterial solcher Klüfte erscheint der erstere häufiger. Krystallinische Gerölle und Blöcke der verschiedensten Grösse erscheinen durch solche Adern oft gänzlich zerbrochen und zertrümmert; oft kreuzen sich verschiedene Systeme von Adern, und es reichen ihre Linien durch die trennende Zementschicht quer durch eine ganze Zahl von Geröllen über grössere Parthieen der Breccie hin, so dass Alles ein gestreiftes Ansehen erhält. Häufig sind Verzweigungen und Auskeilungen der Adern zu beobachten, ebenso Verwerfungen der verschiedensten Sprungweiten, so dass alle Erscheinungen der Aderbildungen fester Gesteinsmassen beobachtet werden können. Die Breccien des Falknis müssen also alle Prozesse der Schichtenzerreissung und Kluftbildung durchgemacht haben. Sie wurden theilweise in ihrem Sammelgebiete durch die Gebirgsbildung mit und ohne Bruch umgeformt, aber die mosaikartig von reichlichen Adern und Aderstreifen durchzogenen Gerölle und krystallinischen grössern Parthieen werden erst bei der Hauptfaltung des Alpengebirges nach ihrer Herfuhr in das Falknisgebiet ihre heutige Struktur erhalten haben.

Ich möchte nun zur genauern Bestimmung der Geschiebe der Falknisbreccie nach den Lokalitäten ihres *Herkommens* übergehen. Eine genaue Vergleichung der Einschlüsse der Breccie mit verwandten und identischer Gesteinen Graubündens hat mir 29 bestimmbare Gesteinsarten geliefert; mehrere andere erwiesen sich in ihrem verwitterten Zustande als Uebergänge in Nummern derselben, und eine wenn auch nicht grössere Anzahl, blieb von zweifelhafter oder ganz unbekannter Herkunft. Im Ganzen bestätigte sich an den bestimmbaren Bruchstücken (die übrigens weitaus die Mehr-

zahl bilden) *Theobald's* Behauptung, dass die Falknisgeschiebe am besten mit Felsarten des *Oberhalbsteins* und *Oberengadins* übereinstimmen. Ich notire, theils nach eigenen petrographischen Beobachtungen im Thale der Julia und der Grenzgebirge gegen das Engadin, theils nach genauer Vergleichung der von mir gesammelten Breccien-Bruchstücke in der petrographischen Sammlung des Churer Museums:

1. Grüner Bündnerschiefer wie von der Motta Palousa nördlich von Conters, von den Flühseen bei Stalla, Maria Ziteigl u. a. Punkten des Oberhalbsteins.
2. Kalkkonglomerat, wie es über dem Gyps von Tiefenkastels ansteht.
3. Kalkbänke aus der Bündnerschieferstufe bei Tiefenkastels etc., mit viel Quarz.
4. Dunkler Crinoidenkalk, wie am östlichen Abhang der Motta Palousa etc. im Oberhalbstein.
5. Quarzite von verschiedenen Stellen des Thales der Julia und seiner Seitenthäler.
6. Gneissartiger Quarzit (Casannaschiefer), oft in Kalk-einschlüsse eingebettet, vom Piz Mortèr, Stalla.
7. Diallagschiefer von den Flühseen, Stalla.
8. Grünlicher Granit, ähnlich dem Gestein an der Tinzener Ochsenalp, Fuss des Piz d'Err.
9. Talkquarzit, ähnlich demjenigen von der Tinzener Ochsenalp, doch mit weniger Glimmer.
10. Spilit-Diorit von Roffna, Oberhalbstein.
11. Grüner Spilitschiefer von Roffna.
12. Grünlicher Granit und Quarzpophyr, ähnlich und theilweise identisch mit Gesteinen aus der Val d'Agnelli, Juliergruppe.

13. Gabbro, wie der Gabbro von Marmels, Stalvedro, der Flühseen, vom Septimer etc., stark verwittert.
14. Chloritschiefer vom Septimer, in verschiedenen Abänderungen.
15. Glimmerhaltiger Schiefer wie unter den Kalken am Septimer.
16. Gneiss, von der Struktur, wie er am Septimer als Gestein unter den Serpentin einfällt, von grünlicher Farbe.
17. Gneissartiger grüner Bündnerschiefer vom Pass Valletta zw. Avers und Oberhalbstein.
18. Juliergranit, in den verwitterten Stücken mit weniger grünem Plagioklas, oder in einer schwach grünlichen, auch mehr graulichen Abänderung.
19. Granit von der Alp Falotta, Fuss des Piz d'Err.
20. Talkschiefer von grüner Farbe, Val d'Agnelli.
21. Juliergranit in Talkquarzit übergehend; Granit in Gneiss und Talkquarzit übergehend, grün, von der Alp Falotta.
22. Berninagranit in verschiedenen Abänderungen, z. B. Granit in Syenit übergehend, identisch mit dem Gestein südlich der Georgihütte.
23. Porphyrtiger Granit, Val Arlian, Bernina.
24. Syenit aus dem Berninagebirge und Granit in Syenit übergehend, wie bei den Gesteinen zwischen der Berninaspitze und Piz Zupo.
25. Grünlicher Malencoschiefer ähnlich dem am Rosegletscher.
26. Feinkörniger Syenit-Diorit von der Berninaspitze, und porphyrtiger, sehr feinkörniger, dunkelgrüner Granit von ebendort.

27. Casannaschiefer, glimmerig, oft eigentlichen Glimmerschiefer darstellend, ähnlich den Schiefen der Umgebung von St. Moritz.
28. Gneiss mit vielen Quarzadern, wie der Gneiss in der Val Fex, Berninagruppe.
29. Grünlicher, feinkörniger Hornblendeschiefer aus der Berninagruppe.

Ich habe die Sammlung zugleich mit den Felsarten des *Davosergebirges* und der Gruppe der *Silvretta* verglichen und dabei *durchaus keine Uebereinstimmung* erblicken können; so trifft man z. B. keine einzige der Gneissarten mit den grossen Glimmerblättchen und -Ueberzügen, wie sie der Madrisa und Silvretta eigenthümlich sind.

Hervorzuheben ist, dass der *Gyps* den Gesteinen der Falknisbreccie gänzlich fehlt, obwohl er im Oberhalbstein so häufig gesteinsbildend auftritt; er muss von den gerölle-führenden Wogen unterwegs ausgewaschen und aufgelöst worden sein. Auch fand sich, trotz der sorgfältigsten Untersuchung, nie ein *Verrucano-Geschiebe*. *Die Erosion vermochte also zur Zeit, da die Falknisbreccie sich ablagerte, den Verrucano noch nicht zu erfassen*; dieses Gestein ist z. B. in seinem Glarnertypus auch in der gesammten subalpinen Nagelfluh der Schweiz (Miocän) nie aufgefunden worden.*) *Die dem Obern Jura und der Kreide vorangehenden sedimentären Formationen müssen also zur Bildungszeit des Falkniskonglomerates viel vollständigere Decken dargestellt haben, als heute*, so dass der tiefere Verrucano von

*) Früh, „Beiträge zur Kenntniss der Nagelfluh in der Schweiz,“ Neue Denkschr. d. allgem. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwissensch., 1888.

den Fluthen strömender Gewässer nicht mehr angebrochen werden konnte. *Das Vorkommen von Geschieben aus den Gesteinskomplexen der Berninagruppe östlich vom Muretopasse beweist weiter die damals mehr südöstlich und östlich vorgeschobene Lage der Wasserscheide jener Gewässer, die in der Richtung des Oberhalbsteins und Rheins den Schutt und die Trümmer aus entfernteren krystallinischen Regionen in einen Busen des Kreidemeers im westlichen Gebiet des Rätikons hinuntergeführt haben.*

2. Verbreitung der Falknisbreccie. Die Stelle des Vorkommens der krystallinischen Breccie, wie sie im Vorhergehenden beschrieben wurde, ist nicht die einzige in der Falknisgruppe. Steigt man von jener Breccienbank an der Südostseite des Falknis herab gegen den *Obersee*, so gelangt man auf plattigen Jurakalk, an dessen Grenze, direkt südlich vom Gipfel, wieder das krystallinische Gestein in ca. 2 m Mächtigkeit auftritt; und noch weiter unten, etwa 100 m von der höchsten Breccienbank entfernt, steht die nämliche Schicht, 3--4 m mächtig, an. Darunter liegt wieder plattiger Kalk. Diese Bänke liegen alle in der Fallrichtung der Kalkschichten und sind jedenfalls als anstehendes Gestein zu betrachten, so dass *in dieser Gegend die Einbettungen der krystallinischen Breccie sich 2—3 Mal wiederholen.* Weiter hinten, gegen die östlichen Gehänge hin, verbirgt sich Alles unter dem Schutte; aber weit die Halden herab reichen zahlreiche, oft sehr mächtige Trümmer des nämlichen Gesteins, und um das Ufer des Obersee's bilden sie gewaltige Anhäufungen.

Noch viel bedeutender aber sind diese Trümmer am *Mittlern See*, der im Sommer 1893, da ich diese Stellen

besuchte, ganz ausgetrocknet war. Die Blöcke des Konglomerates liegen hier am Fusse einer von den *Kreuzplatten* (2211 m.) herabziehenden Runse und sprechen deutlich genug davon, dass unser Gestein unter den Gräten des Falknis östlich gegen die *Grauspitz* (die vordere 2601 m) sich hinzieht und dann an den Kreuzplatten herabsinkt gegen das Fläscher Thäli. Wirklich habe ich ca. 100 m über dem Wege am See das Breccienband anstehend gefunden. Es ist von bedeutender Mächtigkeit; der Charakter seiner Zusammensetzung ist der nämliche, wie an den vorher berührten Stellen. Gewaltige Trümmer des krystallinischen Gesteins, unter denen ein Block wenigstens 300 cbm misst, schieben sich bis in den Mittlern See hinaus. Bei der nähern Untersuchung dieser Schutt- und Trümmerhaufen wollte es mir scheinen, dass der *röthliche Granit* hier häufiger auftritt als in den Breccienbänken unter dem Falknisgipfel, doch wird diese vermeintliche Vertheilung nur lokale Bedeutung haben.

Oestlich von der Grauspitz, über dem *Jes-Fürkli* drüben, folgen die wilden Gräte „*Auf den Platten*“ und dann nach einer Einsattelung die Felsengruppe des *Tschingel*, 2545 m. Dort tritt, was übrigens in *Theobald's* Text zur geol. Karte schon verzeichnet steht, die Falknisbreccie an der das Hochthälchen *Jes* von *Stürvis* trennenden Felsenschwelle, also in der direkten östlichen Fortsetzung der Kreuzplatten auf, und weiterhin an der in einen Seitenzweig des Gamperthonthales hinüberführenden *kleinen Furka*, an der *grossen Furka*, dem *Augstenberg* und dem *Tschingel*, sodass die *Falknisbreccie im Rätikon bis zum Westende des Scesaplana-massivs hin verbreitet ist*. Das Gestein, in dem die Einschlüsse (wieder Diorit, Granit, Gneiss, Glimmer- und Horn-

blendeschiefer) sich befinden, ist massiger, schwarzgrauer oder graugrüner Kalk, die Bank selbst in Jes 8 m mächtig.

Es mag noch bemerkt werden, dass *Trümmer* der Falknisbreccie als herabgestürztes Material zum Theil in mächtigen Blöcken schon im wilden Glectobel, durch das man von Maienfeld her in die Fläscheralp und das Fläscherthäli aufsteigt, sowie in der ganz mit Schutt bedeckten Einsenkung des Luzisteigs findet.

3. Art des Transportes der Breccie. Dass die Falknisbreccie nicht eine durch fließendes Wasser allein bewirkte Sedimentation sein kann, ist im Vorstehenden schon mehr als einmal gesagt worden: es fehlt den meisten Geschieben an der den Flusstransport charakterisirenden Rundung der Gerölle, die gesetzmässige Anordnung nach der Grösse und die dachziegelartige Lagerung flacherer Fragmente in den Stromdeltas. Wir haben gesehen, dass die Fragmente heterogener Natur sind und aus harten Graniten, Quarzen und weichen Schiefen und Kalken bestehen und die Mächtigkeit der ordnungslos zusammengehäuften Trümmer- und Schuttmassen eine sehr bedeutende ist. Gewässer von langem Laufe und geringer Stosskraft dürften in der Frage ausserdem nicht angenommen werden, weil einzelne Trümmerstücke der Falknisbreccie viel zu gross sind; vielmehr würde die Natur der letzteren auf kurze Gewässer mit ausserordentlicher Stosskraft schliessen lassen. Dabei wäre aber die Thallänge einer solchen alten Strömung vom Fusse der Berninakette durch das Oberhalbstein bis in's Falknisgebiet eine viel zu bedeutende. Man könnte noch an längere Strömungen mit grosser Wasserfülle und bedeutendem Gefälle denken, denn ein starkes Gefälle konnte in der obern Jura- oder dem Beginn der Kreide-

zeit, von welchen Epochen eine für uns in Betracht fällt, vorhanden sein, indem die Alpen im Hintergrunde unseres Transportgebietes damals wenigstens schon plateauartig gehoben sein mussten und in dem aus Schiefen und Kalken zusammengesetzten mittleren und unteren Theile desselben eine Senkung des Bodens vom Lias in die übrige Jurazeit hinein stattgefunden hatte. Zur Kreidzeit fand dann in unserm Gebiete eine Hebung statt, welche mit einer solchen des krystallinischen Gebirgshintergrundes korrespondirte, so dass das Gefälle nach Norden dablief. Die Jurabildungen wurden trocken, und es vergrösserte sich das Festland, über welches Stromläufe in der angegebenen Richtung den krystallinischen Schutt aus dem Berninagebiet und Oberhalbstein in den Meerbusen führen konnten, der, als Südufer des grossen Kreidemeers der Alpen, von den Kurfürsten und dem Calanda über das Gebiet des Falknis hinaus in den Rätikon reichte. Aber die schlecht oder gar nicht gerundeten Geschiebe der Falknisbreccie lassen auch die Annahme solcher alten Gewässer, deren Stosskraft grosse Geschiebe-Transporte aus weiter Ferne vermitteln könnte, nicht zu.

So bleibt denn für den Transport der krystallinischen Trümmer in den Kalken der Falkniskette nichts übrig als die Annahme der Eiswirkung von Gewässern in Verbindung mit Ueberschwemmungen im Unterlaufe eines Stromes. Gletscher können aber nicht das Transportmittel gewesen sein, weil die Fragmente der rätselhaften Breccie keinerlei Schrammen, Schleifung und Glättung, welche die glaziale Wirkung auf die Gesteine kennzeichnet, aufweisen. Es können für unsere Frage nur die Eiswirkungen fliessender Gewässer in Frage kommen.

Herr Prof. *Heim* hat mir gegenüber die Bemerkung gemacht, dass seiner Ansicht nach in der Betrachtungsweise der Entstehung mancher Konglomerate der Alpen die Eiswirkungen der Flüsse bisher weit unterschätzt, meist aber ignorirt worden seien. Prof. *Renevier* erklärte die Breccie mit den grünen Biotitgraniten in der Ormonds-Niesenkette schon lange als Treibeisbildung, und Herr Dr. *Ch. Sarasin* behauptet, dass die Habkerngranite in den Konglomeraten und Breccien des Flysch entweder vom Südrande der Alpen durch *Treibeis* hergeführt worden seien oder aber einem Theile des Finsteraarmassivs entstammten, der später bedeckt oder erodirt wurde. *) *Sarasin* neigt sich hinsichtlich des Transportes für die einzelnen grossen Blöcke und die groben Breccien eher der Annahme eines Transportes durch Eis zu, macht aber auch auf die Schwierigkeit aufmerksam, welche die grosse Entfernung zwischen dem Orte des Anstehens und der sekundären Lagerstätte der Gesteine darbietet. Wir wollen in Folgendem untersuchen, ob die Eiswirkung der Flüsse Deposita von der Art, wie sie die Falknisbreccie darstellt, liefern kann.

Geologische Wirkungen kann, wenn auch in sehr ungleicher Weise, jede Art von *bewegtem Eise*, abgesehen von der grossartigen Thätigkeit der Gletscher, ausüben. Es kommen in Betracht:

1. *Eisberge*, 2. *Küsteneis*, 3. *Schollen- oder Treibeis der Flüsse*, 4. *Grundeis*.

Wir sehen von den Eisbergen ab und betrachten in aller Kürze vorerst die Wirkungen des *Küsteneises* auf den

*) „Die Konglomerate und Breccien des Flysch in der Schweiz.“ Inauguraldissertation. Stuttgart, 1892.

den Geschiebetransport. *Dana* *) spricht vom Grund- oder „Ankereis“ der Seen, welches, durch Strömungen bewegt, Steine an den Strand schwemmt und auf diese Weise grosse Trümmeransammlungen weit über den Wasserspiegel eines Sees verursachen kann. *Nordenskiöld* **) schreibt die Erscheinung, dass in den arktischen Gegenden das Meer nahe am Strande eine gleichmässige geringe Tiefe annimmt, die nur langsam wächst und über weite Flächen sich unverändert hält, den Wirkungen des Treibeises zu und redet, angesichts der Strandverhältnisse der Weissen Insel, Beli-Ostrow (Sibirien) von einem „natürlichen Eisbaggerwerk“, welches dort beinahe das ganze Jahr hindurch im Gange ist. Unweit des Strandes im Meere befindliche Steinblöcke werden, wie *Nordenskiöld* weiter ausführt, durch das Eis auf das Land hinaufgeschoben, wo sie dann an vielen Stellen der arktischen Küsten eine beinahe zusammenhängende, bis an den Rand des Wassers reichende Steinwand bilden, während der vor einem solchen Trümmerstrande sich ausdehnende Meeresboden vollkommen eben und frei von Gesteinsschutt bleibt. In Kopenhagen sind von Tauchern Beobachtungen gemacht worden, durch welche dargethan ist, dass im Meere versunkene Schiffe mit Treibeisblöcken und dem Schutt derselben überstreut werden.

Wichtiger ist für unsere Frage der Einfluss des an der Oberfläche von *Flüssen* sich bildenden, aus verschiedenen dicken Tafeln bestehenden *Scholleneises* oder *Treibeises*, dessen Geschiebetransport unter Umständen ein sehr bedeutender werden

*) „Manual of Geology,“ 3. Ed. S. 688.

**) „Vegafahrt um Asien und Europa,“ bearbeitet von Ermann. S. 108.

kann, manchmal aber auch äusserst gering ist. Das Schollen-
eis kann Geschiebe und kleine Gesteinsbruchstücke einschliessen
und dieselben beim Eisgange der Flüsse an der Ausmündung
niedersetzen. So wurde beobachtet, dass beim Eisgange des
Niemen Granitblöcke von 3 Fuss Durchmesser, in Eisschollen
eingeschlossen, bei Memel an das Ufer der Ostsee geworfen
wurden. Indem beim Eisgange ein Fluss zuerst in seinen
obern Gegenden aufthaut, weiter unten aber noch bedeckt
bleibt, können die treibenden Eisschollen über die noch fest-
stehenden geschoben und gethürmt werden, so dass auf diese
Weise Steinblöcke mitgeschleppt und sogar Gesteinsmassen
von den vorspringenden Ufern abgelöst werden. *Neumayr* *)
schätzt die transportirende Kraft des Eises als eine hohe
und führt aus, wie bei einem Eisgange (in Verbindung mit
Ueberschwemmungen) Steine und Schuttmassen in Gegenden
gebracht werden, in welche sie ohne diese Art von Trans-
port nicht gelangen könnten. *Lyell* **) gibt bezügliche gross-
artige Beispiele von Eiswirkungen des Lorenzostroms in Kanada
und erwähnt eines Falles, nach welchem in Montreal Stein-
massen von den Quais und steinerne Gebäude von 30—50
Quadratfuss Grösse weggeführt wurden. Nach dem gleichen
Autor, dem Begründer der Allgemeinen Geologie, müssen
in Kanada Anker von Schiffen, die bei hohem Wasserstande
auf den Strand gesetzt sind, um dort zu überwintern, gegen
das Frühjahr aus dem Eise geschnitten werden, weil sie sonst
vom Eise fortgeführt würden. In der Bucht des St. Lorenzo
unterhalb Quebec wird auf diese Weise eine ungeheure
Menge Schutt und grosser Blöcke dem Meere zugeführt:

*) „Erdgeschichte.“ Bd. I. S. 486.

**) „Principles of Geology.“

„Dort ist der Frost so hart, dass bei der Ebbe eine starke „Eisschicht gebildet wird, die bei dem Steigen der Flut aufgehoben, zerbrochen und an den ausgedehnten Ufern, welche die Bucht umgeben, zu Haufen aufgethürmt wird. Wenn die Flut zurücktritt, so wird das Eis zuweilen einer Kälte ausgesetzt, welche alle losen Eisstücke, sowie auch die Granit- und anderen Blöcke mit einander vereinigt. Diese ganzen Massen werden oft von einer hohen Flut, oder wenn der Fluss durch das Schmelzen des Schnee's im Frühlinge geschwollen ist, weggeschwemmt. Ein gewaltiger Granitblock, 15 Fuss lang, 10 Fuss breit und hoch und an 1500 Kb.-Fuss von Volumen, wurde auf diese Weise im Jahre 1837 eine Strecke weit fortgeführt.“ (Lyell.)

Wenn beim Aufthauen eines Flusses oder Stromes das Scholleneis in die Theile des Gewässers gelangt, die noch fest zugefroren sind, so entstehen Verstopfungen; die Trümmernmassen des Eises häufen sich an den untern Punkten der Flussläufe an, und dann gibt es *Ueberschwemmungen*, bei welchen in die Eisschollen eingefrorene Gerölle und Gesteinsstücke, von den Ufern auf die Oberfläche des Eises gefallener Detritus und mitgerissene Gesteinsmassen tiefer hinunter geführt und auf weite Strecken abgesetzt werden. Sie werden entweder seitwärts auf die Ufer geworfen, sodass sie zu förmlichen Steinwällen an denselben sich aufhäufen, oder durch die Kraft der strömenden Fluten in die Flussniederungen getrieben und hier angesammelt oder zerstreut. An den Hochterrassenufern der sibirischen Ströme entstehen durch strandendes Treibeis Steinwälle von grosser Mächtigkeit. Auch viel Erde wird von ihrem Eise dann transportirt: vor den Mündungen des Ob und Jenissei sah *Nordenskiöld* nach

dem Schmelzen des Schnees das Küsteneis sehr häufig mit einer dünnern Schicht gelben Thons oder Schlamms bedeckt, der mit dem Flusswasser herabgespült und durch den Wogenschwall auf das schneebedeckte Eis geworfen worden war. Auch wurde in diesen arktischen Gegenden beobachtet, wie innerhalb des Strandee im Flachlande beim Aufthauen des Eises der Rasen vom gehenden Eise aufgerissen und durch die nachfolgenden Ueberschwemmungen weggeführt wurde. *)

Die geologischen Wirkungen des Schollen- oder Treibeises der Flüsse können also namentlich in kälteren Klimaten sehr bedeutende sein. Nichtsdestoweniger sind sie geringer als die transportirende Thätigkeit des Grundeises, zu welcher wir gleich kommen werden. Der sehr starke Eisgang der Sihl im März 1893 transportirte, wie mir Herr Prof. *Heim* mittheilte, keine Geschiebe, und Dr. *Kalesch* in Jena versichert, dass er nach jahrelangen Beobachtungen des Eisgangs auf der Saale niemals nennenswerthes Gesteinsmaterial auf den gehenden Schollen konstatiren konnte. Ansehnlichere Geschiebemassen können durch das Scholleneis nur durch die beim Eisgange erfolgenden Verstopfungen und Stauungen und die damit zusammenhängenden Ueberschwemmungen transportirt werden. Leider ist mir über die *Schutttransporte* bei den grossartigen Eisgängen am Rhein, der Elbe, Weichsel und namentlich der Donau nichts Genaueres bekannt geworden.

Das *Grundeis* bildet sich am Grunde von Bächen und Flüssen als schwammige Massen an den rauhen Stellen des Bodens durch starke Abkühlung desselben; an dieser Abkühlung nimmt auch das darüber hinfließende Wasser theil,

*) *Nordenskiöld*, loc. cit. S. 315.

und die innerhalb desselben auftretenden Eisnadeln frieren dann an die hervorragenden Theile des Bodens fest. Die transportirende Thätigkeit des Grundeises ist an und für sich viel grösser als die des Scholleneises, indem von ihm leicht Gerölle und Detritus des Flussbettes losgerissen und stromabwärts geführt werden können, wie man denn auch bei den Flüssen der gemässigt kalten Zone Treibeis findet, auf dessen unterer Seite Grus und Geschiebe, die meist vom Boden des Strombettes aufstiegen, eingefroren sind. Bei den sibirischen Strömen zeigt sich diese Erscheinung in noch viel grösserem Massstabe. Jedenfalls darf gesagt werden, dass die Bildung des Grundeises den strömenden Gewässern, und wie bereits bemerkt wurde, auch dem Wasser der Seen eine bedeutende Erhöhung der fortschaffenden Kraft verleiht. Das Grundeis liefert wohl beim Brechen, Stauen und Abwärtstreiben der Schollen beim sogenannten Eisgange die Hauptmasse des Schuttes und der Gesteinsmassen, so dass, wenn durch den Eisgang eines Flusses grössere Geschiebe-Transporte stattfinden, dies hauptsächlich der losreissenden Wirkung des Grundeises zuzuschreiben ist. Das Auftreten des Eisganges aber ist, wenn man von der Geschiebeführung absieht, hauptsächlich durch das Scholleneis bedingt, und es nimmt daran die andere Bildung als solche einen geringern Antheil.

Da nun die Eiswirkungen der Flüsse genügend grosse sind, um die Fortführung bedeutender Schutt- und Geschiebemassen auf grosse Entfernungen und den Absatz derselben längs den Stromufern oder in den Niederungen des Ausflusses eines Gewässers, oder in einen See, in einen Meerbusen zu ermöglichen, so stehe ich nicht an, die Entstehung der Falknisbreccie als das Resultat von Eis-

gängen in einem süssen Gewässer, das von der Berninakette nordwärts durch das Oberhalbstein und Rheinthal in einen Busen des Kreidemeers in der Gegend des Falknis floss, zu erklären. Anordnung und Form der Geschiebe stimmen mit dieser Annahme. Die weite horizontale Verbreitung der krystallinischen Breccie vom Falknisgipfel weg bis zum Westabhang der Scesaplana deutet dabei auf ungeheure Ueberschwemmungen im unteren Gebiete hin, welche Ueberschwemmungen den eisführenden Fluten das Material abnahmen und in dem Meeresarm des Westrätikons absetzten, aus dessen Niveau es bei der Alpenfaltung hinauf in Höhen von über 2000 m gehoben wurde.

Sarasin's Bedenken wegen der übergrossen Entfernung, welche seine im Flysch der nördlichen Schweizeralpen eingeschlossenen Habkerngranite involviren, wenn er treibeisführende Strömungen vom Südrande der Alpen dafür annehmen möchte, hat für unseren Fall keine Bedeutung, denn die Gesteine der Falknisbreccie stehen schon im Oberhalbstein und dem Nordfusse der Berninakette an.

4. Rechtfertigung der Annahme von Eiswirkungen bei der Entstehung der Falknisbreccie nach Analogieen mit dem Auftreten kälterer Klimate in frühern geologischen Epochen. Wir sind, trotzdem Eiswirkungen in der Jura- und Kreideperiode in unserm Lande nicht bekannt geworden sind, durch die Natur und Anordnung der Falknisbreccie zur Ansicht verleitet worden, dass der Eisgang strömender Gewässer in Verbindung mit Ueberschwemmungen die Transporte des Krystallinischen im Westrätikon bewerkstelligt habe. Warum sollte man nicht, wenn eine andere Erklärungsweise versagt, zu einem solchen Mittel greifen dürfen, da doch von zahl-

reichen Punkten und grossen Gebieten der Erde schon in der letzten Hälfte der *Steinkohlenperiode*, nach Anderen der ersten *Permzeit* Eiswirkungen und damit ungeheure Abweichungen von einer allgemeinen Wärmevertheilung, die man so lange für die frühesten Zeitalter der Erde annahm, konstatiert worden sind? In Vorderindien gibt es in der Carbon-Permzeit *Konglomeratbildungen* (Talchir-Konglomerat) in feinkörnigen Schiefen und weichen Sandsteinen, Trümmereinschlüsse jeder Grösse bis zu 30 Tonnen Gewicht, mit allen Merkmalen, welche von der schleifenden Kraft des Eises, des Transportmittels jener Ablagerungen sprechen, versehen. Politur und Schrammung der Blöcke erscheinen hier schon ebensogut als bei den Geschieben der geologisch so jungen glazialen Ablagerungen. Aehnliches hat man in Afghanistan beobachtet und weiter in den Karooablagerungen, welche in Südafrika auf die paläozoischen Schichten folgen und vom Perm bis in die Trias reichen. In *Süss'* „Antlitz der Erde“ Bd. I werden betreffende Beispiele gegeben von Anhäufungen von Blöcken (Dwyka-Konglomerat), deren Herführung nur durch Eiswirkungen erklärt werden kann und mit der permischen Eisdrift Englands verglichen worden ist. Die unmittelbare Unterlage der blockführenden Schichten zeigt sich hier geglättet und geschrammt wie ein felsiges Gletscherbett. Diese glazialen Blöcke treten auch im östlichen Australien auf, wo sie mit zum Carbon gezählten Meeresschichten abwechseln, so dass die Glazialspuren der carbonisch-permischen Zeit auf dem ganzen ungeheuren Festlande auftreten, das *Süss* „Gondwanaland“ nannte und das, heute als abgebrochene Tafeln erscheinend, die indische Halbinsel, einen grossen Theil Afrikas und Australien umfasst. Die Schichten, in welchen

die Konglomerate auftreten, enthalten weder Sigillarien noch Lepidodendren und Calamiten, die sonst in der Kohlenzeit auftreten, überhaupt keine echten Kohlenpflanzen, sondern Farne, Equisataceen, Coniferen und Cycadeen, die auf andere Klimate hinweisen, als die Kohlenbildung sie voraussetzt. Beim Herannahen der Kälte, die durch das Auffinden von durch das Eis gekritzten Geschieben schon genügend dokumentirt ist, starb hier die echte Kohlenflora ganz aus und wurde durch eine Vegetation ersetzt, die in Europa erst in der Triasperiode erscheint. *) Auch in Brasilien wurden Spuren einer carbonischen Vereisung durch den Nachweis von Granit- und Gneissblöcken in feinen Thonlagen entdeckt; es ist in diesem Falle aber bemerkt worden, dass ohne die Anhaltspunkte von abgeriebenen Felsen und gekritzten Geschieben ein solcher Schluss zu aller Vorsicht mahne. **)

Fremde Blöcke von rätselhaftem Ursprunge, die höchst wahrscheinlich auf Eistransport hindeuten, trifft man in Europa während der Kohlenperiode in der Nähe einer marinen Einschaltung bei Ostrau. ***) Innerhalb des *Rothliegenden* der Dyas haben *Ramsay* und *Geikie* glaziale Vorkommnisse in England beschrieben.

Wenn bis jetzt, wie es scheint, auch nicht eigentliche glaziale Erscheinungen in den auf das Perm folgenden geologischen Zeitaltern konstatirt werden konnten, so ist doch das Auftreten grösserer klimatischer Abweichungen und der

*) *Waagen*, „Die carbone Eiszeit“. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, Wien 1887, p. 143.

**) *Eug. Dubois*, „Die Klimate der geologischen Vergangenheit etc.“ Nijmegen und Leipzig, 1893. S. 19.

***) *Süss*, *Antlitz der Erde* II, S. 317.

Herausbildung eigentlicher klimatischer Zonen in der Trias-, Jura- und Kreideperiode gewiss. *v. Mojsisovics* fand bei seinen Untersuchungen über die Ammoneenfaunen der Mediterranen Trias beispielsweise, dass eine Zahl der in den *Werfenerschichten* und im *Muschelkalke* der Mediterranprovinz auftretenden Gattungen sich auch in der Fauna der arktischen Region wiederfindet. Für die *Juraperiode* sind durch *Neumayr* deutliche klimatische Zonen, welche trotz der wechselnden Vertheilung von Meer und Land während der ganzen Epoche im Allgemeinen unverändert blieben, nachgewiesen worden: eine tropische, den südlichen Theil Europas umfassend, eine gemässigte und eine boreale. Schon 1852 hat *Römer* in der Kreideformation eine deutliche nördliche und südliche Fazies der Fauna, deren jede mit einer klimatischen Zone zusammenfällt, entdeckt, und *Neumayr* erwähnt in der böhmischen Kreide neben den tropischen Formen die Kirsche, die Weide, den Epheu. *Astarte*, eine in den älteren Ablagerungen Europa's überall so häufige Muschel, ist heute fast ganz auf die nordischen Meere beschränkt. Das Auftreten von Thieren und Pflanzen von nordischem Typus in niederen Breiten aber setzt in diesen Gegenden ein abgekühltes Klima voraus, welchem sich die übrigen Bewohner anpassten, wie dies umgekehrt mit den Organismen, die aus kälteren in wärmere Regionen kommen, der Fall ist.

Nun schliesst allerdings die Armut, ja der Mangel an Versteinerungen im Kalkgebiete, welches die *Falknisbreccie* einschliesst, die spezielle Anwendung einer solchen Betrachtungsweise auf unsere Gegend aus. Wenn aber in der Jura-, in der Kreidezeit anderer Gegenden sich schon deutliche klimatische Zonen herausgebildet hatten, so konnte während

dieser Epochen auch in unserer Region das Klima so weit abgekühlt sein, dass es selbst zu Eiswirkungen der strömenden Gewässer des Festlandes kommen musste, wie wir sie im Vorliegenden bezüglich der Entstehung der Falknisbreccie vorausgesetzt haben. Da nach den erwähnten Beispielen andernorts kältere Klimate und selbst Gletscherthätigkeit in früheren geologischen Zeiten die wärmeren Perioden unterbrachen, so kann dies eben so gut in unserm Lande in der Kreidezeit, in welcher höchst wahrscheinlich die Falknisbreccie sich ablagerte, der Fall gewesen sein. *Die Falknisbreccie ist nun einmal da*, und weil sie für die *Eisführung* von Flüssen in Verbindung mit Ueberschwemmungen spricht, so darf eine Abkühlungsperiode für die Kreidezeit unserer Gegend postuliert werden, auch wenn keine Versteinerungen vorhanden sind, von denen man auf die Einwirkung eines kälteren Klimas schliessen könnte; Versteinerungen fehlen leider ganz.

5. Die Falknisbreccie ist sehr wahrscheinlich keine Dislokationsbreccie. Eine andere Erklärung der Entstehung der Falknisbreccie wäre nur möglich durch Zuhilfenahme *tektonischer Momente*, wodurch die krystallinischen Bänke in unserm Kalkgebiete zur *Schub-* und *Reibungsbreccie* würden. Im ganzen Flyschgebiete der West- und Zentralschweiz gibt es zahllose Einlagerungen krystallinischer Konglomerate und grosser Trümmer von Porphyr, Granit, Protogin etc., von Jura- und Kreidekalken, sogenannte *exotische Blöcke*, die sämmtlich weit entfernt von ihren ursprünglichen Lagerstätten getroffen werden. So liegen z. B. Fragmente von Porphyr, Gabbro und Serpentin in der Carbonzone südlich des Montblanc; Habkerngranite und rothe Porphyre im Flysch der Berra, des Gurnigel; Malmkalke in der Breccie

der Hornfluh und des Rübli bei Châteaux-d'Oex; Muskovitgneisse und grüner Biotitgranit in den Schiefen der Ormonds-Niesenkette; Malmkalke im Flysch von Yberg, vom Grabserberg mit zahlreichen Ammoniten, die gut erhalten sind. Von den krystallinischen Fragmenten der Konglomerate des Flysch ist ein Theil unbekannter Herkunft, aber der Hauptsache nach stimmen sie mit Gesteinen der Südalpen, Lugano, Südost-Graubünden etc. überein.

Die Untersuchung der Gerölle der miocänen Nagelfluh durch Herrn Dr. *Früh* hat ähnliche Ursprungsgebiete des fremden Materials dieser Bildungen ergeben. *Studer* nahm für die Granite des Flysch und der Nagelfluh die Existenz krystallinischer, nun versunkener oder überfalteter Vorberge längs des Nordrandes der Schweizeralpen an, deren Detritus die besagten Silikatgesteine geliefert haben würde. Herr Dr. *Mösch* erweiterte diese Theorie, indem er Breccien der Nagelfluh als „Klippen“ des versunkenen Gebirges erklärte. Heute vertheidigen die Herren *Schardt*, *Renevier* und *Lugeon* den Zusammenhang der Breccienbildungen des Flysch mit der Entstehung der „Klippen“ d. i. kleinern Felsmassen des Jura, der Kreide etc. in fremdem Gestein, nachdem der erstgenannte dieser Forscher die kühne Hypothese der Bildung von Schollen oder *Horsten* durch Loslösung und Abrutschung der Sedimentdecken von den krystallinischen Massen und Ueberschiebung schon gefalteter Gebirgtheile am Nordrande der Alpen für die Zone Chablais-Stockhornkette aufgestellt hat. *) Die im Flysche verstreuten krystallinischen Punkte und Konglomerate wären demnach die von den nordwärts

*) *H. Schardt*: „Sur l'origine des Préalpes Romandes.“ *Bibl. univ.* tome 30, No. 12.

gleitenden Sedimentschichten vor ihrem Rande und unter ihrer Decke hergeschobenen Trümmer, welche sich im Flyschmeere ablagerten, und der gleichen Ursache hätten wir auch die fremden Einschlüsse des Miocäns zu verdanken. Wo diese Sedimentdecke über gefaltetes Vorland hinglitt, wurden Theile desselben von den ursprünglichen Ketten abgetrennt und gelangten unter der schüpfenden Decke in Gebiete, wo ihr Gestein uns heute so fremdartig anmuthet: auf diese Weise wären die jurassischen und kretacischen Klippen im Flysch, die Einlagerungen von Lias und Dogger mitten in den krystallinischen Breccien desselben und die von der Umgebung abweichenden Gipfel von Faucigny, Stanzer- und Buochserhorn zu erklären, die nichts anderes als grosse exotische Blöcke, isolirte Lappen der Chablaiszone, auf Flysch und Kreide von anderer Ausbildung aufruhend, darstellten.

Ich glaube nun, dass sich damit wohl die Rät-, Jura- und Kreideklippen, aber nicht die krystallinischen Konglomerate des Flysch voll erklären lassen, denn in der Ormondsbreccie des Flysch finden sich beispielsweise grünliche Granite, höchst wahrscheinlich vom Julier und Albula stammend, und andere Gesteine aus dem südöstlichen Graubünden; auf der Berra neben dem rothen Habkergranit Quarzporphyre, die mit Gesteinen um Lugano am besten übereinstimmen: also selbst Gesteinstrümmer vom Südabhange der Alpen, wo die supponirte, nach Norden abgleitende Sedimentdecke doch nicht begonnen haben kann.

Würde man diese kühne Theorie, die Herr Dr. *Schardt* mir gegenüber in einigen besondern Richtungen noch in höchst verdankenswerther Weise brieflich zu erläutern die Güte hatte, auf die Verhältnisse im Rätikon anwenden, wie

der Autor es in seiner Abhandlung „Préalpes Romandes“ angedeutet, so hätte man sich vorzustellen, dass die Trias- und Liasgebilde, die im Norden der jurassischen und kretacischen Grenzmauern des Rätikons alle Höhen bilden und anderes tektonisches Streichen aufweisen, dadurch in diese Lage gekommen sind, dass sie aus einem innern Alpengebiete, dem Flüela-Silvrettagebirge stammten und durch Abgleiten über schon gefaltete Schichten entstanden wären, gleichsam Horste repräsentierend, welche das Flyschgebiet des Vorarlbergs und Prätigau's überragen. Der Flysch dieser beiden Seiten, der auch das Westende des Rätikon im Vorarlberg umgürtet, hinge unter der übergeschobenen älteren Sedimentdecke zusammen, ähnlich wie sich die helvetischen Bildungen in den Ketten des Dent du Midi und Wildhorns unter der Trias-, Jura- und Flyschkette, die über sie herabglitt, weit fortsetzen. Die im Gebiete des Krystallinischen bei der Erhebung der Massive nach Norden gleitende alte Sedimentdecke hätte dann Stücke und Fetzen des Grundgebirges vor ihrem Rande und unter ihrer Decke mitgerissen und geschoben und die Trümmer in's Flyschmeer am Südfusse des Rätikons geschafft. Ueber dem nach Osten immer schmaler werdenden Bande jurassisch-kretacischer Gesteine des Grenzzuges schoben sich die alten Sedimente, und im östlichen Rätikon legte sich der Gneiss der Madrisa auf die gefalteten Kalke der Gempfluh und des Schollbergs, wo die umgekehrte Lagerung der verschiedenen Gesteine so sehr überrascht. Bei diesen Vorgängen mussten gefaltete Ketten des Vorlandes abgerissen, mitgeschleppt und überschoben werden, bis sich durch die Wiederholung der Uberschiebungsflächen die „Schuppenstruktur“ entwickelte, welche

das Triasgebiet des Samina-, Gamperthon- und Brandnerthales kennzeichnet.

Mit der Ablagerung der Falknisbreccie als mitgerissenen Trümmern der gleitenden Schollen auf der Nordwestseite der Silvretta-Flüelaberge kämen nach dieser Theorie die Vorkommnisse *eruptiver* und *metamorphischer Felsarten* augenscheinlich anstehender Gesteine, des *Spilits* am Saminajoche, des *Gneissrückens* im Ofentobel südlich der Geissspitz, des *Gneiss-Granits* vor den „Gruben“ über dem Partnunersee und der *Diorite* und *Serpentine* am Tilisuna Schwarzhorn in natürliche Beziehung. Sie wären Klippen, mitgerissene kristallinische Bestände im fremden Kalkgebiete.

Es ist hier nicht meine Absicht, den Bau des Rätikongebirges genauer auf diese Theorie zu prüfen. Besonders auffallende Thatsachen, wie die Ueberlagerung von Lias und Flysch durch die Trias an zahlreichen Punkten des Gebietes, von Jura und Kreide durch den Gneiss im östlichen Rätikon, die Einklemmung von Kalken in den Gneiss im Hintergrunde des Gafien- und im Gargellenthale und die Verstärkung der Sedimente an der Sulzfluh scheinen mir durch zusammenhängende, trotz der Längs- und Querbrüche deutlich erkennbare Faltung des Gebirges in natürlicher Weise erklärt zu sein; Brechen des innern und äussern Faltenflügels an Längsbrüchen (Vorfaltung und Rückfaltung) und Senkung des Flyschfeldes vom Prätigau am innern Rande des Faltenzuges sind Momente in der Geschichte des Rätikons, welche diese Unregelmässigkeiten besser deuten als ordnungsloses Abgleiten der Sedimente von den Zentralmassiven, das meiner Ansicht nach Verhältnisse von noch grösserer Komplizirtheit, als die bis heute im Rätikon beobachteten, schaffen würde.

Die Falknisbreccie liegt auch nicht im Flysch, wie vorhin angenommen wurde. Die Stellung des Falknis als Gebirgs-glied zum Kurfürstenzuge lässt keinen Zweifel darüber, dass das Muttergestein der Falknisbreccie Jura- oder vielmehr Kreidegestein ist; Jura- und Kreideschollen aber wären durch das Abgleiten von Sedimentschichten vom Rande der krystallinischen Massive des Südens und Ostens wohl nicht an diesen Ort gekommen, da jüngere Gesteine als Lias-schiefer in jenen innern Theilen Graubündens überhaupt nicht vorhanden gewesen zu sein scheinen, indem dort keinerlei Reste von ihnen erhalten sind.

Ein Abrutschen der alten Trias- etc. Decken am Nordwestrande des Flüela-Silvretagebirges könnte schon darum nicht die krystallinische Breccie im westlichen Rätikon erklären, weil eine Vergleichung der Gesteinsarten mit den petrographischen Verhältnissen in der Silvretta und dem Davoser Gebirge keine Uebereinstimmung ergibt. Dann sind im mittlern und östlichen Rätikon, also gerade gegen das auch durch die Gleittheorie in erster Linie angesprochene Silvrettamassiv hin, keine krystallinischen Breccien wie in der Falkniskette verstreut, man müsste denn den Gneiss der Geißspitz und den Gneissgranit von Partnun der Theorie zu liebe als Klippen erklären.

Entweder müssten die alten Sedimente vom Bernina- und Juliergebirge, mit deren Gesteinsarten die Breccienfragmente des Falknis so auffallend harmoniren, gegen Norden abgeglitten sein und sich auf die Falten im nordwestlichen Graubünden geschoben haben, wenn unsere Breccie durch diese Theorie genügende Deutung erhalten sollte. Nehmen wir an, der ungeheure Vorgang sei möglich gewesen, so bleibt

es immer rätselhaft, dass die Breccie nicht auch Fragmente von der Seite des Davoser Gebirges erhalten hat; auch von hier hätten sich wohl die triadischen Massen ablösen müssen, um nord- und nordwestwärts zu gleiten. Denn es ist gewiss natürlicher, die Tektonik der Sedimente im Rätikon mit dem Grundgebirge der Silvretta, ihrem Ostrande, statt mit einem entfernteren Massive in direkte Verbindung zu bringen.

* * *

Es ist mir leider bis jetzt nicht möglich gewesen, ein ähnliches krystallinisches Konglomerat in der *Rothhornkette* von Churwalden (Churer Joch, Gürgaletsch und Alpstein gegen die Urdenalp hin, eingebettet zwischen dem Bündnerschiefer und den auf ihm ruhenden Kalken und jedenfalls einer andern geologischen Stufe angehörig), sowie die polygenen grünen Konglomerate in den triadischen Kalken der Ostseite des *Schamserthales* mit der Falknisbreccie einem Vergleiche zu unterziehen.

