

# Zur Stratigraphie der Tarntaler und der Radstädter Berge.

Von Robert Schwinner, Graz.

(Mit zwei Textfiguren.)

Über die Schichtfolge der Tarntaler Berge (Tuxer Voralpen) ist von verschiedenen Autoren und verschiedenen Gesichtspunkten aus schon vielerlei mitgeteilt worden, aber diese verschiedenen Berichte stimmen grundsätzlich nur in einem überein, daß nämlich jene Schichtfolge so oder so eine Sonderstellung im Sedimentmantel der Zentralalpen einnehmen würde. Gelinde Zweifel an der Realität dieser Auffassung veranlaßten die Erkundungsfahrt, deren Ergebnisse nicht gerade sensationell, aber doch vielleicht von Nutzen sind. Es ist mir eine angenehme Pflicht, dankbar der Hilfe zu gedenken, welche mir dabei die vorzügliche Aufnahme von Hartmann geleistet hat, ein Werk, das seinen Wert immer behalten wird, auch wenn einzelnes anders gedeutet und aufgefaßt werden müßte.

## Verzeichnis der wichtigsten Schriften.

Hartmann E. Der Schuppenbau der Tarntaler Berge am Westrand der Hohen Tauern (Tuxer Voralpen). 2 Teile. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1913, Bd. 63, S. 207—388, mit Karte und 2 Tafeln Profile.

Pichler A. Beiträge zur Geognosie Tirols. — Aus dem Inn- und Wipptale. Zeitschrift Ferdinandeum, Folge 3, Heft 8, Innsbruck 1859, S. 137—232.

Rothpletz A. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.

Sander B. Über neue geologische Forschungen im Gebiete der Tarntaler Köpfe (Navistal, Tirol). Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1910, S. 43—50.

Sander B. Referat über: „G. C. Crick; Note on the Cephalopods collected by Dr. A. P. Young F. G. S. on the Tarntaler Köpfe in Tyrol, Geological Magazin, October 1909, p. 434“; ebendort S. 59—60.

Sander B. Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. 1. Bericht. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften, Wien, mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Bd. 82, 1911, S. 257 ff.

Sander B. Zum Vergleich zwischen Tuxer und Prätigauer Serien. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1911, S. 339—346.

Sander B. Referat über „L. Kober; Bericht über geologische Untersuchungen in der Sonnblickgruppe und ihrer weiteren Umgebung. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Abt. I, Bd. 121, 1912“; Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1913, S. 260.

Sander B. Referat über: „Heritsch F. Fortschritte in der Kenntnis des geologischen Baues der Zentralalpen östlich vom Brenner. I. Hohe Tauern. Geologische Rundschau III, 1912“; ebendort, bes. S. 336 und 338.

Sander B. VI. Westende der Tauern, in „Führer zu geologischen Exkursionen in Graubünden und in den Tauern.“ Herausgegeben von der Geologischen Vereinigung, Leipzig 1913, besonders S. 45 (auch Geologische Rundschau III).

Sander B. Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. II. Bericht. Jahrbuch der Geologischen Staatsanstalt Wien, 1920, Bd. 70, S. 274—296.

Schwinner R. Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. Geologische Rundschau XX., 1929, besonders S. 343—348.

Spitz A. †. Studien über die fazielle und tektonische Stellung des Tarntaler und Tribulaun-Mesozoikums. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 1918, Bd. 68, S. 171—204.

Staub R. Der Bau der Alpen. Versuch einer Synthese. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N. F. 52. Lieferung, Bern 1924.

Suess F. E. Das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie, Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1894, S. 539—669.

Termier P. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Alpenexkursion der geologischen Vereinigung. Geologische Rundschau IV, 1913, S. 42.

Young A. P. Stratigraphy and structure of the Tarntal Mass. Quart. Journ. Geol. Soc., 1908, p. 596—603.

Young A. P. Structure and Physiography of the Tarntal Mass. Geol. Magaz. 1909, p. 339—347.

Dem gewöhnlichen Gang der stratigraphischen Schilderung folgend, beginnen wir von unten und treffen hier die erste Streitfrage. Die älteren Autoren bis auf Hartmann hatten angenommen, daß die eigentlichen Tarntaler Bildungen zu ihrer Unterlage ungefähr noch in jener Beziehung stünden, wie sie durch die Ablagerung der Gesteine zustande gekommen. Die neueren sahen hier einen im wesentlichen tektonischen Verband, und besonders R. Staub sah hier eine Deckengrenze 1. Ordnung, die zwischen Penninisch und Ostalpin, gekennzeichnet durch Einschaltung eines tertiären Flyschsandsteins (penninischer Fazies) in die Fuge. Das schien sehr merkwürdig, besonders weil keiner der früheren Autoren etwas beschrieben hatte, was auf dergleichen gedeutet werden könnte. Das mußte schwer zu finden sein; Staub hat es dem Nachfolger nicht gerade erleichtert, wenn er zwar die Geschichte dieser Entdeckung breit erzählt, dagegen die Angabe des Fundortes und die Beschreibung des Gesteines recht kurz und oberflächlich abtut. Der erste Mangel erklärt und entschuldigt sich wohl durch das schlechte Wetter, unter dem jene denkwürdige Expedition zu leiden hatte (l. c. S. 70, 71: „Heulender Sturm, Nebel und Regen, und Schneetreiben, beim größten Unwetter“), und glücklicherweise schadet das hier nicht viel. Staub kann nämlich nur durch jene Rinne abgestiegen sein, durch welche der rot markierte Weg von der Lizum zum Kamm der Geyerspitze emporsteigt, ich konnte an einem vollkommen schönen Tag das Ganze übersehen und den ganzen Terrainstreifen, der hier in Frage kommt, auch begehen. Bedenklicher ist der zweite Mangel, es ist schwer etwas zu finden, von dem man nicht weiß, wie es aussieht; der Vergleich mit Ruchberg-Sandstein, Arblatsch-Sandstein und ähnlichen dürfte den meisten Geologen keine sehr deutliche Vorstellung des Gegenstandes vermitteln. Aber auch dieses Bedenken erwies sich als unbegründet; denn auf dieser ganzen Strecke, vom Geyerspitze bis zur Lizumhütte ist Sandstein irgendwelcher Art überhaupt nicht und nirgends zu finden. Ich kann das bestimmt sagen; denn ich habe alle die Köpfe besucht und beklopft, in denen anstehender Fels aus dem Schutt auftaucht und in denen Staub seinen Arblatschsandstein gefunden haben will: „fremdartige Felsen, grau, grün und hellerbraun, massig, kompakt“ (l. c. S. 71). Nun, die braune Farbe findet sich — am anstehenden Gestein — nur einmal, etwa bei 2550 m Höhe, dort wo Hartmann „rr“ = „Raibler Rauhwaacke“ eingetragen hat. Das ist Rauhwaacke genau jener Art, wie man sie sonst

der Trias zurechnet, und gewiß kein Sandstein. Grün sehen die Köpfe von oben her meistens aus — vom Gras —, ich habe aber nur einmal ein Gestein getroffen, das man als ausgesprochen grün bezeichnen konnte, und das war ein dünnblättriger Phyllit, wie man solche auch im „Quarzphyllit“ unserer Grauwackenzone eingeschaltet findet, sicher auch kein Sandstein und gewiß auch nicht als „massig“ zu bezeichnen; wie überhaupt letzteres Prädikat hier sehr schwer anzubringen sein dürfte; besonders wenn hier etwas eine Ahnung von Grünstich hat, sind's Serizitphyllite. Der Rest ist schwärzlich, gräulich, weißlich, aber immer schieferig, meistens sogar sehr feinblättrige Phyllite. Worauf sich Staub's Angabe: „Mitten im massigen gleichmäßigen Sandstein finden sich Quarzitbänke“, beziehen soll, kann ich nicht einmal ahnen. Quarzit kann nach Ausweis der Gesteinsvergesellschaftung der ganzen Halde hier nur sehr wenig vorkommen, anstehend hat ihn Hartmann nur bei ca. 2650 m (gegenüber der Rauhwaacke rqu) eingetragen, und da sieht man ihn auch richtig mitten in der Rinne, zwischen den Sturzblöcken durch, eigentlich ohne daß man den unmittelbaren Verband sicherstellen kann; und wenn, dann wäre es der Bänderkalk, der nicht weit davon ähnlich durchsieht (und den Hartmann auch zeichnet), gewiß aber nicht „massiger Sandstein“, von dem dort oben gar keine Andeutung vorkommt.

Überhaupt „Quarzit in Sandstein“? Was mag Staub eigentlich unter „Sandstein“ meinen? Da ist mir beim Aufstieg zum Torjoch eine Vermutung aufgestiegen. Dort liegen reichlich verwitterte Blöcke herum, die mit feinem Korn und kleinen roten Pünktchen von ferne gewissen Sandsteinen recht ähnlich sehen, aber der unverwitterte Kern ist allemal apfelgrüner oder weißlicher Serizitquarzit Radstädter Art. Offenbar führt ein bestimmtes Korn und ein gewisser Serizitgehalt zu diesem Habitus des verwitterten Gesteines; da kann man sich vorstellen, daß eine serizitärere Bank aus einer verwitterten Oberfläche so austritt, daß ein oberflächlicher Beobachter „Quarzitbank in Sandstein“ notieren konnte.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Um spätere Weiterungen zu vermeiden: Ich höre es schon: ja der Quarzit ist eben ein Psammit, eigentlich ein Sandstein! Das ist richtig, zum Teil wenigstens; der Quarzit ist vermutlich einmal ein Sandstein gewesen. Zwischen diesem seinem Anfangsstadium und seiner heutigen Erscheinung liegen aber (mindestens) 1 Durchbewegung und 1 Umkristallisation in der Epizone. Dieser Unterschied und seine Konsequenzen für Stratigraphie und Tektonik ist wohl erst in neuerer Zeit scharf und genau herausgearbeitet worden, aber für einen sorgfältigen Beobachter war er immer augenfällig, und darum haben die Geologen, die vor Staub in den Tarntalern gewesen sind, alle gewußt, daß sie in diesem Quarzit bis Serizitschiefer ein metamorphes Gestein vor sich hatten, sie haben eine entsprechende Bezeichnung gewählt, haben den kristallinen Schiefer nicht mit einem gewöhnlichen Sandstein konfundiert, und darum kommt in ihren Mitteilungen aus dem Tarntal die Bezeichnung Sandstein niemals vor. Von den Folgerungen, die sich daraus ergeben, sind hier zwei hervorzuheben. Fürs erste ist in Erinnerung zu bringen, daß der Ruchbergsandstein, dessen Fossilien der einzige Anhalt für die von Staub lanzierte Hypothese sind, nach der klaren Beschreibung Trümpy's ein gewöhnlicher nicht metamorpher Sandstein ist. Wenn nun jemand behaupten will, daß die Tarntaler Quarzit- und Serizitschieferserie durch die Metamorphose gerade aus solchem Ruchbergsandstein entstanden wäre, so muß er dafür doch wenigstens irgendwie präzise, objektiv nachprüfbare Daten beibringen. Solange nichts weiteres vorliegt als die a. a. O. mehrfach wiederholten wort-

Der Abstieg durch die Mulde unter dem Geyerspitz — von der Gipfelscharte bis fast an den Talboden — liegt im Streichen; bei dem allgemeinen Nordwestfallen mit wenig gelegentlichen Gegenbiegungen ist das Liegende rechts: die „Brennerschiefer“ (Hartmann), die vom Pluderling 2756 *m* ebenfalls bis ins Tal hinabziehen: stumpfgrau, manchmal etwas bräunlich, mit weißlichen Lagen, oft in Scherben täuschend wettergrau angewitterten Schindeln ähnlich, immer ziemlich stark ausgewalzt, und immer kalkhaltig — der typische „Kalkphyllit“. Auf diesen legt sich ein Streifen bunter Zusammensetzung, den Hartmann als „Jura“ signiert — worüber später mehr — und glatt als geraden Streifen durchzieht, was auf keinen Fall zu billigen ist. Daß in diesem Schuttstrom der anstehende Fels nur als gestaffelte Rippen und Rücken heraustritt, ist allerdings Werk der Erosion, aber der innere Bau ist auch nicht viel anders. So bildet den zuhöchst hinaufspitzenden Mittelrücken Quarzphyllit mit Eisendolomitlinsen (siehe unten), das Kalkphylliterrain des Pluderling klar begrenzend: westlich von diesem, also in seinem Hangend, steht wieder sicher ein Streifchen des Kalkphyllit an. Und die kleine Insel „br“ (Brennerschiefer), die Hartmann zwischen 2340 und 2360 *m* einzeichnet, gehört mindestens 100 *m* weiter westlich an den Fuß der Triaswand, so daß sie nicht mehr notdürftig in die Front des geschlossenen Kalkphylliterrains zu bringen ist (wie Hartmann will), sondern ebenfalls eine von diesem losgerissene isolierte Schuppe vorstellen muß.

Dies und andere mechanische Beanspruchung zeigt, daß die „Tarn-tal Mass“ dem Kalkphyllit tektonisch aufgelagert ist; die starke Verschuppung beider kann vielleicht dahin gedeutet werden, daß die Förderweite nicht sehr groß war; denn unter großen Fernüberschiebungen ist die Trennung meistens (allerdings nicht immer) schärfer, nicht derart verzahnt. Dadurch ist in der Tarn-taler Basis die Schichtfolge natürlich etwas in Unordnung gekommen.<sup>2)</sup> Für das tiefste halte ich, was

reichen Beteuerungen, ist Herrn Staub's Hypothese in den Bereich noch nicht eingerückt, in dem eine wissenschaftliche Diskussion möglich erscheint. Zweitens: Herr Staub baut seine vorgeschrittene Tektonik auf eine Methode der Stratigraphie, die im Grunde einfach die der ältesten Geognosie ist: er datiert und klassifiziert seine Schichtgesteine einfach nach dem Augenmaß. Gerade im vorliegenden Fall erklärt Staub gewisse Gesteine im Tarn-tal für tertiären Flysch, weil sie ähnlich seien („un-unterscheidbar“, wie in solchen Fällen gebräuchlich) Gesteinen vom Piz Arblatsch im Oberhalbstein; die Gesteine vom Piz Arblatsch wären wieder ähnlich gewissen von der Lenzerheide; und schließlich von diesem „Flysch“ der Lenzerheide führe wieder „unmerklicher Übergang“ zum Ruchbergsandstein, womit endlich ein Fossilfund erreicht wäre. Mit ebendemselben Recht, mit dem Staub diese weitläufige Kette nach Westen spannt, kann man den Vergleich gegen Osten fortsetzen, mit dem Vorzug, immer so ziemlich im Streichen zu bleiben, wobei zahlreiche Zwischenvorkommen den ehemaligen Zusammenhang belegen und dann bei Radstadt — wie hier vorgreifend bemerkt wird und später genauer belegt werden soll — die Gesteinsgesellschaft der Tarn-taler vollzählig und genau gleich wieder erscheint. Was dem einen recht, ist dem anderen billig; oder was in den Tarn-talern Flysch sein soll, kann in den Radstädtern nicht für Perm, Trias, Jura oder sonst was erklärt werden. Herr Staub wird sich wohl erst mit solchen gerade nach seiner Methode unabweislichen Folgerungen auseinandersetzen müssen, bevor wir anderen darauf eingehen.

<sup>2)</sup> Daß ich es nicht für richtig halte, wenn Hartmann hier die Gesteinsgrenzen gerade durchzieht, habe ich oben schon gesagt; besonders bestreite ich, daß der „Bänderkalk J<sub>1</sub>“ ein zusammenhängend durchlaufendes Band bildet; er ist überhaupt nur

Hartmann hier als „Je (Jurakonglomerat), mylonitisch“ einträgt und mit dem Zeichen „starke Faltung und Knetung“ versieht. Ich will dieses Gestein, und zwar vorerst nur das Gestein, das auf diesem Strich hinab und symmetrisch dazu weiter östlich gegen das Junsjoch zu hinauf vorkommt, und nur das von dieser Lokalität<sup>3)</sup>, als „Tarn-taler Breccie Typ C“ bezeichnen und beschreiben, eine äußerst merkwürdige Vergesellschaftung von Schiefen und Dolomiten. Unter den Schiefen überwiegen schwärzliche oder höchstens dunkelgrüne Serizit-phyllite, wie sie sonst als Typus des ostalpinen Quarzphyllites angesehen werden, seltener sind lichtere, grünlich oder weißlich, nach Art der Radstädter Serizitschiefer- und Quarzitgruppe. Im Karbonat überwiegen „Eisendolomite“, sehr stark braun anwitternd, im frischen Bruch aber sowohl dunkel bis schwärzlich als lichtgrau; und fein sowie gröber kristallin; daneben gibt es auch eisenarme, daher nur mehlig anwitternde Dolomite, die mit gewissen Triasdolomiten zu vergleichen wären. Überall sind Schiefer und Dolomit mechanisch heftig verknüttelt und verwalzt, und das Ganze ist sekundär stark verquarzt. Diese Verquarzung scheint die Eisendolomitfragmente am stärksten zu treffen, vielfach sind in ihnen die geraden Sprünge durch Quarzblätter verheilt, die nicht in die Zwischenmasse weitergehen<sup>4)</sup>, aber es gibt auch Quarzadern, die Dolomit und Schiefer in gleicher Weise durchdringen. Viele, ja die meisten Aufschlüsse und Blöcke können einfach als „Tektonisches Misch- und Knetgestein“ bezeichnet werden. So ist dort, wo die rote Markierung die Geyerspitzenmulde nach rechts hin verläßt, um zum Junsjochweg hinüberzuqueren, in anstehenden einheitlich scharf gewalzten Schiefen (hier eher Radstädter Art) Dolomit (seltener Kalk) eingeschaltet als Knauern, als langausgeschwänzte Linsen, immerhin noch von Dezimetern Mächtigkeit und dann in Lagen bis zu Millimetern herab. An anderen Stellen sehen die Dolomitfragmente mehr nach Geröllen oder Geschieben aus, und im ganzen sind sie spärlicher als bei tektonischer Mischung aneinanderstoßender Schichten zu erwarten wäre. Sedimentäre oder tektonische Einschaltung? — um dieses Dilemma kommt man bei der Tarntaler Breccie eben nie herum!

An dem oben schon genannten Mittelrücken, der zuhächst in die Schuttmassen hinaufspitzt, an dem Ostabfall desselben, welcher der Schichtlage entsprechend steiler und besser aufgeschlossen gegen den Kalkphyllit absetzt, liegen wie sonst gebräuchlich brecciöse Lagen und Knauern im schwärzlichen Phyllit, daneben aber auch solche von etlichen Kubikmetern, die nicht mehr nach Geröll oder Geschiebe aus-

---

sehr spärlich aufgeschlossen. Und was Hartmann als J<sub>2</sub> kartiert, ist als „Quarzerizitschiefer“ mit der Phyllitgrundmasse von Je zu vereinigen und gewiss kein gesondertes Band.

<sup>3)</sup> Es war nicht günstig, daß die verschiedenen Vorkommen von Breccien von vornherein in einen Topf geworfen worden sind, während die Gleichstellung erst Ergebnis der Untersuchung hätte sein können. Leider beginnt sogar Sander (Verh. 1910, S. 46): „Da die Tarntaler Breccie aber eine unverkennbar einheitliche Bildung ist . . .“. Für das Auseinanderhalten der verschiedenen Breccien haben sich auch ausgesprochen Spitz (a. a. O., S. 178) und R. Staub (a. a. O., S. 75).

<sup>4)</sup> Hartmann beschreibt ähnliches nur vom Mieskopf (a. a. O., S. 304, Fig. 15); es wäre gegen seine Theorie der Jurakonglomerate usw. (vgl. S. 30 und 271).

sehen, sondern wie die Eisendolomitlinsen, die auch sonst dem Quarzphyllit dieser Zone eingeschaltet sind. Gehen wir nun im Streichen nach W unter den Schubmassen von Geyerspitze und Reckner durch, so treffen wir nach rund 2 km Überdeckung in der Knappenkuchl denselben dunklen Quarzphyllit, wieder vergesellschaftet mit Eisendolomit. Allerdings bildet der Dolomit in der Knappenkuchl mächtige zusammenhängende Lager. Aber das sieht man in dieser Zone oft, daß Eisendolomitlager nicht lang aushalten, daß dieser viel häufiger in Linsen und Blöcke aufgelöst im Quarzphyllit schwimmt.<sup>5)</sup> Ich nehme also an, daß ursprünglich 2 bis 3 km östlich von der Knappenkuchl eine solche Serie gelegen habe: Eisendolomitlinsen eingestreut in einen Stoß von dunklem Quarzphyllit und daneben vermutlich auch (im oberen Teil des Schichtstoßes) etwas lichtere Serizitschiefer und Quarzite Radstädter Art.<sup>6)</sup> Wurde das nachher noch einmal (alpidisch) unter der Last der vorgenannten Schubmassen kräftig durchbewegt, so können alle die Bilder entstehen, die man am Geyerspitzeweg sieht. Die Verquarzung mag zum Teil inner- oder nachalpidisch<sup>7)</sup> sein, in der Knappenkuchl sieht man aber, daß auch der alpidisch nicht verarbeitete Eisendolomit stark verquarzt ist, wodurch sich erklären würde, daß gerade die Eisendolomitfragmente für sich besonders stark verquarzt erscheinen.

Ein Einwand gegen diese Auffassung würde sich nur aus dem Nachweis ergeben, daß die schon erwähnten lichtereren eisenärmeren Dolomitkomponenten Trias wären. Aber dieser Nachweis müßte sich auf Fossilien gründen, nicht auf bloßes Augenmaß; denn die altpaläozoischen Dolomite variieren stark. In der Knappenkuchl findet man unter ziemlich der gleichen Eisenverwitterungsrinde helle und dunkle Dolomite, daneben aber „rostfreie grau anwitternde, graue Dolomite, die vom Triasdolomit nicht zu unterscheiden sind“ (Hartmann, S. 231)<sup>8)</sup>. Und daß solche in dieser Zone und ihren älteren Serien auch sonst nicht fehlen, dafür kann ein Beispiel angeführt werden, das ungefähr im Streichen, und nur etwa 10 km weiter östlich liegt. Auf der Stockwiesen nördlich ober Vorderlanersbach erscheint als Muttergestein des dort ausgebeuteten Magnesites neben seltenerem dunklen ein meist ganz hell grauer Dolomit; und beide Dolomite, ebenso wie der Magnesit, sind eisenarm.

<sup>5)</sup> Als Ergebnis variskischer Gebirgsbildung, wie ich am Steinacher Joch nachgewiesen habe. Vgl. Schwinner R. Das Paläozoikum am Brenner, Zentralblatt für Mineralogie usw. 1925.

<sup>6)</sup> Diese Serie der Knappenkuchl scheint auch gerade nach Süden, gegen die Hauptschubfläche zu, am untern Ausgang des Gröbelkars überzugehen in mylonitische Konglomerate, Kalke und Schiefer des „Jura“, welche letztere auch dort wie meistens nichts anderes als Radstädter Serizitschiefer sein dürften! (Die schmalen Gesteinszonen hat Hartmann auch hier auffallend regelmäßig durchgezogen(?) vgl. S. 54 Anmerkung).

<sup>7)</sup> Nach den Angaben, die Hartmann über „SQ, sekundäre Quarzgänge“ in verlässlich mesozoischen Gesteinen und ihren Klüften macht (a. a. O., S. 297, 298). Doch ist festzuhalten, daß in diesen Verquarzungen seltener und schwächer, die Gesteine aber, die stark verquarzt zu sein pflegen, wie die Serizitschiefer, nicht Mesozoikum sind (vgl. S. 70).

<sup>8)</sup> Umgekehrt gibt es gelegentlich auch unanfechtbare Triasdolomite, die gelb bis bräunlich anwittern. Hartmann, S. 237, 245.

Dieses Vorkommen von Magnesit von Vorderlanersbach, schon deswegen merkwürdig, weil es der westlichste Magnesitbau unserer Alpen ist, das von der alpenländischen Bergbaugesellschaft abgebaut wird, liegt auf den Stockwiesen (ober „Stock“ in der Spezialkarte) in etwa 1700 m nordöstlich ober Vorderlanersbach—Tuxer Tal. Es ist — wie alle unsere Grauwackenmagnesite — metasomatischer Bildung, und zwar in einem Dolomit, wie das stets der Fall zu sein scheint, wenn das Vorkommen noch in seinem ursprünglichen Verband ist. Es lassen sich hier ausgezeichnete Belegstücke sammeln, an denen das Eindringen des groben Aggregates der Magnesitkristalle längs Klüften und Lassen des Dolomites und die von solchen Einbruchswegen aus fortschreitende Verdrängung des Dolomites durch dasselbe in allen Stadien verfolgt werden kann. Die Umgebung ist nicht gut aufgeschlossen, doch findet sich die sonstige „Grauwackenserie“, etwa wie sie in der Veitsch bekannt ist, vollzählig vertreten: schwärzliche Quarzphyllite, lichte Quarzite und Quarzschiefer von der Art Radstadt — Semmering. Ferner hat ein Versuchsstollen im Liegenden schwarze, stellenweise ockerige Tonschiefer<sup>9)</sup> aufgeschlossen, in denen zwar — nach Mitteilung des führenden Ingenieurs — noch nie etwas gefunden worden ist, die aber den Veitscher Trilobitenschiefern so ähnlich sehen, daß ich jemandem, der etwas Zeit darauf verwenden kann, empfehlen möchte, hier ernstlich nachzusuchen. Der Magnesit ist sehr rein und weiß, grobkristallin, häufig sind Kristallrosen, wie die der Pinolite, nur fast ohne deren schwärzliches Zwischenmittel. Auch die „Roßzähne“, die großen weißen Dolomitkristalle 2. Generation, habe ich nicht gesehen; nach eingeholter Erkundigung sollen sie wirklich nicht vorkommen. Ebenso fehlen die Sulfidmineralien, und Quarz kommt sicherlich sehr wenig vor — wie als Gegenbeispiel zur Knappenkuchl, die Sulfidvererzung und reichliche Verquarzung zeigt, was meines Erachtens ursächlich verbunden ist, mit dem Magnesit aber beides nichts zu tun hat. Dagegen findet sich im Magnesit Talk, vereinzelte rundliche Knollen, und diese wieder von sekundären Magnesitlädern durchwachsen. Dieser Talk ist sicher nicht „Dynamometamorphes Äquivalent“ des Magnesites, er hat mit Durchbewegung nichts zu tun, und auch das sonstige Kristallaggregat des Magnesites zeigt keine Spuren einer solchen. Das ist dasselbe Verhalten, wie ich es an den Magnesitnestern in den Dolomittfelsen am Steinacherjoch feststellen konnte.<sup>10)</sup>

Die Verbreitung dieser speziellen Bildung der Tarntaler Breccie Typ C weiter genau zu verfolgen, lag nicht in meinem Plan, dagegen muß hier bemerkt werden, daß selbst in dem Streifen ihrer eigentlichen Verbreitung — oder doch in dessen unmittelbarer streichender Fortsetzung — einmal auch ein abweichender Typ vorkommt. Unmittelbar östlich von der Scharte, wo der rot markierte Weg Lizum—Geyerspitz die Kammhöhe erreicht, steht ein Zacken aus Kalkkonglomerat, wie ich es weiterhin als Typ A beschreiben werde. Ich hebe aber hervor,

<sup>9)</sup> Sander (Denkschrift 1911, S. 264, 268) gibt vom Wangelspitz usw. „Glanzschiefer“ an, welche vielleicht mit diesen Tonschiefern zu vergleichen wären? Doch muß ich hervorheben, daß die Tonschiefer von jenem Versuchsstollen von Quarzphyllit sich deutlich durch Hiatus in der Metamorphose unterscheiden, sie dürften mit diesem auch kaum durch allmählichen Übergang verbunden sein; denn in kurzer Entfernung von jenem Vorkommen (unterm Personalhaus) erscheint unvermittelt der echte Quarzphyllit. Übrigens meint auch Hartmann (S. 385), daß der „Quarzphyllit“ mit irgendeinem anderen Gestein unserer Zone nicht verwechselt werden kann.

<sup>10)</sup> Schwinner R. Zentralblatt für Mineralogie usw., 1925, Abteilung B, S. 277. Dortselbst habe ich auch — beiläufig bemerkt, als erster — auseinandergesetzt, daß das Verhältnis von Kristallisation und Tektonik, welches bei den verschiedenen Gruppen der Magnesitvorkommen recht verschieden sich darstellt, von großer Bedeutung sein kann, nicht bloß für das Verständnis dieser Lagerstätten, sondern auch für die allgemeine Tektonik. In diesem Sinn ist es gewiß bemerkenswert, daß sich der westlichste Zipfel der Grauwackenzone hierin anders verhält als der steirische Flügel derselben, und überhaupt, daß gerade in der nach allgemeiner Ansicht oft heftigsten bewegten Tuxer Voralpenzone Gelegenheit für solch ausgiebige und regelmäßige posttektonische Kristallisation geblieben ist.

daß ich diesen Typ sonst im Bereich der Breccie Typ C nirgends gesehen habe und daß nach Hartmanns Karte und Profil 1 jenes Vorkommen zum Hangend der südwärts ausspitzenden Schuppe A gehört, in der diese Konglomerate eine große Rolle spielen (S. 260), und nicht, wie die besprochenen Breccien an deren Basis unter Schubfläche I.

Zunächst über dem „Quarzphyllit“ liegt in der Tuxer Voralpenzone — darin stimmen alle Beobachter überein von Pichler, Rothpletz bis Spitz, Sander und Hartmann — normal, d. i., wenn nicht — oder doch weniger — gestört, und wenn die Folge vollständig ist, eine Serie, die bis in alle Einzelheiten übereinstimmt mit der Serie der Radstädter Serizit-Schiefer und -Quarzite:<sup>11)</sup> es sind Quarzite, sowohl dicht, kompakt als grobkonglomeratisch, Quarzgerölle in Quarzitgewebe;<sup>12)</sup> sowohl massig als geschiefert mit etwas Serizit, übergehend in Quarzitschiefer, Quarzserizitschiefer und glimmerreiche Serizitphyllite. Die Farbe ist vorwiegend weißlich, mit grünlichem Stich bis licht (apfel-) grün, auch mit rötlichem Stich, lichtgrau; dunkelgrau ist schon selten. Man findet hier genau die gleichen Gesteine wieder wie bei Radstadt in ihrer ganz bezeichnenden Ausbildung und ihrer nicht unbeträchtlichen Variationsbreite, und dazu noch in einem gleichen eigenartigen Verband mit den gleichen Begleitern.<sup>13)</sup> Wenn Hartmann diese Quarzserizitschiefer zusammen mit dem Bänderkalk ( $J_1$ ) in den Jura ( $J_2$ ) stellt, und wenn Uhlig seine Radstädter Decke invers in die Quarzitdecke einwickelt, so klingt das ziemlich verschieden, im Grunde gesehen wollen aber beide die gleiche Beobachtung ausdrücken, nämlich daß jene Quarzit-Serizitschiefer-Serie eng vergesellschaftet ist mit Bänderkalken u. ä. die man glaubt, für Jura halten zu sollen; und daß sie ihrer Lagerung nach über die Trias (auch diese durch Fossilien belegt) gestellt werden könnte. Das ist eine harte Nuß, mag man's von dieser oder jener Seite anpacken. Vielleicht aber wird die Lösung des Problems leichter, wenn man nunmehr den Zusammenhang in seiner Gänze überblickt. Jedenfalls geht es nicht länger an, dieselbe Gesteinsgruppe in der Lizum über und an der Taurach unter die Trias stratigraphisch einzustellen, insbesondere wenn zwischen diesen beiden Hauptverbreitungsgebieten eine Kette kleiner Vorkommen vermittelt, bei denen — wie neulich Ohnesorge scharf hervorgehoben hat<sup>14)</sup> — die Verhältnisse ganz analog liegen.

<sup>11)</sup> Trauth F. Denkschrift. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Bd. 100, 1925, S. 109ff. „Radstädter Quarzphyllit — Quarzitgruppe“; Schmidt W. ebendort Bd. 99, S. 312, „Quarzphyllit und Quarzit“.

<sup>12)</sup> Rothpletz A. (Querschnitt S. 145) „In einem feinkristallinen Bindemittel von Quarz und serizitartigem Muskovit liegen eckige klastische Quarzkörner und seltenere Feldspatkörner“. Feldspatgehalt spielt in Radstadt geringere Rolle, größere im Semmeringquarzit, in gewisser Abhängigkeit vom jeweils benachbarten Grundgebirge. Vgl. Schwinner, Geologische Rundschau, XX, 1929, S. 234 und 224.

<sup>13)</sup> Das kommt natürlich in erster Linie daher, daß beide Räume in bezug auf den regionalen Bauplan gleich — genauer gesagt spiegelsymmetrisch — liegen, es kann aber nur deswegen so genau gleich ausfallen, weil schon die beiden Ablagerungsräume in der gleichen Beziehung gestanden hatten.

<sup>14)</sup> Ohnesorge (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Wien 1929, S. 202) entscheidet sich — wie Hartmann — dafür, die Quarzit-Serizitschiefergruppe allgemein zum Jura zu stellen, unter dem

Wenn es sich nun darum handelt, über die stratigraphische Stellung dieser Gesteinsgruppe, der Quarzite und Serizitschiefer von „Radstädter Art“, der Bänderkalke und aller Gesteine, die überhaupt in irgendeiner Beziehung mit jenen enger vergesellschaftet scheinen, endgültig zu entscheiden, muß die Lagerung, in der man sie heute findet, vorerst ganz aus dem Spiel bleiben. In einem derart allgemein stark durchbewegten Gebiet können wenig Annahmen über die tektonische Gruppierung von vornherein als ausgeschlossen gelten, und besonders, ob etwa eine bestimmte Schicht als das Hangende der Liegend-, oder als das Liegende der Hangend-Schuppe, -Decke, -Schubmasse angesehen werden soll, kann aus der lokaltektonischen Beobachtung nicht mehr entschieden werden, sobald Bewegungsflächen an jeder mehr oder minder passenden Stelle ausgebildet sind.

Auch die Argumente, die sich aus der Vergleichung der Gesteine mit anderweitigen Vorkommen ergeben, wird man nur mit ziemlicher Zurückhaltung zur Entscheidung heranziehen dürfen. Wir wollen dabei ganz absehen von jenen Vergleichsobjekten, die in der Literatur bereits mehrfach vorgeschlagen worden sind, die aber — genauer gesehen — selbst als *incertae sedis* bezeichnet werden müssen. Aber überhaupt hängt der Vergleich derartiger Gesteinsbildungen in erster Linie von Art und Grad der Umwandlung ab, viel weniger vom Aussehen des ursprünglichen Sediments, dessen feinere Merkmale vielmehr durch solche Umwandlungen in hohem Grad verwischt zu werden pflegen; und daher finden sich die gleichen oder doch nahezu gleichen Typen mehrfach in verschiedenen Gesteinsserien und Formationen, aus Schichten entstanden, die ursprünglich vielleicht ziemlich verschieden ausgesehen haben. Ganz besonders gilt das — vermutlich wegen der großen Bildsamkeit und Kristallisationsfähigkeit des Kalkes — für Kalktekonite (sogen. Bänderkalke). Ich kenne solche in fast gleicher Ausbildung wie hier im Tarntaler und Radstädter „Jura“: in den Klammalken, im Altpalaeozoikum von Graz und von den Karnischen Alpen, und im Gumpeneckmarmor, der im Ennstaler Phyllit, also tiefer als das fossilführende Palaeozoikum der Ostalpen liegt.<sup>15)</sup> Damit ist offenbar nichts zu machen. Wohl aber möchte man meinen, daß derartige Vergleichungen von Vorkommen, die nahe aneinander, in ungefähr derselben tektonischen Position usw. sich vorfinden, große Wahrscheinlichkeit hätten. Nun, von den Tarntalern nicht weit — nur 16 km — entfernt<sup>16)</sup> und nahezu in der Fortsetzung ihres Streichens am Steinacherjoch

---

Gesichtspunkt, daß dadurch die Tektonik einfacher, also wahrscheinlicher würde. Das mag für die kleinen Vorkommen bei Gerlos, Krimml usw. zutreffen, die der Autor a. a. O. in erster Linie im Auge hat. Für die Tuxer Voralpen und besonders für Radstadt wird man das nicht so ohne weiteres behaupten dürfen.

<sup>15)</sup> Vgl. Schwinner, Geologische Rundschau, XIV, S. 34 und 42. Für das Tuxer Gebiet hat Sander (Denkschrift 1911, S. 258—267) sehr dankenswert die Beobachtungen zusammengestellt und gezeigt, daß Karbonatablagerungen tektonischer Fazies, mögen sie den verschiedensten Formationen und tektonischen Zonen dieses Gebietes angehören, voneinander kaum zu unterscheiden sind.

<sup>16)</sup> Vielleicht finden sich auf dieser Strecke noch weitere Verbindungsglieder. F. E. Suess (S. 598) erwähnt vom Mieskopf, im Hangend der Serizitschiefer ein Kalkniveau, das mit Frechs „Glimmerkalk von der Schwarzen Wand“ übereinstimme.

findet<sup>17)</sup> sich in den Phyllit eingefaltet ein Bänderkalk. Dieser Bänderkalk vom Steinacherjoch ist reich an Kiesel und hell, mit spärlichen serizitischen Anflügen, entspricht also genau den „Wetzsteinkalken“ Hartmann's (S. 255). Die dunklen Bänderkalke der Tarntaler habe ich allerdings am Steinacherjoch nicht gefunden, es ist schließlich auch nicht zu verlangen, daß die ganze Variationsbreite der Serie auf dem kleinen Fleck, den ich dort untersucht habe, vertreten ist. Am Steinacherjoch läßt sich für das Alter des Bänderkalkes wenigstens eine obere Grenze ermitteln, er ist — wie ich a. a. O. nachgewiesen habe — vorvariskisch. Drum ist es verständlich, daß auch in den Tarntalern und Radstädtern diese Bänderkalke sich zu der Serie der Quarzite und Serizitschiefer halten, für welche ein höheres, jedenfalls auch vorvariskisches Alter aus den Verhältnissen bei Radstadt erwiesen gelten kann.<sup>18)</sup>

Demgegenüber stehen die hochwichtigen Fossilfunde, die man in den Tarntaler und Radstädter Bergen gemacht hat, in schwarzen Echinodermenbreccien und Bänderkalken, welche Hartmann (S. 257) als „unzertrennbar verknüpft“ bezeichnet mit Kieselkalken, Wetzsteinkalken, Kalkphyllit, Kieseltonschiefer, buntem Tonschiefer, Quarzserizitschiefer, sandigem Dolomit und Konglomerat ( $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_c$ ).

Nun, der Aufnahmsgeologe hat gewiß in erster Linie das Anrecht auf Beachtung, auch wenn es sich um gefühlsmäßige Beurteilung handelt (Urteile wie obiges „unzertrennbar“ können immer nur nach dem Gefühl gefällt werden). Aber allzu intensive Beschäftigung mit einem begrenzten Gebiet kann eine gewisse „Farbenblindheit“ erzeugen, so daß gerade derjenige, welcher die unzählbaren Einzelheiten beherrscht, darüber Zusammenhänge verliert, die dem Fernerstehenden ins Auge fallen. Daher erlaube ich mir darauf aufmerksam zu machen, daß jener Komplex den Hartmann so entschieden als „unzertrennbar“ bezeichnet und daher insgesamt zum Jura stellen zu müssen glaubt, nach seiner eigenen Karte leicht und ungezwungen tektonisch wie auch stratigraphisch aufgeteilt werden kann.

Versuchen wir, aus den verwirrenden Einzelheiten der überaus sorgfältigen Aufnahme Hartmanns ein vereinfachtes Schema der Tektonik abzuleiten (vgl. Fig. 1, S. 62).

Auf den basalen Kalkphyllit (**Kph**), der vom innern Boden der Lizum über Pluderling, Kreuzjöchl bis zum Innern Griff mit stets nördlichem Einfallen den Tarntaler Bau unterteuft, legt sich in einem Halbkreis von der innern Lizum knapp südlich unterm Geyerspitzzipfel

<sup>17)</sup> Kerner F. v. Der Schuppenbau der Gipfelregion des Steinacher Joches. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1922, S. 75ff. — Schwinner R. Das Paläozoikum am Brenner. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie etc. 1925, S. 243. Die älteren Autoren haben diesen Bänderkalk merkwürdigerweise ganz übersehen; wenn Pichler, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1882, S. 142, über „Calzit vom Steinacherjoch“ schreibt, meint er damit den „Eisendolomit“, welche Bezeichnung dort wohl zum erstenmal verwendet worden sein dürfte. Die Beziehung dieses Vorkommens zu den Tuxer Serien ist daher auch verborgen geblieben.

<sup>18)</sup> Trauth F. Geologie der Nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. 100, Wien 1925, S. 110/111. Schwinner R. Geologische Rundschau XX, 1929, S. 234—237.

durch über die Schmirner Reibe bis zur Klammalp, und von da etwa bei P. 2207 am Zirbenschroffen gerade nach Westen abbiegend gegen die Obere Latteralm, ein Streifen einer tektonischen Mischungszone (M). An der konvex gegen NO blickenden Umbiegung (Klammalm — Knappenkuchl) findet sich darin zwar mächtig entwickelt Quarzphyllit mit Eisendolomitlagern, sonst sind auch diese miteinander heftig verwalzt (= Breccie Typ C), dazu Schuppen von dem Liegend Kalkphyllit, Bänderkalk, Serizitschiefer, und (besonders in der westwärts streichenden Fortsetzung) auch Trias-Rauhwanke, wobei den Abschluß oben, gegen das wirkliche Tarntaler Mesozoikum, allermeistens „Jura“-Schiefer bilden dürften. (Nach Hartmanns Deutung muß die Bahn einer großen Deckenüberschiebung über diesem „Jura“, also vollständig über M liegen; nach meiner Deutung ist die Folge vom Quarzphyllit aufwärts so im allgemeinen normal und die Mischungszone M stellt die stark verschliffene Basis der aus der Tarntaler Trias sich entwickelnden Abscherungsdecke vor; die Hauptüberschiebung liegt tiefer, hier wie sonst oft am Nordrand der Tauern, zwischen Quarzphyllit und Kalkphyllit; allerdings wegen des Ausspitzens des basalen Quarzphyllites gegen Süden hin, kommt M schon an der Schmirner Reisse und Geyerspitzzinne ungefähr an die Hauptüberschiebung.)

Über dieser Mischungszone M folgt, den Westabfall der Gebirgsgruppe der Tarntaler Köpfe bildend, von der Schmirner Reisse bis über den Isseigraben hinaus eine Schuppe aus mächtigem Triasdolomit, Kössener Schichten und Jurakalk — letztere beide stark entwickelt, in der Gesteinsausbildung einander ähnlich und auch beide fossilführend (Schuppe N); am Ostabfall erscheint in ähnlicher Wandbildung von der Reisse des Geyerspitzaufstieges bis obern Wetzsteinbruch eine ziemlich abweichende mesozoische Serie: an der Basis wieder den Dolomit, aber Kössener Schichten und natürlich noch mehr ihr Hangend sind fast überall abgetragen<sup>19)</sup>, und unmittelbar auf dem Dolomit transgrediert ein Dolomit in Dolomitzkonglomerat (wie es in der Folge unter „Tarntaler Breccie Typ A“ genauer beschrieben werden wird) = Schuppe L.

Oberhalb dieser klotzigen Steilabfälle, welche die ganze Gebirgsgruppe zu einem einheitlichen Block zusammenfassen, tritt das Gehänge zurück und gliedert sich feiner. Diese Terrassen, Wandeln, Rückfallkuppen usw. werden aufgebaut aus einer mehrfachen Wiederholung von geringmächtigem Triasdolomit, von Kössener Schichten, Jurakalk (diese Schuppenzone werde n genannt); im Westen, besonders im Südwesten fließen Kössener und Jurakalk von N und n zusammen, hier erscheint n nur als eine Schuppung<sup>20)</sup> im obern Stockwerk von N; im

<sup>19)</sup> Das kann man wohl annehmen, wenn ein so sorgfältiger Aufnahmegeolog wie Hartmann Kössener Schichten nur an einer Stelle finden konnte. Das heutige Verhältnis beider Gesteine mag in gewissem Grad auch tektonisch bestimmt sein (vgl. Fig. S. 261 bei Hartmann), aber bei Berücksichtigung dieser Lücke und des entsprechenden Charakters des Hangendsediments wird es kaum zu bezweifeln sein, daß hier ursprünglich Transgressionsverband vorliegt.

<sup>20)</sup> Hartmann nimmt an, daß da mitten durch den Jura oder zwischen Jura und Kössener eine Hauptschubfläche durchginge, das hat bereits Spitz (S. 181) bezweifelt. Nachdem quer über den Westgrat des Nederer bis tief ins Unter-Tarntal

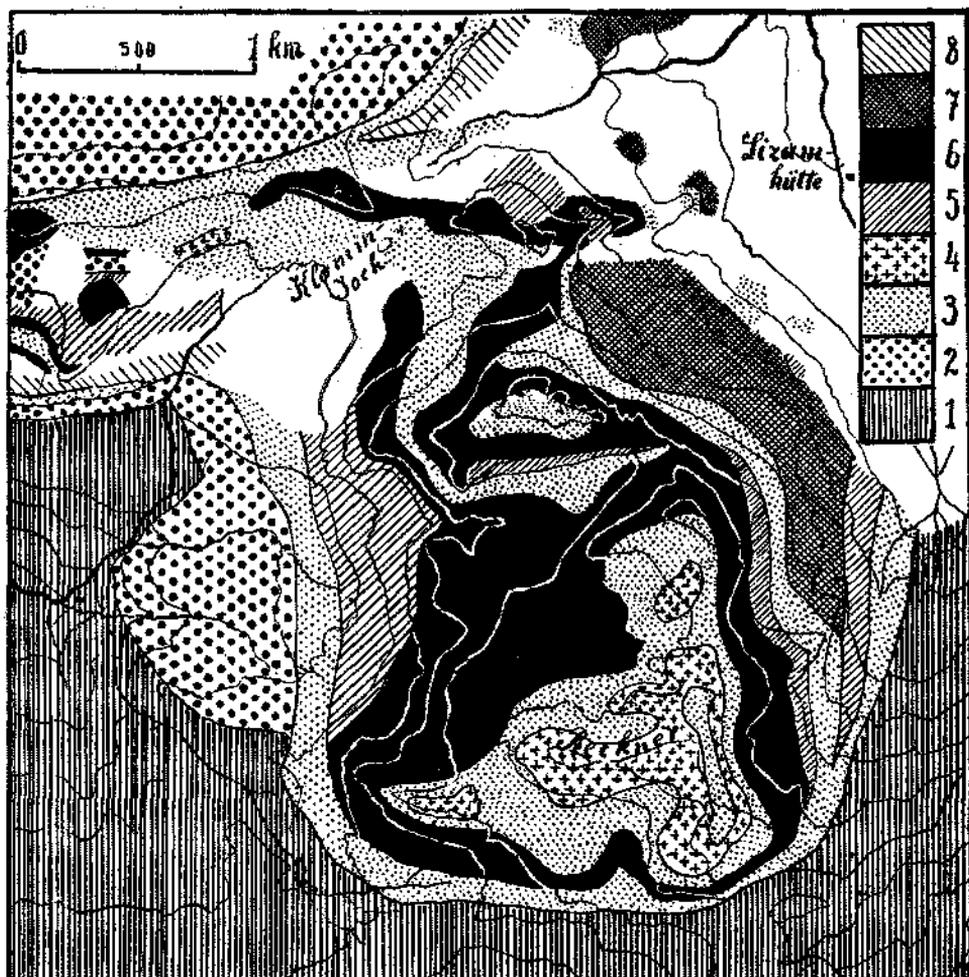


Fig. 1.

Tektonisches Schema der Tarnataler Berge (nach Umdeutung der Aufnahmen von E. Hartmann). Zeichenerklärung: 1. Kalkphyllit, 2. Quarzphyllit, 3. Serizit-schiefer und -Quarzit (Radstädter Art), 4. Serpentin, 5. Triasdolomit, 6. Rhaet und Liaskalk, 7. „Tarntaler Breccie“, d. i. meist Dolomit — in Dolomitkonglomerat (Typ. A), 8. Rauhwaacke.

Mit den Buchstaben M N n L R sind die Schubmassen bezeichnet, wie sie im Text (S. 60 ff.) beschrieben.

Osten dagegen liegt zwischen L und n durchgehends eine mächtige Schuppe, die Hartmann als J<sub>2</sub> (Kieseltonschiefer usw.) auszeichnet = Serizitschiefer Radstädter Art! Demnach muß zwischen L und n und folglich auch zwischen L und N + n ein verhältnismäßig etwas weiterer Schub liegen. Dazu würde die oben beschriebene, nicht unbeträchtliche Faziesdifferenz zwischen L und N passen, vielleicht ist diese sogar ge-

eine Zunge der „Kieseltonschiefer“, also von NW gegen SO tief in die Schuppenstapel von n eindringt, könnte man einfach eine kurze Überfaltung von SO gegen NW vermuten, doch müßte das erst durch Beobachtungen der lokalen Kleintektonik und durch Klarlegung der regionalen Zusammenhänge bestätigt werden.

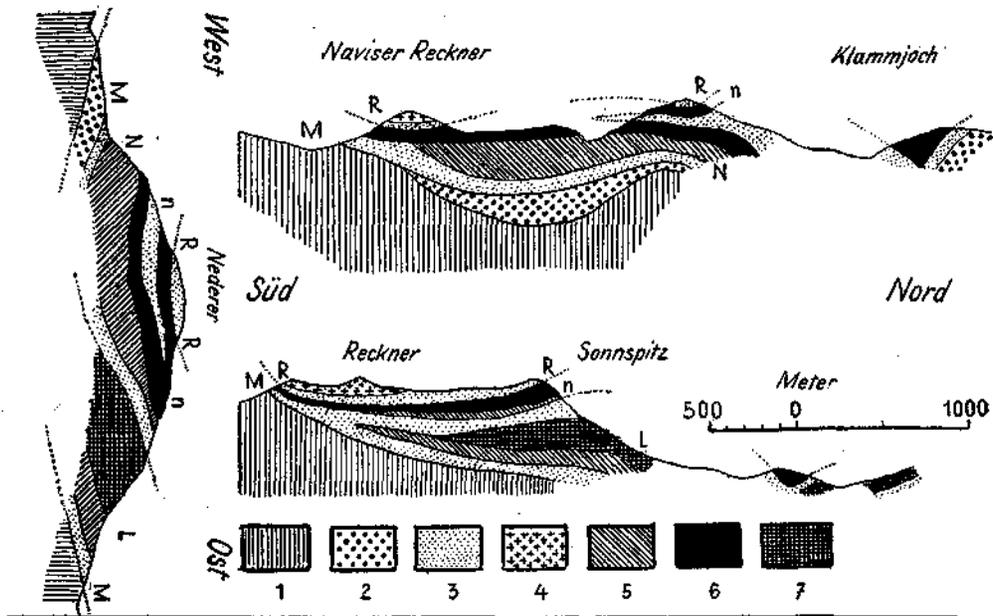


Fig. 2.

wissermaßen Ursache der tektonischen Trennung beider. Nach der Art, wie Kössener (+ Jurakalk) und Dolomitzkonglomerat einander gegenseitig ausschließen,<sup>21)</sup> ist anzunehmen, daß das Konglomerat in der Kerbe liegt, welche durch die Abtragung jener Schichten entstanden ist, an der Peripherie jenes Gebietes, in dem das ganze Mesozoikum zerstört worden ist (und so die Gerölle des Konglomerates geliefert hat). Die Platte des Triasdolomites bildete die Grundlage eines tektonischen Stockwerkes, das als Abscherungsdecke über die Schiefer usw. seiner Unterlage bewegt worden ist — nach deren Verschleifung zur Mischungszone *M* zu schließen, und besonders nach deren Ausdünnung gegen Süden, um ein ganz beträchtliches Stück. Am Ansatz jener Erosionskerbe hatte diese Schubmasse eine Schwächestelle, brach hier, und die Bruchstücke wurden sekundär übereinander geschoben, Schuppe *N* wieder mit einer weiteren Zusammenschoppung in ihrem oberen Stockwerk (*n*) über Schuppe *L*.

Über diesen Verschuppungen, welche nur das oberste Teilstockwerk des Mesozoikums betreffen, liegen, die Gipfel von Geyerspitze, beider Reckner, Tarntaler Sonnenspitze, Nederer bildend, Deckschollen mit wesentlich anderem Gesteinsbestand: basischen Massen: Gabbro, Diabas, Serpentin, in einer Schieferserie hauptsächlich aus weißlich, grünlich, violetten „Kieseltonschiefen“ (= Radstädter Serie), am Serpentin auch Chlorit-, Strahlstein-Schiefer, Ophikalzit, selten Marmor.<sup>22)</sup>

<sup>21)</sup> Das gilt nicht bloß für die engeren Tarntaler, auch bei Matri, am Mieskopf, an der Grafmarispitze, bei der Möslalmhütte, wie im Hippold—Kahlwandzug ist dort, wo das Konglomerat vorkommt, wohl Dolomit, aber kein Rhät bekanntgeworden.

<sup>22)</sup> Hartmann S. 326 und 330; die ebendort aufgestellte Theorie, daß der ursprünglich reichlich vorhanden gewesene Kalk weggekommen sei, scheint bedenklich, wie manches andere, was dort über den Hof des Serpentin gesagt ist.

Diese Deckschollen sind daher als Stücke einer einheitlichen Schubmasse (R) anzusehen, welche wiederum von größerer Entfernung herangeschoben worden sein dürfte,<sup>23)</sup> deren Anschub vielleicht auch die Zusammenschoppung im obersten Teil des überfahrenen Mesozoikums verschuldet hat.

In dieser Art ist der Gebirgsstock der eigentlichen Tarntaler gebildet aus Decken, die, verhältnismäßig flach liegend, übereinandergestapelt sind. Nördlich davon folgt ein Streifen von ganz anderem Baustil, mit W-O-Streichen, stets steilem und meist nördlichem Einfallen der Schichten: die Klammjochzone. Diese ist regionaltektonisch als Synklinale anzusehen, welche den ganzen Deckenstoß verbogen hat, und dann durch die Hauptmasse des Quarzphyllites, etwa von NW her gegen SO überschoben worden ist,<sup>24)</sup> wobei der Muldeninhalt heftig geschuppt worden ist. Entsprechend der allgemeinen regionaltektonischen Charakteristik der Tuxer Zone (vgl. Sander, Jahrbuch B. A. 1920) fällt die Achse der Klammjochdeckensynklinale gegen Westen ein, sie enthält daher im Westteil die höheren, im Ostteil die tieferen tektonischen Elemente; oder im Horizontalschnitt der Karte müssen die südnördlich gegen die Klammjochzone heranreichenden tektonischen Grenzlinien mit gegen NO konvexer Wendung in O-W-Streichen umbiegen. So ist die Fortsetzung der Schuppe N nach 700 m Unterbrechung jenseits der Weideflächen der Klammalm in dem Triasdolomit der Südlichen Schoberspitze zu suchen; Die Kössener-Jurakalkschuppen der Zone n bilden in der Klammspitze eine spitze Endigung, welche als ein gegen Osten geschlossenes Synklinealscharnier angesehen werden kann, und von dort ziehen sie am Nordflügel der Klammjochsynklinale übers Klammjoch zum Klammer Sonnenspitze geschlossen,

<sup>23)</sup> Nach einer gewissen Lehrmeinung (vgl. Staub, S. 70 u. a. O.) wäre der Serpentin ungefähr so etwas wie ein Leit- und Fazies-Fossil. Damit ist hier nicht viel ernstliches anzufangen. Die Fiktion, daß der Reckner Serpentin von S aus der „penninischen“ Zone stamme, kann man nur um den Preis der Hilfshypothese aufrecht erhalten, daß die Tektonik abnorm ist (Einwicklung), und dann wirkt erst noch störend, daß gerade dort, wo er herkommen soll, vom Brenner bis zum Zillertal nördlich des Tuxer Kernes Serpentin heute nicht bekannt ist. Man müßte also die weitere Hilfsannahme riskieren, der Serpentin wäre dort aus seiner penninischen Heimatzone ganz sauber herauspräpariert und pünktlich aller in die Tarntaler Zone „verschoben“ worden, wo solcher von Matrei zum Reckner reichlich und an mehreren Stellen vorkommt, und zwar regelmäßig verbunden mit der Quarzitschiefergruppe (Suess, S. 593 ff.), die eigentlich nicht als penninisches Leitgestein bezeichnet werden kann, der aber Serpentin auch sonst nicht fremd ist. Der Serpentin von Filzmoos (Gr. Arl, Schmidt S. 312) liegt zwar noch in dem Quarzphyllit, aber in hohen Horizonten desselben (etwa analog wie Knappenkuchl?), die Serpentine, die ich am Klafferplateau aufgefunden, stecken in einer Zunge Radstädter Quarzit-Serizitschiefergestein, welche ins Schladminger Massiv hineinspitzt; und noch weiter im O findet sich im Paltental eine Gruppe Serpentine in einem Horizont, welcher der Radstädter Quarzitserie so ungefähr äquivalent sein dürfte. (Schwinner, Geologische Rundschau, XX, 1929, S. 222 ff.)

<sup>24)</sup> Dies wiederholt sich mit gleichem Bauplan um einen Staffel rückwärts. Auf dem Quarzphyllitzug, welcher die Klammjochzone überschiebt, (Roßboden—Mölserscharte—Mölsberg) liegt im obersten Mölstal etwas Mesozoikum, wohl Reste von seinem normalen Hangend (nicht Fenster — Hartmann, S. 248, 356, dagegen Spitz S. 184) und dieses wird wieder von NW her überschoben, geschuppt und ausgewalzt von dem Quarzphyllit des Seekarspitzkammes.

und in einzelnen Vorkommen wahrscheinlich noch über die Nördliche Schoberspitze bis zum P. 2453 westlich von dieser letzteren. Im inneren (westlichen) Winkel dieser Spitzsynklinale liegen Serizitschiefer und bei P. 2348 westlich vom Klammsee und noch weiter westlich Serpentin, also eine Andeutung der obersten Schubmasse R, die mit diesem Gesteinsbestand in den Gipfeln der Tarntaler Berge ähnlich in einer „Schüsselmulde“ (Hartmann S. 367) von n liegt. Schließlich, der Schuppe L dürften zuzurechnen sein die Vorkommen von Konglomerat und Breccie in dem Tälchen östlich vom Klammjoch bis zum Melkplatz, und von dort dürfte diese Schuppe ostwärts abbiegen (etwa über Lizumalmhütten zum Thorjoch).<sup>25)</sup>

Auf Grund der tektonischen Zusammenhänge läßt sich nun die Entwirrung des Fragenknäuels in die Wege leiten, den der Jura der Tarntaler (und Radstädter Berge) vorlegt. In erster Linie wird aus einem Vergleich unseres Schema's mit Karte (Fossilfundzeichen!) und Text Hartmann's klar, daß Jurafossilien oder auch nur Andeutungen solcher ausschließlich in einer einzigen tektonischen Einheit vorkommen, in den Schuppen N+n, wo diese Juraschichten in fast gleicher Gesteinsausbildung auf das (ebenfalls durch Fossilien belegte) Rhaet folgen. Daraus folgt für das Alter irgendwelcher Schichten anderer tektonischer Einheiten und Elemente unmittelbar gar nichts. Wenn darauf hin in andern Decken, Schuppen usw. etwas als Jura bezeichnet wird, so beruht diese Deutung auch nur auf einer Vergleichung der Gesteinsbeschaffenheit. In diesen Fällen ist die Vergleichung mit den oben erwähnten vorvariskischen Bänderkalken vom Steinacherjoch ebenso, vielleicht sogar noch mehr berechtigt, weil diese Parallele weiter noch durch gleiche tektonische Fazies und gleiche Begleitsteine gestützt wird. Die paar km streichende Entfernung vom Steinacherjoch begründen keinen Einwand; denn im Alpenstreichen pflegt sich die Fazies nur langsam zu ändern, dagegen müssen die Teile von Decken und Teildecken, die heute ungefähr übereinander liegen, ursprünglich um Strecken voneinander entfernt gewesen sein, normal zum Streichen, die vielleicht nicht geringer sind als die heutige Entfernung vom Steinacherjoch.

Der erste Schritt zur Lösung unseres Problemes muß nun sein, die einzelnen, durch ein Vorurteil voreilig als „unzertrennbar“ bezeichneten

<sup>25)</sup> Die Deutung, welche das Profil des Gebirgskammes östlich von der Lizum bis jetzt fast allgemein gefunden hat, kann ich nicht verstehen, und eine ausführlichere Begründung ist merkwürdigerweise nirgends zu finden. Die nächstliegende Annahme ist, daß die tektonischen Einheiten, die quer übers Lizumtal streichen, sich auf diese kurze Strecke auch nur wenig ändern können. So folgt auf den Kalkphyllit des Pluderling auch auf der östlichen Talseite am Junsjoch die Mischungszone M (mit Breccie vom Typ C) und auf dieser liegt der Triasdolomit der Kahlwand, ebenso wie an der westlichen Talseite der Dolomit der Sockelschuppe L, dann müssen die Konglomerate, welche weiter nach Norden zu diese Sockelwand fast allein aufbauen, drüben ihr Äquivalent haben in den Konglomeraten und Breccien der Thorjochgegend (Typ A und B), und umgekehrt sollten auch letztere normal auf dem Dolomit der Kahlwand liegen. Und auf sie wieder wären Schiefer, Quarzite usw. der Grauen Wand mit einer nach Süden blickenden Stirn (Staub, S. 74, Fig. 21; Sander, Verhandlungen 1910, S. 344 — Hartmann, S. 359, allemal abgesehen von den Lufllinien) aufgeschoben und aufgeschuppt, genau wie man es im Streichen drüben am Klammjoch sieht.

Elemente jenes so problematischen Jurakomplexes aus dieser Verstrickung zu lösen. Als Jura sind nur die (stellenweise) fossilführenden Schichten der Schuppen N+n anzusehen; jene Bänderkalke aber, die den dort weiter zu besprechenden phyllitischen Serien als einzelne Lagen eingeschaltet sind, müssen als Äquivalente der Bänderkalke angesehen werden, die am Steinacherjoch — in ungefähr dem gleichen Mengenverhältnis — den phyllitischen Gesteinen variskisch eingefaltet sind, und müssen daher ebenso wie jene als älteres Paläozoikum gelten.

In den Radstädter Bergen liegen die Verhältnisse überraschend ähnlich. Auch dort sind Jurafossilien nur aus einer tektonischen Einheit bekannt geworden (Pleißingdecke), und die betreffenden Schichten sind (wie im Tarntal) durch gleiches Gestein und allmählichen Übergang<sup>26)</sup> an fossilführenden Rhaet gebunden, beides nicht metamorph; diese sind nicht mit Quarzit in Berührung. Dagegen sind Jurafossilien noch nicht gefunden worden in den halb — oder ganz — metamorphen Bänderkalken<sup>27)</sup>, die mit der Quarzit-Serizitschiefergruppe gehen, sei es da und dort am Rand der mesozoischen Massen oder als schmale Lagen und Linsen in jene eingesprengt. Stellt man von letzteren, die um Wegrain — Kl. Arl häufig sind, aber auch weiter östlich (Gaisstein) noch vorkommen, die bezüglichen Daten zusammen,<sup>28)</sup> so muß eines auffallen: der Masse nach gut 95 Prozent des Radstädter Mesozoikums bilden Dolomite, jene in der Quarzit-Serizitschiefergruppe verstreuten Lager sind aber vorwiegend (nach flüchtiger Auszählung 85 Prozent) Bänderkalk- und Kalkmarmor, daneben gelegentlich noch „Eisendolomit“ (mit Siderit und Magnesit). Das ist eher die normale Gesellschaft der Phyllitizonen, sie findet sich auch wieder von den Radstädtern ungefähr im Streichen weiter nach SO, bei Turrach. In den Linsen und Lagern, welche dem dort wieder nachweislich variskischen Bau des Phyllitstockwerkes eingeschaltet sind, überwiegt allerdings der „Eisendolomit“ aber der Bänderkalk und Kalkmarmor<sup>29)</sup> kommt auch dort vor und manchmal in einem kleinen Vorkommen etwas Eisendolomit und ein bißchen Bänderkalk zusammen, genau so wie Trauth (a. a. O., S. 41) vom Gaisstein beschrieben hat. Nimmt man an, daß diese kleinen Bänderkalk-

<sup>26)</sup> Uhlig V. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abt. I, Bd. 115, 1906, S. 1723 (Sep. S. 31).

<sup>27)</sup> Man könnte sagen, daß es eben nur Schuld der Durchbewegungsmetamorphose wäre, wenn man da keine Fossilien findet. Aber am Scopi u. a. a. O. sind Fossilien (u. zw. eben die Belemniten, die ja hier in Frage kämen) in Gesteinen erhalten, die kaum als weniger metamorph bezeichnet werden können als die fraglichen „Juramarmore“. Übrigens, ob nun aus dem oder jenem Grunde, ein direkter Beleg für ein jurassisches Alter der fraglichen Kalke ist eben nicht vorhanden.

<sup>28)</sup> Trauth F. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. 101, 1927, S. 34 bis 36, 37 und 41.

<sup>29)</sup> Holdhaus K. (Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, Bd. XIV, 1921, S. 99) hat auch diese Turracher Dolomit- und Kalk-Linsen und Lager für „in das Karbon emporgepreßte Schubsplitter von Triasgesteinen“ erklären wollen, ich glaube aber, daß der verdiente Zoologe mit diesem Einfall wenig Anklang finden wird. Vgl. dazu Schwinner R. Geologische Karte und Profile der Umgebung von Turrach, Graz, 1931 bei Leuschner & Lubensky; Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1932, und Jaarverslaag des Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijnged, Heerlen (im Druck).

Kalkmarmor- und Eisendolomit-Linsen und -Lager auch dem Radstädter Quarzit- und Serizitschieferkomplex bereits variskisch eingeschaltet gewesen, dann wird die alpidische Tektonik gegenüber den bisherigen Annahmen stark vereinfacht: so fallen z. B. die von Trauth (a. a. O., Tafel B, Profil 14, 15, 16) im innern Kl. Arl angenommenen Harmonikafalten weg, die aus dem Serizitschieferterrain so unwahrscheinlich widerborstig den von Süden darüber vorrückenden Radstädter Schubmassen entgegenblicken, und die „Kleinarter Quarzphyllit-Quarzit-Decke“ fällt einfach weg, weil man sie dann nicht mehr unterscheiden kann (a. a. O., S. 35).

Nur mit ziemlichen Bedenken habe ich mich zu dem Vorschlag entschlossen, eine Gesteinsgruppe zu zertrennen, für deren Zusammengehörigkeit sich der Aufnahmegeologe einsetzt; und ich will mich dabei durchaus nicht darauf berufen, daß andere Alpengeologen sich mit solchem „Binden und Lösen“ manchmal weniger Skrupel gemacht haben,<sup>30)</sup> anderswo und auch in den Tarntalern selbst. Offenbar geht es in den Tarntalern ohne das durchaus nicht ab; Hartmanns Stratigraphie bringt z. B. alle denkbaren Bänder-, Mergel-, Kieselkalke zusammen, dafür aber zerreißt sie wieder die Gruppe der Serizitschiefer-Serizitquarzite. Ich halte nach mannigfachem Probieren meinen Vorschlag noch für den wenigst bedenklichen.

Die Gruppe der Serizitschiefer-Serizitquarzite (Radstädter Art) hat bis jetzt noch keine Fossilien geliefert, und der Vergleich der Gesteinsgesellschaft führt, wenn man nicht gerade sehr weit, bis ins Paltental,<sup>31)</sup> gehen will, nur zur Parallelen mit Gesteinsgruppen, bei denen, wie bei den Radstädter Quarziten, das Alter auch nicht direkt durch Fossilien bestimmt ist.<sup>32)</sup> (Vgl. S. 59.) Die Lagerungsverhältnisse der Serizitschiefer sind durch den Umstand mechanisch bestimmt, daß

<sup>30)</sup> Vgl. die Zusammenstellung, welche Spitz (S. 178 und Tafel XI.) von den „wiederholten Faziesrekurrenzen“ gibt, die man in den Tarntalern und auch in anderen Gebieten Zentralalpinen Mesozoikums bereits angenommen hat, und die Tabelle, die W. Schmidt (Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 99, S. 311) darauf gestützt für die Radstädter entworfen hat. Nach letzterer — das muß hervorgehoben werden — würden die Bänderkalke zwei verschiedenen Horizonten zugewiesen, dem Jura- und dem Muschelkalk, letztere Bestimmung nicht nach Fossilien, sondern weil diese zusamt dem Eisendolomit mit dem Serizitschiefer an der Basis des Mesozoikums verschuppt sind (a. a. O., S. 313). Sieht man von der Nebensächlichkeit der Namensgebung ab, so ist das für die Radstädter die gleiche Trennung, wie sie hier für die Tarntaler vorgeschlagen wird.

<sup>31)</sup> Vgl. Haberfelner E. Graptolithen aus dem untern Ordovizium von Gaisborn im Paltental. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 1931, S. 235, mit den Parallelen, die ich in der Geologischen Rundschau, XX, S. 218, 222 u. a. zusammengestellt habe.

<sup>32)</sup> Manchmal hat man allerdings das Alter von Gesteinen aus der Quarzit-Serizitschiefergruppe unmittelbar anzugeben gemeint, indem man sie als „Radiolarit“ bezeichnete, ein Wort, mit dem Ostalpenfremde Geologen ausschließlich die Altersdeutung Jura zu verbinden belieben. Hartmann hat mit vorbildlicher Gründlichkeit auch diesem Problem auf den Grund zu gehen unternommen, hat Dünnschliffe untersucht und Radiolarien nicht finden können (S. 273). Wenn später R. Staub (S. 70) schreibt „Radiolarit und Aptychenkalk“, so darf man nicht glauben, er hätte selbst Radiolarien oder Aptychen gefunden; wie's gemeint ist, erhellt aus einem weiteren lapidaren Ausspruch: „Der Verrucano ist konglomeratisch rot und violett, gewisse feinsandige Partien gleichen beinahe Radiolariten“ (S. 180). — Es handelt sich um eine wohlbekanntere Abart der konglomeratischen Radstädter Quarzite (vgl. Schwinner, Geologische Rundschau XX, S. 235, Schmidt a. a. O., S. 313, Trauth I, S. 113).

diese ausgezeichnet gleitfähigen Massen hauptsächlich das Schmiermittel geliefert haben; sie liegen daher regelmässig sowohl oberhalb als unterhalb der massigeren Schubkörper. Daher müssen sie ebenso häufig mit den obersten (jüngsten) als mit den untersten (ältesten)<sup>33)</sup> Schichten derselben in Berührung kommen, und aus dem lokalgeologischen Befund ist ein Schluß auf das ursprüngliche, das stratigraphische Verhältnis nicht möglich. Wohl aber führt die Betrachtung der Tektonik der weiteren Umgebung zu gewissen Schlüssen von ziemlicher Wahrscheinlichkeit. Schon im engen Raum der Tarntalergruppe fällt auf, daß diese angeblichen Juraschichten auch unter der tiefsten mesozoischen Schubmasse durchziehen. Dieses Verhältnis erweist sich nun regional-tektonisch als Regel. Stets liegt die Serizitschiefergruppe anscheinend konkordant auf dem Quarzphyllit,<sup>34)</sup> und wo Mesozoikum vorhanden ist, liegt sie immer auch unter diesem, bzw. zwischen Mesozoikum und Quarzphyllit. Sie ist aber auch weit verbreitet, wo wirkliches Mesozoikum ganz und gar fehlt. Es ist ein Beispiel dessen, was ich als „Farbenblindheit des Lokalgeologen“ bezeichnet habe (S. . . .), wenn Hartmann in einer Polemik (S. 382) dieses schon von F. E. Suess (S. 605) vorgebrachte, schwerwiegende Argument ganz übergeht, und glaubt, sich dagegen rein nur auf gewisse Einzelbeobachtungen stützen zu können, über Diskordanzen, Transgressionsverband usw. Solche sind aber in so stark durchbewegten Gebieten recht unsicher — Hartmanns Angaben sind auch schon pünktlich, von Spitz (S. 179), bestritten worden —, dagegen können wir die Verbreitung dieser Gesteinssippe im allgemeinen bereits mit genügender Sicherheit angeben; und wenn jemand behaupten will, daß sie Jura ist, müßte er eine Erklärung versuchen, oder doch zumindestens sich und den Lesern Rechenschaft geben, daß und warum diese ihre Verbreitung so sonderbar und verschieden ist von der jedes sonstigen einigermaßen glaubwürdigen Mesozoikums. Für Radstadt gilt das gleiche, abgesehen von den Änderungen, welche größerer Mächtigkeit und daher Selbständigkeit sowohl in der Serizitschiefer- als in der mesozoischen Gruppe entsprechen. Auf den Hauptschubflächen geht manchmal („Twenger“) Altkristallin mit und die Einschuppung von Serizitschiefern längs der *minor thrusts* — in den Tarntalern nicht unbekannt — spielt eine größere Rolle.<sup>35)</sup>

<sup>33)</sup> Daraus ließe sich die sehr häufige Vergesellschaftung dieser „Juraschiefer“ mit dem Quarzit (rqu), den Hartmann für das älteste Schichtglied der Trias hält — ob das gerade „Raibler“ sind, steht auf einem anderen Blatt — zur Not erklären; störend ist, daß dieser Quarzit in seiner sonstigen Verbreitung sich von der eigentlichen Trias förmlich absondert und gelegentlich Schichtfolgen bildet (z. B. Melkplatz, W von der Lizumalp), die bei der von Hartmann (S. 372, Fig. 22, S. 65) gegebenen Altersdeutung kaum zu verstehen sind.

<sup>34)</sup> Auch den „Raibler Quarzit“ charakterisiert nach Hartmanns eigener Angabe (S. 235) dasselbe Verhalten, was für „Raibler“ sicher merkwürdig ist. Das gleiche Verhalten, das von Radstädter Quarzit seit langem bekannt ist, kennzeichnet überhaupt den ganzen Strich am Nordrand der Hohen Tauern. So berichtet Hottinger A. (Eclogae vol. 24, No. 1, 1932, S. 170) aus dem Gebiet von Rauris-Fusch: „Selten aber findet man die quarzitishe Trias als Basis der kalkig dolomitischen . . . die Trias-quarzite gehen noch zusammen mit dem jüngeren Paläozoikum“, ein Zusammengehen, das auch für diese „Trias“ sehr kompromittierend ist.

<sup>35)</sup> Vgl. W. Schmidt, Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, 99, S. 316, Karte und Profile. In and-rem Zusammenhang habe ich (Sitzungsberichte

Entscheidend dafür, die Quarzit-Serizitschieferserie (einschließlich Bänder-, Glimmerkalk usw.) zusammenzufassen, zum Quarzphyllit zu ziehen und vom Mesozoikum zu trennen, ist die einheitliche Tracht und Metamorphose, das Ergebnis einer langen, gemeinsamen geologischen Entwicklung. Weil Gesteine dieser Tracht bereits fix und fertig in mesozoische Trümmerablagerungen gelangt sind (siehe S. 73 und S. 77), war es spätestens die variskische Faltung, welche Quarzphyllit, seine Hangendschiefer Radstädter Art, sowie — vielleicht von vornherein lückenhafte — altpaläozoische Kalk- und Dolomitablagerungen gefaltet, durchbewegt und mit der einheitlichen Tracht der Epizone überprägt hat. Das korrelate Deckgebirg (mit brechender Umformung) ist schnell wieder abgetragen worden; im Steinacherjoch (und natürlich auch bei Turrach) liegt nicht metamorphes, klastisches Oberkarbon schon unmittelbar über einem Stockwerk mit dem fließenden Baustil der Tiefentektonik. Die alpidische Faltung hat die Tracht der Gesteine sehr wenig geändert — fast nicht, muß man sagen, wenn man die einigermaßen sicheren mesozoischen Schichtglieder ins Auge faßt. Demnach kann man die vor- und die nachvariskischen Gesteine aus ihrer alpidischen Verfallung und Verschuppung einfach nach der Tracht auseinanderlesen.

Nach diesem Grundsatz erhält man ein im kleinen und im großen klares und auch verhältnismäßig einfaches tektonisches Bild, und man vermeidet die Vorstellung von einem „stark wechselnden Charakter der Metamorphose“, wie sie Hartmann postuliert hatte<sup>36)</sup>, und nach der Sachlage und seinen etwas voreilig festgesetzten stratigraphischen Voraussetzungen eben postulieren mußte, welche Vorstellung aber mit der Eindeutigkeit physikalisch-chemischer Reaktionen nicht in Einklang zu bringen ist. Man verstehe recht: Eindeutigkeit bedeutet nicht Einförmigkeit; unter bestimmten Umständen kann die Intensität der Durchbewegung innerhalb eines größeren Gesteinskomplexes merklich variieren, und wenn auch das Hauptagens der Umkristallisation, die Temperatur, innerhalb eines solchen selbst nicht viel variiert, so kann doch der Effekt je nach dem Material merklich verschieden ausfallen. Aber auf diese theoretisch schwierigen Probleme brauchen wir nicht eingehen. Einerseits ist der Schichtkomplex, den als „Radstädter Quarzit- und Serizitschieferserie“ zusammenzufassen wir vorschlagen, in seiner Tracht ungemein einheitlich: die Durchbewegung war allgemein und stark<sup>37)</sup>, selbst die Quarzite sind meistens geschiefert oder doch in feine Lagen und Plättchen verwalzt;

der Akademie der Wissenschaften in Wien, 136, I, 1927, S. 376, Anm. 2 u. 3) darauf hingewiesen, daß man solche Einschuppungen aus Kristallin scharf auseinanderhalten muß von den echten triadischen „Pyritschiefern“.

<sup>36)</sup> Wenn ich als Beispiel für diesen fehlerhaften Gedankengang gerade ein Wort Hartmanns (S. 309) herausgreife, so fühle ich mich verpflichtet hervorzuheben, daß es ein wesentlicher Fortschritt gegenüber vielen anderen Arbeiten jener Zeit war, das Problem zu erkennen, das hier vorlag, und es in Angriff zu nehmen, auch wenn Fehlgriffe in den Voraussetzungen und der damalige Stand der bezüglichen theoretischen Kenntnisse ein befriedigendes Ergebnis nicht haben zustande kommen lassen.

<sup>37)</sup> Solche gleichmäßige Durcharbeitung eines ganzen mächtigen Schichtstoßes — das muß für später festgehalten werden — kann nur unter einer nicht unbedeutlichen Belastung, d. h. in ziemlicher Tiefe zustande kommen (vgl. Schwinner R., Scherung der Zentralbegriff der Tektonik. Centralblatt für Mineralogie usw. 1924, S. 478/479). Überhaupt darf die Epizone der Metamorphose nicht mit der

der Mineralbestand ist ident bis ins kleinste (z. B. die bekannte weißgrünliche Tönung der Glimmer, gleich vom Quarzit bis zum Glimmerkalk!) und soweit über Gefüge etwas bekannt ist oder aus dem Habitus etwas geschlossen werden kann, ist es auch dasselbe.<sup>38)</sup> Ein davon gänzlich verschiedenes Bild bietet das wirkliche Mesozoikum. „Die Metamorphose C<sup>39)</sup> ging am Triasdolomit mit Ausnahme der Wirkungen, welche die sie begleitenden tektonischen Kräfte verursachten,<sup>40)</sup> spurlos vorüber.“ (Hartmann S. 297.) Man wird nun vielleicht den Dolomit als gegen Durchbewegung und Umkristallisation besonders widerspenstig bei Beurteilung der „Metamorphose“ ausschließen wollen. Daran ist etwas, wenn auch vielleicht nicht so viel, als manchmal daraus gemacht wird.<sup>41)</sup> Aber wir brauchen uns glücklicherweise in eine Diskussion dieser pro-

Zone der Oberflächentektonik verwechselt werden. (Vgl. Born A. Über zonare Gliederung im höheren Bereich der Regionalmetamorphose. Geologische Rundschau Bd. 21, S. 1—14 und andere.)

<sup>38)</sup> Der Mineralbestand dieser Serie ist wesentlich das Ergebnis einer Kristalloblastese in der Epizone, welche die allgemeine Durchbewegung begleitet und in manchem überdauert hat. Nachdem die verzahnten Quarzgefüge, die „Mörtelkränze“ und ähnliches nicht mehr als Ergebnis reiner Kataklase angesehen werden, sondern — wie ich glaube, mit Recht — als eine gewisse Stufe der Rekrystallisation (Sander B., Gefügekunde der Gesteine, 1930, S. 195, vielleicht 290), so wird die Abgrenzung zwischen hauptsächlich kristalloblastischen und vorwiegend kataklastischen Gesteinstypen, wie sie Sander (Jahrbuch 1922, S. 222) auch für die Tuxer Gesteine und benachbarte vorgenommen hatte, um einiges zu Gunsten der Kristalloblastese zu verschieben sein. Das gleiche gilt für Radstädter Gesteine, soviel ich davon Schiffe gesehen; auch Sander hatte (l. c. S. 222) bereits einen Quarzit vom Lackengut zur „kristalloblastischen Gruppe“ gestellt. Stellenweise hinwiederum ist nachkristalline Durchbewegung zu beobachten. In diesem Falle gibt vielleicht einen wertvollen Fingerzeig, daß die entschieden nachkristallin deformierten Proben, die sich in Sanders Material (Jahrbuch 1914, S. 632/633) gefunden, aus der Zone Klammjoch—Torjoch stammten, aus einer Zone, die alpidisch heftig verknüllt worden ist. Und die dortselbst in Fig. 3 an der schwarzen Lage kenntlichen Mikroscherflächen stimmen nicht recht zum Stil der fließenden Umformung größerer Tiefe, wohl aber erinnern sie mich an Bewegungsbilder, welche ich an Myloniten von Innerkrems und St. Oswald gesehen habe, die dort an einer alpidischen Schubfläche eingeklemmt sind, merkwürdigerweise ebenfalls vergesellschaftet mit dem nicht metamorphen Rhätmergel! Es liegt nahe, diese rein mechanische, meist rupturale Überprägung einer eigenen tektonischen Phase zuzuordnen, welche unsere kristalline Serie nicht mehr in der Tiefe ihrer ursprünglichen Prägung und Metamorphose angetroffen, sondern bereits eingefügt in die Oberflächentektonik. Dafür sprechen auch Beobachtungen von Tweng; siehe S. 78 Anm.

<sup>39)</sup> Metamorphose C nennt Hartmann (S. 283) die Veränderungen an den übrigen mesozoischen Gesteinen, die nicht von der vortriadischen Metamorphose A der Phyllite, noch von der auf den Kontakt des Serpentin beschränkten Metamorphose B betroffen wurden.

<sup>40)</sup> Aber nicht einmal alle scheinbar mechanischen Beeinflussungen dürfen hiergerechnet werden, schon in der Trias selbst gabs Breccienbildung (Hartmann S. 297) und die Produkte erscheinen bereits unter den Geröllen der „Jurakonglomerate“ (siehe S. 74). Vermutlich sind das sedimentäre Breccien, ich sammelte z. B. in der Geyerspitze schwarzen Kössener Kalk, dessen angewitterte Oberfläche eckige Kalkfragmente erkennen ließ, eingebettet in sonst gleicher, aber eigenartig fluidal texturierter Grundmasse. Auch in den Radstädtern kommen solche „intraformationelle“ Breccien nicht selten vor, z. B. in der sonst fossilreichen Pleißlingdecke zwischen den Tauern und der Pleißlingalm. Da bleibt für „Metamorphose“ des Mesozoikums nicht viel mehr übrig als einige begrenzte Mylonitonen.

<sup>41)</sup> „Es ist sehr auffällig, daß hier der Quarzit weitaus geschmeidiger erscheint als der Dolomit.“ (W. Schmidt, S. 335.) Das erinnert verdächtig an ein anderes Paradoxon bei denselben Gesteinen, in der Brennergegend, daß „das echte Karbon...

blematischen Eigenschaften des Dolomites nicht einzulassen, wir haben ja noch das, überdies durch Fossilien bestens belegte Rhät, das aus Kalk, Mergel, Tonschiefer besteht, also aus für Differentialbewegungen ebenso wie für Umkristallisation hervorragend geeignetem Material besteht. Nun, Hartmann (S. 298) sagt: „Durch die Metamorphose erfuhren die Kössener Schichten gelegentlich eine schwache Umwandlung.“ Gelegentlich! Schwach! Die Hypothese von Hartmann, Spitz, Staub und anderen läuft darauf hinaus, daß diese prächtigen Schichten ganz un geändert geblieben wären, während wenige Meter weiter im Hangend die Tongesteine des Jura zu vollkristallinen Serizitschiefern, und wieder etliche Meter weiter im Liegend Raibler Sandstein zu ebenfalls vollkristallinem Serizitquarzit Radstädter Art umgewandelt worden wären. Es genügt, diesen Sachverhalt klar hinzustellen, weiteres dazu zu bemerken, scheint mir überflüssig.<sup>42)</sup>

Die Serie der wirklichen mesozoischen Ablagerungen beginnt in den Tarntalern wie in den Radstädtern nach allgemeiner Ansicht mit einer Rauhwacke — ob Raibler (Hartmann) oder Untertrias (wahrscheinlicher), ist *cura posterior*, nach jeder Auffassung ist sie die unterste Schicht. Dieses Gestein ist in seiner heutigen Erscheinung durch eine sekundäre Umwandlung bestimmt, es besteht aus Kalkkörnchen<sup>43)</sup> von

jünger aussieht als der Verrucano.“ (Spitz, S. 187.) Letzteres war leicht dadurch zu erledigen, daß der „Verrucano“ — sprich: „Konglomeratischer Quarzit Radstädter Art“ — stratigraphisch richtig, d. h. tief unters Karbon eingestellt wurde. (Schwinnler, Geologische Rundschau, XX., S. 351/2.) Dadurch wird aber offenbar auch das erstgenannte Paradoxon erledigt und dazu gleich eine weitere Schwierigkeit beseitigt, welche sich im Anschluß an die Bemerkung Sanders (Verhandlungen 1916, S. 229/230) ergibt, „daß die Trias der Tarntaler Kögel noch in einem tieferen Bewegungshorizonte deformiert wurde als irgendein Bestandteil der nördlichen Kalkalpen“. — „Trias“ ist wohl ein *lapsus calami*, ist jedenfalls falsch, wie durch Vorlage von ganz und gar nicht deformierten Stücken aus Dolomit und Kössener jederzeit belegt werden kann; da aber (l. c. S. 231) steht, „daß noch das Mesozoikum der Tarntaler Kögel seine Tektonik unter Belastung erhielt“, ist wohl unsere Serizitschiefergruppe (damals als Jura angesehen) gemeint, von der man wohl sagen kann, daß sie ihre Tracht unter ziemlicher Belastung aufgeprägt erhalten hat. Aber — nachdem Gesteine dieser Tracht fix und fertig als Gerölle bereits in mesozoischen Konglomeraten liegen, ist diese Prägung älter, viel älter; also nicht Korrelat zu der Stellung, welche diese Gesteine im heutigen alpidischen Bau einnehmen, und man braucht sich nicht daran zu stoßen, daß sie in dieser Stellung kaum so hätten geprägt werden können. Denn — darüber kann auch kaum gestritten werden — der grobe Schuppenbau der Tarntaler ist genau so gut Oberflächentektonik = „Kalkalpenstil“, wie dies Schmidt (S. 335) für die Radstädter so klar auseinandergesetzt hat. Dieser Tektonik ist einzig die Beanspruchung des wirklichen Mesozoikums korrelat. Für diese ist aber die Belastung gerade genug, wenn man sich nur die vorhandenen höchsten Deckschollen, die von Reckner oder Seekarspitz, zu ausgewachsenen Decken ergänzt denkt.

<sup>42)</sup> Bei dieser Gelegenheit sei nur kurz aufmerksam gemacht, daß die gebräuchlichen Anschauungen in der Brennergeologie einige ähnliche Bedenken erwecken. Es wird mehrmals angenommen, daß einzelne Schichtglieder von mesozoischen Serien in metamorpher Tracht entwickelt auftreten, und zwar sollen das merkwürdigerweise jedesmal andere Stufen sein: am Tribulaun Raibler, in den Tarntalern Jura etc. und in der Serlesgruppe zur Abwechslung metamorphes Rhät, wieder neben völlig nicht metamorphem (Adnether) mergeligem Kalk! Was auch einmal genauer angesehen werden sollte.

<sup>43)</sup> In den Lehrbüchern der Geologie und ähnlichen (ich habe nachgeschlagen Credner, Dana, Geikie, Gümbel, Kayser, Keilhack, Lapparant, Löwl, Rinne, Rosenbusch, Schaffer, Weinschenk) wird fast ausschließlich die De-

einigen Zehntelmillimetern, die nicht vollkommen aneinanderschließen, sondern zackig begrenzte Hohlräume freilassen, meist nicht über 1 mm, manchmal aber bedeutend größer. Das ist entstanden durch Umkristallisation und Wegführung eines Teiles des ursprünglichen Gesteines, mag das gewesen sein ein einheitliches Karbonatgestein, das durch tektonische Zermalmung solcher Auslaugung zugänglich geworden, oder ein von vornherein heterogenes Sediment, z. B. Kalk mit Gips, wie man meistens annimmt. Für letzteres spricht, daß Gips stellenweise noch zu finden ist (Sander, 1910, S. 49, Hartmann, S. 237). Jedenfalls waren ursprünglich schon echte Gerölle eingesedimentiert. Hartmann (S. 238) gibt an: Quarzphyllit und Brennerschiefer; ich fand auch einen lichten plattigen Kalk, in s lichtgrüne Serizithaut — wie von Radstädter Serie —  $6 \times 3 \times 2$  cm, kantengerundet; kleinere Glimmerstückchen, oft ebenfalls lichtgrün; Quarzkörnchen, gewöhnlich oder milchig wie die Verquarzungen im Eisendolomit. Serizitquarzit läßt Hartmann nur tektonisch hineinkommen. Wo man seine stratigraphischen Bedenken nicht gehabt hat, gibt man ohne weiteres an: bei Radstadt Gerölle von Serizitschiefer und -Quarzit, „Jurakalk“; am Semmering Glimmerschiefer, Serizitschiefer, -Quarzit, „Jurakalk“, daneben allerdings auch Dolomit und Rhätschiefer. „Alles das macht die stratigraphische Entstehung der Rauhacken sicher — unbeschadet natürlich sekundärer tektonischer Einwirkung.“<sup>44</sup>) (Spitz, S. 175.) Am wichtigsten ist die allgemein bestätigte und meines Erachtens immer leicht wieder zu verifizierende Beobachtung, daß in jenes Gestein, aus dem die Rauhacke geworden, wie das nun immer zugegangen sein mag, ursprünglich echte Gerölle eingesedimentiert worden sind, stammend aus einer fertig geprägten phyllitischen Serie, genau

definition gegeben: Rauhacke = Zellen-Dolomit, nur einige Bücher mehr ostalpiner Fazies (Blaas, Hauer, Stiny) kennen daneben auch den Zellen-Kalk. Daß Alb. Heim (und Jeannet, in Geologie der Schweiz) sich der ersteren Gruppe anschließt, liegt nicht an einem Unterschied zwischen West- und Ostalpin; denn — einmal in der Sammlung ins Salzsäuretupfen geraten — fand ich, daß Rauhacken vom Simmental und aus der Pioramulde ebenso kalkig waren wie die vom Tarnal. (Vgl. Analysen bei Krige, Eclogae XIV, S. 590.) Ebenso der Rauhackenzug östlich von der Radstädter Tauernhöhe und solche vom Hundskogel, mehr Handstücke hatten wir leider nicht von jenem Gebirg, aber Uhlig (Sitzungsberichte Wien, Bd. 115, S. 1726) und Trauth (Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 100, S. 160) finden die Radstädter Rauhacke allgemein kalktuffähnlich, nur W. Schmidt (Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 99, S. 313) läßt sie aus gelben Dolomitmikörnern bestehen. Vom Semmering lag viel Material vor, alles Zellenkalk, gelegentlich (Rettenegg, Fischbach) fanden sich cm-große eckige Brocken weißer Dolomit drin, aber die gelblich-braune luckige Zwischenmasse war auch da Kalk. (Vgl. Mohr H. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, Bd. III, S. 184: „Juramylonit“... „der Triasdolomit zeigt sich zur Mylonitisierung ungeeignet“). Wirklichen Zellendolomit fand ich in unserer Sammlung zentralalpiner Trias nur ein Stück: vom Posruck, Untersteiermark. Auch in der Lombardischen Fazies ist die Rauhacke oft Zellenkalk. (Salomon, Adamello I, S. 377) sonst hat man nicht viel auf diesen „Neben“umstand geachtet!

<sup>44</sup>) Man hat schon gemeint, daß die sedimentäre Rauhacke einen *locus minoris resistentiae* dargestellt hätte und daher fast regelmäßig nachher auch noch mylonitisiert worden wäre. Das klingt plausibel, aber ich konnte Beobachtungen, die dafür sprechen, nicht finden; daß die Schubbewegung überall bis in die liegenden Serizitschiefer hinabgreift und diese zur Schmiere braucht, spricht gegen die bessere Eignung der Rauhacke als Gleithorizont.

vom Aussehen wie „Quarzphyllit“ und Radstädter Serizitschiefer und -Quarzit; und zwar im Tarntal ebensowohl wie bei Radstadt und am Semmering.

Die weitere Triasstratigraphie liegt in den Zentralalpen noch im argen. Regelmäßig sind klotzige Massen Dolomit vorhanden, und von diesen wird der größere Teil wohl Ladin sein. Bei Krimml ist allerdings Kalk mit *Physoporella pauciforata* festgestellt worden, also Anis,<sup>45)</sup> das in den großen Triasgebieten vorläufig noch gesucht werden muß. Obendrauf liegt meistens das bekannte fossilführende Rhät, anscheinend konkordant auf dem Dolomit; ob aber so unmittelbar auf Ladin? Oder ob ein Teil der Dolomite die Norische Stufe vertritt? In unmittelbarem Zusammenhang mit dem ladinischen Diploporendolomit, oder ob getrennt durch ein „Raibler Band“? Gründe für und gegen kann man jedesmal angeben; am besten wartet man auf neue Fossilfunde.

Sowohl im Tarntaler als im Radstädter Gebirge finden sich, sozusagen als Abschluß der mesozoischen Serie, eigenartige klastische Gebilde.

Die vielberühmte „Tarntaler Breccie“ kann man am besten in der untersten Schuppe L studieren, westlich von der Lizum oder östlich von derselben gegen das Thorjoch hinauf. Ich bezeichne nun als Typ A derselben Gesteine rein sedimentärer Bildung, die man für sich allein besser „Tarntaler Konglomerat“ nennen würde. Runde, mindestens kantengerundete Gerölle, bis faustgroß, manchmal auch bedeutend größer, von Dolomit (seltener Kalk), schwärzlich und lichtgrau, braun oder mehlig anwitternd, liegen ungeordnet und nicht ganz eng gepackt in einem Bindemittel von meist gleicher Art, d. i. also Dolomit, seltener Kalk, noch seltener weißlich calcitisch, oft so gleich, daß frischer Bruch homogenes Gestein vortäuscht und nur an der angewitterten Oberfläche die Gerölle heraustreten. Daneben finden sich stellenweise häufig Gerölle von Serizitquarzit,<sup>46)</sup> auch Serizitschiefer und unregelmäßig begrenzte Fetzen von schwärzlichen Tonschiefern (= echte „Pyritschiefer“ bei Radstadt); in dem schon (S. 57) erwähnten Konglomeratzacken im Grat Geyerspitz—Pluderling fand ich ein faustgroßes Geröll eines Quarzites, den ich wegen gröberer Kornes mit mir bekannten Typen des Altkrystallin vergleichen möchte, und vielleicht würde bei Nachsuche noch mehr dergleichen sich finden.<sup>47)</sup>

Als Typ B der „Tarntaler Breccie“ bezeichne ich nunmehr jene Gesteine, in denen Dolomit (bzw. seltener Kalk), Serizitschiefer und

<sup>45)</sup> Pia J. v. Neue Studien über die triadischen *Siphonaeae verticillatae*. Beitrag zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, Bd. XXV, 1912, S. 25 ff.

<sup>46)</sup> Hartmann (S. 267) bekämpft — notgedrungen für seine Stratigraphie — die Angabe echter Quarzitgerölle (Sander und wohl auch andere) und will deren Einschaltung hier wie schon in der Rauhwaacke nur als tektonisch gelten lassen. Nun von den tektonischen Einwirkungen wird später (unter B) zu sprechen sein. Man kann diesen aber völlig ausweichen, Dolomitzkonglomeratblöcke ohne Spur tektonischer Beschädigung finden, und in diesen mitten drin, ohne Andeutung einer Bewegungsbahn, die sie hineingeführt hätte, schöne runde Brocken typischen Radstädter Quarzit — und das eigentlich nicht einmal selten.

<sup>47)</sup> Auch Sander (1910, S. 50) erwähnt Quarzitgerölle, allerdings anderer Art (Hochstegenserie). Wegen Altkrystallin in der Schwarzeckbreccie vgl. S. 77.

Quarzit sowie die „Pyritschiefer“ in einer Art durcheinandergemischt sind, daß der Beobachter sich nicht klar werden kann, was Geröll und was Grundmasse vorstellen soll, oder am einen Ende eines Blockes das eine und am anderen das andere als Geröll ansieht; also das eigentliche Rätsel der Tarntaler! — Erstens: Tarntaler Konglomerat Typ A findet sich bereits — nicht selten — als Komponente in Breccie Typ B,<sup>48)</sup> also Erosion des Triasdolomites usw., Anhäufung der Schotter und Verfestigung des Konglomerates waren erledigt, bevor die Trümmer gebrochen wurden, die zur Breccie Typ B gehäuft und später verfestigt worden sind; kurz: Konglomerat A ist — wenig oder viel, jedenfalls merklich — geologisch älter als Breccie B; womit der Einspruch gegen die „Einheitlichkeit“ der sogenannten Tarntaler Breccien (S. 55) gerechtfertigt ist. Zweitens: Wo Schiefer die Grundmasse zu bilden scheinen, sind starke tektonische Beeinflussungen regelmäßig vorhanden. Es gibt alle Zwischenformen zwischen Gesteinen, in denen die Dolomitknollen und Brocken nur durch mäßige Glimmerhäute getrennt werden — wie sie etwa ausgeschmierte Serizitschiefer liefern könnten, sie sind allemal deutlich in s geschichtet — und zwischen kompakten Serizitschiefern, in denen die Dolomitkomponenten nur in schmalen Lagen, Schmitzen und Linsen erscheinen. Handelt es sich um kompakten Dolomit, so ist das genau das, was wir oben schon als tektonisches Mischgestein, Breccie Typ C (S. 55) beschrieben haben. Ist aber Konglomerat A, das verwalzt worden ist, so entstehen eigenartige Bilder: unmittelbar am Bildstock auf der Thorjochhöhe liegt ein hausgroßer Block Serizitschiefer, in den vereinzelte Lagen (schnell auskeilende Schmitzen) von deutlich primär brecciösem Dolomit eingeschaltet sind.<sup>49)</sup> In diesen sind die Dolomitbrocken durch Dolomit verkittet und nicht durch Serizitschieferzement, und im Serizitschiefer ist sonst kein Dolomitzement — das sind also heterogene Bildungen, und können kaum anders als tektonisch derart zusammengekommen sein. Überhaupt, daß man da einzelne Stücke aufklauben kann, deren Erklärung Schwierigkeiten macht, will ich ohne weiteres zugeben, deswegen habe ich ja zuerst aus der verwirrenden Fülle der Formen jene Typen herausgegriffen, welche theoretisch keine Schwierigkeiten machen, das rein sedimentäre Konglomerat A und das einfache Misch- und Knetgestein C. Für die Erklärung der Gruppe B, deren Bild in der Geologie zwischen diesen Extremen schwankt, sind meines Erachtens nur zwei Gedankengänge diskutierbar. Entweder man stellt die Merkmale in den Vordergrund, die auf sedimentäre Entstehung zu deuten scheinen, und versucht Typ B als Gegenstück von A zu fassen: Dolomitgeröll in Schiefergrundmasse. Wohlverstanden, das bedeutet zwei Episoden der Grobschuttbildung — weil ja die Dolomit in Dolomitzkonglomerate schon als fertige Gerölle in B liegen — zwei Konglomerathorizonte in der nachtriadischen Serie; aber das wäre im Notfall noch zu akzeptieren und nicht ohne Beispiel, wenn auch solche Häufung von

<sup>48)</sup> Das wird von fast allen Beobachtern bestätigt. Vgl. auch Hartmann, S. 268.

<sup>49)</sup> Vielleicht von hier Staub (S. 73). „Wohl aber entdeckten wir in diesen bisher als Verrucano erklärten Sandsteinen gröbere Geröllschichten mit kleinen Kalk- und Dolomitkomponenten; das nachtriadische Alter der Sandsteine ließ sich hier also in situ beweisen.“ — Nochmal hinsehen hätte auch nicht geschadet.

Grobschutthorizonten hauptsächlich aus Gegenden gemeldet wird, deren Stratigraphie nicht gerade als pupillarsicher gelten kann. Die Schwierigkeiten liegen anderswo. Daß ein kristalliner Schiefer als solcher unmittelbar aus dem Meer ausgefällt werden könnte,<sup>50)</sup> diese Vorstellung war gerade noch bei Abraham Werner zu entschuldigen. Ist die Bindemasse Serizitschiefer, so kann sie dazu nur auf demselben Weg geworden sein wie sonst ein solches metamorphes Gestein, aus einem normalen Sediment durch Umkristallisation und (starke) Durchbewegung. Die Dolomitgerölle, die schon ins ursprüngliche normale Sediment eingebettet gewesen sein mußten, hätten diese Prozedur ohne merkliche Änderung überstanden — das klingt etwas bedenklich, ist aber vielleicht noch vertretbar. Aber die Gerölle von Serizit-Quarzit und -Schiefer, die in Dolomit-Konglomeratgeröllen (Typ A, vgl. S. 73) schon drin steckten? Sind die in ihrem Gefängnis aus einer Art Sympathie mit der Bindemasse gleichartig umkristallisiert?<sup>51)</sup> Oder ist dieses Gestein in genau gleicher Tracht zweimal gebildet worden? Wollte jemand auch alle diese zumindest bedenklichen Hilfshypothesen in Kauf nehmen, so scheidet er schließlich an den Kalken, Mergeln und Tonschiefern vom Typus des Rhät,<sup>52)</sup> deren unveränderte Erhaltung in einem Milieu von solcher Intensität der Durchbewegung und Kristallsprossung, wie zur Bildung der Serizitgrundmasse nötig gewesen wäre, einfach als Wunder bezeichnet werden müßte.

Es ist also nur der zweite Gedankengang möglich, der die tektonischen Vorgänge in den Vordergrund stellt. Die Sedimentation der mesozoischen Serie wurde durch Trockenlegung und teilweise Abtragung unterbrochen, an gewissen Stellen wurde das ganze Mesozoikum erodiert, so daß die Abtragung in die zunächst darunterliegende Quarzit-Serizitschieferserie hineinschnitt, und vielleicht (in größerer Entfernung

<sup>50)</sup> „Gleichzeitige Dolomit-Quarzitsedimentation“ (Spitz, S. 176). „... als wären diese Trias-Liasbrocken in einem sandigtonigen, quarzitischem Sediment eingebettet worden. ... An manchen Orten sieht man die Casannaschiefer-Bindemasse deutlich in gröbere, grüne Sandsteine übergehen. ... sandig-toniges ‚glimmerschieferiges‘ Zement ... u. s. f.“ (Staub, S. 73). — Casannaschiefer oder Bündnerschiefer, es tut einem die Wahl weh, wenn man sagen soll, welche Bezeichnung mehr mißbraucht worden ist! Heim (II/2, S. 700) definiert 1922 Casannaschiefer als: „serizitreiche Phyllite, mit allen Mischformen und Übergängen in Chloritphyllite, Glimmerschiefer, Muskovitgneise, Muskovitaugengneise, Quarzitschiefer, Gneisquarzite und vielfach Graphitphyllite, schwarze Tonschiefer oder Marmor.“ Für den Ostalpengeologen wäre dieser Begriff recht bequem; darunter würden fallen: der „Quarzphyllit“ mit seinen Grünschiefern, Konglomeraten, Marmor, die Serizitschiefer und -Quarzite von Radstadt und Semmering, die Grauwackenschiefer und die Grobgnose u. s. f., etwa die Hälfte unserer Zentralalpen wäre mit diesem einen Wort „besorgt und aufgehoben“!

<sup>51)</sup> Das ist selbst Hartmann (S. 267) zu bedenklich gewesen, und er ist daher auf den Ausweg angewiesen, die mit seinen Annahmen nicht verträglichen echten Quarzitgerölle zu konfundieren mit den tektonisch eingequetschten Quarzitblöcken. Beides kommt vor, man muß es nur ordentlich unterscheiden. Wenn dagegen Dolomitbrocken in Serizitschiefern liegen, nimmt er an, daß sie vor der Metamorphose in die Quarzsande hineingelangt wären (S. 276). „Ein Meer mischte wohl leichter Quarzsande und Dolomitgerölle als tektonische Kräfte harte harte Quarzserizitschiefer mit Dolomitfragmenten.“ Etwas inkonsequent gegen S. 268 ff.!

<sup>52)</sup> Am Grafmarter hat Sander (1910, S. 47) auch Fossilspuren in solchen Komponenten der Breccie gefunden.

von der Lizum) auch in tieferes Kristallin; andernorts blieb vom Mesozoikum der Klotz des Dolomites übrig, der den Körper der späteren mesozoischen Schubmassen bilden sollte, und seine Oberfläche war zum Teil bloß, zum Teil noch bekleidet von Kalk, Mergel, „Pyritschiefer“ des Rhät-Lias (in Fazies der Schuppe N), andernorts aber von den Schottern der vorerwähnten Erosion (verfestigt = Konglomerat A), das eben entsprechend der relativen Entfernung der bezeichneten Denudationsgebiete in erster Linie besteht aus Dolomit, dann Serizitschieferserie, und ganz selten aus Kristallin, das nur in großer Ferne bloßgelegt sein konnte.<sup>53)</sup> Bei der nun kommenden Faltung lag der Horizont der Abscherung in den Serizitschiefern, von diesen wurden Pakete an der Basis aller Schubmassen mitgeschleppt, also unmittelbar über die oben skizzierte obere Fläche der mesozoischen Schollen unter Belastung drübergeschleift. Je nachdem, was an dieser oberst aufgeschlossen war, bestehen die tektonischen Mischgesteine aus Serizitschiefer + Dolomit, Serizitschiefer + Rhät (Kalk und Pyritschiefer) oder aus Serizitschiefer + Konglomerat vom Typ A. Letztere Kombination ist das, was wir Breccie Typ B genannt haben, enthält Gesteine der Serizitschieferserie ebensowohl als echte Gerölle wie als echte, nämlich tektonische Füllmasse, womit der rätselhafteste Teil des Befundes erklärt wäre.<sup>54)</sup> Eine Umwandlung der Gesteine, eine eigentliche Metamorphose, war mit diesen Überschiebungen nicht verbunden; das ist schon von den zusammenhängenden Partien des Mesozoikums festgestellt worden<sup>55)</sup> (S. 70), auch in den Mischgesteinen kann man die einzelnen Komponenten nach ihrer ursprünglichen Tracht auseinanderlesen.

Sekundäre Verquarzung stört auch hier vielfach die Klarheit des Bildes, weil sie sich nicht auf gerade durchs Ganze schneidende Spalten beschränkt, sondern stellenweise das ganze Gefüge durchtränkt, „Intergranulare“, s-Flächen der Füllmasse, und Sprünge der Gerölle, wodurch Quarzkörper entstehen können, die als Komponenten ganz irrational ausschauen. Die sedimentären Konglomerate Typ A (und die lichtereren Dolomite) sind verhältnismäßig weniger verquarzt,<sup>56)</sup> sehr stark dagegen die Breccien vom Typ B, wodurch ihr Charakter als aufge-

<sup>53)</sup> Stratigraphisch kann Konglomerat A vom Lias ab in jede geröllführende Formation eingestellt werden, allerdings würde ich jüngere als Gosau für sehr unwahrscheinlich halten. Hält man sich an die Bemerkung, daß sicherer Lias und Konglomerat A sich gegenseitig ausschließen (vgl. S. 61), so würde man es an die Wende Rhät—Jura stellen, und es sprechen manche Detailbeobachtungen dafür, das Konglomerat A als unmittelbaren Abschluß der Triassedimentation anzusehen (vgl. S. 78 betr. Schwarzeckbreccie). Aber solche Einzelaufschlüsse können täuschen, und negative Befunde (das Fehlen einer Folge Rhät—Lias... Konglomerat A) sind unsicher, wenn wenig überliefert ist. Hoffen wir auf neue Funde!

<sup>54)</sup> Sekundäre Differentialbewegungen, welche zwischen den Hangend Rhätschiefern und ihrem Liegenddolomit unter solcher Walzung in Gang kamen, erzeugten die Breccien mit Pyritschiefergrundmasse, die Sander beschreibt (1910, S. 49).

<sup>55)</sup> Vgl. Hartmann, S. 271, 284 u. a.

<sup>56)</sup> Einen Moment glaubte ich, daß man mit Hilfe der Verquarzung Altersunterschiede feststellen könne: so ist Eisendolomit oft arg verquarzt (vgl. S. 56), Triasdolomit und schwarzes Rhät wenig oder nicht (wohl mehr deswegen, weil kompakt); es mag ältere und jüngere Verquarzungen geben, aber auch die letzte posttektonische kann nach Ausweis der Breccien sehr stark werden, und so ist mit diesem Merkmal nicht viel zu entscheiden.

lockerte Tektonite unterstrichen wird, sie gleichen in dieser Beziehung auch am Thorjoch oft den oben (S. 55) beschriebenen Mischgesteinen Typ C von der Hauptschubfläche.

Das Verständnis der „Tarntaler Breccie“ wird dadurch wesentlich gefördert, daß genau die gleichen Bildungen in den Radstädter Tauern vorkommen, als „Schwarzeckbreccie“ vielfach eitel genannt, aber noch nie ordentlich beschrieben. Gleich am Rückweg vom Brennergebiet machte ich einen Abstecher dorthin, wo sie wohl typisch sein muß, am Schwarzeck bei Tweng. Hier, besonders auf etwa 400m Höhe vom Kolsberger See bis zum Grat, ist ihr Vorkommen gut aufgeschlossen und zugänglich, in einer recht übersichtlichen Tektonik. Das allgemeine Streichen ist WNW mit mittelsteilem Fallen nach NNO. Somit ist die Triasschuppe des Hohen Nock, der südlich von diesem Talkessel steht, das Liegendste tektonische Element (O), sie reicht an der Neuwirthshütte (1482m) fast bis ins Taurachtal hinab, dann schwenkt aber das Streichen lokal in WSW, der Dolomit weicht im Kamm Speikogl—Lackenspitz gegen S zurück, erst oberm Kolsbergersee nimmt er das normale WNW-Streichen wieder auf und steigt prachtvoll aufgeschlossen den Sporn gegen die Türkenwand (Schwarzeck, 2646m) hinan. Als nächste Schuppe liegt über dieser Trias die Lamelle des „Twenger Kristallin“: untere Wallnerhütte — Fuchsalm — Kolsberger See — Kote 2451 (nördlich der Türkenwand); (T); und über diesem liegt wieder Trias, welche schon die Wandeln SW ober der Fuchsalm bildet, noch den untersten größten der Kolsberger Seen (2039m) berührt und über die Himmelwand (2304m) ebenfalls gegen K. 2459 hinaufzieht (Schuppe H).

An dem gegen die Türkenwand hinaufziehenden Sporn sieht man, daß der Dolomit von O gegen seine Hangendgrenze zu meist konglomeratisch wird.<sup>57)</sup> An einem Block fand ich in zirka  $\frac{1}{2}m$  folgende Schichten klar übereinander: a) dunkler Dolomit, kompakt, b) derselbe, angewittert Konglomeratstruktur deutlich, im Bruch noch ganz einheitlich aussehend, c) ähnlich, aber neben den schwarzen auch lichte Dolomitgerölle, d) dasselbe und darin fremde Gerölle, meist Serizitquarzit.<sup>58)</sup>

<sup>57)</sup> Im Anstehenden dieses Spornes sind helle Dolomite, ziemlich dunkelrostig anwitternd, häufiger, doch kommen die Konglomerate mit dunkeln Dolomiten auch vor, in den Blöcken sind letztere entschieden häufiger, obwohl auch die hellen Dolomite unter diesen nicht fehlen und auch dunkle Kalke, wie Rhät, vorkommen. Es ist wohl natürlich, was ansteht, kann nicht als Block herumkugeln, die Blöcke dagegen stammen aus heute zerstörten Felspartien, da können solche kleinere Unterschiede nicht verwundern.

<sup>58)</sup> Über einen Geröllfund muß wegen der Folgerungen, die sich an ihn knüpfen, besonders berichtet werden. Etwa 5 Min. unterm Kolsberger See, links vom Weg zur Fuchsalm, konnte ich aus Dolomitkonglomerat, das auch sonst fremde Gerölle (Serizitquarzit) enthielt, ein schwach faustgroßes Geröll heraus schlagen, das mit einem häufigen Typ des „Twenger Kristallin“ völlig übereinstimmt: stumpfgrün, in s mit herausglänzenden Fleckchen 1 bis 2mm groß, aus weißen Glimmerschüppchen; Querbruch faserig, millimeterdicke weiße Linschen zwischen den Glimmerhäuten. U. d. M. Quarz Kleinkornaggregate und verzahnte größere Körner, meist klar, hie und da undulös; Albit, große, zackig ins Glimmergeflecht hineingewachsene klare Kristalle, orientiertes s von Glimmerschuppen und schwarzen Körnchen; Muskovit viel, Haufen von geraden Scheitern (= makroskopisch glänzende Fleckchen) und Strähne, manch-

Der Anschein spricht hier dafür, daß dieses Konglomerat sich unmittelbar aus dem Dolomit entwickelt, und wenn dieser — wofür unmittelbare Belege zwar nicht vorliegen, was aber doch sehr wahrscheinlich ist — Trias ist, könnte es nur den Abschluß des triadischen Sedimentationszyklus vorstellen. Und nachdem dieses Konglomerat das genaue Äquivalent des im Tarntal aufgestellten Typ A ist, würde diese Altersbestimmung wohl auch für diesen gelten.

Von diesem Konglomerat finden sich größere und kleinere Blöcke eine Strecke vom Dolomit weg im Hangenden, in die kristallinen Schiefer eingewalzt, genau wie Tarntaler Breccie Typ B, herab bis zu schmalen Lagen Dolomitreccie im Schiefer,<sup>59)</sup> wie Bildstock Thorjoch (S. 74). Und von der anderen Seite der Schieferschuppe T her finden sich zahlreiche Blöcke des Hangenddolomites von H eingewalzt, genau wie Tarntaler Breccie Typ C, hausgroß und kleiner wieder bis zu dünnen Lagen. Gut im Südhang von K. 2304 aufgeschlossen; besonders lehrreich aber am Untern Kolbsberger See 2039 m: die Grenze von Schiefer (T) und Hangenddolomit (H) umzieht die Kuppe in NO vom See im Bogen, am Nordrand der Kuppe springt die Grenze aber in scharfem Eck 30 bis 30 m gegen W vor gegen den Ausfluß des Sees, der in einem in diesem Dolomit ausgelaugten Schluckschlund verschwindet. Diese Verwerfung des Kontaktes von T/H ist eine Schubfläche, eine Art *minor thrust*, zugeordnet der Hauptüberschiebung; denn ihre Richtung westwärts 100 bis 150 m weiter verfolgend findet man zuerst eine und bald eine zweite Linse Dolomit eingeschuppt mitten in den Schiefen.

Was ich am Schwarzeck beobachten konnte, war alles und bis in die Einzelheiten das gleiche, wie ich es einige Tage vorher in der Lizum gesehen hatte, einzig mit dem Unterschied, daß hier auch „Twenger Kristallin“ an der Bildung der Mischgesteine teilhaft, oft sogar vorherrschend; aber andernorts nimmt an der Schuppe T auch

mal Polygonalbögen, aber auch gebogene, undulöse Blätter; Chlorit in s, aber besonders auch im Druckschatten hinter Faltenwalzen in schuppigen Aggregaten; Turmalin, Pyrit (Brauneisen), und schwarzes Pigment, dieses besonders im Chlorit: entspricht genau der Beschreibung des Gesteins von der Ambrosalpe bei Tweng, die Becke gegeben hat (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 118, I 1909, S. 1060/1); vielleicht ist es dieser Gesteinstyp, den Staub (S. 181/2) als „grüne Granitmylonite vom Typus des Piz Corvatsch“ bezeichnet? Es ist zwar kein Mylonit, ob Granitabkömmling, ist eher zu bezweifeln, aber grün ist's wirklich. —

Daraus scheint zu folgen, daß die Serie des „Twenger Kristallin“ ihre metamorphe Prägung schon vor Absatz des Schwarzeckkonglomerates gefunden hätte: durch eine Faltung und eine fast vollständige Rekristallisation in 1. Tiefenstufe (ob „Diaphthorese“ d. i. durch rückschreitende Metamorphose, ist mangels sicherer Relikte nicht zu entscheiden) und zu einem ähnlichen Schluß würde der oben (S. 73) erwähnte Fund Sanders für die — an Tracht ohnedies vergleichbare — Hochstegenserie führen.

Eine Musterung der vorhandenen Handstücke von Tweng ließ weiter erkennen, daß das dort anstehende Kristallin nur zum Teil den Habitus zeigt, wie er in dem beschriebenen Geröll fossilisiert worden ist, den ziemlich vollkommener Kristalloblastese; andere sind phyllitisch verschmiert (vgl. Gestein vom Edenbauer, von Becke l. c. beschrieben), es ist daher zu vermuten, daß diese rein mechanische Umformung der alpidischen Faltung zuzuordnen ist (vgl. S. 70).

<sup>59)</sup> Schönes Vorkommen in etwa ein Drittel der Höhe Kolsberger See—Grat, genauere Ortsangabe in diesem Rundbuckelgewirr nicht möglich.

Serizitquarzit und -schiefer teil (so gegen die Höhe des Schwarzeck hinauf), und in eben dieser Gegend ist auch die Verquarzung, die sonst eine geringere Rolle spielt, fast so stark wie in den Tarntalern. Dagegen kann ich meine Beobachtungen nicht in Einklang bringen mit dem, was Staub (S. 180, 181) berichtet. Vielleicht ist drüben „im Kessel westlich des Hohen Nock“ ganz was anderes zu sehen?? In dem gut abgeschlossenen Gebiet der Kolsberger Seen ist es „ohne jeden Zweifel“ auszuschließen, daß „die Schwarzeckbreccie ganz allmählich in den mylonitisierten grünen Granit des Twenger Kristallins übergehe“. Ein Transgressionsverband ist aus dem Ortsbild nicht zu erweisen, die Kontakte sind alle tektonisch überarbeitet und wo „Breccienpartien sich . . . innerhalb der kristallinen Zone finden“, sind sie sichtlich verwalzt. Übrigens, wenn Herr Staub nach wortreichen Parallelisierungen mit Minschun-, Saluver-, Salsalbo-, und weiß Gott was noch für Breccien, stolz fragt: „Kann man mehr verlangen?“, so erlaube ich mir zu erwidern, daß ich von einem ehrlichen Beobachter verlangt hätte, daß er feststellt, daß die „Schwarzeckbreccie“ zunächst ungemein ähnlich ist der „Tarntaler Breccie“; und das auch dann, wenn er aus irgendeinem tektonischen Vorurteil die eine als Penninischen Flysch und die andere als unterostalpine Gosau angesehen wissen will.

Schließlich, Nutzen und Wert regionalgeologischer Vergleichen für Stratigraphie und Tektonik kann nur recht einschätzen, wer Ausgang, Material und Grundlagen völlig übersieht. Den ersten Anstoß gibt ein glücklicher Einfall (manchmal auch ein unglücklicher), das Bewußtwerden analoger Beobachtungsreihen, aus eigenen Beobachtungen ebensogut wie aus fremden (Literatur); soviel ich sehen kann, macht das für die Güte des Einfalles wenig aus. So stammt der unglücklichste Vergleich, der hier gezogen worden ist, der von Spitz (S. 174) „ich glaubte mich in eine Charakterlandschaft von nordalpinem Malm versetzt, etwa Sonnwendjoch oder Höfats“, aus unmittelbarer Beobachtung.<sup>60)</sup> Eben aus der Beobachtung hat Frech als erster den richtigen Vergleich Tarntal—Radstadt gefunden, hat ihn aber weiter nicht viel, noch mit Nachdruck vertreten. Dagegen scheint Sander (Verh. 1910, S. 60) aus der Literatur zu derselben Feststellung gelangt zu sein „daß die stratigraphischen Ähnlichkeiten zwischen beiden Gebieten sehr zahlreich sind“ und er hat darauf öfters und mit Nachdruck bestanden.

Mit dem bloßen „Aperçu“ — um mit Goethe zu reden — ist's aber nicht geschafft; die damit gewonnene Einsicht muß nachgeprüft, ausgebaut und vertieft werden. Für den Vergleich Tarntal—Radstadt ist hier weiteres Material beigebracht und kritisch gesichtet worden; es spricht derart nicht bloß für Gleichstellung, sondern für völlige Gleichheit, daß es eigentlich nächste Aufgabe wäre, die Unterschiede ausfindig

<sup>60)</sup> Wie konnte ein anerkannt guter Beobachter nur auf diese Idee kommen? Gewiß, die Landschaft auf höheren Verebnungen der Tarntaler hat Ähnlichkeiten mit Sonnwendgebirge; mir ist da der Weg nördlich um die Hochs herum in Erinnerung, und auch die Bilder bei Wähler (1903, S. 196, Tafel I): Haiderjoch (S. 231), Rofan, könnte man anziehen. Aber da handelt es sich nur um äußerliches: verhältnismäßig gleiche Höhenlage, ähnliche Terrassierung, verkarstbares Gestein; stratigraphisch läßt sich nicht eine Parallele angeben.

zu machen. Diese gleiche Fazies, primäre, zum Teil aber auch sekundäre (tektonische), ist das Ergebnis gleicher Lage im Alpenbau, heute und eben während der Bildung (Formung) der betreffenden Schichtglieder, und sie gilt daher auch für die ganze Verbindungszone am Nordrand der Hohen Tauern, wenn auch naturgemäß an den sie sonst zeichnenden kleinen Erosionsrelikten, die oft nur aus einzelnen oder wenig Schichtgliedern bestehen, ebenso erschöpfende Serienvergleiche nicht angestellt werden können.

Außer dieser Zone ist die volle gleiche Serie nicht wiederzufinden; bestenfalls finden sich die typischen Glieder vereinzelt und vermengt mit Fremdem: Turrach—Innerkrems: Quarzphyllit mit Bänderkalk und Eisendolomit, aber kein Radstädter Quarzit; Dolomit und fossilführender Rhät, aber weder Lias noch Schwarzeckbreccie; während der weiße Peitlerdolomit von Innerkrems bei Radstadt ohne Vergleich ist. Matreierzug: Serizitschiefer und Quarzit, Rauhwacke, Dolomit und Breccien, aber die eigentliche Quarzphyllitserie (mit Eisendolomit) und das Rhät fehlen, dagegen stellen die Glanzschiefer ein fremdes Element dar, sind eher mit gewissen Eisenhutschiefern zu vergleichen. In den kleinen Schollen durchs Villgrattergebirge sind die Parallelen wohl nur spärlich.

Im Westen an der Brennerlinie allgemein starker Fazieswechsel: Quarzphyllit und Radstädter Quarzit verschwinden ganz (Trias unmittelbar auf Altkristallin), oder sind durch „Stubaier Verrucano“ dürftig vertreten (Geologische Rundschau XX, S. 348). Trias mächtiger, bessergegliedert, aber ganz anders: Halobienschiefer, Carditaoolith, echte Sandsteine, was alles im Tarntaler Gebirge fehlt; umgekehrt weder schwarzes Rhät — mag es der Glimmerkalk und Phyllit vertreten oder nicht, noch die Crinoidenkalke der Tarntaler kommen drüben vor, dafür aber roter Adnetherkalk, grauer Kalk mit Hornstein, weißer Riffkalk (Tirolische Kalkalpenfazies, die die Lücke zur gleichen Fazieszone in der Lombardei überbrückt).

Für Vergleich mit Bünden spricht das, was Spitz vorgebracht hatte, mit Rücksicht auf die hier ermittelten Korrekturen, eigentlich nicht sehr. Hervorzuheben, daß der Bündnergeologe Spitz die Radstädterserie *kat' exochen*, den Quarzit, nicht zu kennen scheint (S. 175). Weiter darauf einzugehen, würde uns zu weit führen.