

DAS KARBON-GEBIET DER STANGALPE

ROBERT SCHWINNER — GRAZ.

INHALTS-VERZEICHNIS.

Vorwort	2
Einleitung: der vorkarbonische Unterbau, Stockwerk A und B	3
Das Hangend-Stockwerk: das Karbon und seine Gesteine.	
a. Die Konglomerate und Sandsteine des Karbon	9
b. Die Kohlenschiefer und der Anthrazit	20
c. Die roten Werchzirm-Schichten	23
Jüngere Aufschüttungen	26
Der Gebirgsbau	
a. Der innere Bau des Altkrystallin	30
b. Innentektonik des Phyllitstockwerkes	35
c. Innentektonik des Karbonstockwerkes	41
d. Die Turracher Rand-Überschiebung	43
e. Die Rand-Überschiebung Innerkrems-Kleinkirchheim	47
f. Die meridionale Querstörung Turrach-Turrachersee	55
g. Die Schar der meridionalen Querstörungen	59
h. Zu den neueren „Synthesen“ des Alpenbaues	68
Schriften-Verzeichnis	80

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN IM TEXT.

- Abb. 1: Geologische Karten-Skizze des Steyerisch-Kärnthnerischen Nockgebirges zwischen Mur und Drau, Katschberg und Fladnitz.
Abb. 2: Faltenschema des Phyllitstockwerkes.
Abb. 3: Lagerung des Karbon.
Abb. 4: Der Grat der Brunnachhöhe, NW von St. Oswald.
Abb. 5: Das Südende des Turracher See's.
Abb. 6: Die Schar der meridionalen Querstörungen.

VORWORT.

Im folgenden wird nur ein Teil meiner Arbeiten vorgelegt, welche sich auf das Karbongebiet der Stangalpe beziehen, und das leider mit grosser Verspätung. Die Begehungen habe ich nämlich in den Sommern 1929 und 1930 durchgeführt — nachdem ich von 1920 ab Turrach bereits viermal besucht hatte — und die Ausarbeitung wurde mit Anfang 1931 abgeschlossen. Trotz der langen Zwischenzeit ist im Text (die Karte wurde damals schon gedruckt) nichts wesentliches geändert worden, besonders nicht in dem, was sich auf die Beobachtungen bezieht. Jener Teil der ursprünglichen Monographie, der die Beschreibung der älteren Gesteine enthält, konnte im Rahmen der vorliegenden Veröffentlichung nicht Raum finden. Es soll angestrebt werden, diesen Teil möglichst bald andernorts zur Veröffentlichung zu bringen. An jenen Stellen, wo die Ergebnisse dieser Untersuchungen angeführt und verwertet werden, muss man sich eben mit dem Hinweis auf diese geplante Veröffentlichung, und mit den kurzen vorläufigen Mitteilungen (S. Schriftenverzeichnis) begnügen und gedulden.

Für die Förderung der Aufnahmearbeiten sei der Fürstlich Schwarzenberg'schen Forstverwaltung, Herrn Forstdirektor EHRlich — Murau und Herrn Oberforstverwalter LENZ — Turrach der verbindlichste Dank ausgesprochen, ebenso auch Herrn Schuldirektor PFEFFER — Turrach. Herrn Dr. THURNER — Graz verdanke ich wertvolle Mitteilungen aus seinem Aufnahmegebiete. Herrn Professor ANGEL — Graz danke ich für die freundliche Unterstützung bei den petrographischen Arbeiten.

EINLEITUNG:

Der vor-karbonische Unterbau, Stockwerk A und B.

Das Gebirge um Turrach gliedert sich klar in drei Stockwerke, verschieden im Gesteinsbestand und geschieden im Bau. Das basale Stockwerk A besteht grösstenteils aus „Altkrystallin“, und zwar aus dessen obersten Teilen, Serie II, nach der von mir gegebenen Gliederung¹⁾. Die Hauptmasse sind helle Glimmerschiefer²⁾ mit Granat (auch gelegentlich Staurolith, Disthen), und in ihrem Hangenden, dem Friedröf-Horizont, Gesteine, die zwischen Paragneisen, Glimmerquarzit und fast reinem Quarzit variieren. Letztere sind manchmal für Radstätter Quarzite gehalten worden; solche konnten aber nirgends bestätigt werden: jedes genauer geprüfte Quarzitvorkommen erwies sich als dem Grundgebirg zugehörig, durch Wechsellagerung mit grob-glimmerigen Gesteinen, Gehalt an kleinen Granaten, kleine Biotitporphyroblasten in s. u. s. w. In die oberen Teile dieses Grundgebirges sind Linsen und auch weithinstreichende Lager von Orthogneisen (Mikroklin-, Augen-, Flaser-Gneise) eingeschichtet.

Dieses algomatisch gefaltete und metamorphosierte Grundgebirge dürfte ursprünglich von der Serie des Gurktaler Phyllites, die heute Stockwerk B bildet, normal überdeckt gewesen sein. Beleg dessen die ungefähr konkordante Folge beider im Südosten, am Ossiacher See. Aber auf einem grossen Teil der Fläche, im Norden und Westen, ist der Phyllit bald wieder abgetragen worden und jüngere Ablagerungen liegen unkonform und geringmächtig auf der Grundgebirgsschwelle; so an einer Stelle Ober-Karbon-Konglomerat: „In der Scharten“ NW von

¹⁾ SCHWINNER R. Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser (Kärnten). Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, 136, Bd. 1927, S. 359 ff.

²⁾ Die dunklen kohlenstoffreichen Granatglimmerschiefer, die wohl als besondere Untergruppe von den hellen abzutrennen sind, finden sich erst in grösserer Entfernung, gegen Radenthein-Feld am See — wo auch ein Graphitabbau — und auf der Nordseite im unteren Teil des Turrachergrabens, Grabenwirth-Predlitz. Auch Brettstein-Marmore u. s. w. finden sich erst in ziemlicher Entfernung von Turrach.

Klein-Kirchheim (S. 13). Sonst sind am Nord- und West-Rande der Schubmasse des Stockwerkes B in der Fuge zwischen dieser und dem Grundgebirge Kalke und Dolomite eingeschaltet, das ursprünglich Hangende des basalen Krystallin, überfahren und in Schuppen gelegt. Einem tektonischen Vorurteile zuliebe ziehen manche alle diese Vorkommen zusammen. Die Beobachtung im Feld und an den Proben lehrt, dass zwischen West- und Nordflügel dieses sog. Liegendkalkzuges des Stangalpenkarbons wesentliche Unterschiede bestehen. Schon PETERS hatte für den Westflügel Wöllaner Nock — Klein-Kirchheim — Innerkrems Ähnlichkeit mit Trias hervorgehoben, was dann durch den Fossilfund von HOLDHAUS bestätigt worden ist. Für den Nordflügel Innerkrems-Turrach-Fladnitz kann gleiches nicht behauptet werden; die „Bänder-Serie“ (THURNER) desselben hat Ähnlichkeit mit den Murauer Kalken — die mit fossilführendem Silur zu einer Serie verbunden sind — und die Eisenerzlagerstätten, welche in der Bänderserie des Turracher Zuges beinahe Schritt für Schritt zu finden sind, kommen nie in den Kalken und Dolomiten des Klein-Kirchheimer Flügels vor. Auch hat THURNER gezeigt, dass diese beiden verschiedenen Kalkzüge am Winkel in Innerkrems nicht ineinander übergehen, sondern dass dort die Trias etc. des Westflügels über die Bänderkalke des Turracher Zuges überschoben ist. Der Klein-Kirchheimer Flügel besteht aus Kalken (darunter fossilführendes Rhät) und Dolomit (auch von einigermaßen triadischem Habitus) und Schieferschichten dazwischen. Das Mikroskop zeigt, dass letztere Mylonite (Tektonite) sind. In Innerkrems stammen alle untersuchten Proben von Altkrystallin des Stockwerkes A ab, bei Klein-Kirchheim von feldspatführendem Phyllit, wie er typisch sich in Stockwerk B findet. Es handelt sich also nicht um eine geschlossene Trias-Schichtfolge — was schon wegen der Verschiedenheit der Tracht (nicht metamorphe Mergel des Rhät neben Schiefer der 1. Tiefenstufe oder gar Diaphthoriten der 2. Tiefenstufe) nicht denkbar ist — sondern um eine tektonische Folge verschiedener Schuppen.

Stockwerk B besteht in der Hauptmasse aus *Gurktaler* Phyllit und Eisenhutschiefer, beides tonig-sandiger Absatz, verschieden in der Stärke der Umwandlung, ersterer ein vollkrystalliner Schiefer der 1. Tiefenstufe, letzterer aber

nur ein „Glattschiefer“ nach A. BORN's Klassifikation³⁾. Ein weiterer Unterschied beider Schichtgruppen liegt darin, dass die Serie des Gurktaler Phyllites ihrem Bestande nach sehr eiförmig ist. Das auffälligste ist noch, dass gewisse Striche stark verquarzt erscheinen (Bedeutung für die Geröllgesellschaft des Oberkarbon s. S. 17). Vielleicht liegen auch einzelne der Grünschiefer in dieser Serie. Die Eisenhutschiefer sind schon selber bunter, neben grau oder schwärzlich auch braunviolett und grünlich⁴⁾. Auch von den Grünschiefern im engern Sinn, als metamorphe Abkömmlinge von Diabas dürfte der grössere Teil hierher gehören. Unter diesen finden sich an einzelnen Stellen fast gar nicht umgewandelte Diabase, wie das übrigens auch von Murau bekannt ist. Sehr eigenartig sind auch feldspatführende Gesteine, von denen gewisse vielleicht als Porphyroid bezeichnet werden können⁵⁾. Am Rinsennock ist auch ein Tonalitporphyr in die Schiefer eingeschichtet (von der Rieserferner-Sippe). Einen randlich verschieferten Durchbruch desselben Gesteines fand ich auch bei Neu-Albeck (unter Sirnitz, an der Gurk), und die verwitterten Eruptivgesteine, welche BECK von der Haidener Höhe angibt, sollte man daraufhin ansehen. Dass diese Durchbruchsgesteine von Quecksilber begleitet werden, spricht auch für ihre Zugehörigkeit zum Kärnthnerischen Rieserfernergefolge. Die Karbonatischen Ablagerungen sind in diesen Schiefererien einzig

³⁾ Dieser sonst klare und augenfällige Unterschied verwischt sich mit gemeinsamer Durchbewegung, wie man in der Gegend um den Turracher See beobachten kann. Verfolgt man die aussen gut unterscheidbaren Gesteinsstriche in die Faltenumbiegungen hinein, so sind die Gesteine dort im Handstück nicht mehr zu unterscheiden. Die gegenseitige Abgrenzung dieser beiden Schichtgruppen ist daher schwierig und ihre Eintragung auf der Karte mit einiger Unsicherheit behaftet. Aber weil diese beiden Serien wirklich verschieden sind, muss man sie jedenfalls auch in der Karte zu trennen versuchen, auch dort wo das schwer geht, für das Verlegenheitsargument „nicht zu trennen“ habe ich nie viel übrig gehabt.

⁴⁾ Diese lichten grünlichen Eisenhutschiefer entsprechen im Gestein solchen, die STINY (Spezialkartenblatt Leoben und Bruck a.d. Mur) als „Grünschiefer, chloritarm und mit Phylliten eng verknüpft“ ausgeschieden hat.

⁵⁾ Im Anfang der Aufnahmearbeit war mir die Wichtigkeit dieser Fragestellung noch nicht gegenwärtig, ich notierte die betreffenden Bänke einfach als „Phyllitquarzit“. Nachher fehlte das Material, dieses Problem anzugehen, das auf breiterer Grundlage behandelt werden sollte. Erst in den Schliffen ergab sich, dass auch manche gewöhnlich aussehende Phyllite Feldspat führen, kleine, gesprossene, klare Albite. Im Felde wären diese schwer auszusondern, sie sind wohl auch keine Porphyroide. Unter den feldspatführenden Gesteinen der Phyllitserien ist auch manches Klastisches. So fanden sich auch bei Turrach die „feinschichtigen Arkoseschiefer“, welche THURNER in Murau von der Basis seiner „Metadiabas-Serie“ angibt.

Klein-Kirchheim (S. 13). Sonst sind am Nord- und West-Rande der Schubmasse des Stockwerkes B in der Fuge zwischen dieser und dem Grundgebirge Kalke und Dolomite eingeschaltet, das ursprünglich Hangende des basalen Krystallin, überfahren und in Schuppen gelegt. Einem tektonischen Vorurteile zuliebe ziehen manche alle diese Vorkommen zusammen. Die Beobachtung im Feld und an den Proben lehrt, dass zwischen West- und Nordflügel dieses sog. Liegendkalkzuges des Stangalpenkarbons wesentliche Unterschiede bestehen. Schon PETERS hatte für den Westflügel Wöllaner Nock — Klein-Kirchheim — Innerkrems Ähnlichkeit mit Trias hervor-gehoben, was dann durch den Fossilfund von HOLDHAUS bestätigt worden ist. Für den Nordflügel Innerkrems-Turrach-Fladnitz kann gleiches nicht behauptet werden; die „Bänder-Serie“ (THURNER) desselben hat Ähnlichkeit mit den Murauer Kalken — die mit fossilführendem Silur zu einer Serie verbunden sind — und die Eisenerzlagerstätten, welche in der Bänderserie des Turracher Zuges beinahe Schritt für Schritt zu finden sind, kommen nie in den Kalken und Dolomiten des Klein-Kirchheimer Flügels vor. Auch hat THURNER gezeigt, dass diese beiden verschiedenen Kalkzüge am Winkel in Innerkrems nicht ineinander übergehen, sondern dass dort die Trias etc. des Westflügels über die Bänderkalke des Turracher Zuges überschoben ist. Der Klein-Kirchheimer Flügel besteht aus Kalken (darunter fossilführendes Rhät) und Dolomit (auch von einigermaßen triadischem Habitus) und Schieferschichten dazwischen. Das Mikroskop zeigt, dass letztere Mylonite (Tektonite) sind. In Innerkrems stammen alle untersuchten Proben von Altkrystallin des Stockwerkes A ab, bei Klein-Kirchheim von feldspatführendem Phyllit, wie er typisch sich in Stockwerk B findet. Es handelt sich also nicht um eine geschlossene Trias-Schichtfolge — was schon wegen der Verschiedenheit der Tracht (nicht metamorphe Mergel des Rhät neben Schiefer der 1. Tiefenstufe oder gar Diaphthoriten der 2. Tiefenstufe) nicht denkbar ist — sondern um eine tektonische Folge verschiedener Schuppen.

Stockwerk B besteht in der Hauptmasse aus *Gurktaler* Phyllit und Eisenhutschiefer, beides tonig-sandiger Absatz, verschieden in der Stärke der Umwandlung, ersterer ein vollkrystalliner Schiefer der 1. Tiefenstufe, letzterer aber

nur ein „Glattschiefer“ nach A. BORN's Klassifikation³⁾. Ein weiterer Unterschied beider Schichtgruppen liegt darin, dass die Serie des Gurktaler Phyllites ihrem Bestande nach sehr eiförmig ist. Das auffälligste ist noch, dass gewisse Striche stark verquarzt erscheinen (Bedeutung für die Geröllgesellschaft des Oberkarbon s. S. 17). Vielleicht liegen auch einzelne der Grünschiefer in dieser Serie. Die Eisenhutschiefer sind schon selber bunter, neben grau oder schwärzlich auch braunviolett und grünlich⁴⁾. Auch von den Grünschiefern im engern Sinn, als metamorphe Abkömmlinge von Diabas dürfte der grössere Teil hierher gehören. Unter diesen finden sich an einzelnen Stellen fast gar nicht umgewandelte Diabase, wie das übrigens auch von Murau bekannt ist. Sehr eigenartig sind auch feldspatführende Gesteine, von denen gewisse vielleicht als Porphyroid bezeichnet werden können⁵⁾. Am Rinsennock ist auch ein Tonalitporphyrit in die Schiefer eingeschichtet (von der Rieserferner-Sippe). Einen randlich verschieferten Durchbruch desselben Gesteines fand ich auch bei Neu-Albeck (unter Sirnitz, an der Gurk), und die verwitterten Eruptivgesteine, welche BECK von der Haidener Höhe angibt, sollte man daraufhin ansehen. Dass diese Durchbruchsgesteine von Quecksilber begleitet werden, spricht auch für ihre Zugehörigkeit zum Kärnthnerischen Rieserfernergefolge. Die Karbonatischen Ablagerungen sind in diesen Schieferenserien einzig

³⁾ Dieser sonst klare und augenfällige Unterschied verwischt sich mit gemeinsamer Durchbewegung, wie man in der Gegend um den Turracher See beobachten kann. Verfolgt man die aussen gut unterscheidbaren Gesteinsstriche in die Faltenumbiegungen hinein, so sind die Gesteine dort im Handstück nicht mehr zu unterscheiden. Die gegenseitige Abgrenzung dieser beiden Schichtgruppen ist daher schwierig und ihre Eintragung auf der Karte mit einiger Unsicherheit behaftet. Aber weil diese beiden Serien wirklich verschieden sind, muss man sie jedenfalls auch in der Karte zu trennen versuchen, auch dort wo das schwer geht, für das Verlegenheitsargument „nicht zu trennen“ habe ich nie viel übrig gehabt.

⁴⁾ Diese lichten grünlichen Eisenhutschiefer entsprechen im Gestein solchen, die STINY (Spezialkartenblatt Leoben und Bruck a.d. Mur) als „Grünschiefer, chloritarm und mit Phylliten eng verknüpft“ ausgeschieden hat.

⁵⁾ Im Anfang der Aufnahmearbeit war mir die Wichtigkeit dieser Fragestellung noch nicht gegenwärtig, ich notierte die betreffenden Bänke einfach als „Phyllitquarzit“. Nachher fehlte das Material, dieses Problem anzugehen, das auf breiterer Grundlage behandelt werden sollte. Erst in den Schliffen ergab sich, dass auch manche gewöhnlich ausschende Phyllite Feldspat führen, kleine, gesprossene, klare Albite. Im Felde wären diese schwer auszusondern, sie sind wohl auch keine Porphyroide. Unter den feldspatführenden Gesteinen der Phyllitserien ist auch manches Klastisches. So fanden sich auch bei Turrach die „feinschichtigen Arkoseschiefer“, welche THURNER in Murau von der Basis seiner „Metadiabas-Serie“ angibt.

vertreten durch Linsen und absätzig Lager, die meist aus feinkörnigem Dolomit, selten aus Kalk oder Kalkphyllit bestehen. In dem Dolomit sind durch metasomatische Umwandlung — von den Klüften ausgehend — grobkristalline, Eisenreiche Magnesite metasomatisch gebildet worden, von wirtschaftlicher Bedeutung könnte einzig das Vorkommen am Kamm zwischen Kotalm und Stangalm sein. Seltener kommen ähnliche Spateisensteine vor (Kupferbau).

Die alten Geologen haben alles überm Grundgebirge unterschiedslos, sozusagen als „*série comprehensive*“, als Karbon angesehen, Stockwerk B und C in ganzer Mächtigkeit, und dazu auch noch den „Liegendkalkzug“. Ich erkannte schon beim ersten Besuch, 1920, dass in Turrach die Serie vollständig wiederholt ist, die wir von der nördlichen Grauwackenzone kennen⁶⁾. Andererseits wusste schon PETERS (Jb. VI, S. 524/5) dass sich im Phyllit gegen das Gurktal „eine Gränze durchaus nicht ermitteln lässt“. Die Linie, welche er, „Karbon“ und „Urthonschiefer“ trennend, von der Fladnitz zum Wöllaner Nock „beiläufig“ ziehen zu müssen glaubte, und die sich daraus ergebende Trapezgestalt der „Karbonscholle“, ist seitdem in Übersichten und Karten allgemein übernommen worden, und hat noch den „modernsten“ Tektonikern zur Grundlage ihrer Spekulationen gedient. Erst VETTERS' Übersichtskarte hat mit diesem Spuk — und hoffentlich endgültig — aufgeräumt.

Neuestens (1935/6) hat HABERFELNER vorgeschlagen⁷⁾, Schichtgruppen, welche unseren Eisenhutschiefern entsprechen, ins Unter-Karbon einzureihen. Er spricht zwar a.a.O. (s. Schriftenverzeichnis) nur von den kleinen Vorkommen bei Althofen, Klein-St. Paul, St. Johann a. Brückl., Meiselding u.s.w., aber gemeint ist damit jene Serie von Thonschiefer- und Diabasabkömmlingen, welche unter den jüngeren Ablagerungen offenbar das ganze Mittelkärnthnerische Becken ausfüllt. Ebenso können die Äusserungen desselben Autors über Eisenerz und die dazugehörige Karte nicht anders verstanden werden, als dass er die gesamten „Feinschichtigen Grauwackenschiefer“ des Palten-Liesingtales ins Unterkarbon stellen will. Grundlage

⁶⁾ Mitgeteilt in HERITSCH, Geologie von Steiermark 1921, S. 144.
⁷⁾ HABERFELNER E. Die Geologie des Eisenerzer Reichenstein und des Polster. Mitteil. d. Abt. f. Bergbau, Geol. Paläont. d. Landesmuseum Joanneum, Graz 1935, S. 14-19.

dieser Altersdeutung wäre beidemale der Vergleich mit den Hochwipfelschichten der Karnischen Alpen. Fossilien kommen für diesen Vergleich nicht in Betracht; denn die Funde solcher in den Hochwipfelschichten sind spärlich und problematisch, und aus den anderen Schichten liegen solche überhaupt nicht vor, die Gleichstellung erfolgt nach Gestein und Serie. Da müsste man aber auch alle anderen Schichtgruppen heranziehen, welche wegen ihrer Ähnlichkeit nach altem Gebrauche als „pa“, ausgeschieden werden: neben den Eisenhutschiefern und den „feinschichtigen Grauwackenschiefern“ des Liesing-Paltentales (HAMMER) die Wildschönauer Schichten (CARHREIN) in den Kitzbühler Alpen, die „Metadiabas-Serie“ THURNER'S⁸⁾ von Murau, die Tonschiefer und Diabase Mittelkärntens und schliesslich die Plengeserie der Karnischen Hauptkette. Es wäre die Hälfte oder mehr vom ganzen Grauwackengebiet der Ostalpen, die derart ins Unterkarbon gestellt werden müsste, d.h. über das fossilführende Paläozoikum, als dessen Unterlage man diese Schichten bisher angesehen hatte. Es werden wenige einer solchen Umwälzung zustimmen⁹⁾, einzig auf Grund einiger exzentrisch gelegener kleiner Vorkommen von unsicherer Deutung. Für alle die genannten Schichtgruppen und -serien sind einige Merkmale bezeichnend — wenn das

⁸⁾ Namenswahl unglücklich: nicht alles in der Serie ist Metadiabas und nicht jeder Metadiabas gehört zu dieser Serie. Wenn kein Missverständnis herauskommen soll, muss man jedesmal Autor oder Gegend mitnennen, was sehr schwerfällig ist. Ein einfacher Lokalname (z.B. Frauenalpschichten) ist in solchen Fällen praktischer.

⁹⁾ Die Zustimmung THURNER'S (betreffend Murau, Anz. 1933, S. 6 d. Sep.) beruht auf mehreren Missverständnissen. HABERFELNER hatte immer nur von Unter-Karbon gesprochen. THURNER zieht das Konglomerat der Paal heran, das schwerlich für anderes angesehen werden kann als für Ober-Karbon. Dass solches Oberkarbonkonglomerat das heteropische Äquivalent einer der genannten Tonschiefererien sein könnte, ist nach den klaren Verhältnissen bei Turrach vollkommen sicher auszuschliessen. Und dass solcher Fazieswechsel auf ganz kurzer Strecke, über die Breite des Lorenzergrabens hinüber stattfinden könnte (THURNER ibid. S. 5) war von vornherein nicht wahrscheinlich. Das ist nochmals zu überprüfen! Die Skizze in Sitzungsbericht 1935 (S. 212) zeigt, dass THURNER'S Aufnahme gerade im entscheidenden Punkt nicht genügend weit vorgeschritten ist. Nach der Manuskriptkarte von GEYER ist eine tektonische Störung auf der Linie Kaindorf-Metnitz zu erwarten, vermutlich eine der noch zu besprechenden submeridionalen, Ost-West gerichteten Aufschiebungen (vgl. S. 59). Diese geht vielleicht noch weiter nach Süden durch; denn was die Manuskriptkarte Blatt Gurktal (PETERS) südlich von Metnitz bis zum Kamm von Kuster-Ladinigriegel hinauf als eine Menge von Marmor- und Eisensteinlagern in Glimmerschiefern zeichnet, hat mir bei der Begehung eher den Eindruck einer geschlossenen Scholle Paläozoikum gemacht (Vgl. auch die Karte von B. GRANIGG in Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. V, 1912).

Vorkommen nur gross genug zur Entfaltung ist. Bei kleinen Fleckchen, wie dem SW. von Paternion, dem im mittleren Gurktal u.s.w. kann man natürlich nicht alle Spielarten von Gesteinen verlangen.

Die meist ebenflächigen ganz feinsandigen Tonschiefer sind in grossem Teil allerdings grau, licht oder auch schwärzlich — wie solche in vielen anderen Formationen sich finden, so auch in den Hochwipfelschichten — daneben kommen aber auch bunte vor, braunviolette und hellgrüne, helle feldspatführende Gesteine, unter welchen auch Porphyroide zu vermuten sind, und reichlich Diabasabkömmlinge¹⁰⁾. Alle diese bezeichnenden Gesteine fehlen den Hochwipfelschichten. Im besonderen kann man nach den neuen Beobachtungen sagen, entgegen den älteren Ansichten, dass das Vorkommen von basischen Laven in sicherem Karbon der Ostalpen nicht festgestellt ist. Das entscheidet. Die genannten Schichtgruppen können daher nicht ins Karbon gestellt werden, ihr Äquivalent in den Karbonischen Alpen sind nicht die Hochwipfelschichten, sondern die Plengserie, die mit jenen in allen Einzelheiten des Stoffbestandes und auch der Tracht übereinstimmt. Diese ist aber älter als das durch Fossilien nachgewiesene Caradoc, eine Altersbestimmung, welche in allen den vorgenannten Fällen ohne Schwierigkeit angenommen werden kann. Es ist vielleicht nicht unangebracht, hier einzuschalten, dass im Fichtelgebirge ganz ähnliche Gesteins-Serien vorkommen, die unseren Eisenhutschiefern und ihren Äquivalenten in Gestein und Serie überraschend gleichen; ebenflächige dünnsschichtige feinsandige Tonschiefer, manchmal auch mit ganz feinen Glimmerschüppchen, grau, gelb, rötlich, braunviolett, grünlich, auch grüngraue Quarzite, verbunden wieder mit Diabas und Keratophyr. Das Alter dieser Gesteine ist dort als Kambrium-Silur angegeben, das würde auch auf die alpinen Äquivalente passen. Diese Ähnlichkeit ist kein Zufall. Es gibt auch sonst Gründe, von der nordalpinen Grauwackenzone durch Bayern nordwärts geosynklinale Verbindung zu suchen.

Dagegen fehlen den Eisenhutschiefern (und ihren Äqui-

¹⁰⁾ Diese vulkanischen Gesteine variieren stark nach Häufigkeit und Mächtigkeit — wie das in ihrer Natur liegt. Unmittelbar um Turrach kommen Diabasgrünschiefer nur als einzelne Lager vor. Aber nicht weit vom Turracher See trifft man am Hohen Käser eine Anhäufung von Grüngesteinen, die für sich allein eine ganze Bergflanke einnimmt, also der „Metadiabasserie“ von Murau nicht nachsteht.

valenten) hinwiederum gerade die Gesteine, welche für die Hochwipfelschichten besonders bezeichnend sind: so die Lydit-Konglomerate und -Breccien, die polygenen Konglomerate, „unter deren Geröllen auch grüne Gesteine erscheinen, wie sie in der Plengserie zuhaus sind“¹¹⁾, die Grauwacken und groben Sandsteine¹²⁾. Überhaupt sind die Hochwipfelschichten eine Serie von flyschartigem Charakter, unruhig, schnell sedimentiert, mit viel grobklastischem, schnell wechselnd in horizontaler und vertikaler Richtung. Die Eisenhutschiefer (und Äquivalente) sind gekennzeichnet durch grosse Feinheit und Gleichmässigkeit über weite Strecken, also durch längere Durcharbeitung und Sortierung des Materiales im Wasser.

Fasst man alles zusammen, so spricht die grosse Mehrzahl der Gründe dagegen, die Eisenhutschiefer (und ihre Äquivalente) zum Unter-Karbon zu stellen, sehr wenige dafür. Besser bleibt man dabei, in ihnen den untersten Teil des alpinen Paläozoikums zu sehen, bis neue Beobachtungen eine genauere Einreihung ermöglichen werden.

DAS HANGEND-STOCKWERK: DAS KARBON.

Dieses Stockwerk besteht fast ausschliesslich aus Gesteinen einer einzigen Formation, des Karbon; unter diesen überwiegen wieder die klastischen Ablagerungen weitaus an Verbreitung und Mächtigkeit, von diesen abermals die groben, grauen Konglomerate, neben denen die feineren Sandsteine eine geringere Rolle spielen, während die schwärzlichen, thonigen und sandigen Schiefer, welche die Pflanzenlager und die Kohlen beherbergen, nur spärliche Einlagerungen in diesem Grottschutt-komplex vorstellen. Vielleicht nicht zum Karbon gehörig (vermutlich eher Perm) sind nur die roten Werchzirmschichten: sandige Schiefer, Sandstein und Konglomerate, die als Hangendstes überhaupt nur in geringer Verbreitung erhalten geblieben sind.

¹¹⁾ HERITSCH F. Die Karnischen Alpen, Graz, 1936, S. 76.

¹²⁾ Bei Turrach finden sich stellenweise inmitten der Eisenhutschiefer verschieferte Quarzkonglomerate und -Sandsteine. Wenn ich diese von den Eisenhutschiefern trenne, und als eingefaltetes Oberkarbon betrachte, ist das nicht ein Zirkel, oder unbegründetes Vorurteil. Einerseits ist die betreffende Dislokation auch sonst nachgewiesen (S. 55), und das Gestein ist ähnlich gequetschtem sicherem Oberkarbon (S. 13), nicht aber den Geröll-führenden Schiefern der Hochwipfelschichten.

A. DIE KONGLOMERATE UND SANDSTEINE DES KARBON.

Die stratigraphische Zusammengehörigkeit der gröber und feiner klastischen Ablagerungen des Karbon wird bezeugt durch Übergänge sowohl im Streichen, als auch durch Wechsellagerung, die Einheitlichkeit der Bildungsbedingungen ist gekennzeichnet durch die einheitliche mattgraue Farbe (wie sie übrigens auch ausserhalb unseres Bereiches weithin für die terrestrischen Gesteinsbildungen des Karbon bezeichnend ist) und durch die — im mikroskopischen Bild feststellbare — Verwitterung der Feldspäte.

Die Hauptmasse ist ein Konglomerat mit Geröllen, die meist nicht besonders gross sind, etwa Haselnuss bis Walnuss; grössere bis zu Kopf- und Kürbisgrösse, sind selten, und wenn sie vorkommen, vereinzelt. Kleinerwerden und Verschwinden der Gerölle leitet über zum Sandstein. Die Gerölle sind meistens gut gerundet, auch die grössten (nur der leicht zerstörbare Phyllit erschien in unregelmässigen Bröckelchen); eiförmig, oft auch länglich bis walzenförmig (Länge zu Breite manchmal wie 4 : 1, sogar 5 : 1), seltener abgeflacht. Diese Formen sind, auch in den extremeren Fällen, ursprünglich, haben mit Auswalzung oder sonstiger tektonischer Beanspruchung nichts zu tun¹³⁾. Zerbrochene Gerölle kommen zwar nicht selten vor, meistens sieht dies aber wie Beschädigung durch Transport oder bei der Ablagerung aus; in anderen Fällen mag Druck bei Diagenese und Gebirgsbildung die Ursache sein. Gerade dass diese offenbar durch Zerbrechen reagiert haben, belegt, dass die länglichen Formen anderer Gerölle im selben Gestein nicht durch mechanische Beanspruchung und Deformation im fertigen Gestein entstanden sind.

Die Gerölle liegen manchmal in geschlossener Schotterpackung, viel häufiger aber sind die locker in die Grundmasse eingestreut, unregelmässig und ohne sich gegenseitig zu berühren (deswegen sind Gerölle mit Eindrücken nicht häufig, sie kommen aber vor). Manchmal ist eine gewisse Horizontalanordnung in Geröllschichten zu beobachten, oft auch nicht einmal das. Die grobe Bankung der Konglomerate ist mit der

¹³⁾ Dieses Beispiel zeigt, dass es nicht berechtigt war (SCHMIDT W. Jahrb. 1921, S. 108), das Rannachkonglomerat wegen der „im Längsbruch unangenehm langstengeligen Form..... seiner angeblichen Quarzrollstücke“ in seiner Konglomeratnatur anzuzweifeln.

Lagerung der Geröllschichten nicht deutlich verknüpft, sie ist überhaupt nicht sehr deutlich, und meist nur mit grosser Ungenauigkeit auszumessen. Bänke, die viel oder grosse Gerölle führen, wechseln oft mit solchen, die wenig, kleine, oder gar keine makroskopisch merkbaren Gerölle führen, und ebendieser Übergang findet sich auch im Streichen in ein und derselben Bank.

U.d.M. Gerölle I. Ordnung: nur zum Teil einheitliche Quarze, häufiger solche aus grobem, verzahnten Gefüge oft stark undulöser Quarze, in welchem gelegentlich eingesprengt sind Meroxenfetzen (= Priedröfquarzit) oder Feldspatkörnchen (= Granitaplit). Die Füllmasse zwischen diesen Geröllen I. Ord. besteht wieder aus Komponenten zweier Grössenklassen: eckige Fragmente, meist einheitliche Quarze, aber auch ebenfalls aus verzahnten Quarzgefügen (0,1 bis 0,5 mm); dann, spärlich vertreten, ebensolche Fragmente aus Feldspat, die stets getrübt, oft ganz verwittert und umgewandelt sind; Scheitermuskovit 0,05 bis 0,1 × 0,2 bis 0,8 mm; nicht viel seltener und vielleicht durchschnittlich etwas grösser als der Muskovit dunkler Glimmer, der sich meistens als der braunrote Meroxen der Paragneise erweist. Erst die Zwischenräume zwischen diesen Fragmenten II. Grössenordnung, die naturgemäss recht klein sind, werden erfüllt von der eigentlichen Grundmasse aus feinstem kaum auflösbarem Muskovitzerreissel, und kleinsten Körnchen von Quarz und vielleicht auch von verwittertem Feldspat.

Der Karbonsandstein entwickelt sich aus den Konglomeraten durch das Wegbleiben der grossen Gerölle (I. Grössenordnung). Vielleicht ist im Durchschnitt sein Glimmergehalt grösser als jener der gewöhnlichen Konglomeratgrundmasse, auch der Eisengehalt scheint höher zu sein; denn die Sandsteine verwittern oft rostfleckig und rostgebändert, während die Konglomerate vom Grau weg nur immer mehr ausbleichen. Jedenfalls ist, wie schon erwähnt, der Übergang vom Konglomerat zum Sandstein mit allen Zwischengliedern zu belegen. *U.d.M.* zeigt sich der Sandstein völlig ident mit der Grundmasse der Konglomerate: eckige Fragmente von Quarz, ein wenig trüber Feldspat, Glimmerscheiter und dazwischen das feine Zerreibsel, die Zwickel füllend.

Die Hauptmasse der Konglomerate und auch der sonstigen Gesteine des Karbon zeigt keinerlei mechanische

Beanspruchung. Dort wo die Karbonplatte unvermittelt an eine Hauptschubfläche tritt (Steinbachsattel z.B.), ist das Gestein natürlich zerbrochen und zermalmt, aber offensichtlich nur in einer sehr schmalen Zone; auch ist der basale Sandstein, der naturgemäss öfters solcher Beanspruchung ausgesetzt und dabei verschiefert wird, dann vom Phyllit, an den er anstösst, nicht ganz leicht abzutrennen (Kotalmsattel). Die stärkste Durchbewegung an sicherem Karbon ist dort zu beobachten, wo die Konglomeratmasse vom Turrachersee gegen SSO. in einer schmalen Zunge unter den darüber aufgeschobenen Schiefer des Schoberriegel ausspitzt. An dieser Überschiebung, die zu den jüngeren meridionalen Dislokationen gehört (Vgl. S. 55), ist das Karbon zu einem offensichtlich arg mitgenommenen Knetgestein umgewandelt. *U.d.M.* zeigen sich selbst die kleinen Gerölle — Quarz und einige trübe Feldspäte — randlich angegriffen, rau und auf dem einen Rand (nie ganz rundum) von kleinern Körnchen als „Mörtelkranz“ umgeben¹⁴⁾. Die Glimmer sind in *s* ausgezogen und in Strähne geflochten (Schiebung in *s*); die feinschuppige Grundmasse, überhaupt sehr wenig, ist dieselbe wie beim normalen Konglomerat, nicht in *s* eingeschlichtet. Demnach können die Rekristallisationsvorgänge noch nicht sehr allgemein und gründlich gewesen sein, es ist eher eine differentielle Bewegung der grossen Komponenten um ein gewisses, nicht sehr grosses Mass, als eine durch und durch greifende Durchbewegung.

Damit haben wir Vergleichsmaterial für einige Vorkommnisse, die nach ihrer Stellung im tektonischen Verband nicht von vornherein als Karbon sichergestellt sind; von diesen betrachten wir zuerst jene Grauwacken und Sandsteine, welche in Stockwerk B eingefaltet sind.

1.) Konglomeratische Grauwacke, Nesselgraben $\frac{1}{4}$ St. ober Turrach; fest, glimmerig, karbongrau, Quarzgeröllchen bis Erbsengross. *U.d.M.* Gerölle aus verzahntem Quarzgefüge nur z.T. völlig rund, z.T. eckig (zerbrochen?), ohne Mörtelkränze. Dazwischen spitzeckige Quarzfragmente, grosse Glimmer in Strähne ausgezogen, dann kleine Splitterchen und Glimmerschüppchen, die noch zu individualisieren sind; und

¹⁴⁾ Nach der Ansicht SANDER's (Gefügekunde der Gesteine, Wien, 1930, S. 195) wäre in diesem Gefügebild nicht, wie man oft gemeint hat, ein Abbau der alten Korngefüge zu sehen, sondern eine „bereits lebhaftete Rekristallisation“, was wahrscheinlich auch richtig ist.

dann erst die kaum auflösbare Grundmasse der gewöhnlichen Karbonkonglomerate.

2.) Grauwackensandstein; von ebendort; grobe Glimmerschuppen in *s*. *U.d.M.* eckige Splitter von Quarz (selten aus verzahntem Quarzgefüge), auch Feldspäte, mit Einschlüssen, getrübt; alle mit der Längachse parallel gestellt, frei im Gewebe einander kaum berührend; dicke Scheiter Muskovit und etwa halbsoviel Meroxen, parallel gerichtet, ausgezogen und geflochten; dazwischen wieder spärlich die gebräuchliche feinstkörnige Zerreibselgrundmasse der Karbontrümmergesteine.

Eine Identität kann man auf Grund der Gesteinsbeschaffenheit natürlich nie ganz gewiss machen, man kann aber sagen, dass auf Grund des makro- und des mikroskopischen Befundes gegen eine Gleichstellung dieser Gesteine aus Stockwerk B mit Karbon nichts eingewendet werden kann. Insbesondere die Grundmasse aus feinstkörnigem Zerreibsel beweist, dass es sich bei jenen Grauwacken aus Stockwerk B um Trümmergesteine ganz nach Art des Karbons handelt, auch die getrühten Feldspäte sind beiden gemein. Da wäre es ein merkwürdiger Zufall, wenn gerade hier ein zweiter Horizont von Trümmergesteinen vorkommen sollte, im übrigen in allem dem sicheren Karbon gleich. Die Wahrscheinlichkeit einer stratigraphischen Gleichsetzung ist dagegen doch wohl viel grösser. Es wäre noch zu bemerken, dass diese Grauwacken aus Stockwerk B fester und kompakter aussehen, als die korrespondierenden Gesteine des normalen Karbons, und sich vor dem Hammer wohl auch etwas fester beweisen. Doch kann dieser kleine Unterschied durch die Verfestigung bei Verformung unter grösserer Überlagerung wohl zureichend erklärt werden.

Hier ist ferner das Konglomerat zu besprechen, das „In der Schar ten“ NW. von Klein-Kirchheim liegt (Vgl. S. 4 und 14 und 51). Es ist mit dem transgredierte Gneis derart verwachsen, dass ich es zuerst nur für eine Eluvialbildung, eine vergrusste Partie des Liegendgneis halten wollte. Für die Auffassung als echtes Konglomerat — die ja auch PETERS gewonnen hatte — entschied das Mikroskop: es fanden sich richtige gerundete Mikrogerölle aus Quarz, aber auch aus dem schon so oft erwähnten verzahnten Gefüge aus undulösen Quarzen; nicht wenig Feldspäte, meist trüb, doch war an einem Mikroklitterung, an anderen Plagioklaslamellierung noch zu er-

kennen; grobe Muskovitscheiter, und schliesslich wieder kleinste, aber noch unterscheidbare Quarzsplitterchen, und eine Grundmasse aus feinstem Glimmerzerreissel (hier wegen Brauneiseninfiltration noch weniger auflösbar als sonst). Dieses Vorkommen ist demnach mit derselben Wahrscheinlichkeit wie die Grauwacken 1 und 2 als Karbon zu bezeichnen. Vielleicht ist der Gehalt an Feldspäten grösser, als in den normalen Karbongesteinen Durchschnitt ist. Aber hier handelt es sich nach der Lagerung um einen „Bodenschiefer“ — wie man im Nordland sagt — noch dazu auf Orthogneis, und da kann reichlicherer Feldspatgehalt (auch Mikroklin) nicht befremden. Vielleicht sind die Feldspäte auch etwas besser erhalten, als im Turracher Karbon sonst Regel ist. Gross ist der Unterschied wirklich nicht, grösstenteils sind die Feldspäte auch hier getrübt. In diesem Zusammenhang muss jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die fast vollständige Zerstörung der Feldspäte bei Turrach eigentlich nicht als normal gelten kann. Im Karbon des Steinacherjoches, das sonst in allem — Ausbildung, Lagerung, Begleitserien — dem Turracher gleicht, sind die Feldspäte recht gut erhalten¹⁵⁾, wesentlich besser noch als „In der Scharten“! Es scheinen sich die Sedimentationsbedingungen des Karbons gerade in diesem Punkt durchaus nicht einheitlich gestaltet zu haben. Demnach scheint der erwähnte kleine Unterschied wohl unbedenklich; man könnte sich vorstellen, dass es eben in der Gurktalmulde nasser war, und die Feldspäte gründlicher zerstört worden wären, als auf den anschliessenden Geantiklinalen.

Besonders muss hervorgehoben werden, dass das Konglomerat „In der Scharten“ keine irgend merkliche mechanische Durcharbeitung zeigt, obwohl es offenbar an einer grösseren Dislokation liegt, — worauf im tektonischen Teil noch zurückzukommen sein wird (S. 51).

Das Material der Gerölle des Karbonkonglomerates ist zu 99,9%¹⁶⁾ Quarz und zwar wieder ganz überwie-

¹⁵⁾ Wie man es auch sonst ausseralpin vielfach findet. Vgl. SCHWINNER R. Das Palaeozoikum am Brenner. Centralblatt f. Min. Geol. Pal. 1925, Abt. B, S. 244. Ferner SCHWINNER R. Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. Geolog. Rundschau XX, 1929, S. 369.

¹⁶⁾ Wirkliche Häufigkeitsziffern lassen sich nicht gewinnen; denn alles andere als der weisse Quarz erscheint nur sporadisch, in kleinen Schwärmen oder auch ganz vereinzelt. Man müsste daher ganze Gebirgspartien nach Geröllen durchzählen!

gend weisser Quarz, demnächst häufig schwarze Kiesel, die Lydit aus dem Palaeozoikum oder Kohlenstoffquarzit aus dem Krystallin sein können¹⁷⁾, es fand sich auch roter Eisenkiesel. Nächst dem am häufigsten ist grauer Quarzit, oft nach den ihm noch anhaftenden groben Glimmerblättchen ohne weiteres mit Gesteinen des Priedröfhorizontes zu identifizieren. Quarzite ganz ohne Glimmer oder andere Faziesmineralien, sind natürlich schwer zu bestimmen, sie können ebenfalls zum Priedröfhorizont gehören, oder zu den „Phyllitquarziten“ aus Stockwerk B. Von gemengten Gesteinen, die überhaupt sehr selten sind, kommen in erster Linie sehr saure vor; glimmerarme Paragneise, ebenfalls aus der Priedröfserie, und Aplitgneise wie in Innerkrems. Den Augengneis selbst habe ich nicht feststellen können, gewisse Mikroklinrelikte mögen auf ihn zurückzuführen sein. Typischen Pegmatit erinnere ich mich nicht gesehen zu haben, doch wird er von anderer Seite angegeben¹⁸⁾. Ebenso feldspatführender Glimmerschiefer¹⁹⁾; von Phyllit, sicherer Typ des Stockwerkes B, habe ich zwei Bröckelchen²⁰⁾, von Eisenhutschiefern²¹⁾ nichts.

Wenn wir aus dieser Geröllgesellschaft auf die Herkunft der Gerölle schliessen wollen, auf die Zusammensetzung des Abtragungsgebietes, dessen Schutt sie vorstellen, und weiter auf dessen ungefähre Lage in den Alpen, so müssen wir zu vörderst in Berücksichtigung ziehen, dass hier ein typischer Restschotter vorliegt, dessen Auslese das Ergebnis einer längeren, wechselvollen, geologischen Geschichte vorstellt. Für solche haben wir aus jüngeren Formationen sehr gute Beispiele, von denen der sogenannte „Belvedere-Schotter“ von Graz und Umgebung uns am nächsten liegt. Werden Gerölle nur den mechanischen Einwirkungen des Wassertransportes unterworfen, so werden sie nach der Festigkeit (vielleicht soll man eher sagen „Zähigkeit“) ausgelesen, und dabei steht Quarz keineswegs an erster Stelle. (Demgemäss bestehen die Murschotter bei

¹⁷⁾ Die Wichtigkeit dieser Unterscheidung habe ich leider erst bei der Ausarbeitung erkannt. Nach dem vorliegenden Material möchte ich feststellen, dass sicherer Lydit vorkommt und wahrscheinlich nicht selten ist, vielleicht sogar der grössere Teil der schwarzen Kieselgerölle zu diesem gehört.

¹⁸⁾ THURNER, S. 32; HOLDHAUS S. 101.

¹⁹⁾ Freundliche Mitteilung von Herrn Professor ANGEL — Graz.

²⁰⁾ Geschiebe im Nesselbach und anstehend am Brandl.

²¹⁾ HOLDHAUS (S. 101) erwähnt „Thonschiefer“, es ist aber nicht sicher, ob er damit etwas anderes als den Gurktaler Phyllit meint.

Graz etwa zur Hälfte aus Amphibolit u. ähnl.). Wird aber Schotter oberhalb des Grundwasserspiegels der Verwitterung ausgesetzt, so sind die gemengten Gesteine, so fest sie momentan sein mögen, im Nachteil. Einzelne Mineralien werden zerstört, dadurch wird die Verbindung zwischen den andern, die für sich allein den chemischen Angriffen der Atmosphären gewachsen wären, gelockert; und wenn dann ein solcher verwitterter Schotter neuerlich umgelagert wird, so zerbröckeln die derart verrotteten Gesteinsgefüge zu Sand. Übrig bleiben in Geröllform die chemisch gar nicht, und mechanisch nur schwer angreifbaren Quarze und reinen Quarzgesteine, und nur vereinzelt und ausnahmsweise andre, wie sie sich eben als widerstandsfähiger erwiesen haben. (So besteht der Grazer „Belvedereschotter“ ganz überwiegend aus Quarz und Quarzit, daneben spärlich Aplite und Pegmatite, aber keine Gleinalmgneise, Amphibolite u. ähnl., wie sie doch auch im tertiären Einzugsgebiet ebensogut vertreten gewesen sein müssen als in dem der heutigen Schotter, in denen sie eine so grosse Rolle spielen).

Von den Geröllen des Karbonkonglomerates ist eine Gruppe sicher zu identifizieren mit Gesteinen des Altkrystallin, genau in jener Ausbildung, wie sie Nord, West, Süd von Turrach zu finden ist, nämlich die grauen Quarzite des Priedröfhorizontes, und die sauren Massengesteine, Aplitgneise, Pegmatite u.s.w., die ebenfalls jenem höchsten Horizont unseres Altkrystallin eingelagert sind. Wenn Gerölle von Glimmerschiefern fehlen, so kann das seinen Grund darin haben, dass damals die Erosion noch nicht so tief in das Altkrystallin eingeschnitten hätte, wahrscheinlicher ist aber, dass Glimmerschiefer nicht widerstandsfähig genug waren. Es fehlen ja auch Gerölle von Amphiboliten, wie im Grazer „Belvedereschotter“, und von Marmor d.h. von wasserlöslichen Karbonaten. Dagegen können von den Bestandteilen der Grundmasse die vielen und grossen Glimmer auf solche zerstörte Glimmerschiefer zurückgehen; denn der Priedröfhorizont würde davon kaum so viel haben liefern können, besonders wenn man diese in ein Verhältnis setzen will zu den Feldspatrelikten, die wohl jenem (einschliesslich der Orthogneise) zuzuweisen sind. Bedenklich könnte scheinen, dass unter den Grundmassemineralien z.B. der Granat fehlt (oder sehr selten sein muss), der im Krystallin des Stockwerk A, und besonders in den Glimmerschiefern eine grosse

Rolle spielt, und der widerstandsfähig genug wäre, gegen mechanische Abnutzung und gegen Verwitterung. Man muss da aber hinzufügen, dass nicht bloss der Granat, sondern auch die anderen schweren Mineralien fehlen, dass die Karbonkonglomerate gegenüber jedem Krystallin an Eisenerzen und an Eisen überhaupt verarmt erscheinen. Das wäre also eine allgemeinere Erscheinung und würde sich restlos dadurch erklären lassen, dass von den zerstörten krystallinen Gesteinen die schweren Komponenten am Ort der Verwitterung in der Eluvialseife zurückgeblieben sind, während Quarz und Feldspat, weil leichter, Glimmer, weil schwimmfähige Blätter, abtransportiert worden sind.

Serie B ist erwartungsgemäss vertreten; von dem leicht zerstörbaren Phyllit konnte mehr als gelegentlich ein Bröckelchen selbst bei grosser Nähe nicht erwartet werden. Noch weniger von den feinen Eisenhutschiefern²²⁾, und Dolomit, Magnesit, Kalk, Grünschiefer sind nicht besser als Marmor und Amphibolit des Grundgebirges. Dagegen dürfte der graue „Phyllitquarzit“ unter den Geröllen vertreten sein, nur ist er im Feld von dem ebenfalls grauen Priedröfquarzit schwer zu unterscheiden. Hervorzuheben ist, dass der schwarze Lydit, der nicht selten vorkommt, auch aus Stockwerk B stammen kann²³⁾. Insbesondere aber können die ungeheuren Massen der weissen Quarzgerölle, die auch hier aus dem Grundgebirge durchaus nicht zu gewinnen sind²⁴⁾, nirgends anders herkommen als aus den Knollen, Knauern, Adern von konkretionärem Quarz, die in einer ungeheuren Masse von Phyllit enthalten waren²⁵⁾, der ursprünglich wohl über dem Altkrystallin des

²²⁾ Nach HERITSCH H. (Ueber ein Konglomerat aus dem Carbon der Hochwipfelschichten der Karnischen Alpen, Centralb. f. Min. etc. 1930, Abt. B, S. 388 ff.) enthalten Karbonkonglomerate (Hochwipfel-Schichten) in der Karvischen Hauptkette Thonschiefer u.z. — wie ich nach Einsicht der Schliffe, die ich dem Autor danke, feststellen möchte — anscheinend auch aus den Plengeschiefen, dem Äquivalent der Turracher Eisenhutschiefer. Doch muss hervorgehoben werden, dass im Karnischen Karbon die Auslese überhaupt weniger streng als im Turracher war, und viel zerstörbare Fragmente übriggelassen hatte.

²³⁾ THURNER A. Geologie der Stolzalpe bei Murau, 1929, S. 110, Die Lydite gehören sonst zu den ausdauerndsten Geröllen aus dem Paläozoikum und sind auch in anderen Trümmerablagerungen (z.B. Kainachgosau) über Gebühr angereichert zu finden; an Stellen, wohin sie nur mit langem Transport haben hinkommen können.

²⁴⁾ Ich verweise hier, wie schon Geolog. Rundschau XX, S. 221, wieder auf OHNESORGE, dessen bezügliche Angabe ich aus meiner Kenntnis des ostalpinen Krystallin nur bestätigen kann.

²⁵⁾ Ich erinnere an BECK's Angabe über Häufigkeit der Milchquarze im Gurktaler Phyllit, die auch PETRASCHKE schon angemerkt hatte. Verh. 1928.

Murgebietes gelegen hatte (vergl. S. 3). Vergegenwärtigt man sich die Fläche, deren Denudation von der ganzen auch dort sicher nicht unbeträchtlichen Mächtigkeit des Phyllites in Frage kommt, so erkennt man, dass die Ansprüche, die man an den Gehalt des aufbereiteten Phyllites an Quarzknuern und -lagen stellen muss, keineswegs über das hinausgehen, was man sonst im Phyllitgebiet beobachtet.

Wegen der Geröllgesellschaft des Karbons von Turrach und ihrer Deutung muss ich mich noch mit dem auseinandersetzen, was HOLDHAUS (S. 101) darüber geäußert hat. Ich stelle fest, dass in den tatsächlichen Befunden wenig Differenzen bestehen²⁶⁾. HOLDHAUS gibt an: 1. Quarz, wozu er auch die schwärzlichen d.h. die Lydite rechnet; 2. Quarzit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, das ist z.T. Serie B; z.T. u.z. zu einem grösseren Teil vermutlich, als HOLDHAUS meinte, auch Krystallin der Serie A; 3. „Granitgneiss“, Quarz, Muskovit, saurer Plagioklas, grobkörnig. . . vermutlich Pegmatit. Das ist alles anderweit bestätigt, und kein Grund zu streiten; aber das kann ich einzig nicht einsehen, warum HOLDHAUS aus diesem Befund durchaus auf „Herkunft der Karbonkonglomerate aus einem fremden Gebirge“ schliessen will! Wir haben eben aufgezählt, was identifiziert werden kann: es sind Gesteine aus Stockwerk A. Quarzit, Aplit- und Pegmatitgneise, auch Mineralzerreibsel: die beiden Glimmer, Mikroklin; aus Stockwerk B den Phyllit, Phyllitquarzit, Lydit und den Gangquarz. Das ist — meine ich — gerade genug für einen so ausgesprochenen Restschotter! Die Gesteine, deren Fehlen HOLDHAUS bemängelt: „Granatglimmerschiefer, Granatamphibolit, Katschbergschiefer, Marmor, typischer Bundschuhgranit,“ können in einen durch Verwitterung ausgelesenen Restschotter gar nicht hineinkommen. Andererseits, ein Gebirge, wie es sich HOLDHAUS vorzustellen scheint, nur aus Quarz und Quarzit, gibt es in den ganzen Ostalpen sicher überhaupt nicht. So anerkennenswert die mitgeteilten Beobachtungen sind, die Deutung derselben kann nur als Missverständnis bezeichnet werden, wie man es jemandem,

²⁶⁾ Von der letzten bezüglichen Äusserung HOLDHAUS' (1932) gilt dies leider nicht mehr. Wenn H. dort sagt: „Hingegen zeigen viele in den Karbonischen Konglomeraten enthaltene Gerölle weitgehende Ähnlichkeit mit verschiedenen Gesteinen der Karnischen Alpen“, so kann das nur durch ein Zusammenwerfen des Oberkarbon mit den Werchzirmschichten erklärt, aber nicht gerechtfertigt werden (Vgl. S. 25).

der der Geologie ferner steht, nicht allzuschwer anrechnen darf.

Alles in allem: das Turracher Karbonkonglomerat nimmt unter den Geröllablagerungen der Alpen immerhin noch eine sehr ehrenvolle Sonderstellung ein: nur bei wenigen derselben ist über die Herkunft ihrer Gerölle ebensoviel bekannt, bei den meisten steht es damit viel schlechter. Natürlich, wenn man ganz genau sein will, eine absolute Sicherheit kann man auf dem Weg der Gesteinsvergleiche bei Geröllen ebensowenig gewinnen, als bei Schichtkomplexen (Vgl. S. 13). Doch sind die Parallelen, die wir festgestellt haben, recht zahlreich, und das Ergebnis gewinnt an Wahrscheinlichkeit sehr viel durch den Umstand, dass es so gar nichts besonderes postuliert. Es ist sicher das einfachste und plausibelste, wenn man sich damit beruhigt, dass die Gerölle unseres Karbons „nicht weit her sind“, nachdem alle Vergleiche eben auf die Serien des oberen Murgebietes stimmen; dort ist ein entsprechendes Abtragungsgebiet festzustellen, und der Transportweg von dort zur Ablagerung kurz und naturgegeben, von den Geantiklinalschwelen um die obere Mur hinab in die nächstanliegende Geosynklinalmulde, die des Gurktales.

Für die Verteilung der Gerölle in der Horizontalen liess sich eine Gesetzmässigkeit nicht ermitteln. Besonders gekennzeichnete Gesteine sind eben immer nur in kleinen Schwärmen eingestreut, und in der einförmigen Masse der Quarze eine Veränderung der Durchschnittsgrösse und daraus einen Transportweg festzustellen, ein solcher Versuch scheitert daran, dass es nicht gelingt, den gleichen Horizont auf einigermaßen längere Strecken genau festzuhalten. Und in der Vertikalen ist eben auch die Folge von feinerem und gröberem Korn ohne erkennbare Regel. Nur das kann man sagen, dass an der Basis des ganzen Komplexes vielfach eine nicht sehr mächtige Sandsteinzone liegt, und dass über dem oberen Pflanzenschieferhorizont wieder der Sandstein vorwiegt (Karlnoock, Mitternoock, Mühlbachernock, Frauennock, u.s.w.). Doch sind auch diese Sandsteinzonen nicht scharf definiert, und daher konnten in der Karte die Sandsteine nur stellenweise durch Punktierung angedeutet werden.

Fossilien sind erfahrungsgemäss in so groben Ablagerungen spärlich. Es finden sich aber, wie es scheint durch die ganze Masse verbreitet, Steinkerne und Abdrücke von *Calami-*

ten, *Sigillarien* etc. deren Erhaltungszustand schlecht ist, und eine genauere Bestimmung wohl nicht zulässt, die auch neben den gut erhaltenen Pflanzen der Schiefer nichts neues bringen könnte. Diese allgemein verstreuten Funde bezeugen aber, dass die Fossilarmut der Konglomerate und Sandsteine nicht, oder wenigstens nicht allein dadurch verursacht ist, dass im Einzugs- und Ablagerungsgebiet der Pflanzenwuchs gänzlich gefehlt hätte, sondern in erster Linie dadurch, dass sie in Schotter und Sand nicht erhalten geblieben sind.

Bei der Verwitterung zerfällt das Konglomeratbinde- mittel zu Sand und die frei werdenden Quarzgerölle sammeln sich zu Schotterplätzchen. Gelegentlich ist der Eisengehalt gross genug, eine Rostfarbe über die Wollsackrunden Felspartien zu breiten, meistens wird die Farbe nicht geändert. Höchstens, dass Fels und Schutt verwittert etwas lighter grau erscheinen als die frischen Anbrüche (Oxydation des selten ganz fehlenden kohli- gen Anteiles der Gesteine).

B. DIE KOHLENSCHIEFER UND DER ANTHRAZIT.

Nicht häufig und immer geringmächtig finden sich in die Massen des Konglomerates eingelagert thonige, sandige, glim- merige, dünnsschichtige Schiefer, stets schwarz von Kohle. Pflanzenlager sind darin nicht selten, man muss nur darauf achten, dass gute Pflanzen weder in den ganz glatten (wohl etwas ausgewalzten), noch in den stark sandigen Schie- fern zu erwarten sind. Die Angabe von HUMPHREY (S. 356), dass Pflanzen und Anthrazit einander gegenseitig ausschlies- sen, ist in dieser Allgemeinheit sicher nicht richtig: so zeigte sich am Turrachersee beides sehr gut vertreten. Von den Pflanzenschiefern liegt eine Gruppe (Törlnock bis Reisseck) zweifellos in den obersten Partien der Konglomerate, und für Karlnock, Mitternock, Stangnock wird wohl mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit dasselbe gelten (Vgl. zur Tektonik S. 42); Brandl und Turracher See scheinen einen tieferen Horizont zu repräsentieren. Ob es sich da jeweils um genau den gleichen Horizont, sozusagen eine Schieferschicht durch die ganze Ab- lagerung handelt, oder um eine Anzahl nur ungefähr gleich hoch liegender Schieferlinsen, als Ausdruck von einer günstige- ren Vegetationsperiode, die aber doch nicht als scharf gegebener

Zeit-Punkt angesehen werden kann, ist nicht zu ermitteln, wahrscheinlicher ist die zweite Vorstellung. Natürlich sind ausser jenen Hauptlagern Schieferschmitzen in den Konglome- raten auch unregelmässig eingestreut zu finden, allerdings stets nur in geringer Grösse und Zahl.

Von Pflanzenfundorten sind bekannt geworden und mit den vorgesetzten Griechischen Buchstaben in die Karte eingetragen: (N.B. es handelt sich da um „Fundorte“, Stellen, wo man mit einiger Bemühung ein grösseres Material gewinnen kann, und die auch ausgebeutet worden sind, nicht um verein- zelte Streufunde von Pflanzen.)

I. Gruppe des Königstuhl.

- α Stang-Nock, Südostflanke,
- β „ „ Südecke (alter Kohlenschurf),
- γ „ „ Nordwest, Scharte gegen Mitternock,
- δ Mitter-Nock, West und Nordseite,
- ε Karlnock, Gipfel,
- ζ „ „ Nordwand (Fallinie der Rast östlich vom Gipfel);

II. Grenzkamm zwischen Steyermark und Salzburg, d.i. zwischen Turracher und Kendlbacher Graben (Hinteralm).

- η Törlnock, Aufstieg vom Törl,
- θ Zwischen Törl- und Mühlbacher Nock,
- ι „ „ „ „ „ „
- ζ Frauen-Nock, Gipfel,
- λ Krakober-Sattel, unter den Frauennock hinein,
- μ Reisseck, Gipfel und Westflanke;

III. Oestlich vom Turracher See.

- ν südlich vom Schwarzsee,
- ξ Kohlenschurf, P. 1894 m,
- ο Nordöstlich vom Schwarzsee;

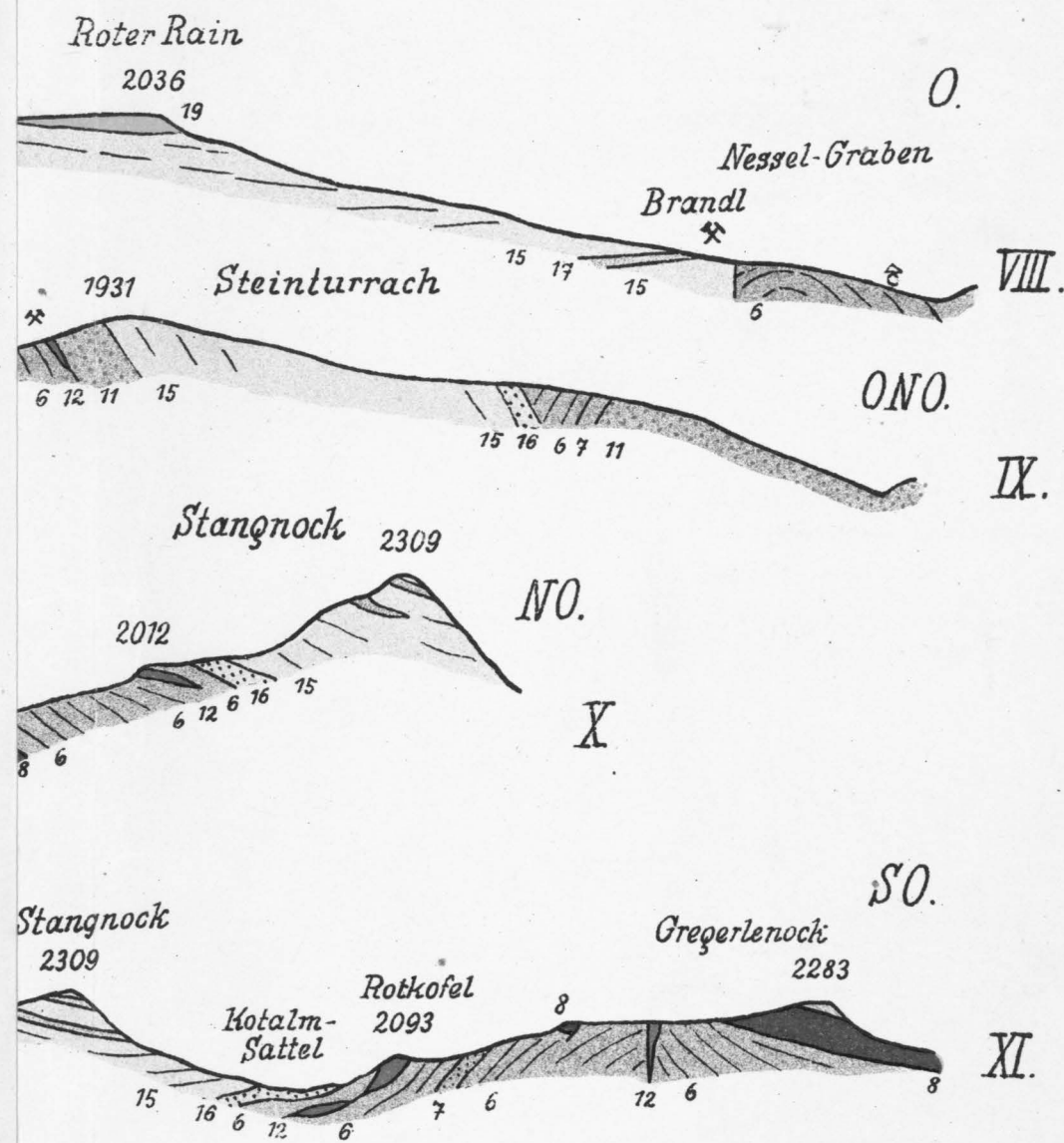
IV. Bei St. Oswald (Kl. Kirchheim, Kärnthen).

- π Brunnachhöhe, Scharte zwischen „Deistaller Gröbl“ und P. 1976 m.

Von diesen Fundpunkten ist ein Teil sicher schon seit langer Zeit bekannt, aber weil man damals wenig Wert auf genaue Ortsbezeichnung legte, und auch die Stücke in den Museen meist nur mit Stangalpe, Turrach u. ähnl. bezettelte, kann darüber leider nichts genaueres gesagt werden. Am bekanntesten sind seinerzeit die Lager in der Königstuhlgruppe gewesen. Von grossem Wert waren uns die Ortkenntnisse von Grubenvorsteher STÖLZEL. Die theoretisch wichtigen Vorkommen am Turracher See haben wir neu aufgefunden, die waren vorher gewiss nicht bekannt.

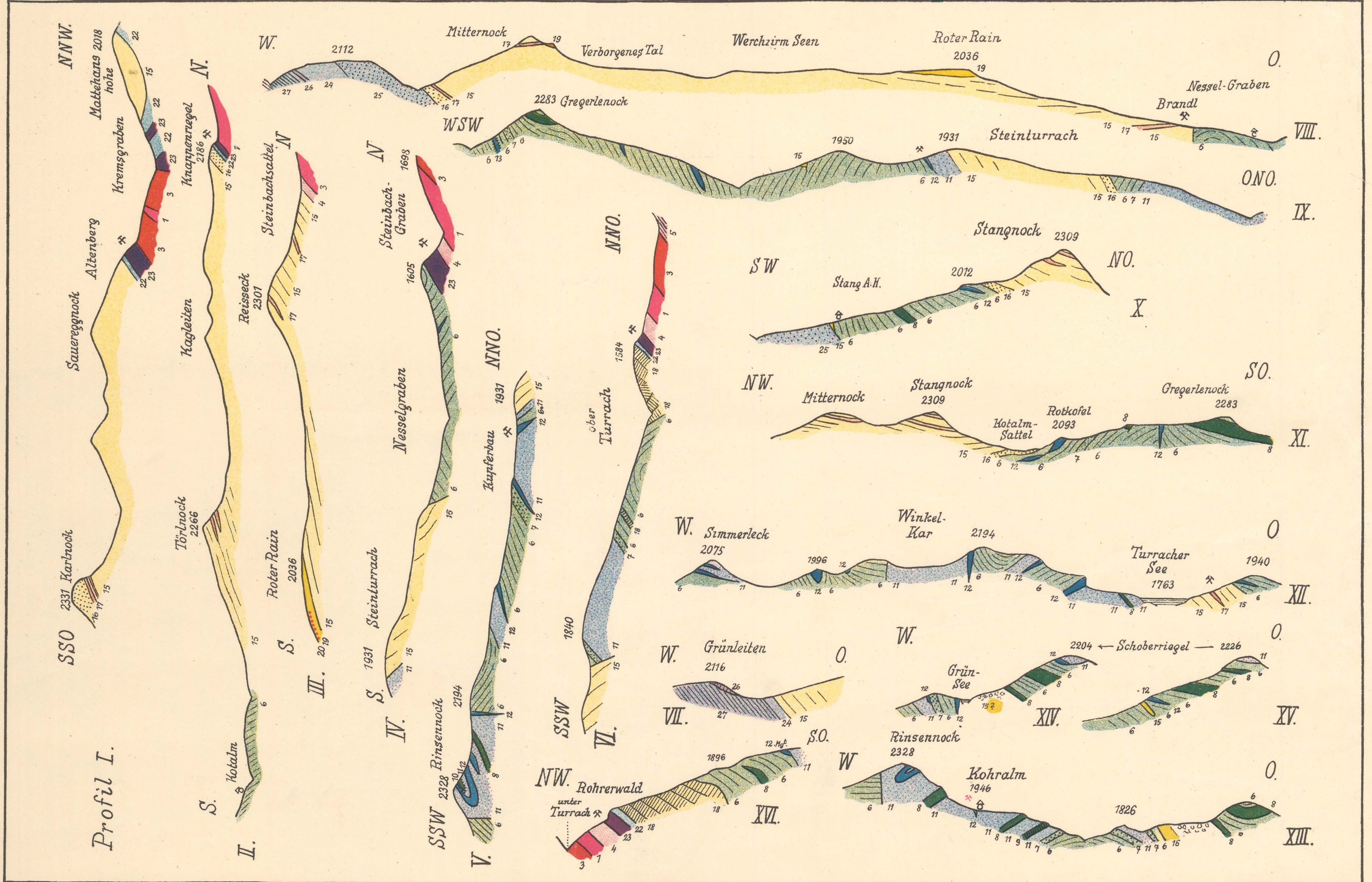
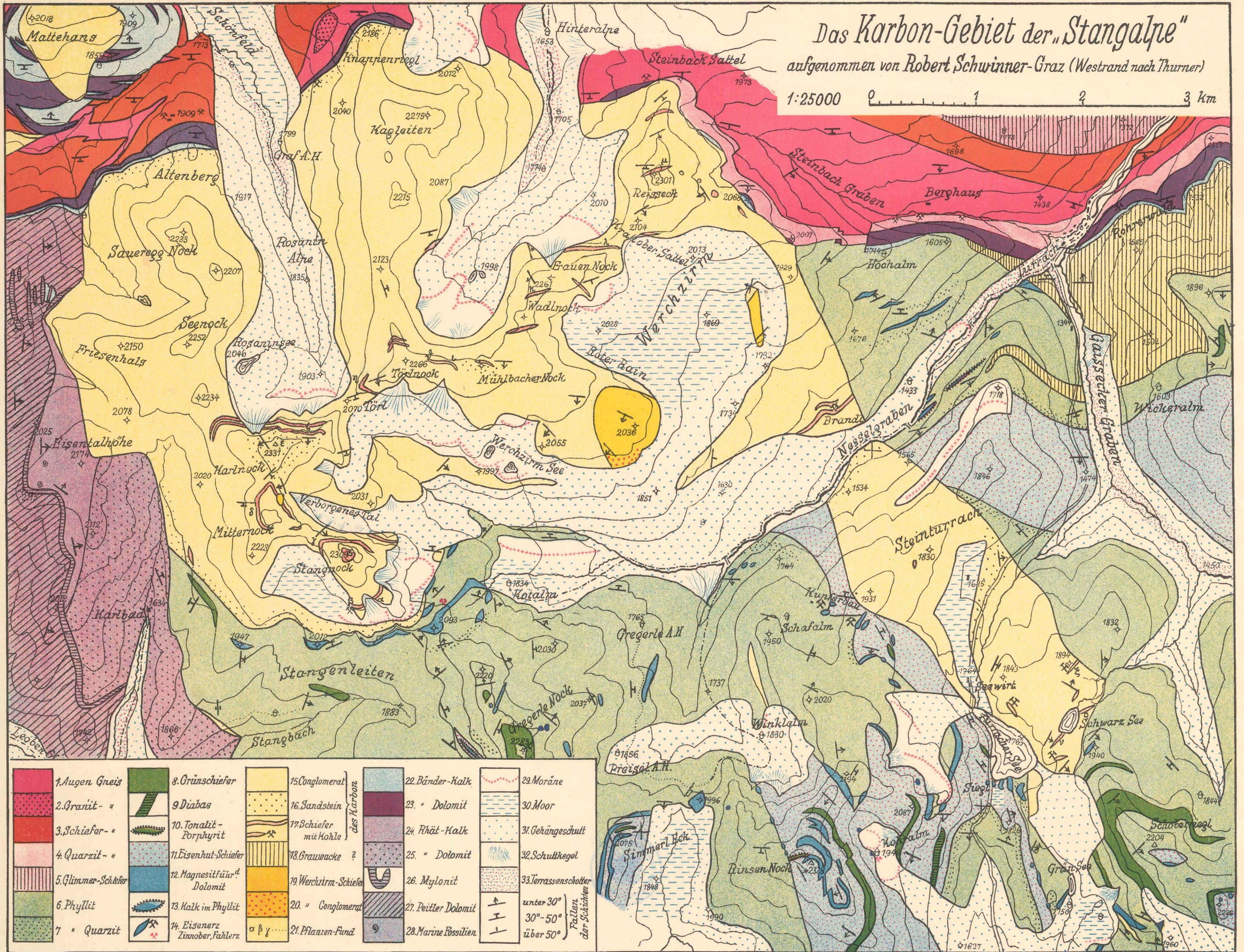
Über die Flora dieser Pflanzenfundstellen, ihre stratigraphische Stellung und ihre palaeogeographischen Beziehungen gibt die angeschlossene Monographie von JONGMANS Auskunft. Kohle ist in kleinen Schmitzen gar nicht so selten, solche sind z.B. mit den Pflanzenschiefern an Stangnock und an Karl Brandlalm (im Nesselgraben, ½ St. von Turrach) und aus dem Gebiet östlich vom Turracher See bekannt geworden. Die Kohlenvorkommen sind stets nur Linsen, Lager von sehr geringer streichender Erstreckung. Bei einigen (Brandl z.B.) konnte JONGMANS einen Stigmarienhorizont im unmittelbar liegenden feststellen, ein Beweis für autochthone Entstehung. Man hat sich also vorzustellen, dass in der grossartigen Geröllüberschüttung doch einzelne Mulden Tümpel, Sümpfe, Moore eine Zeitlang beherbergen konnten, die genügte, eine entsprechende Menge Torf aufzuhäufen. Einen gewissen Anteil an der Linsenbildung und Absätzigkeit haben wohl auch spätere Gebirgsbewegungen. Haben solche auf Konglomerat, Sandstein und selbst auf den Schiefer auch keine Einwirkung ausgeübt, die in der Struktur heute abzulesen wäre, so zeigt sich die Kohle auch hier wieder als ein viel empfindlicheres Reagens auf Gebirgsbewegungen; so sieht man an den Anthrazitstücken vielfach glänzende Rutschflächen. Und sehr interessant ist, dass die Kohle, die im allgemeinen schon als Anthrazit zu bezeichnen ist, in den Gruben am Turracher See (nach Mitteilung von H. Oberlehrer PFEFFER) sich so weit entgast erwies²⁷⁾, dass sie ohne künstlichen Zug nicht mehr zum Brennen zu bringen war. Das Karbongebiet am Turracher See ist aber im Gegensatz zu der

²⁷⁾ Bezüglich der Bedeutung der Kohle als feinstes Reagens auf Faltung u.s.w. vgl. die Zusammenstellung bei A. BORN in Geolog. Rundschau 21, 1930 S. 10 ff.



ne"
Thurner)
3 km





sonstigen Verbreitung des Karbons in die meridionale (jüngste) Störungszone von Turrach einbezogen, und in gewissem Ausmass überfaltet gewesen (Tektonik v. S. 55).

Wirtschaftliche Bedeutung haben die Turracher Kohlen wegen Absätzigkeit, geringer Masse und der schlechten Verkehrslage natürlich nicht. Aber auch seinerzeit, als das beste Vorkommen, das am Brandl, noch nicht abgebaut war, und in Turrach der Hochofen noch in Betrieb stand, haben sie sich wegen ihres hohen Aschengehaltes nicht bewährt; nicht dass dadurch der Heizwert zu gering wurde, sondern weil sich daraus eine zu strengflüssige Schlacke entwickelte. Ein Bergbauversuch der Nachkriegszeit am Turracher See hatte keinen Erfolg.

C. DIE ROTEN WERCHZIRMSCHICHTEN.

Im Bereich der Werchzirm-Alpe findet sich im Hangenden des obersten Teiles des Karbonkonglomerates, das am Mühlbachernock, Frauennock u.s.w. die oberen Pflanzenlager einschliesst, eine Ablagerung, die schon durch ihre grellrote Farbe von der stumpfgrauen des liegenden Karbon scharf absticht. Am „Roten Rain“, der den Werchzirmkessel im Westen begrenzt, und an dem zweiten Fundpunkt, der bis jetzt nicht bekannt war, am Ostrande des Werchzirmkessel gegen die Hochalpe zu, scheint die Schichtfolge ungestört, geschlossen, ohne Lücke. Allerdings liegt da der rote Schiefer auf grauem Konglomerat, dem eine Verwitterung wenig anzukennen ist (Vgl. S. 20). Es fand sich aber noch ein ganz kleiner Lappen der roten Schichten zwischen Stang- und Karl-Nock, auf der obersten Terrasse des „Verborgenen Tales“, in sehr merkwürdiger Position, d.h. auf mehr als einem halben Kreis von höheren Karbonauftragungen umgeben. Schutthalden decken leider die Ränder, so dass völlige Sicherheit über die Lagerung nicht zu gewinnen ist. Aber es wäre wirklich schwer vorzustellen, wie dieses Vorkommen tektonisch, etwa durch einen gerade hier abstossenden Grabenbruch in seine Lage gekommen sein sollte; viel wahrscheinlicher ist die Annahme, dass es in einer Erosions-Hohlform liegt; besonders weil von jener komplizierten Tektonik sonst nichts zu sehen ist, wohl aber Anzeichen von einer Erosionsdiskordanz. So sind die karbonischen Schiefer, die an

einer Stelle darunter anstehend sichtbar werden, entfärbt, licht gelblich, ganz anders als in der Fortsetzung dieser Schicht auf der anderen Seite am Mitternock. Ferner fand sich — allerdings nur lose — ein Konglomerat, Gerölle wenige mm bis höchstens 1 cm, aus lichtem Quarz, schwarzem Lydit, und (gerade die cm-grossen) aus grauem Sandstein, wie Karbonsandstein oder Zement des Karbonkonglomerates, alles in einem ockerig gelblichen bis braunroten Bindemittel; eine Ablagerung, die ganz aussieht wie wiederaufbereitetes Karbon, und die mit dem später zu besprechenden polygenen Konglomeraten der Werchzirmschichten, vom roten Rain, ja nicht verwechselt werden darf. Demnach wäre anzunehmen, dass zwischen dem Karbonkonglomerat und den Werchzirmschichten eine Erosionsdiskordanz liegt; ob gross oder klein, das ist vorläufig nicht zu entscheiden.

Die Hauptmasse der Werchzirmschichten — wenigstens von jenen, die heute anstehen, nach der Menge der Blöcke zu urteilen, muss noch vor kurzem von den roten Konglomeraten auch noch viel mehr anstehend zu finden gewesen sein als heute — sind braunrote, ziemlich dünnsschichtige, matt glänzend — ebenflächige Thonschiefer, sandige Schiefer bis gelegentlich feine Sandsteine, manchmal mit kleinen Geröllen. *U.d.M.* Geröllchen aus Quarz, verzahntem Quarzgefüge, Kalk, kleine eckige Fragmente von Quarz und getrübttem Feldspat, spärlich Glimmerschiefer und dazwischen eine schwer auflösbare Grundmasse, in der bei stärkster Vergrösserung serizitische Schüppchen zu erkennen sind, unter einem alles deckenden braunrotem Zement.

Daneben kommen auch grobe polygene Konglomerate vor, häufig als lose Blöcke im Nesselgraben, aber auch drüber der Wasserscheide, im Graben bei Karlsbad, und auch auf höheren Verebnungen, am Friesenhals z.B. ²⁸⁾; anstehend kenne ich sie aber nur vom Roten Rain. Dort liegen sie aber nicht, wie man etwa erwarten möchte, als eine Art Transgressionskonglomerat an der Basis der roten Schiefer, sondern sie liegen am Roten Rain am Südrand, deutlich zu oberst, im

²⁸⁾ Diese Vorkommen waren früher kaum zu erklären. Nachdem sich aber das erwähnte kleine Vorkommen, zwischen Stang- und Karl-Nock, so nah an der Wasserscheide, gefunden hat, ist es unbedenklich anzunehmen, dass vor nicht gar langer Zeit im Königstuhlgebiet noch mehr derartige Lappen von Werchzirmschichten angestanden haben mögen.

Hangend der dort anstehenden roten Schiefer. Damit erklärt sich auch, dass sie den beiden anderen anstehenden Vorkommen der Werchzirmschichten fehlen, denn diese zeigen die Schichtfolge nur mehr in geringer Mächtigkeit, da sind jene höheren Schichten bereits abgetragen.

Grösse, Form und Verteilung der Gerölle ist so ziemlich dieselbe wie bei den grauen Karbonkonglomeraten, die Geröllgesellschaft ist grundverschieden. Fast am häufigsten ist ein weisser Kalk (am ähnlichsten dem Lantschkalk = Mitteldevon bei Graz), auch grau, licht sowie dunkler; dann rötlicher und bräunlicher Kalk (wie Netz- oder Flaser-Kalke = Obersilur bzw. Devon in den Karnischen Alpen ²⁹⁾); daneben Lydit, natürlich auch Quarz und Quarzit, beides weiss und grau, ein siegellackroter Hornstein, als Seltenheit ein grünlicher Eisenhutschiefer, daneben aber mit nicht geringer Häufigkeit und beträchtlicher Grösse braunrote Schiefer und Sandsteine, die identisch sind mit den typischen Werchzirmschiefern.

Daraus geht für erste hervor, dass das Konglomerat jünger ist als die Schiefer, und dass daher die eben erwähnte Beobachtung der Lagerungsverhältnisse am „Roten Rain“ — Schiefer unten, Konglomerat oben — richtig ist, und ausserdem die normale Schichtfolge vorstellt. Ferner ist hervorzuheben, dass die Absatzbedingungen sich gegenüber denen des grauen Karbonkonglomerates wesentlich geändert haben. Das Werchzirkonglomerat ist kein Restschotter, sondern eine Sammlung frischer

²⁹⁾ Herrn HABERFELNER — Graz (anlässlich eines Vortrages desselben im hiesigen Naturwissenschaftlichen Verein, geologische Sektion 22. VI. 1931) verdanke ich die Möglichkeit, die Gerölle des Werchzirkonglomerates zu vergleichen mit den Gesteinen des Paläozoikums von Althofen (Vgl. auch hiezu S. 34). Vollkommen identisch finden sich in Althofen die rötlichen und bräunlichen Flaserkalke, beidemal mit denselben phyllitisch-grünlichen Häutchen, die dunkel- und lichtgrauen Kalke, und natürlich der schwarze Lydit; dagegen kommt in Althofen neben diesen kaum anzuzweifelnden paläozoischen Typen ein schwarzgrauer Kalk mit weissen Adern, vom Ansehen des Guttensteiner Kalkes vor, wie er auch sonst in der Trias von Mittelkärnten bekannt ist, und den habe ich im Werchzirkonglomerat nicht kennen gelernt. Von Schiefern führt das Konglomerat wenig; die grauen Schiefer von Althofen sind nicht sehr typisch, sie können mit grauen Eisenhutschiefern verglichen werden, aber auch mit der Hochwipfelserie des Karnischen Karbon (wofür eine Andeutung von klastischem Glimmer sprechen würde), dagegen sind die bunten Eisenhutschiefer, von denen im Konglomerat wenigstens eine Andeutung bekannt ist, bei Althofen nicht bekannt geworden. Hält man sich vor Augen, wie wenig auf beiden Seiten zum Vergleich kommen kann, da ein paar Gerölle, dort ein kleiner Erosionsrest, so muss man die Zahl der Parallelen, die gleich feststellbar waren, wohl als bedeutend bezeichnen.

Geschiebe, kaum verändert oder verwittert. Und gegenüber der grauen Farbe, dem Zeichen der Oxydation der organischen Substanz und der Auslaugung des Eisens, steht die braunrote Farbe, Eisenaufspeicherung wie z.B. in *terra rossa*. Auch das Einzugsgebiet ist ein anderes als das der Karbonkonglomerate; wenn auch einige der krystallinen Typen, die für jene bezeichnend sind, sich in den roten Konglomeraten wiederfinden, so kann man beinahe, wegen Seltenheit und geringerer Grösse vermuten, sie kämen diesmal nicht unmittelbar aus dem Krystallinabtragungsgebiet, sondern wären umgelagerte Karbonschotter. Das eigentliche Einzugsgebiet muss ganz von Palaeozoikum bedeckt gewesen sein, u.z. in einer (mehr marinen?) Kalkfazies, gegenüber dem Dolomit, wie er bei Turrach fast ausschliesslich vorkommt. Das würde auf Süd und Ost hinweisen, während die Karbongerölle aus Nord und West kamen.

Fossilien konnten nicht gefunden werden. Der Gesteinsbeschaffenheit nach gleichen die Schiefer der Werchzirmschichten den Grödener Schichten der Südalpen, ev. gewissen Werfener Schichten, die Konglomerate dem Präbichelkonglomerat der Nordalpen³⁰⁾ am meisten von allen alpinen Sedimenten. Demnach hat die Einreihung ins Perm die grösste Wahrscheinlichkeit für sich. Wenn ähnlich rote Schichten auch schon im ausseralpinen Oberkarbon vorkommen³¹⁾, so spricht die vollständige Serie der Karnischen Alpen doch dagegen, die Klimatänderung hier so früh anzusetzen. Die Gosau aber, die als Geröllhorizont allenfalls in Betracht gezogen werden könnte, sieht gerade in der benachbarten mittelkärnthnerischen Senke ganz anders aus. Schliesslich, Tertiär kann meines Erachtens hier nicht in Frage kommen (Das Lungauer Tertiär ist ganz anders!).

D. JÜNGERE AUFSCHÜTTUNGEN.

Mit den roten Werchzirmschichten ist die Schichtreihe unseres Gebietes abgeschlossen; erst das Diluvium hat wieder Ablagerungen hinterlassen, aber nicht mehr als geschlossene Schichten, sondern nur als lokale Aufschüttungen. Unter diesen haben

³⁰⁾ SCHWINNER R. Geolog. Rundsch. XX S. 216, 369 Anmerkng.

³¹⁾ Die roten Konglomerate im Autochthon der Westalpen (vgl. HEIM, Geol. d. Schweiz II/1, S. 245) entsprechen den Werchzirmschichten in allem. Aber da sie selbst nicht genauer festgelegt sind, hilft uns diese Parallele wenig.

die Glazialbildungen die grösste Bedeutung. Für eine eingehendere Besprechung derselben ist hier nicht der Platz, es soll nur einiges hervorgehoben werden, was sich bei der Aufnahme ergeben hat. Und was nur auf Grund geologischer Aufnahme festzustellen ist.

Fürs erste: im Turracher Gebiet kommt Erratikum fremder Herkunft nicht vor. Für diese Feststellung kann ich mich neben meinen eigenen Begehungen auch auf Mitteilung der beiden Bergleute GLANZER (†) und STÖLZL berufen, die anlässlich von Schurfarbeiten viel gesehen haben. Auf der Fladnitz kommt bekanntlich Gneis vor, ich fand einen Block nah am Gipfel des Kuster (1672 m); es ist Augen- und Flasergneis, wie er dem Orthogneiszug vor der Turracher Randüberschiebung eigentümlich ist, und die Blöcke, die bei Oberhof (Metnitztal) im Wald liegen, gehören zum gleichen Typ. Dürfte also vom Zug des Grabensteineck stammen. Ein Beleg dafür, dass Lungauer oder Tauerneis in dieser Gegend aus dem Murgebiet nach Süden übergeflossen wäre, ist bis nun nirgends gefunden worden.

Bei St. Oswald im kleinen Sacktal Nord von Kl. Kirchheim fand ich reichlich Erratikum der Radentheiner Serie, besonders ein Hornblendegarbenschiefer stammt am wahrscheinlichsten vom Nordabfall der Millstätter Alpe, das kann aber dorthin nur kommen, wenn über Kaning nicht etwa ein Stromfaden Tauerneis übergeflossen ist; denn ein solcher würde die Zufahrtlinie aus dem Radentheiner Gebiet kreuzen.

Moränen wurden in der Karte nur ausgeschieden, wo diese Form der Aufschüttung deutlich ausgeprägt schien; ältere Tal-schotter, zu Terrassen zerschnitten, sind nur bei Turrach deutlich, weniger schon im Rosanin; eine zeitliche oder sonstige Klassifikation ist mit dieser Ausscheidung nicht beabsichtigt. Im übrigen ist beabsichtigt, die hier und sonst in weiterem Umkreis im Lauf der Jahre gesammelten Beobachtungen über Glazial-Morphologie u.s.w. gelegentlich systematisch zusammengefasst darzustellen.

II. DER GEBIRGSBAU.

Die Besprechung des Gebirgsbaues gliedert sich in zwei Hauptteile, die der autonomen Binnentektonik der einzelnen Stockwerke, und die der Allgemeintektonik, welche die Stockwerke miteinander verknüpft. Zur Innen- oder Binnentektonik eines einzelnen Stockwerkes sind jene Dislokationen zu rechnen, deren Bewegungsbahnen geschlossen und ganz innerhalb dieses einen Stockwerkes verbleiben. Hierher gehören jene Elemente älterer Tektonik, welche vor der Verknüpfung der drei grossen Gesteinskomplexe durch den Deckenschub schon ausgebildet gewesen, und dann einfach in den neuen Bau hinein transportiert worden sind. Daneben haben sich auch später, besonders beim Zusammenschub in den einzelnen Stockwerken, korrelat zu den grossen allgemeinen Bewegungen, in einzelnen Stockwerken Teilbewegungen abgespielt, welche die Stockwerksgrenzen nicht überschritten haben, die also auch zur Binnentektonik zu zählen sind, wobei allerdings jene Korrelationen nicht übersehen werden sollen. Naturgemäss hat der älteste Schichtkomplex am meisten „erlebt“ und der tiefste ist am meisten beansprucht worden. Doch ist vom Grundgebirge viel verdeckt und daher werden innentektonische Daten für die beiden Stockwerke A und B gleich reichlich vorliegen. Dagegen ist das, was im obersten Stockwerk C (Karbon) als Eigentektonik bezeichnet werden kann, wirklich unbedeutend.

Die Allgemeintektonik umfasst die Stockwerksbildung selbst, und alle späteren Dislokationen, welche den ganzen Bau ergriffen haben. Dies von vornherein auseinander zu halten, wird im allgemeinen nicht möglich sein. Eine Aufteilung der beobachteten tektonischen Elemente auf zeitlich geschiedene tektonische Akte kann daher nicht als Einteilungsprinzip benutzt werden, sondern kann erst das Schlussergebnis der Diskussion sein. Von vornherein können wir die Erscheinungen der Allgemeintektonik nur rein örtlich gruppieren und trennen, am besten in ihren Beziehungen zu den Hauptdislokationszonen: 1.) Innerkrems - Fladnitz, 2.) Innerkrems - Klein-Kirchheim, 3.) Turrach - Turracher See. Nr. 4 wäre Paal - Fladnitz, doch kann diese komplizierte Querstörungszone nicht so nebenbei, vor genauer Kartierung behandelt werden. Soweit Beobachtungen zur Verfügung stehen, sollen sie am passenden Ort angeführt werden.

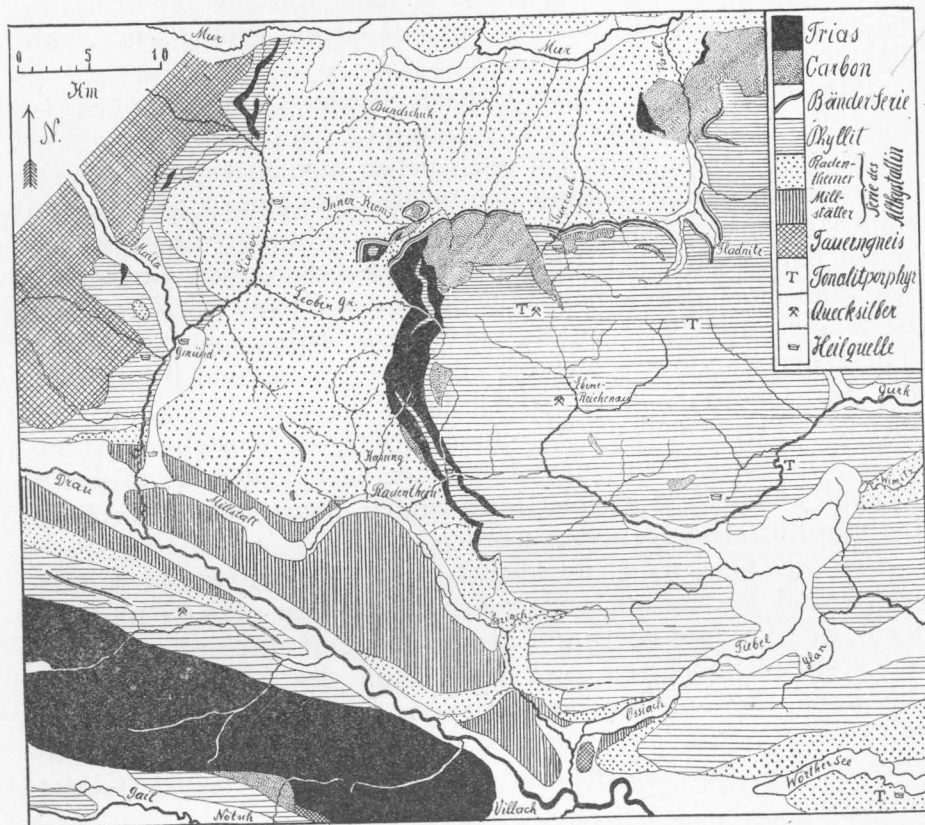


ABB. 1: Geologische Karten-Skizze des Steyerisch-Kärnthnerischen Nockgebirges zwischen Mur und Drau, Katschberg und Fladnitz.

Zur Vereinfachung wurden die Serien zu einer Signatur zusammengezogen, auch bekam das Unterkarbon von Nötsch dieselbe Signatur wie das Oberkarbon der Stangalpe, und die Granitvorkommen von Villach und Nötsch die Signatur des Tauringneis. Letztere beiden Granitvorkommen und das Karbon „In der Schar-ten“ mussten der Grösse nach weit übertrieben gezeichnet werden. Der Katschberg ist nach der alten Manuskriptkarte der Reichsanstalt schematisiert worden. Nicht durch neue Aufnahme belegt und nur vermutungsweise eingezeichnet wurde das Karbon vom Wintertalernock bei Fladnitz, der mittlere Teil des Triaszuges zwischen Innerkrems und Kl. Kirchheim (Vgl. S.), ferner als vermutliche Radentheiner Serie der Grastaler Marmorzug und das stark diaphthoritische Gebiet am Wörthersee.

A. DER INNERE BAU DES ALTKRYSTALLIN.

Hier wie in den ganzen Ostalpen beruht der Charakter des Altkrystallin, seine auffallende Einheitlichkeit, darauf, dass der ganze Schichtstoss gemeinsam überprägt worden ist durch eine grossartige Faltung, Durchbewegung und nachfolgende Metamorphose (meistens II. Tiefenstufe = Amphibolitfazies). Diese „Muralpentracht“ (W. SCHMIDT) ist dem Grundgebirg bereits aufgeprägt gewesen, bevor die jüngeren Schichten zum Absatz gekommen sind. Die Formung unseres Altkrystallin kann nur jener Gebirgsbildungsära zugeschrieben werden, welche weltweit das ungefähre Ende der Archaischen Periode bezeichnet, der „Algomanische Faltungsära“.

Mit der Algomanischen Orogenese schliessen in unserem engeren Gebiete auch die endogenen (plutonischen) Einwirkungen in der Hauptsache ab. Die Intrusion der „Bundschuhgranite“ muss älter gewesen sein; denn sie sind vergneist, d.h. in der Metamorphose angeglichen, in jenen Bau restlos eingeschlichtet. Allerdings, im Phyllitstockwerk kommen verschiedene Laven und Tuffite eingelagert vor, die irgendwo durchs tiefere Grundgebirg emporgedrungen sein müssen; nicht gerade an Ort und Stelle, wo sie heute liegen, wohl aber — wie noch zu besprechen (S. 46) — immerhin noch im Bereich der Gurktaler Geosynklinale. Um Turrach selbst repräsentieren diese Durchbruchsgesteine keine besondere Masse, wohl aber weiter im Osten (Hoher Käser S. 8, Murau S. 7). Doch kann es sich da immer nur um eine Anzahl von Gängen und Durchbrüchen als Zuführungswege handeln, die keinen grossen Raum beanspruchen, und die Tektonik des Grundgebirges kaum nennenswert beeinflussen können.

Ergibt sich somit aus allgemeineren Erwägungen, dass die Tracht unseres Altkrystallin bereits im Ausklang jener Algomanischen Orogenese auf der normalen Muralpenfazies fixiert worden ist, so ist umgekehrt im besonderen Fall Tektonik, welche in jener Fazies krystallin abgebildet worden ist, zur Algomanischen Ära zu rechnen. Die jüngeren Dislokationen finden Ausdruck in rein mechanischer Umbildung des Gesteinsgefüges, oder in rückschreitender Metamorphose (Diaphthorese), doch sind diese Umformungen nicht mehr allgemein, sondern betreffen nur einzelne Striche, insbesondere scheint die Diaphthorese in der Hauptsache an die grossen Querstörungen gebunden.

Der Bau des Grundgebirges ist nur im äusseren Rahmen, im Norden, Westen und Süden unseres eigentlichen Arbeitsgebietes der Untersuchung zugänglich — und auch da hat leider unsere Kenntnis noch Lücken. Der Bau des verdeckten Grundgebirgsstückes kann für uns nur insoweit Interesse haben, als die darin ausgedrückten Bewegungstendenzen bei den späteren Gebirgsbewegungen wieder aufleben und daher auch in den Verhältnissen des Ablagerungsraumes der jüngeren Sedimente und im Bau des daraus entstandenen Deck- und Decken-Gebirges konsequent wieder zur Geltung kommen. Dabei können natürlich nur die grössten Züge durchschlagen, und daher wäre es von geringem Nutzen, selbst wenn man eine detaillierte Kenntnis des verborgenen Grundgebirges irgendwie gewinnen könnte.

Von den Bauelementen des Grundgebirges ist für uns das wichtigste eine Geantiklinale, welche ich die „Krems-Metnitz-Schwelle“ nenne³²⁾, die aus dem Kärnthner Kremstal ungefähr gerade östlich, am Nordrand unseres engeren Arbeitsgebietes über Fladnitz ins Gebiet der Metnitz hineinreichet. Nördlich von dieser Schwelle flacht der Faltenwurf des Grundgebirges schnell aus; die Glimmerschiefer des äusseren Turracher und Kendlbrucker Grabens liegen — wenigstens für Grundgebirg — überraschend flach, auch streut das Streichen ziemlich unbestimmt nach den Weltgegenden. Erst nördlich von der Mur, an der merkwürdigen Paralleltalung Tamsweg-Oberwölz erscheinen wieder schärfer gebündelte Falten und Schuppen mit klarem W-O-Streichen. Wenn auch also ziemlich flach, ist dieses Glimmerschiefergebiet an der Mur als die Grosssynklinale zu betrachten, welche unserer Schwelle im Norden anliegt: es liegt auch der „Einachgneis“ (das Äquivalent des Priedröfigneises, d.h. das Hangend der Glimmerschiefer) ziemlich ordentlich in der Mitte oben drauf. Weiter gegen Osten verschärft sich die Einmuldung beträchtlich zu jener Senke, in welcher die Deckschollen von Murau Platz gefunden haben.

Südlich von der Krems-Metnitz-Schwelle liegt die Grosssynklinale des Gurktales. Diese wird auf ihrer anderen, der Südseite begrenzt von der Geantiklinalregion,

³²⁾ SCHWINNER, Sitzber. Wien 136, 1927, S. 354.

welche im Millstätter Seengebirge WNW-OSO streicht³³⁾, am Ossiacher See umbiegt in SW-NO und an der Innern Wimitz wieder mit WSW-ONO-Streichen auftaucht³⁴⁾. Die Senke des Gurktales ist überall tiefer als die Einmuldungen an der Mur, und stellt eigentlich eine, durch die niedrige Wimitzantiklinale nur schwach abgegliederte Teilmulde der grossen Mittelkärthnerischen Innensenke vor.

Der Bau der Krems-Metnitz-Schwelle ist im Westen, in der Innerkrems dank den Aufnahmen THURNER'S gut bekannt. Vom Kamm Speiereck-Gmaineck-Gaipahöhe-Zechnerhöhe, der Innerkrems im Norden begrenzt, fallen die Paragneise, das Hangend der Glimmerschiefer, die weiter nördlich die Bundschuhtäler erfüllen, mittelsteil nach Süden; auf sie legt sich eine wildgeschuppte „Mischungszone“, und auf diese wieder mit etwa 40°—50° südlichem Fallen Glimmerschiefer als die Basis einer zweiten tektonischen Einheit, deren Muldenbau die Neigung der Schichten gleich darauf wechseln lässt, so dass dieselben schon am Grenzkamm gegen den Leobengraben Bodenlücken-Pressingberg-Steinernes Mandl sich wieder mit entschiedenem Nordfallen herausheben. Es erscheint also die südliche tektonische Einheit nordwärts aufgeschoben auf die nördlich davon gelegene, deren obere Schichten dadurch stark geschuppt (und ausserdem zu einer sekundären Antiklinale zusammengestaucht) worden sind. Diese Aufschiebung ist alt, denn an der Zusammensetzung der Mischungszone³⁵⁾ beteiligt sich nur Altkrystallin, nicht Bänderserie noch Trias; vielmehr die Bänderserie legt sich von der Schulter bis zum Mattehans, und besonders in geschlossenem Zug von der Dietrichalm über den Altenberg bis zum Knappenriegel diagonal übergreifend über ihren ganzen Bau. Dagegen ist es durchaus wahrscheinlich, dass auch nachträglich noch an dieser Überschiebungszone gleichsinnige (posthume) Bewegungen stattgefunden haben, etwa nach Art von „minor Thrusts“ koordiniert den grossen Aufschiebungen von Stockwerk B³⁶⁾, für welches die Gleitbahn hier hauptsächlich

³³⁾ SCHWINNER 1927 S. 348.

³⁴⁾ SCHWINNER 1927 S. 354.

³⁵⁾ Ich möchte vermuten dass „Das bunte Durcheinander von verschiedenen Gesteinen der Paragneisserie“ in der Mischungszone nur zum Teil tektonisch angeordnet worden ist, indem die Schuppung einen Schichtstoss erfasste, in dem schon vorher überwiegend Gneisquarzite mit glimmerreichen Lagen und mit den in diesen obersten Teil des Altkrystallin eingedrungenen Granitlinsen zu bunter Wechsellagerung verbunden waren.

³⁶⁾ Ausbildung von einzelnen diaphoritischen Strichen in der „Mischungszone“. THURNER, S. 33.

eben von jenen übergreifenden Schichten der Bänderserie gebildet worden ist (Ziemlich vollkommene Gleichschichtung von Krystallin und Bänderserie unter der Hauptschubfläche. THURNER, S. 36, dagegen Prof. 18).

Von der streichenden Fortsetzung des Innerkrems Baues gegen Osten ist viel verdeckt. Bei Turrach ist noch der Rand der Schwelle zu sehen, wo mit starker Abbeugung ihre Hangendschichten (auch hier Priedröfneis ebenfalls mit Orthogneiseinlagerungen) gegen Süd unter die Schubmasse von Stockwerk B tauchen: das wäre etwa der Talhang nördlich von Ort Innerkrems; der grösste Teil der Mischungszone und die südliche (Leobener-) Schubmasse wären hier schon verdeckt — oder wenigstens der Raum, wo sie zu erwarten wären, wenn sie auch hier ausgebildet sein sollten. An der Fladnitz stossen die Decken aus der Gurktaler Geosynklinale über die Schwelle nach Norden vor.

Im Süden von Innerkrems fehlen ein ziemliches Stück die Beobachtungen. Ich habe seinerzeit vom Gmünd und Millstatt nicht weit in dieser Richtung über mein damaliges Arbeitsgebiet hinaus rekognoszieren können. Es scheint, dass zwischen Innerkrems und Millstätter Alpe wohl noch einige ähnliche gegen Nord aufspringende Faltungen oder Schuppungen zu finden sind. Die Millstätter Alpe selbst ist ziemlich flach gelagert, der Priedröfneis wie normal oben drauf. Aber sie wird als Ganzes durch eine Schubfläche von regionaler Bedeutung vom Untergrund abgelöst und an der Linie Trefling-Döbriach-Radentheim-Afritz-..... von der „Millstätter Serie“ getrennt, die höher krystallin ist (bis Eklogit), und reichlich von Pegmatit durchadert. Nach dem lokalen Befund (Nordfallen der Schubfläche) und als billigste regionale Lösung ist südwärts gerichtete Aufschiebung die wahrscheinlichste Deutung. Auch diese Störungszone ist alt: nicht durch Diaphthorese gekennzeichnet. Doch kommen in der Millstätter Zone wohl auch jüngere Dislokationen vor: so wird der Radentheimer Magnesit von Schubflächen eingefasst und durchsetzt³⁷⁾, die — ganz abgesehen von jeder Annahme über die

³⁷⁾ Wenn der Magnesit auch als nicht der Glimmerschieferserie von Radentheim zugehörig gelten kann, dürfte er doch zu dem normalen Deckgebirg derselben gehören, also eingeklemmte oder eingeschuppte Synklinale, nicht Fernschubzeuge. Vgl. SCHWINNER, Sitzber. Wien 1927, S. 344, 355.

tektonische Beheimatung des Magnesites — eine Aufschiebung gegen N u. O repräsentieren, mit heftiger Mylonitisierung, auch ist die damit verbundene Vertalkung des Magnesites vermutlich einer rückschreitenden Metamorphose gleichzuhalten. Weiter im Osten treffen wir an der Wimitz-Antiklinale (wie schon PETERS wusste) eine Überschiebung von Altkrystallin über Phyllit und Eisenhutschiefer der Umgebung von St. Veit a. d. Glan, d.i. ein Beispiel einer jüngeren Bewegung, die gegen Süd (oder SSO) zielt. Im allgemeinen scheint im Osten die Stauung und Zusammendrängung im Boden der Geosynklinale des Gurktales stärker gewesen zu sein als im Westen, zu urteilen nach der Stärke der Diaphthorese, welche das Grundgebirge (Hüttenberger Serie) gerade dort zeigt, wo es unter der Verdeckung mit Phyllit gegen Osten wieder heraustaucht (Umgebung von Friesach). Genauere Untersuchungen über die Tektonik dieser wichtigen Übergangszone liegen leider noch nicht vor; sie werden bei der starken Verwalzung und allgemeinen Verschmierung der Gesteinsserien auch nicht leicht sein.

Grosstektonisch ist das Grundgebirge unseres Gebietes gekennzeichnet durch zwei Geantiklinalzonen, die bereits algomanisch angelegt worden sind: Innerkrems-Metnitz und Millstatt-Wimitz. Diese schliessen die geosynklinale Mulde des Gurktales ein, welche in den Ruhezeiten der geologischen Geschichte epirogenetisch einsank und daher Schutt sammelte: Phyllit und Eisenhutschiefer; vom Altpalaeozoikum sehen wir bei Turrach zwar nur Ausläufer (und diese vermutlich durch Erosion reduziert), aber schon der Lydit von Murau lässt die bessere Entwicklung im Muldentiefsten ahnen (Entwicklung des Altpalaeozoikums in der Mittelkärnthner Senke, Vgl. HABERFELNER und S. 25); Quarzschotter im Oberkarbon von Nordwesten und palaeozoische Gerölle der Werchzirmschichten von Südosten(?); auch die Trias, welche wieder nur mit dürftigen Randausläufern erhalten ist, zeigt Verbesserung der marinen Ausbildung gegen das Beckeninnere zu (Peitlerdolomit, Serie mit fossilführendem Rhät). Während der Orogenese, der Variskischen und zum Teil wohl auch im Anfang der Alpidischen, wurden diese Geantiklinalen einander nähergerückt, das Grundgebirge im Raum zwischen beiden — der Boden der Geosynklinale des Gurktales — gefaltet und geschuppt. Diese Raumverengung in der Geosynklinale zwang

die darin abgelagerten Sedimentgesteine als tektonisch höheres Stockwerk in Deckfalten und Schubdecken auszuweichen. Im Westen, wo die Zusammenschiebung im Grundgebirg und die Mächtigkeit der Schichten in B verhältnismässig geringer war, genügte Faltung, die innerhalb des Muldenraumes verblieb: die Stirn der Deckfalten staute sich an der Krems-Metnitz-Schwelle; im Osten war die Raumverengung bedeutender, das Deckgebirg wurde zum Teil über die Metnitzschwelle hinübergedrängt, und legte sich nördlich von derselben als Deckschollen in die Murauer Mulde.

Die gesammte tektonische und stratigraphische Entwicklung unseres Gebietes erscheint somit vorgezeichnet in dem ältesten (algomanischen Bauplan) des Grundgebirges, es ist in Orogenese und Epirogenese die immerwiederkehrende Auswirkung und „Konsequente“ Weiterbildung der damals — für unsere Beobachtung — zum erstenmal zum Ausdruck gekommenen Bewegungstendenzen. Und dieselben wirken offenbar auch heute noch weiter: ich verweise nur darauf, dass die Flusssysteme der Mur und der Gurk die ungefähren Umrisse der eben besprochenen Grossformen des Grundgebirgsbaues heute noch — besser gesagt heute wieder — ins Antlitz des Gebirges zeichnen. Dass die Talung Millstatt-Ggendtal-Ossiachersee den Südrand der Millstatt-Wimitz-Schwelle mit allen tektonischen Einzelheiten nachzeichnet, ist bereits früher einmal festgestellt worden³⁸⁾, eine eingehende Neubearbeitung der Oberflächengestaltung des Gebirges in weiterem Umkreis — die über den dieser Arbeit gesteckten Rahmen hinausgehen würde — wird noch reichlich ähnliche Beziehungen enthüllen. Auch in dieser Beziehung trägt das „Grundgebirge“ seinen Namen mit Recht: die Kenntnis seines Baues ist die Grundlage für das Verständnis aller späteren Entwicklung im Gebirgsbau.

B. INNENTEKTONIK DES PHYLLITSTOCKWERKES.

Starke tektonische Beeinflussung und Durcharbeitung des Phyllitstockwerkes ist im einzelnen unzweideutig zu erkennen an lokalen Falten und Fältchen, an der Verknitterung, Verwalzung und Verknetung der Magnesitführenden Dolomite, und schliesslich an Teilbewegungen im Gefüge von Eisenhutschiefer

³⁸⁾ SCHWINNER, Sitzber. Wien 1927, S. 353, 358.

und Phyllit. Aber diese Differentialbewegungen zu integrieren, aus den kleinen und rein lokalen Faltungs- und Scherbewegungen eine geschlossene Faltentektonik zu entwickeln, das ist eine schwere, vielleicht nicht einmal eindeutig lösbare Aufgabe. Denn das Phyllitgebiet ist meistens gut bewachsen oder sonst verdeckt; versucht man nun die an den vereinzelt aufgeschlüssen beobachteten Schichtlagen einfach weiter zu verlängern, so kommt man aus den Schichtgrenzen heraus, oder sonstwie zu unannehmbaren Ergebnissen. Offenbar liegen im verdeckten Raum dazwischen immer noch andere Falten, Schichtbiegungen oder Verwerfungen. Welch grosse Rolle gerade letztere hier spielen können, dafür gibt der gut aufgeschlossene Bau des Rinsennockes ein Beispiel; ein Beispiel, aus dem man leicht eine Vorstellung gewinnen kann, dass bei etwas mehr Zerstörung und Verdeckung der Faltenwurf auch hier nicht mehr zu enträtseln wäre.

Im Gipfelbau dieses Berges ist an den Dolomitlagern eine kleine Falte zu erkennen, deren Achse O-W, vielleicht sogar etwas gegen WNW streicht. Aufgeschlossen sichtbar sind ferner grosse Verwerfungen, welche den Faltenbau der Gipfelpartie abschneiden, bzw. in einer fürs erste nicht unmittelbar angebbaren Weise verstellen; eine im Westgrat mit N 30° W-, eine im Nordgrat mit N 40° W-Streichen, beide ungefähr saiger; so dass sie gegen NW konvergieren. Eine dazu konjugierte Klufrichtung mit NO-Streichen fällt in den Felsen ober der Kohralm auf, und ist auf dem Südgrat durch kleine Verstellungen in der Platte des Dolomites (Siehe Karte) genauer festzulegen (Für die spätere Verwertung wollen wir festhalten, dass der stumpfe Winkel zwischen diesen beiden Klufrichtungen — 100° bis 110° — gegen Osten blickt.).

In der Verwerfung, die den Westgrat schneidet, sind — wie der Wandabbruch gegen die Winckelalm aufgeschlossen sehen lässt — einige Dolomitblöcke eingeklemmt, im Nordgrat ober P. 2107 m steckt in der Verwerfung ein Dolomitkeil, saiger wie ein Pflock drin! Dieser Dolomitkeil ist am Grat 60 m breit, tritt am Hang gegen die Kohralm als Felspartie auf über 100 m heraus, und ist weiter unterm Rasen bis zum Schuttfuss zu verfolgen; gerade in der Fortsetzung liegt das Quecksilbergwerk, und daher sind die dort als Imprägnationsträger auffallenden Dolomitknollen als von der Spitze dieses Keiles ab-

gerissene Knetblöcke anzusehen, so dass dessen gesamte Vertikalerstreckung auf gut 200 m geschätzt werden kann (Auf der Winkelalmseite ist die Überschüttung ärger, kein Bergwerk, weswegen dort der Aufschluss nicht so weit zu verfolgen ist.) An dem Charakter der Dislokation kann kein Zweifel sein, es ist ein saigerer Schnitt durch einen Faltenbau von sonst recht flacher Schichtlage; am Nordgrat mass ich (vom Gipfel herab) 15°, 30°, 20°, 40°, 35°. Die beträchtliche Verwerfung ist daran zu erkennen, dass gipfelwärts Eisenhutschiefer, gegen P. 2107 aber Gurktaler Phyllit, beides in typischer, von einander auffällig verschiedener Ausbildungsweise, liegen³⁹⁾. Wie kommt da der Dolomitpflock hinein; hineingefallen, wie in eine klaffende Spalte kann er doch nicht gut sein? Für dieses höchst sonderbare Objekt scheint eine einzige tektonische Erklärung möglich: ursprünglich zusammenhängender Bau von liegenden Falten, in dem an einer Nordblickenden Stirn die Dolomitbank eine gewisse Strecke saiger stand, mit dem allgemeinen Faltenstreichen von WNW. In diesen Bau schnitt anlässlich einer späteren tektonischen Phase ein NW-streichendes saigeres Blatt. Wo dieses unter recht spitzem Winkel in jene Stirn umbiegung einlenkte, konnte ein Stück von der Dolomitplatte abgerissen, in seiner ursprünglich lotrechten Stellung in die ungefähr gleichliegende Blattverschiebung hineingezogen, und ein gewisses Stück in dieser verschleppt werden. War diese Verschleppung auch nur ein kleines Stück, so musste die betreffende Dolomitpartie doch ganz aus dem Zusammenhang kommen, und erscheint daher als ein ganz unverständlich isoliert in den Schiefern steckender Keil. Und andererseits ist natürlich die Falte, der das Antiklinal-scharnier abgerissen worden ist, als solche nunmehr schwer zu erkennen. Das gleiche tektonische Bild wiederholt sich im Nordgrat des Gregerlenock; auch dort steckt in dem ziemlich flachen Schichtpaket ein saigerer Pflock Dolomit, nur dass dieser gegen NO streicht, also in der Richtung jener Scherflächenschar, die an der Kohralm durch die geringere Verschiebung charakterisiert ist.

Es handelt sich nun darum, den Faltenbau von der Gipfelfalte des Rinsennock nach unten und Norden fortzu-

³⁹⁾ Ebenso scharf ist der Unterschied der beiden Schieferkomplexe, die an der Verwerfung im Westgrat zusammenstossen, und dort noch auffälliger, weil sie ohne Zwischenlage zusammenstossen.

setzen. Als Leitschnur wollen wir die Annahme versuchen, dass die Linsen und Lager des Magnesitführenden Dolomites alle ungefähr den gleichen Horizont vertreten. Einigermassen wird das dadurch gestützt, dass jene Dolomite ziemlich merklich vergesellschaftet sind mit den „Phyllitquarziten“ und „feldspatführenden“ Phylliten, sowie mit den Grünschiefern und Diabaslagern; und dass der nicht sehr breite, bunte Strich, in dem die genannten Gesteinsarten wenigstens mit der Mehrzahl ihrer Vorkommen zu finden sind, zwischen den von solchen Einschaltungen ziemlich freien Hauptmassen einerseits des Gurktaler Phyllites, andererseits des Eisenhutschiefers liegt. Wohlverstanden: es handelt sich da um eine Annahme, die vorläufig nur auf unser engstes Gebiet Anwendung finden soll, eine „Arbeitshypothese“, welche in das so eigenartig zerstreute und verzettelte Vorkommen von Linsen und Lagern aus Dolomit, dann auch von Grünschiefern, Diabas u.s.w. eine gewisse plausible tektonische Ordnung hineinbringen soll. Ferner wollen wir annehmen, dass von dem im Meridian des Rinsennock gezogenen Profil die Faltenachsen im grossen und ganzen gegen Westen absinken; unmittelbar beobachten kann man das zwar nicht, es hängt von der Auffassung des Bewegungsinnes an den grossen Verwerfungen ab; ebendeswegen wird man aber auch nicht bestreiten können, dass dieses Verhältnis für den ursprünglichen Zustand, vor jener jüngsten Tektonik derart gewesen sein könnte. Unter diesen Voraussetzungen kann man das Bild der geologischen Karte nach den in der Deckenlehre ausgebildeten Methoden in ein schematisches Profil des Faltenbaues umwandeln (Vgl. die nebenstehende Figur).

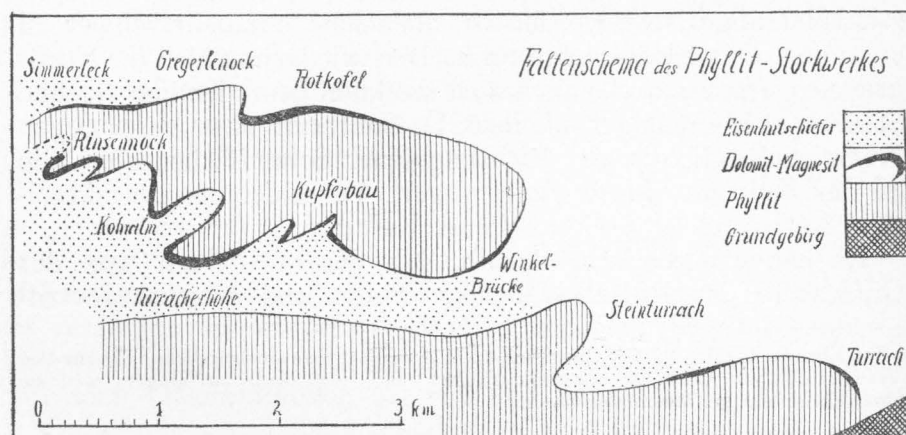


ABB. 2.

Am Gipfel des Rinsennock sieht man aufgeschlossen die nach Nord umgelegte Synklinale; deren Liegendschenkel geht — von einer kleinen Schuppung abgesehen — in jene Antiklinale über, deren knieförmig gegen Nord blickende Stirn ursprünglich durch den saigeren Dolomitpflock von P. 2107 repräsentiert war (wie oben auseinandergesetzt worden ist). Vom Boden der Kohralm weg hängen wir nun die westlich oberm Turrachersee sichtbaren Dolomitzüge und Linsen zusammen zu einer grösseren und zwei kleineren Falten, womit wir bei den unteren Gruben beim Kupferbau angelangt sind. Von dort kann man die Leitschicht noch mit einiger Sicherheit im Bogen talab verfolgen bis zu den kleinen Dolomitlinsen, die unten im Nesselgraben liegen, an der Einmündung des Baches, der von der Winkelalm herabkommt. Westlich, d.i. im Hangend der durch die Dolomitlinsen markierten Leitschicht, liegt echter Gurktaler Phyllit — unzweifelhafte Ausbildung desselben bei Winkel- und Schafalm; östlich, d.i. im Liegend derselben Eisenhutschiefer, am Kupferbau und am Turrachersee. Wir denken uns nun den Hangend-Gurktaler Phyllit gegen Nord antikalinal abgeschlossen, so dass der gesamte Phyllit, der im Werchzimbach aufgeschlossen ist, noch dazugezogen wird, bis zum oberen Ende der Klamm bei etwa 1750 m. Von dort leitet eine Reihe Dolomitlinsen südwärts zurück zum Kotalmsattel, wo mit einer Antiklinalaufwölbung (Achse Kotalmhütte-Rotkofel 2093) die *carapace* der Decke sich ankündigt. Die weitere Fortsetzung ist, wie am Rinsennock, durch Brüche zerstückelt. Sie muss ungefähr über den Grat des Gregerlenock weggehen, und dann gegen Süd sich derart absenken, dass der Eisenhutschiefer des Simmerleck über den Phyllit dieser Deckfalte zu liegen kommt.

Phyllit und Eisenhutschiefer des Steinturrach rücken s stellt dann (wenn man von den jüngeren Verwerfungen und der Einfaltung des Karbon absieht) eine zweite, kleinere liegende Falte vor, gegen Norden vorgeschoben als eine Art Vorfalte, mit welcher der Faltenhaufen des Phyllitstockwerkes an der Randüberschiebung hinaufzüngelte.

Die spätere Umformung dieses Faltenbaues wird in Kapitel f.) beschrieben werden.

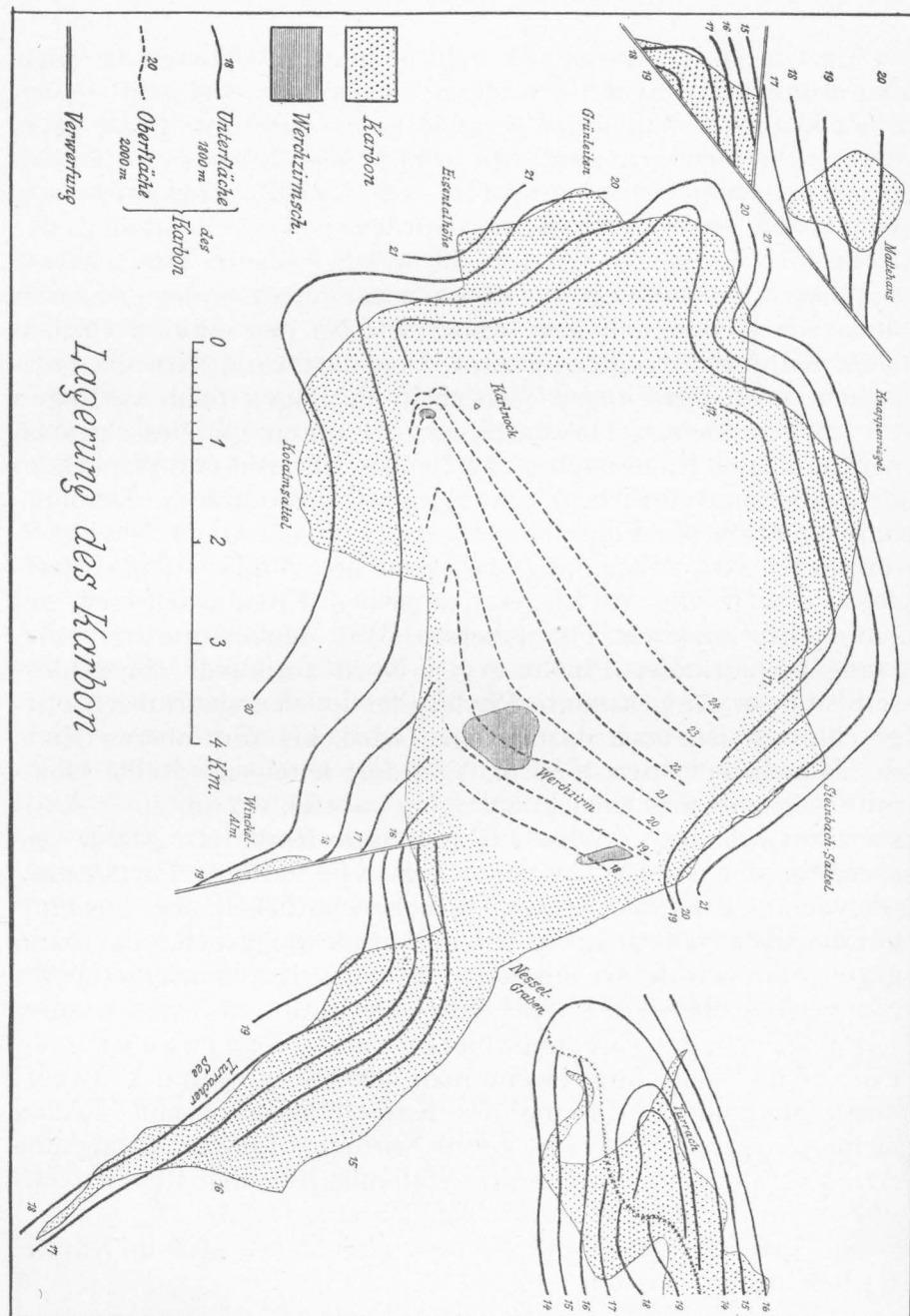


ABB. 3. *Die Lagerung des Karbon*; wird dargestellt durch die Isohypsenkarte der Unterfläche, mit der das Karbon auf den tiefern Stockwerken aufliegt, und durch eine ebensolche seiner oberen Fläche, wo diese durch die Auflagerung der Werchzirmschichten gekennzeichnet ist. Für die Hauptmasse ist dies nach dem Ausstrich der grossen Trennungsflächen verlässlich anzugeben; bei den kleinen Vorkommen ist die Ungenauigkeit in der Auffassung grösser, so sind zwischen Schaf- und Winkelalm (S. 57) und am Grünleiten-Nordabfall (THURNER, S. 41) eigentlich nur Blockhaufen zu sehen, deren Lagerung nicht sicher ist, und auch die Karbonfalte bei Ort Turrach — als Ganzes sicher — ist in einzelnen Teilen nur ähnlich annähernd festgelegt; so beruht die Einzeichnung von Karbon westlich von Turrach (am Weg zur Hochalm) nur auf Lesesteinen, und auch das Wandel nördlich von P. 1718 steckt derart im Jungwald, dass ausser seinem Dasein wenig zu beobachten ist.

C. INNENTEKTONIK DES KARBONSTOCKWERKES.

Das Karbon hat an dem verwickelten Faltenbau der beiden tieferen Stockwerke nicht mehr Anteil. Im grössten Teil seines Areales ist es eine Platte, die über jenen verwickelten Unterbau mit grosser Schlichtheit sich ausbreitet, und in diesem Bereich sind seine Gesteine ohne Durchbewegung und Metamorphose geblieben. Nach Art des Sedimentes und nach der Eigentümlichkeit dieser Formation im allgemeinen steht fest, dass es nach Variskischer Faltung als Schuttauuffüllung in einer jener Senken entstanden ist, welche durch jene Faltung im Variskischen Gebirge gebildet und meistens auch durch posthume Gebirgsbewegungen weiterentwickelt worden sind. Seine ursprüngliche Lagerung steht also zur Struktur des Untergrundes unmittelbar nicht in Beziehung, mittelbar aber insoweit, als jene schuttsammelnden Senken den Charakter ihrer Anlage als tektonische Grossform noch bewahrt hatten.

Spätere Faltungen und Überfaltungen haben nur mehr verhältnissmässig schmale Querstörungszonen in Mitleidenschaft gezogen: Innerkrems-Kl. Kirchheim, Turrach-TurracherSee, sowie Paal-Fladnitz; in diesen zeigt auch das Karbon im Gestein mechanische Umformung und Entgasung in der Kohle (S.S. 22 und 55). Sonst hat die mächtige (über 400 m) und wenig bildsame Platte der Karbonkonglomerate gegenüber den späteren schwächeren Schubimpulsen sich einer Faltung erwehrt. Natürlich der allgemeinen Verbiegung der Unterlage musste sie sich anpassen, genau besehen ist dieser Rest einer früher sicher viel weiter verbreiteten Ablagerung nur dadurch vor der Abtragung bewahrt geblieben, dass er eben durch eine derartige nachträgliche Einmündung unter die Niveaux der älteren Verebnungen gebracht worden ist, wie Fig. 3 deutlich zeigt. Ferner haben jene späteren, wenn auch kleineren Differentialbewegungen in der Unterlage die starre Platte des Karbon vom Untergrund gelöst und auch um gewisse, wenn auch wahrscheinlich gar nicht grosse, Beträge gegenüber jener Unterlage horizontal verschoben. Auch dafür haben wir die Belege in der Gesteinsfazies der basalen Karbonschichten, die stellenweise merkliche Durchbewegung zeigen. Am Kotalm-sattel ist der Liegendsandstein unterm Konglomerat des Stangnock so arg verschiefert, dass eine Trennung von dem ebenfalls stark verquälten Phyllit schwer, und auf den Meter überhaupt

nicht durchzuführen ist. Der Flügel zwischen dem tiefsten Sattelpunkt und dem nächsten Gatterl westlich ist noch Karbon und nicht Phyllit, das bewies ein Fund eines noch unzweifelhaft kenntlichen Calamiten in diesem Strich. Beim Abstieg vom Reisseck gegen den Steinbachsattel kann man gut aufgeschlossen verfolgen, wie die Zerbrechung in den Konglomeraten gegen die Schubfläche hin zunimmt, doch ist es hier kaum mehr als 30 m, am Knappenriegel aber, der ebensogut aufgeschlossen ist, nicht einmal 5 m, dass man die Zerbrechung mit freiem Auge merkt. In jedem Fall beschränkt sich die Durchbewegung auf Zonen von ganz geringer Mächtigkeit, vielleicht ist sie an den Querstörungen stärker als an der Nordrandstörung.

Immerhin also haben gewisse Gebirgsbewegungen auch das Karbonstockwerk noch als Ganzes in Mitleidenschaft gezogen, und korrelat zu diesen müssen natürlich gewisse Teilbewegungen innerhalb des Stockwerkes stattgefunden haben. Solche sind jedoch in der eintönigen Masse der schlechtgeschichteten Karbonkonglomerate im allgemeinen schwer zu erkennen. Nur im Grat *Karlnoock-Mühlbachernock-Reisseck* ist an dem eigenartig verzettelten Vorkommen der Pflanzenschiefer zu erkennen, dass diese — ganz abgesehen von einer gewissen Unregelmässigkeit, die Einlagerungen von Natur aus haben — durch eine Schar den Grat querende Verwerfungen oder Blätter gegeneinander verstellt worden sind. Genau festzulegen ist die Verwerfung am Frauennock, an dessen Südseite die schwarzen Schiefer scharf geschleppt herabziehen (N 70° Ost / 65—70° SSO), während an seiner Nordseite das vom Krakobersattel fast horizontal (längs des Pürschsteiges) hineinziehende Pflanzenlager (λ) unvermittelt an steil gebanktem Konglomerat abstösst. Diese Störung liegt ungefähr in der Verlängerung der grossen Blattverschiebungen, die den Faltenbau des Rinsennock verschneiden, und die vermutlich den meridionalen Querfaltungen als Hauptscherflächen zuzuordnen sind.

Ferner hat JONGMANS am *Stangnock* für das Pflanzenlager in der Scharte (γ) eine Schichtfolge festgestellt, welche Verdacht auf inverse Lagerung erweckt; auch in Anbetracht der grossen Mächtigkeit und mehrfachen Wiederholung der Pflanzenschiefer, wie sie an den Wänden dieses Berges aufgeschlossen ist, wäre tektonische Komplikation durchaus wahrscheinlich, es ist mir aber nicht gelungen, sie unmittelbar nachzuweisen.

D. DIE TURRACHER RANDÜBERSCHIEBUNG.

Beginnt im Westen in Innerkrems mit ziemlichen Komplikationen, die zum Teil verursacht werden durch die Überkreuzung mit der normal darauf stossenden Kl. *Kirchheimer Randüberschiebung*, zum andern Teil aber durch eine diagonal (NO-SW) sozusagen die Ecke abschneidende Verwerfung, den *Kremsbachbruch*. Die Nord-Süd streichende „Kl. Kirchheimer Überschiebung“ liegt zwischen den Stockwerken A und B, genauer bezeichnet zwischen der Bänder-Serie als Hangend von Stockwerk A und dem Peitler-Dolomit, der, als Keil eingeschuppt, für diese westwärts auffahrende Überschiebung als das Liegend der Schubmasse B fungiert; und sie läuft daher dort, wo sich das Liegend an der Turracher Überschiebungsfront gegen Norden scharf aufbiegt, mit dieser frei in die Luft aus (Zur Veranschaulichung dieses Verhältnisses kann Abb. 3 dienen, wenn man sich die, hier übrigens gar nicht sehr mächtigen Liegendschichten unter der dort dargestellten Auflagerungsfläche des Karbon weggenommen denkt.). Es liegt nun am Mattehans eine Deckscholle Karbon unmittelbar auf Bänderserie, wie es vom Überschiebungskreuz am Sauereggbach ostwärts bis vor Turrach das normale Profil dieser Überschiebung ist, aber etwa 2 km nordwärts vor der Front des Austriches dieser Schubfläche am Altenberg. Das ist nun zweifellos ein Zeugnis dafür, dass die Schubmasse B weiter nach Nord gereicht hat. Einen genauen Betrag kann man dafür nicht geben, weil es nicht eindeutig bestimmt ist, wie dieser „Deckenzeuge“ in seine heutige Lage gekommen ist; dass eine beträchtliche Absenkung des Nordwestflügels der Kremsbachverwerfung stattgehabt hat, ist evident, die Horizontalkomponente dieser Bewegung ist aber nicht festgelegt. Mir scheint es bei Betrachtung der schönen Karte von THURNER sehr plausibel, den Peitlerdolomit der Schulter genau nördlich an den der Grünleiten zu setzen, d.i. mit anderen Worten an der Kremsbachverwerfung eine Blattverschiebung von rund 3 km anzunehmen. Wenn diese Vermutung zuträfe, wäre die Mattehansscholle ursprünglich knapp nördlich vom Knappenriegel gelegen; also näher am heutigen Ausstrich der Überschiebung. Doch ist das nicht von grosser Bedeutung. Hervorzuheben ist aber die Anschoppung, welche die Bänderserie unterm Karbon der Mattehanshöhe zeigt, eine Aufschürfung, welche die Nähe

der Stirn der Hangendschubmasse anzeigt. Wahrscheinlich hat Schubmasse B nie sehr viel weiter nach Norden gereicht, denn die Schubfläche fällt weiterhin immer ziemlich steil (40° bis 50°) gegen Süd; Deckenzeugen sind vor ihrer Front auch nirgends mehr zu finden; dass der Vorschub der Decke grade hier zum Stehen gekommen ist, erklärt sich dadurch, dass diese Linie (die Krems-Metnitz-Schwelle) schon durch die Tektonik des Grundgebirges für Stauung des Deckenvorschubes prädestiniert war.

Von dieser „scharfen Ecke“ weg, also etwa vom Schönfeld bis nahe an die Fladnitz, zieht die Schubfläche mit auffallender Schlichtheit in westöstlichem Streichen weiter, sie kreuzt den Rosaninbach etwas unterhalb der Grafalm (1789 m), den nächsten Kamm am Knappensattel, geht stark überrollt bei Hütte 1705 m der Krakoberalm durch, und hinauf zum Steinbachsattel. Von da etwas gegen Südost abschwenkend (darüber später, S. 56) längs dem Südrand des Steinbachgrabens herab, schieft den Turrachgraben (gerade beim Ort) verquerend in den Rohrerwald, über den Sattel des Karnerbodens, den Dieslingbach an der Berneralm (1634 m) querend, hinauf zum Sattel der Allachalm 1716, womit das Schuppengebiet der Fladnitz erreicht ist.

Das Liegendgrundgebirg liegt nahezu konkordant zur Schubfläche; nahezu, nicht völlig: die Horizonte, mit denen es an die Schubfläche herantritt, halten im Streichen lang an, aber sie wechseln doch. Von Innerkrems bis zum Knappensattel tritt Paragneis an die Schubfläche, von dort bis an den Steinbachsattel Ortho-Augengneis, und von dort ostwärts schaltet sich wieder zwischen diesen und die Schubfläche Paragneis, der stellenweis quarzitisch (Turrach), stellenweis glimmerreich ist (Allachalm). Die Bänderserie liegt in der Schubfläche im allgemeinen völlig konkordant drin. Ihre Mächtigkeit schwankt, aber — wenn man bedenkt, dass sie wohl von Anfang an nicht ganz gleich mächtig gewesen ist — verhältnismässig wenig, und besonders das Normalprofil (Dolomit unten, Bänderkalk oben) behauptet sich mit überraschender Regelmässigkeit. Eine Ausnahme macht da der Steinbachgraben, wo man am Bergwerk noch ca. 200 m misst, während gegen den Steinbach-Sattel zu die Bänderserie dann plötzlich ganz — bis auf einige kleine Stückchen — verschwindet. Doch diese Ausnahme

ist — wie später gezeigt wird — verursacht von einer jüngeren meridionalen Querstörung, und hat mit den Eigentümlichkeiten der eigentlichen Turracher Randüberschiebung nichts zu tun. Das Hangendstockwerk B liegt weniger konkordant zur Überschiebung, im Osten ist es ja meistens Phyllit, der an die Überschiebung von oben herantritt, sich ihr auch vielfach anschmiegt, aber genau eingeschlichtet ist er nicht, die unterscheidbaren Lagen (Kalk etc.) streichen oft mit merklichem Winkel gegen die Grenze, und gerade im Turrachgraben (Ostseite) kommt eine eingefaltete — vermutlich karbonische — Grauwacke zu unterst zu liegen. Zwischen Hochalpe und Steinbachsattel aber keilt der Phyllitkomplex völlig aus, und weiter westlich liegt das Karbon unmittelbar an der Schubfläche über der Bänderserie (wo nicht ev. auch diese fehlt! s. S. 44). Nachdem, wie wir sehen werden, das gleiche für den Westrand bis gegen das Karlbach hinab gilt (S. 48), so ist es an der Nordwestecke ein Zipfel von 4×4 km, wo das Karbon unvermittelt über der Schubfläche liegt. An ungleichförmigen Absatz über Erosionslücken zu denken verbietet, dass die Bänderserie dabei allermeist, auch in der Lücke erhalten geblieben. Demnach ist wahrscheinlicher, dass von einem älteren ursprünglich allgemein geschlossenen Deckenprofil: Bänderserie — Phyllit — Karbonkonglomerat, bei späteren Beanspruchungen (Querfaltung) der nachgiebigere Phyllit auf der Gleitbahn der Bänderkalk unter dem *traineau* des harten Konglomerates bei dessen neuerlichem Vorstossen durchgeschert und abgestaut worden wäre.

Am Ostende gegen die Fladnitz zu zerschlägt sich die Turracher Randüberschiebung in drei Teile oder Schuppen, kenntlich an den drei Zügen der Bänderserie. Der Hauptzug derselben, der die ganze Strecke von Innerkrems her gerade durchlaufen hatte, biegt vor dem Sattel der Allachalm in SO-Streichen ab und kann bis gegen die Ulle-Alm verfolgt werden, woselbst er blind zu enden scheint. Ein zweiter Kalk- und Dolomitzug setzt dann am Bockbühl ein, zieht um den Talgrund der Fladnitz herum und endet im Süden am Kuster; ein dritter erscheint unterm Wurmstein. Zwischen den Kalkzügen liegt Phyllit, vermutlich auch Diaphthorite von Altkrystallin, und eigenartiger dunkler Tonschiefer — schwer zu unterscheiden wegen der bei gemeinsamer Durchbewegung erworbenen Ähn-

lichkeiten, weswegen ein Eingehen auf die Tektonik der Fladnitz späteren Untersuchungen vorbehalten bleibt.

Alles zusammengekommen erscheint die Turracher Randüberschiebung als Dislokation von grosser Bedeutung: sie trennt klar und einheitlich auf eine immerhin nicht geringe Strecke zwei an Stoff und Bau verschiedene Stockwerke. Trotzdem ist aber die Schub- — oder sagen wir besser F ö r d e r w e i t e — nicht sehr gross. Die Schubmasse des oberen Stockwerkes besteht aus jenem Phyllit, der in der Geosynklinale des Gurktales ursprünglich schon als Sediment beheimatet gewesen ist, und der auf dem Südrand dieses Troges entweder anscheinend noch in normalem Verband mit dem Grundgebirg liegt (Gerlitz), oder dortselbst von nach Süd blickenden Überschiebungen begrenzt wird. Daher kann der Vorschub, welcher im Verhältnis zum nördlichen Rand der Gurktaler Geosynklinale zum Ausdruck kommt, nicht grösser sein als die Raumverkleinerung, die im untern Stockwerk zwischen den beiden Randgeantiklinalen stattgefunden hat. Die innere Tektonik des Grundgebirges zeigte nun (Vgl. Kap. a.), bes. am Westrand, vielfache Faltung und Schuppung, aber dem Styl nach autochthon, ohne deckenförmige Horizontaldislokationen. Grössere Beträge kann der Schub im Phyllitstockwerk im Ganzen auch nicht erreichen, aber es scheint, dass in der Hauptmasse des Phyllites die Faltung weniger intensiv wäre, und die Förderung hauptsächlich in liegenden Falten gegen die nördliche Randschwelle (Innerkrems-Metnitz) vorgetragen worden wäre (Vgl. Kap. b.). In dem Abschnitt westlich von der Fladnitz hat sich nach allen Anzeichen die Deckenstirn an dieser Schwelle gestaut, und die Decke des Gurktaler Phyllites ist dort nie viel über ihren heutigen Verbreitungsraum gegen Norden vorgedrungen (S. 35)⁴⁰⁾, östlich von der Fladnitz ändert sich das tektonische Bild, die Decken fliessen über die Schwelle gegen Norden ab, und als Äquivalent der steil gegen Nord auffahrenden Turracher Randüberschiebung erscheint an der Basis der Deckschollen des Murauer Gebietes eine Bewegungsfläche, die wechselndes Fallen zeigt, aber im grossen und ganzen sich der Mulde anpasst, welche nördlich von der Metnitzschwelle absinkt.

Dem Alter nach ist die Turracher Randüberschiebung

⁴⁰⁾ Die Zersplitterung der Schubbahn an der Fladnitz (S. 45) scheint die Nähe des Synklinalcharniers anzuzeigen.

jünger als die (vielleicht altpaläozoische?) Bänderserie, und steht in Korrelation zur Innenfaltung des Phyllitstockwerkes, die Variskisch (vielleicht Sudetische Phase) ist; zu dieser Zeit muss der grösste Teil des Süd-Nord-Vorschubes der Phyllitdecke erfolgt sein. Das schliesst aber nicht aus, dass diese Schubbahn auch später noch benützt wurde — dafür sprechen tektonische Details, wie das Fehlen des Phyllits an der NW-Ecke (S. 56) und die tektonische Beanspruchung der Basalschichten des Karbon (S. 41/2). Aber bei diesen posthumen Bewegungen war die N-S Komponente sicher der geringere Teil, eher eine Abweichung von dem im allgemeinen transversalen Sinn jener jüngeren Dislokationen.

E. DIE RANDÜBERSCHIEBUNG INNERKREMS — KL. KIRCHHEIM.

Diese Störung streicht ungefähr meridional, genauer gesagt, schwankt das Streichen zwischen Nord-Süd (im Leobengraben) und N 30° W (bei St. Oswald); der Durchschnitt (Verbindung Innerkrems—Wöllaner Nock) ist N 15° W. Sie läuft demnach etwa in rechtem Winkel quer zum Streichen des sonstigen Gebirgsbaues, im untern wie im obern Stockwerk, und ebenso quer zur Turracher Randüberschiebung. Im Unterbau (Grundgebirg) streichen Falten, Schuppen u.s.w. W-O, weiter im Süden gegen Radenthein zu mehr WNW-OSO; daher kommt gegen das Südende, wo die Überschiebung am Wöllanernock ins SO-Streichen umbiegt, sie endlich ungefähr konkordant zum Grundgebirg zu liegen. Sonst ist nur in der unmittelbaren Nähe der Überschiebung die Schichtlage im Krystallin derselben einigermaßen angepasst (THURNER, S. 42).

Auch im Hangend-Phyllitstockwerk ist das Streichen im Grossen und Ganzen W-O, und nur unmittelbar an der Überschiebung passt es sich derselben an. Beispielsweise zeigen die Dolomitlager, die zwischen Kotalm und Kotalmsattel gut aufgeschlossen sind, den Bau einer Antiklinalaufwölbung an, die zwischen NO-SW und ONO-WSW streicht. Aber der Nordflügel wird gegen die Überschiebung zu widersinnig aufgebogen und schmiegt sich, in eine Reihe von Linsen zerrissen, bis nahe an das Karlbach dem Streichen der Überschiebungszone an, wie diese im Bogen aus dem NW-Fallen in Nord- und dann

in NO.-Fallen übergehend. Es handelt sich da offensichtlich nur um eine tektonisch erzwungene Pänakkordanz; denn in der Richtung gegen Karlbach spitzt die Dolomitzone ebenso wie der Grünschiefer aus, bis schliesslich der ganze Phyllitkomplex zwischen Trias und Karbon auskeilt. Wir haben hier an der Nordwestecke auch in meridionaler Richtung auf einer Strecke von etwa 4 km das Karbon unmittelbar über der Schubfläche, ebenso wie an der Turracher Randüberschiebung von ihrem Westende beschrieben worden ist (S. 45). Die nicht unbeachtliche Verschiebung im Basalsandstein des Karbon vom Kotalmsattel her (Vgl. S. 41) muss wohl als Korrelat zu den Bewegungen angesehen werden, welche in eben diesem Nordwestzipfel unseres Stockwerkes-Aufbaues zur Beseitigung des Phyllites geführt haben.

Wir wollen nun — vorerst ohne Diskussion, die in Abschnitt f.) nachgeholt werden soll — annehmen, die Kremsbachstörung sei ein Blatt, und denken uns die Scholle von der Schulter (Vgl. THURNER's Karte) an demselben um die Verschiebung von etwa 3 km gegen Nordost zurückversetzt, so dass die Trias als ein einheitlicher Zug erscheint, wie sie es ursprünglich gewesen sein mag. Dann bietet die Ecke, an der die Turracher- und die Kl. Kirchheimer-Randstörung bei Innerkrems zusammenstossen, folgendes Bild: Die Bänderserie, die auch sonst längs der Turracher Randüberschiebung restlos mit Stockwerk A geht, hat auch noch westlich von dieser Ecke eine nicht geringe Verbreitung als normale Auflagerung auf diesem Altkrystallin. Über ihr liegt weiter im Osten regelmässig Stockwerk B + C; bei Turrach keilt der Phyllit B aus und das Karbonstockwerk C liegt von da westlich mit der Hauptüberschiebung unmittelbar über der Bänderserie. An der Ecke von Innerkrems schiebt sich nun in die Fuge dieser Überschiebung, zwischen Bänderserie und Karbon, die Trias als ein Keil, dessen Schneide ungefähr Nord-Süd streicht, und zwar als ein recht stumpfer Keil; denn am Sauereggbach hört die Trias völlig auf, kann also nie weit unter die Decke des aufgelüpften Karbon hineingereicht haben; dagegen reicht die Bänderserie unter der schützenden Decke der Trias noch um einige km gegen West und Süd (von der Ecke weg gerechnet) und ist in Bachschluchten unter derselben fensterartig aufgeschlossen (Vgl. THURNER's Karte).

Wenig weiter südlich zeigt sich, dass der Keil selbst aus zwei

Stücken besteht, die in gleichem Sinn gegen Osten sich einkeilen; so schiebt sich zwischen den Peitlerdolomit im Liegend und die fossilführende Trias im Hangend ein Band Mylonit aus Altkrystallin (S. 4), eine an der Basis der Hangend-schuppe aufgeschürfte und mitgeschleppte Lamelle ihres Liegendgrundgebirges. Es läge nahe, diese Schubfläche nach Süd durchzuziehen, und mit jener zu verbinden, die bei Kl. Kirchheim festzustellen ist (s. unten), so dass der Triaszug glatt in zwei „Teildecken“ aufgelöst würde. Ich möchte diese Verbindung aber noch offen lassen, bis vom Mittelstück (Pfannock etc.) neuere Aufnahmen vorliegen; denn nach der Manuskriptkarte der Reichsanstalt (PETERS, den ich immer sehr zuverlässig gefunden habe) wären hier eher drei Schuppen zu erwarten, und nach dem Anblick, den diese Berggruppe von fern bietet, ist ein verwickelterer Aufbau derselben nicht unwahrscheinlich.

Gegen Süden zu kompliziert sich ja überhaupt der Bau unserer Überschiebungszone. Etwas ober Karlbach schiebt sich der Phyllit (Stockwerk B) zwischen Trias und Karbon (C), auch dieser als ein ziemlich stumpfer Keil (vergleiche das Kartenbild) und nur wenig südlicher, vor den ersten Hütten der Stangalm, schiebt sich wieder zwischen Trias und Phyllit eine geringmächtige Lage stark ausgewalzten Karbonkonglomerates. Ob nun von da ab das Karbon einen geschlossenen Zug bildet, ist im stark überrollten Gebiet der Grundalm nicht auszumachen, es erscheint aber wieder auf dem Grat zwischen Grundalm und St. Oswald (nördlich von Kl. Kirchheim), auf dem es eine grosse Strecke (Brunnachhöhe) einnimmt; auf dem Grat misst es fast 1200 m — weil ziemlich schief zum Streichen — aber auch die wahre Mächtigkeit wird da mindestens 400 m betragen.

Dieses Karbon der Brunnachhöhe zeigt nun auffallend wenig mechanische Beeinflussung: im Hangendkonglomeratzug (gerade am Gatterl des Passweges) einige Zerbrechung in den Geröllen, und in der zunächst darunter folgenden Schieferzone eine gewisse mechanische Schieferung (nach BORN's Bezeichnungsweise „Bruch-“ bis „Rauh-Schieferung“, noch nicht „Glattschieferung“). Schon die zweite Schieferzone zeigt keine Bewegungsspuren in den rauhen, sedimentären s (in welche die Glimmerschüppchen wohl schon bei der Ablagerung

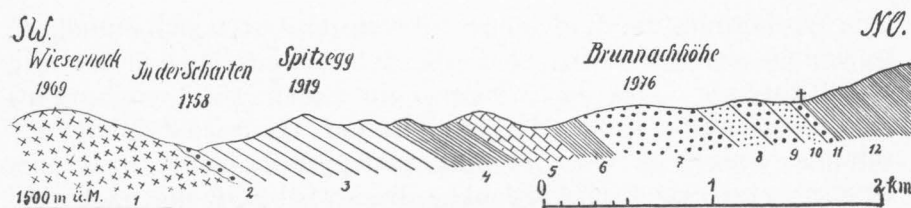


ABB. 4. Der Grat nordwestlich von St. Oswald (bei Kl. Kirchheim, Kärnten). Das Profil verläuft etwa in N 35° O, das Streichen, gemessen am Liegend des Phyllitstockwerkes N 5° O }
 Hangend des Trias-Zuges N 25° W } Mittel N 18° W
 Liegend " " " N 35° W }
 u. z. ausgemessen aus der Karte, die im Terrain gemessenen Einzelwerte streuen stärker. Fallen ziemlich steil 40 bis 55°, weswegen der Triaszug auch das Oswalder Tal mit nur ganz unbedeutendem Knick quert.

Schichtfolge des Profiles:

1. Altkrystallin, zu oberst Orthogneislager
2. Karbonkonglomerat (transgredierend)
3. Dolomit (= Peitler-Dolomit)
4. feldspatführender Phyllit
5. Kalk, dolomitischer Kalk, Rauchwacke (Trias)
6. feldspatführender Phyllit
7. Karbon-Konglomerat
8. „ -Schiefer (Pflanzenlager)
9. „ -Konglomerat
10. „ -Schiefer
11. „ -Konglomerat und -Arkose.
12. Phyllit mit Dolomit- u. Magnesitlinsen.

eingeschlichtet worden sind), und offensichtlich keine Verzer-
 rung an den meist in den Schichtflächen liegenden Pflanzen-
 resten. Wenn diese beiderseits von klotzigen Konglomeratbän-
 ken eingefasste Schieferzone keine Durchbewegung aufgenom-
 men hat, hat es hier Scherbeanspruchung nicht gegeben, und es
 ist dann auch nicht verwunderlich, dass in der unter ihr liegen-
 den Hauptmasse der Konglomerate Bewegungsspuren gar nicht
 zu sehen sind. Erst zwischen diesen Konglomeraten und der
 Trias in ihrem Liegend schaltet sich verquältes Gestein ein, das
 sich *U.d.M.* als Quetschgestein aus einem feldspatführenden
 Phyllit des Stockwerkes B erwies (S. 4).

Es ist überhaupt hervorzuheben, dass in diesem Überschie-
 bungsprofil die mechanische Beanspruchung der
 Gesteine allgemein sehr gering ist, und sich
 immer auf sehr schmale Zonen beschränkt. Im Liegendgrundge-
 birg zeigt der unserer Überschiebung zunächstliegende Ortho-
 gneis des Wiesernockgipfels *U.d.M.* so gut wie keinen mechani-

sche Beanspruchung⁴¹⁾, und dasselbe gilt von dem kleinen Lap-
 pen Karbonkonglomerat, der „In der Scharthen“ transgressiv
 auf dem Gneis des Wiesernock, und unmittelbar unter dem
 Triasdolomit, also zunächst der Überschiebung liegt. Dieser
 Liegenddolomit ist wohl stark stückelig und wird in dem bei
 Bad Kl. Kirchheim gelegenen Steinbruch ohne weiteres als
 Schotter abgeräumt, aber das trifft man ebenso bei Dolomiten
 der Kalkalpen. Der Hangendkalkzug selbst zeigt wenig Bean-
 spruchung abgesehen von dem nicht sehr auffallenden Vorkom-
 men von etwas Rauchwacke. Es sind also einzig die beiden ein-
 geschuppten Lamellen des „Feldspatführenden Phyllit“ die
 offensichtlich eine bedeutendere Durchbewegung aufgenommen
 haben.

Das Karbon der Brunnachhöhe hat ebenso wie
 die weiter nördlich beobachteten Einschaltungen in die Über-
 schiebungszone die Form eines recht stumpfen Keiles.
 Obwohl am Grat so breit, erreicht es nicht die Taltiefe von St.
 Oswald, weil dortselbst Phyllit und Trias wieder auf einige m
 nebeneinander aufgeschlossen zu beobachten sind. Daher fehlt
 es auch im ganzen Tal von Kl. Kirchheim. Auf den Höhen des
 Strohsack südlich von Kl. Kirchheim wo ev. Ausläufer der
 Karbonschuppe noch zu erwarten wären, konnte ich nicht neuer-
 lich nachsehen. Die beiden Triasschuppen dagegen enden gegen
 Süden nicht stumpf, sondern treten weiter auseinander und
 spitzen am Wöllaner Nock gegen Südost aus.

Solange man nichts anderes zur Verfügung hatte, als das
 alte (unrichtige) Kartenbild der trapezförmigen „Karbonscholle“
 (S. 6), und die Nachricht, dass an der Basis derselben, im
 „Liegendkalkzug“ der alten Geologen, Triasfossilien gefunden
 worden, war die Vorstellung eines „Deckenzeugen“ (im Sinn
 TERMIER's) diskutierbar, dass die fragliche kleine Scholle nur
 der von der Erosion verschonte Rest einer grossen Decke wäre,
 welche, alles weithin überdeckend, über die Trias eines tieferen
 Stockwerkes des Deckenbaues von Süden gegen Norden vorge-
 schoben worden wäre. Die weiteren Beobachtungen passten
 schlecht zu diesem durch seine Einfachheit bestechenden Bild.
 Der „Liegendkalkzug“ zerfiel in zwei Stücke, die im Gestein

⁴¹⁾ Eher wäre in den viel tiefer und weit von der Überschiebung gelegenen
 Paragneisen vom Piedröf (Gipfel und Südhang) Bewegung in s zu konstatieren,
 aber diese ist wohl zu ganz anderer Grosstektonik korrelat.

verschieden sind, und nicht ineinander übergehen. Wollte man diese als zwei verschiedene Teildecken ansehen, so ist schwer zu erklären, warum sie gerade an der Nordwestecke des zufälligen Erosionsrelikts einander ablösen. Die Kalkzüge enden gleichartig am Wöllanernock und an der Fladnitz, in Form von Synklinalscharnieren ⁴²⁾. Soll man nun eine Wurzelzone Wöllanernock-Fladnitz, SW-NO streichend, annehmen? Entscheidend sind die Beobachtungen am Karbonkeil der Brunnachhöhe für die Unmöglichkeit des allgemein einheitlichen Süd-Nordschubes. Wenn eine Schuppe des obersten Stockwerkes C derart vom nächsttieferen B „eingewickelt“ und dann noch gut 15 km von der gegen Nord bis über Mattehanshöhe vorstossenden Deckenstirn der Schubmasse B + C überfahren wird, muss dem eine einigermassen entsprechende Gefügebewegung folgen, besonders in so empfindlichem Material, wie es die karbonischen Pflanzenschiefer bieten; über den Grad, den eine solche mechanische Beeinflussung unter den gegebenen Umständen erreichen müsste, braucht man glücklicherweise nicht zu streiten, im Karbon ist gar keine zu merken und sonst wenig. Ferner bleibt bei Süd-Nordschub unerklärt, wie das eingewinkelte Karbon mit stumpfem Keil gegen Osten abwärts ausspitzt (Das gilt übrigens auch für den Phyllit von Karlbach und den Peitlerdolomit am Sauereggbach.). Die Annahme, dass der Schub von Ost nach West gerichtet gewesen, beseitigt mit einem Schlag alle diese Schwierigkeiten. Zuerst wurde das (meist triadische vgl. S. 4) Deckgebirg des basalen Stockwerkes A aufgeschürft und zu Keilschuppen gestaut; dann staute sich an diesem Wiederlager die Basis der Schubmasse (B), ihr oberster Teil (die Karbonplatte C) eilte nunmehr voran und dieser ihr vorgeprellter Stirnteil wurde schliesslich von dem nachrückenden Block B eingewickelt — oder eigentlich — in Anbetracht dessen, dass die Stirn von B nicht weiter vorrückte — unter dieser randlich eingeklemmt.

Es ist klar, dass es zu genau den gleichen Schwierigkeiten, wie eben beschrieben, nur an anderen Stellen, führen würde, wenn wir nun die Tektonik wieder exklusiv auf den neu er-

⁴²⁾ Mit der so beliebten Auswalzung, *étirage* u.s.f. ist vielleicht am Wöllanernock was zu machen — und die Wurzel noch weiter nach Süden bringen — wonach offenbar kein Bedarf. Um Fladnitz aber zeigen die Dolomit-Kalk-Schuppen vor den Enden Verdickungen, die wohl nur als geschoppte Muldenkerne angesehen werden können.

kannten Ost-Westschub aufbauen wollten. Diese Erkenntnis führt notwendigerweise zu einer Scheidung in verschiedene tektonische Phasen. Der erste — in der Hauptsache Variskische — Schub hatte den Phyllit in west-östlich streichende Falten gelegt und von Süd nach Nord gegen (im Osten von der Fladnitz über) die Krems-Metnitz-Schwelle vorgetragen. Dabei ist die Bänderserie zwischen Phyllit und Altkrystallin ein Stück eingefaltet worden (etwa südwärts zurück bis zu einer Linie Karlbach-Haidnerhöhe). Wegen Ansteigen der Faltenachsen gegen West oder Hebung dortselbst kam der Westteil dieses Baues gleich wieder zum Abtrag, stellenweis („In der Scharfen“) wurde schon Oberkarbon auf Altkrystallin abgelagert, sonst griff erst Trias über Altkrystallin, Bänderserie und (im Süden auch) Phyllit über. Die zweite (alpidische) Faltung schob diese Variskisch übereinandergestapelten Deckenstockwerke von Ost gegen West gegen jenen alten Denudationsrand vor, wobei die diesen übergreifende Trias zuerst vor der Stirn der Schubmasse zusammengeschuppt wurde. Dass dabei in der Nordwestecke der Schubmasse Karbon des obersten Stockwerkes C unmittelbar auf Trias und Bänderserie kommt, dabei mag ein Übergreifen der Karbonaufschüttung über den erwähnten Denudationsrand vielleicht eine Rolle spielen; aber westlich von Turrach ist das Auskeilen des Phyllites zweifellos Werk einer Querstörung, und daher dürfte jenes Fehlen des Phyllites in der Hauptsache durch tektonischen Abstau desselben zu erklären sein. Die Einwicklung des Karbon an der Brunnachhöhe zeigt, dass die gegen West vorrückende Schubmasse die Tendenz hatte, die Stirn einzubohren; wenn das gegen Nordwest fortgesetzt oder verschärft wurde, konnte der Phyllit, der dort etwa schon auf der Bänderserie lag, durch die von oben her sich einbohrende Stirn der Karbonschubmasse C abgeschürft werden, diese selbst aber wurde nicht mehr wie das Karbon der Brunnachhöhe von der Phyllitmasse B einwickelnd überfahren, einmal weil sie viel mächtiger als jenes war, besonders aber weil hier am freien Nordrand der Schubmasse der Phyllit vor diesem sich in seiner Bewegungs-Bahn aufschoppenden Hindernis seitwärts nach Nord ausweichen konnte (Beschreibung der dabei benutzten Diagonalblätter im nächsten Absatz S. 57).

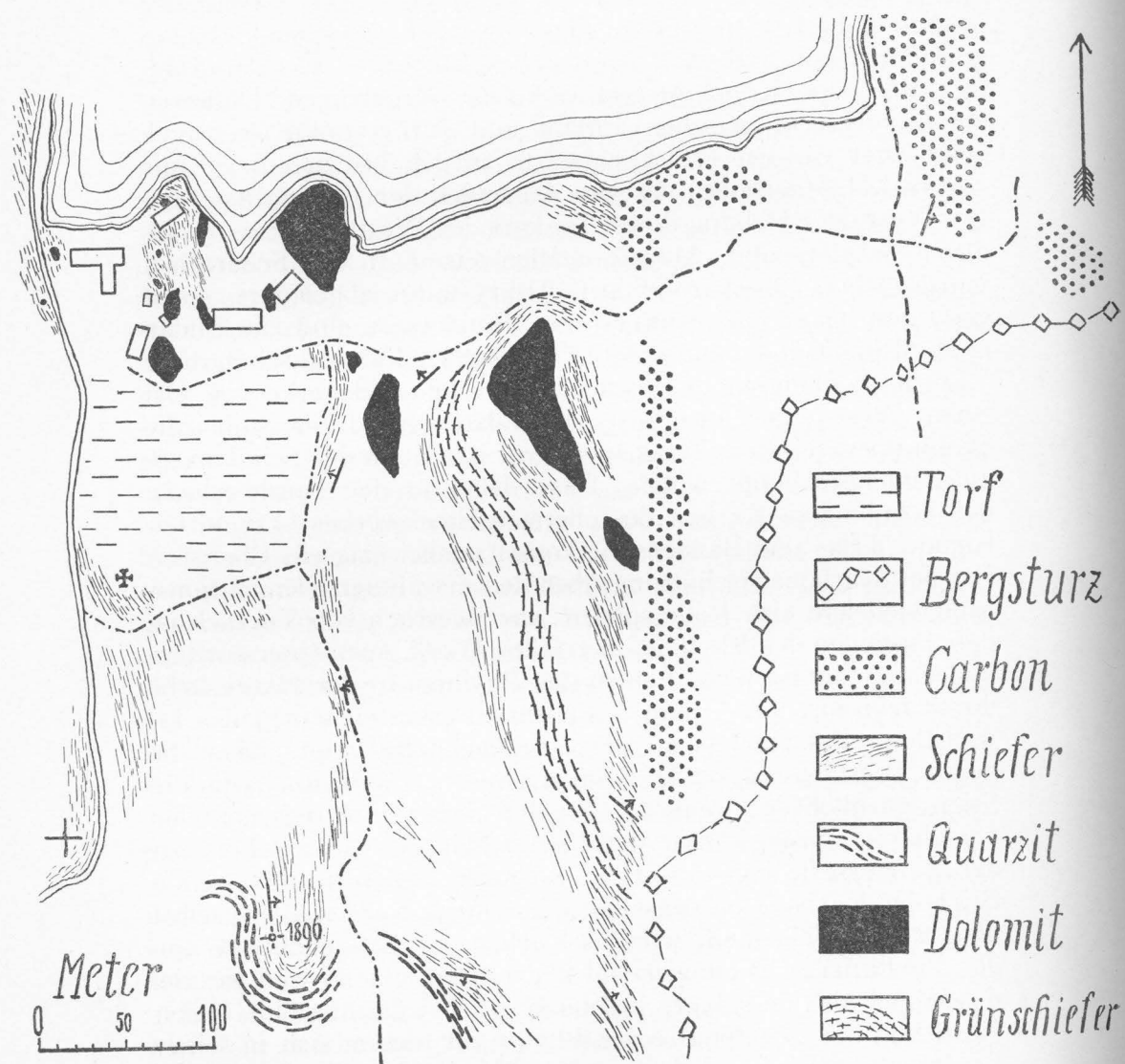


ABB. 5. Der Südrand des Turracher Sees; veranschaulicht die Diskordanz des Karbonstockwerkes gegenüber der Kleintektonik des Phyllitstockwerkes (In dem Zug, der hier als Grünschiefer ausgeschieden wurde, überwiegen eigentümlich grünliche Quarzite, es sind aber andere Typen als die Quarzite bei P. 1896).

F. DIE MERIDIONALE QUERSTÖRUNGSZONE TURRACH — TURRACHERSEE.

Die Umrisslinie des Karbongebietes in der geologischen Karte, im allgemeinen von einem Parallelogramm wenig abweichend, zeigt einen auffallenden spornartigen Auswuchs, in dem das Karbonterrain sich von seiner Südostecke gegen SSO fortsetzt. Während nun das Karbon sonst ziemlich flach liegt oder — der Grossmuldenform entsprechend — gegen das Innere seines Verbreitungsgebietes zentripetal einfällt, zeigt dieser Sporn östliches Einfallen, vom Karbongebiet weg; im einzelnen, wie an den Wandeln bei P. 1931 Ost vom Kupferbau, oder am Turracher See zu sehen, und auch im Grossen und ganzen, wie aus dem Verlauf der geologischen Grenzen (z.B. über den Turracherseebach weg) zu schliessen ist. Wie das Karbon am Turrachersee gegenüber dem Phyllit des Schoberriegel liegt, kann nur verstanden werden, wenn zwischen beiden eine grosse Störung liegt. Aber hier ist gerade der entscheidende Strich durch den Schuttfuss verhüllt, und weiter im Süden stösst gar ein grosser Bergsturz, der aus den Gipfelwandeln des Schoberriegel gekommen, bis zum Ostufer des Grünen See's vor, die Fortsetzung des Karbons, die man vom Turracher See weg noch ein Stück gegen Süd verfolgen könnte, völlig überdeckend. Jedoch nach einer Lücke von nicht mehr als 1 km, östlich von „Jauer AH“ (der Plansektion 1 : 25000) und nicht ganz 100 m höher als diese am Berghang, steht in einem Wandel von 5—6 m Höhe Karbonkonglomerat an, stark gequetscht (Beschreibung S. 12) und mit 40° Nordostfallen in den Phyllit eingefaltet. Nicht weit von einem auffällig rotgelben Dolomitzug, hat aber mit diesem nichts zu tun, liegt auch nicht einmal parallel zu diesem, sondern, da der Dolomit 30° Nord (oder NNO) fällt, nähern sich diese beiden verschiedenen Lager gegen NW und gehen gegen Süden auseinander. Nach diesem klaren Aufschluss ist auch die verdeckte Störung östlich des Schwarzen See's dahin zu deuten, dass der Phyllit des Schoberriegel über das Karbon vom Schwarzsee an einer steil gegen W auffahrenden Bewegungsfläche aufgeschoben, wahrscheinlich aber nicht weit überschoben ist. Denn mechanische Beanspruchung ist im Karbon, das ja erst in einiger Entfernung von der Störung aufgeschlossen ist, nicht zu sehen, abgesehen von einer gewissen Entgasung

der Kohle, im Verhältnis zu anderen Turracher Vorkommen (S. 22).

Diese Überschiebung streicht vom Südende bis zum Schwarzensee N 15° W, von da ab bis über den Turrachgraben weg N 35° W und trifft bei P. 2007 auf die Turracher Randüberschiebung; an dieser war schon etwas östlich von P. 2007 die Bänderserie bis auf kleine Linsen ausgekeilt, bei P. 2007 keilt auch der Phyllit aus und die Turracher Randüberschiebung (Karbon auf Altkrystallin) schwenkt aus dem O-W Streichen in N 40° W ein d.i. in die Verlängerung der Querstörung. Das kann nur dadurch erklärt werden, dass die Störung vom Turrachersee nicht eine reine Überschiebung ist, sondern auch eine bedeutende Horizontalkomponente besitzt (Blattverschiebung). Ihr westlicher Flügel, das Karbon vom Schwarzsee-Steinturrach ist nicht bloss (wie man ja ebenso gut sagen kann) Nordostwärts unter den Phyllit untergeschoben worden, es ist auch im Verhältnis zu demselben längs der Schubfläche nach Nordwest versetzt worden u.z. um einen Betrag von mindestens 2 km = der Strecke P. 2007 — Steinbachsattel. Die Strecke, auf der der Phyllit fehlt, ist nach dieser Richtung zwar etwa doppelt so gross, aber nach dem Bild der Karte kann man ohneweiteres annehmen, dass der überschüssende Betrag auf Rechnung einer Blattverschiebung zwischen Hinteralpental und Knappenriegel kommt — vielleicht in Fortsetzung der Verwerfung vom Krakobersattel (S. 42); sie direkt festzulegen ist wenig Aussicht. Spiegelbildlich zu diesen SO-NW streichenden Blättern streicht der Kremsgrabenbruch SW-NO, an dem wir nach der Verstellung des Triaszuges eine Horizontalverschiebung von rund 3 km vermutet hatten (S. 43). Ich glaube das stimmt in der Grössenordnung genügend zusammen, zumal die Messungspunkte nicht sehr scharf bezeichnet, und Differentialbewegungen im Innern der bewegten Scholle unmittelbar aufzuzeigen sind. Hält man derart die Versetzung an den beiden Blättern (Kremsbach und Steinbach) zusammen, so bedeuten sie eine Verstellung des NW-Zipfels der Karbonscholle gegen Norden und zwar wirklich ungefähr um ebensoviel als der Phyllit unter ihr fehlt (S. 45 und S. 48). Wir haben oben diese Nordverschiebung der Karbonecke aufzufassen versucht als eine Ausweichbewegung der westwärts bewegten Schubmasse, die einsetzte, sobald ihr Vorschub durch die vor ihrer Stirn aufgeschürften

Schuppen zu sehr behindert wurde. Diese Ausweichbewegung war natürlich am stärksten am freien Nordrand der Schubmasse, sie fand aber Fortsetzung auch weiter südlich in ihrem Innern, die SO-NW Blattverschiebung ist am Rinsennock, das SW-NO-Blatt am Gregerlenock, beidemal anscheinend mit beträchtlichen Verschiebungsbeträgen. Wie schon ausgeführt, ist Sinn und Ausmass der Verschiebung hier nicht eindeutig zu bestimmen (S. 43). Am Rinsennock scheint mir eine Keilscholle abgespalten und emporgepresst worden zu sein. Gegen Norden zu müssen sich diese beiden Verwerfungen jedoch bald vereinigen, und was westlich davon liegt, ist gesenkt; so muss man wohl aus dem Karbonvorkommen zwischen Schaf- und Winkelalm⁴³⁾ schliessen, und so habe ichs in der tektonischen Skizze der Karbonmasse dargestellt.

Wir haben schon früher angemerkt (S. 35), dass diese beiden Systeme von Verwerfungen, Klüften, Blattverschiebungen, u.s.w., einen Winkel von 100 bis 110° bilden, und zwar blicken diese stumpfen Winkel gegen Ost und West. Daraus ist nach den Erfahrungen der Technologie zu schliessen, dass in dieser, der O-W-Richtung der maximale Normaldruck, gelegen hat⁴⁴⁾. Das ist ungefähr normal zu der Richtung, welche unsere Störungszone hat (Turrach—Ebene Reichenau), ebenso die Kl. Kirchheimer Überschiebung und überhaupt die ganze Schar der meridionalen Querstörungen. Demzufolge können wir deren Entstehung im grossen und ganzen als Faltung auffassen, eine Schar von Falten, die ebenso zu der Westschiebung an der Kl. Kirchheimer Randstörung korrelat ist, wie die westöstlich streichenden Falten im Phyllitstockwerk korrelat sind zum Nordschub gegen die Turracher Randüberschiebung.

Demnach ist das Vorkommen von Karbon unmittelbar östlich über dem Ort Turrach ebenfalls als eine Einfaltung zu verstehen. In seiner Hauptmasse stellt es eine Synklinale vor, über welche Gurktaler Phyllit mit Grünschieferzügen und Magnesit-Dolomitlinsen) übergeschlagen ist. Das Scharnier ist gegenüber

⁴³⁾ Leider lässt die Erscheinung dieses interessanten Vorkommens viel zu wünschen übrig. Zu sehen ist eigentlich nur ein Strich grosser Blöcke, nur in einem der Bachrisse am Südende des Striches kann man sehen, dass die Packung derselben sich nach unten konsolidiert, und dass der Blockstreifen als Ausbiss eines anstehenden Lagers anzusehen ist, und nicht etwa als Moräne (für die allerdings das ausschliessliche Vorkommen von Karbon nicht zu erklären wäre). Weitere Angaben über die Lagerung möchte ich aber nicht verantworten.

⁴⁴⁾ SANDER, Gefügekunde, S. 92.

der Wicheralp aufgeschlossen, und scheint mit NO- bis ONO-Streichen in den Berg hineinzustechen — für genauere Beurteilung dieser Falte wäre natürlich noch die Aufnahme des Eisenhutstockes nötig gewesen. Diese Einfaltung ist nicht ganz leicht zu verstehen. Man könnte sich vorstellen, dass gerade der NW-Zipfel der Schubmasse, die von Osten gegen die Turracher Querstörung heranbewegt worden ist, in steile Falten gestaut worden wäre — analog der Stauung am Nordende der Randüberschiebung bei Innerkremers (S. 48). Dazu würde stimmen, dass der Phyllit an der Strasse unterm Badwirt, beim Kalkofen im Nesselgraben u.s.w. steil gegen das von ihm überschobene Karbon einfällt, als ob er mit der Nase auf der Überschiebung geschleppt wäre (Profil IV, VI und IX.). Hinter dieser Randaufstauung entstand eine ähnlich scharfe Einmuldung, in der die Hangendschichten, das Karbon, zusammengestaut (Profil VI), und schliesslich von der nächstfolgenden Antiklinale überfahren wurden. Nimmt man nun noch an, dass dieses Karbon von Anfang an unregelmässig begrenzt war (Erosion oder tektonische Zerstückelung?), und dass deswegen die Muldenumbiegung gerissen ist, so kann man auch erklären, wie dieses Karbon auch hier unmittelbar auf die Bänderserie der Randüberschiebung gekommen ist, und braucht nicht anzunehmen, dass dieser Karbonlappen in diesem Verhältnis schon durch die Sedimentation gewesen wäre (was übrigens auch nicht als ganz unmöglich zu bezeichnen wäre). Es ist somit die Analogie nicht zu verkennen, dass bei Turrach ebenso wie in Innerkremers im Nordwestzipfel der gegen die Querstörung von Osten herangeschobenen Schubmasse deren oberstes Stockwerk C (das Karbon) unmittelbar unter Ausschaltung des mittleren B (des Phyllites) auf die Bänderserie der die Schubmasse am Nordrand begrenzenden Turracher Überschiebung kommt, und besonders möchte ich hervorheben, dass ein analoges Verhalten auch bei der nächsten Querstörung Fladnitz-Paal vorzuliegen scheint; denn weil das Karbon der Paal die Turracher Karbonfalte zu wiederholen scheint in beträchtlich vergrössertem Massstab, so wird das hier vorliegende tektonische Problem sich dort am besten aufklären lassen.

G. DIE SCHAR DER MERIDIONALEN QUERSTÖRUNGEN.

Hiemit haben wir aus unserem eigentlichen Aufnahmegebiet zwei grosse Querstörungszonen beschrieben, die ungefähr in der Richtung Nord-Süd verlaufen. Es finden sich nun in der Nachbarschaft noch mehrere Störungszonen vom gleichen submeridionalen Streichen (von West nach Ost gezählt):

1.) die „Katschberglinie“; ihr südlicher Teil streicht ungefähr S-N, der nördliche Teil biegt gegen Osten ab, so dass die Sehne des Bogens (etwa Altersberg-St. Michael) N 18° O streicht.

2.) Die Randüberschiebung Kl. Kirchheim—Innerkremers, zeigt auch eine leichte gegen West konvexe Bogenbiegung, Sehne N 15° W.

3.) Die Querstörung Turrach—Turrachersee, streicht auch Nord etwas zu West, genauer angebar, wenn Verlauf gegen Ebene Reichenau festgestellt sein wird.

4.) Die Querstörung der Fladnitz, nimmt man die Gurk unter Sirnitz als Fortsetzung, so streicht sie N 15° W.

Weiter gegen Osten folgen bis zur grossen Quermulde des Neumarkter Sattels noch mehrere ähnliche Störungen, und vielleicht ist erst die grosse Pöls-Obdach-Lavant-Störung der östliche Abschluss dieser Schar. Wir beschränken aber unsere Besprechung auf die vier obengenannten Störungen.

Diese genannten vier Störungen zeigen nicht bloss gleiches Streichen, sie folgen auch in regelmässigem Abstand aufeinander, und zwar beträgt dieser zwischen 1.) und 2.) = 17 km; zwischen 2.) und 3.) = 14 km; zwischen 3.) und 4.) = 14 km⁴⁵⁾; sie sind in ihrem Bau einander ähnlich, sie haben analoge Beziehungen zum Bau des Grundgebirges, sind der Ort ähnlicher endogener Beeinflussungen (Eruptiva, Erze, Thermen u.s.w.), und sie bestimmen in ziemlich gleichem Masse die Gestaltung der Gebirgsoberfläche.

Dem Innern Bau nach ist eine Querstörung dieser Schar nie eine „Linie“, sondern ein Bündel von Dislokationen gleichen Bewegungssinnes: Zusammenschub Ost-West, wobei regelmässig der östliche Flügel auf den westlichen aufgeschoben

⁴⁵⁾ Auch zwischen den weiter östlich folgenden Störungen dieser Schar scheint das Intervall nicht viel anders zu sein.

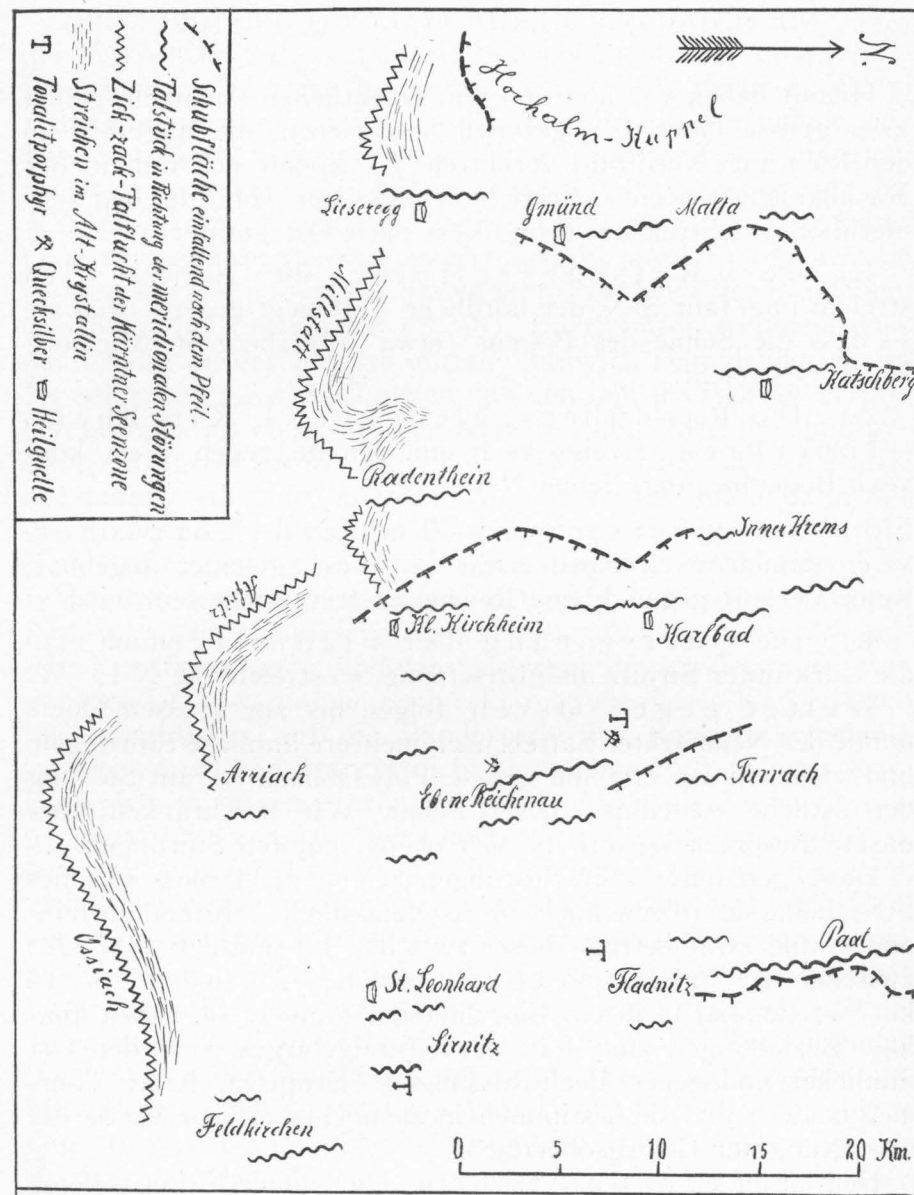


ABB. 6. Die Schar der meridionalen Querstörungen; ist in der Hauptsache eine schematische Herauszeichnung aus Abb. 4, und wird zum besseren Verständnis immer mit dieser geologischen Karte zusammen gehalten werden.

ist; meist sind es ziemlich steil stehende Schubflächen, gelegentlich aber auch geschlossene, übergeschlagene Falten. So liegt in der Katschbergzone die eine Hauptdislokation zwischen dem Hangend-Kalkphyllit der Hochalmkuppel und dem darüber geschobenen „Gmünder Phyllit“, die zweite zwischen diesem und dem Altkrystallin. Die verlässlicheren Triasschuppen, Serpentine u.s.w. liegen meist in der erstgenannten Fuge; stellenweise ist ein synklinaler Bau von verhältnismässig geringer Tiefe angedeutet⁴⁶⁾. Die Randüberschiebung Innerkrems-Kl. Kirchheim zeigt (wie beschrieben, S. 49) durchgängig mindestens zwei Schuppen von Trias, und dazwischen einen Schubspahn von Grundgebirg. An der Querstörung von Turrach (S. 57/8) hatten wir nebeneinander: im Westen eine glatte Überschiebung von Phyllit auf das Karbon der Hauptscholle, und östlich davon eine überkippte Karbonsynklinale. An der Fladnitz (S. 45) trafen wir mindestens drei Schuppen, von denen die östlichste vielleicht in die Überfaltung des Paal-Karbon überleiten mag. Diese eigenartige Mehrteiligkeit unserer Querstörungszonen glaube ich einfach dadurch erklären zu können, dass dieselben jüngere Verbiegungen eines älteren mächtigen Stockwerksbaues vorstellen. Diese Stockwerksteilung war nun dadurch entstanden, dass jener mächtige Schichtstoss schon das erstmal sich nicht einheitlich falten konnte. Da konnte auch bei der zweiten (Quer-) Faltung eine einheitliche („harmonische“) Faltung nicht zustande kommen; auch diese führte zu einer Trennung nach Stockwerken, und diese entwickelten sich nun entsprechend den Umständen weiter. Die Schuppen unserer Querstörungen u.s.w. sind also sozusagen die Embryonen eines Deckenbaues, der wegen der im allgemeinen geringen Schubweite derselben nicht zur vollen Entwicklung gelangt ist. Jedenfalls war die Schubweite dieser Querstörungen wesentlich geringer als jene, welche den W-O streichenden Falten- und Deckenbau geschaffen hat.

Dass diese Querstörungszonen recht verschieden ausgebildet sind, ist einmal darin begründet, dass der in die Faltung einziehbare Schichtbestand ebenfalls verschieden ist, verschieden an Stellung, Art und Mächtigkeit (Wie früher vielfach ausgeführt worden ist und hier wohl nicht wiederholt wer-

⁴⁶⁾ BECKE, FR. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I. Bd. 117, 1908, S. 398 u. Taf.; und Bd. 118, 1909, S. 1066.

den braucht.). Verschieden ist aber auch der Tiefgang der Faltung und — dementsprechend — die damit verbundene Einwirkung auf Gefüge und Tracht der Gesteine. Die Katschberglinie — die alle anderen an Länge übertrifft — steht auch hier an erster Stelle: sie greift ins Grundgebirg und wird begleitet von einer Zone, in der nicht bloss mechanische Veränderung des Gesteinsgefüges zu merken ist, sondern auch rückschreitende Metamorphose (Diaphthorese). Nach der Länge folgt nun die Fladnitzstörung, und diese hat auch noch recht tiefgreifende Beeinflussung des Gesteins bewirkt, wenn auch vielleicht diese Wirkung an Ausdehnung und Intensität hinter der vom Katschberg zurückbleibt. Die beiden kürzern Querstörungen aber erscheinen hauptsächlich auf das Deckgebirg beschränkt (Stockwerk B + C); immerhin ist in Innerkrems lokal Mylonitisierung und Diaphthorese im Grundgebirg zu finden, während nördlich von Turrach davon wenig zu merken ist.

Auch wenn man diese Erscheinungen ziemlich hoch einschätzt, kann der vermutliche Faltungstiefgang nicht sehr gross gewesen sein: diese Querstörungen sind eine Faltung, welche nur die obersten Schichten betroffen hat; aber sie sind nicht rein Innentektonik dieses obersten Stockwerkes. Sie sind ihrer Lage nach von tektonischen Elementen des Grundgebirges bestimmt, und sie werden auch von gewissen Erscheinungen begleitet, deren Wurzeln in grösseren Tiefen gesucht werden müssen. Es kann sich also nicht um eine auf die Abscherungsdecke beschränkte Querschiebung handeln, sondern diese — die das tektonische Bild natürlich in erster Linie charakterisiert, das kann und soll nicht geleugnet werden — ist der oberflächliche Ausdruck von entsprechenden Dispositionen, Strukturen, und tektonischen Vorgängen im tieferen Untergrund.

Im Bau des Grundgebirges — wie es südlich von der Verdeckung durch Phyllit u.s.w. in der Seenzzone aufgeschlossen ist — erkennt man eine Anzahl sigmoidaler Wendungen im Streichen, indem in das WNW-OSO-Streichen, welches diese Grossantiklinale vom Millstätter bis zum Ossiacher See im allgemeinen behauptet, jeweils kurze Stücke mit SW-NO-Streichen eingeschaltet sind. An jede dieser Sigmoiden setzt eine der meridionalen Querstörungen an, und umgekehrt jede unserer Querstörungen fusst im Süden auf einer solchen Sigmoide: es herrscht vollkommen eindeutige Zuordnung. Die erste

dieser sigmoidalen Nordschwenkungen im Grundgebirg (erste gezählt von Westen her) erscheint am Lieserdurchbruch, wo die aus der Kreuzeckgruppe herstreichenden Gesteinszüge, nachdem sie durch den Südwärts vorstossenden ⁴⁷⁾ Sporn des Hochalmmassivs eng zusammengebündelt worden waren, wieder weiter auseinander treten. An diese Schwenkung im Streichen setzt die Katschberglinie an. Die zweite Nordschwenkung liegt bei Radenthein: „die Sigmoide vom Lammersdorfer Berg“ (Wiener Ber. 1927, S. 352). An diese schliesse ich die Randüberschiebung Kl. Kirchheim-Innerkrems an, obschon sie gegenüber der Sigmoide um einiges (ca. 4 km) gegen Osten zurückgesetzt ist; denn auch die anderen Querzonen stehen etwas östlich von ihrer Grundgebirgssigmoide, wenn auch keine soviel, aber ein genaues Passen durch die Stockwerke durch und bei der Breite dieser Störungszonen ist kaum zu erwarten. Die nächste (dritte) Sigmoide treffen wir unter Afritz, „die Arriacher Schaufelfläche“ (Wiener Ber. 1927, S. 353). Gegen diese zielt die Querstörung Turrach-Turrachersee-Ebene Reichenau (oder Rotrasten? vgl. S. 65) längs des oberen Gurktales hinab; leider ist gerade über den südlichen Teil gar nichts neueres bekannt. Die vierte und grösste Schwenkung im Grundgebirgsstreichen ist die, welche bei Treffen-Annenheim aus der Richtung des Gegendtales in die des Ossiachersee's umlenkt. Gegen diese zielt die Richtung Paal-Fladnitz, deren Fortsetzung noch weit im Süden durch die stark gestörte Einfaltung von Eisenhut-schiefern in der Umgebung von Sirnitz, den Tonalitporphyritgang von Neualbeck, wie überhaupt durch die auffällige N-S-Wendung des mittleren Gurktales dortselbst festgelegt scheint.

Korrelationen zwischen den Querstörungen im Deckgebirg und tektonischen Elementen des Grundgebirges können naturgemäss nur am Rand der Decke festgestellt werden. Solche besteht am Südrand zweifellos, während mir vom Nordrand Vergleichbares durchaus nicht bekannt geworden ist. Welcher mechanische Zusammenhang jenen Korrelationen zugrunde liegt, lässt sich vorerst nur vermuten. Am einfachsten ist die Vorstellung, dass die Sigmoiden im Grundgebirg und die Quer-

⁴⁷⁾ Hier bezieht sich die Bezeichnung „vorstossen“ in erster Linie auf die Beschreibung des Kartenbildes. Sie passt aber auch auf das Bewegungsbild, dieser Südsporn des Hochalmmassivs ist tatsächlich südwärts mit überkippter Kniefalte über seine Vorlage („Rahmen“) vorgestossen. (Vgl. SCHWINNER R. Sitzber. Akad. Wien, 1927, S. 358).

störungen im Deckgebirg Wirkungen der gleichen jungen Quersaltung wären, die in der Grossantiklinale von Millstatt-Ossiach die Schichten nur zu mässiger Horizontalflexur verbogen, im Deckgebirg aber zu Schuppen und Falten gestaut hätte. Eine andere Möglichkeit wäre, in den Sigmoiden den Ansatz alter Grundswellen zu sehen, an denen die in einer jüngeren Faltungsphase zu einem Westschub gezwungene Abscherungsdecke sich jeweils gestaut hätte. Welche Vorstellung man da bevorzugen mag, immer wird man annehmen müssen, dass sich von jenen Ansatzstellen im Süden an der Grundgebirgsgeantiklinale Leitlinien irgendwelcher Art auch noch ein ziemliches Stück nordwärts in die Geosynklinale des Gurktales weiter fortsetzen, wenn auch, wie schon gesagt, dieselben jenseits auf der Krems-Metnitz-Schwelle nicht mehr auftauchen; das ist bezeugt durch die Beobachtung, dass gewisse endogene Aktivität sich gerade an die Zonen der Querstörungen heftet. Zuerst erwähne ich da das Vorkommen von Tonalitporphyriten, von der Art des Rieserfernergefolges, wie sie in einem Strich längs der Drau bis Mittelkärnten reichlich verbreitet sind, ausserhalb dieses Verbreitungsgebietes bis jetzt überhaupt nicht gefunden worden waren. Solche fand ich am Turrachersee, in die Falten des Phyllitstockwerkes einbezogen (S. 5) und bei Neu-Albeck (unter Sirnitz). Hier steckt der Porphyritgang saiger wie ein Pflock in den Schiefen, aber als posttektonisch darf er deswegen auch hier nicht angesehen werden; denn die Schiefer stauen sich an ihm und sein Rand ist kataklastisch stark verschieft. Er hat also einen alten Bau durchbrochen, und ist von der jüngeren Faltung nicht mehr überwältigt worden. Wahrscheinlich gehören zu diesen Tonalitporphyriten auch jene Vorkommen zwischen Haidnerhöhe und Hochrindelhütte, die Beck gefunden hat, wenn er sie auch als „Dioritische Gesteine“ bezeichnet (Verh. 1929, S. 30), und welche anscheinend auch stark tektonisch strapaziert sind; bei genauerer Nachsuche wird sich vermutlich noch mehr von diesem Gangschwarm finden. Jedenfalls genügt, was bekannt ist, um eine Verbindung dieser Gänge mit unseren Querstörungen 3 (Turrach) und 4 (Fladnitz) festzulegen.

Die Zuordnung bestimmter Vererzungen zu Eruptivgesteinen wird allgemein angenommen, und besonders Zinn- oder wird wohl mit Recht als ziemlich magmanah angesehen,

es muss auch hervorgehoben werden, dass sich in Kärnten sein Vorkommen mit dem der Porphyrite deckt. Wenn wir auf der Turracher Querstörung nun neben dem Tonalitporphyrit gleich zwei dieser sonst nicht häufigen Lagerstätten finden (Kohralm, Rotrasten), so ist das gewiss bemerkenswert.

Von den anderen Lagerstätten spreche ich in diesem Zusammenhang nicht, weil die Magnesite vom Typus „Kotalm“ mit den Querstörungen sicher nichts zu tun haben⁴⁸⁾, und weil bei den Eisenlagern an der Turracher Randüberschiebung die Einordnung in die magmatischen Beziehungen und Zonen vorläufig noch recht unsicher ist, und auch die Beziehungen derselben zur Tektonik erst genauer zu studieren wären. Dass die Gegenden reichlicher Vererzung an der Turracher Randüberschiebung immer dort liegen, wo eine Querstörung an ihr ausstreicht, ist unzweifelhaft, aber diese Beobachtung ist wohl noch recht verschiedener Deutung fähig, und darf nicht ohne weiteres als Beleg einer von den Querstörungen herkommenden endogenen Beeinflussungen in Anspruch genommen werden⁴⁹⁾.

Inwiefern Thermen, Säuerlinge u. dgl. endogener Wirkung zuzuschreiben sind, erscheint heute vielfach noch im Prinzip ungeklärt, und wird in jedem einzelnen Fall eine recht schwierige Untersuchung fordern. Das würde weit über den dieser Arbeit gesteckten Rahmen gehen. Ich gebe daher hier, was aus sehr verschiedenartigen und verschiedenwertigen Quellen an Daten bekannt geworden ist, nur um die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, und vielleicht genauere Untersuchungen anzuregen. Es finden sich an der Katschbergzone: eine Fe-Therme bei Lieseregg, eine Gruppe Säuerlinge bei Gmünd, Radlbad, Trebesing; eine Schwefelquelle bei St. Nikolai-Rauchenkatsch; (LEX, PASCHINGER, WUTTE). An der zweiten Querzone liegt das Katherinenbad bei Kl. Kirchheim, eine Akratotherme

⁴⁸⁾ Ausser dass ein bereits fertiges Vorkommen dieser Gruppe von einer Querstörung in Mitleidenschaft gezogen worden ist (Eisenhut-Westgrat). Würde man jene Vererzung für sich, unabhängig von unseren tektonischen Beziehungen, datieren können, so wäre das sehr wertvoll. Leider ist aber diese am besten noch umgekehrt aus der Tektonik zu datieren.

⁴⁹⁾ Von den Lagerstätten im Liesergebiet können wir in diesem Zusammenhang ebenso gänzlich absehen. Die einen (wie die mir besser bekannten im Radlgraben) sind Imprägnationen nach Art der Schladminger Branden, und auch in derselben Altkrystallinserie (Schladming = unterste Schieferhülle). Die Arsen-Gold-Lagerstätten sind wohl sicher perimagmatisch, aber gehören zum Nordrand des Hochalmkernes, und haben daher mit der Querstörung wenig zu tun.

(DIEM), das Karlbath im innersten Leobengraben⁵⁰⁾. In der Turracher Zone sind mir Thermen oder sonstige Heilquellen nicht bekannt geworden. Von der östlichsten Zone führe ich Bad St. Leonhard an, weil ich es in der Spezialkarte gefunden habe.

Schliesslich ist hervorzuheben, dass diese Querstörungen von grossem Einfluss auf die Gestaltung der heutigen Oberfläche gewesen sind, sie kommen (wie in Abb. 6 angedeutet) vielfach in den Linien des heutigen Talnetzes zum Ausdruck. Ihnen folgen zum grossen Teil Liesertal und Katschberg, Turracherhöhe-oberes Gurktal; Paal-Fladnitz und mittlere Gurk unter Sirnitz. Weniger scharf kommt die Kleinkirchheimer Störung zum Ausdruck, doch folgen auch ihr bei St. Oswald, Grundalm, Karlbath beträchtliche Talstrecken. Im Vergleich dazu kommen andere Dislokationen von nicht geringerer Bedeutung im Gelände viel weniger zum Ausdruck, so die Turracher Randüberschiebung; und wenn die Millstätter Antiklinale sich mehr durchzusetzen scheint, so sind es eben die kleinen Sigmoiden, denen das Tal so pünktlich folgt, ein tektonisches Element, das zu dem System der Querstörungen gehört, nicht aber die eigentliche tektonische Grossform, die stellenweise ja völlig umgekehrt ist. Dies erklärt sich daraus, dass die Querstörungen das jüngste Dislokationssystem sind, das unser Gebirge überformt hat, vielleicht wird sich bei genauer Prüfung nachweisen lassen, dass gerade sie auch noch in jüngerer Zeit (posthum) in gewissem Mass aktiv gewesen sind.

Die Einheitlichkeit der Schar der meridionalen Querstörungen wird nach den hier beigebrachten Parallelen und Analogien wohl ausser Zweifel stehen. Sie sind als das Ergebnis eines und desselben Dislokations- (Faltungs-) Vorganges anzusehen, und daher kann eine Bestimmung des Alters, die für eine derselben gilt, auch auf die anderen übertragen werden. Es ist nun in die Randüberschiebung Innerkrems-Kl. Kirchheim fossilführendes Rhät mit einbezogen, und auch am Katschberg ist Kalk mit eingefaltet, der mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als Trias angesehen

⁵⁰⁾ Nach dem oberflächlich feststellbaren Befund würde ich das Karlbath wohl nur für eine rein vadose Gebirgsquelle halten, die aus dem Rhätzug entspringend das Wasser von der Eisentalhöhe, also der Höhe des Einzugsgebietes entsprechend kalt bringt. Aber sollte dieses Bauernbad Ruf und Beliebtheit nur der Einbildung verdanken? Ra-Gehalt? Sollte untersucht werden.

wird. Diese beiden Querstörungen sind also sicher jünger als Trias, und nach dem, was wir über die Einheitlichkeit der Schar ausgeführt haben, müssen wir dasselbe für die anderen Querstörungen annehmen, wenn auch bis jetzt an denselben eine Beteiligung jüngerer Schichten als Oberkarbon nicht bekannt geworden ist⁵¹⁾. Genauere Festlegung der Faltungsphase ist in unserem Gebiet unmittelbar nicht möglich; denn Oberkarbon — Perm(?)⁵²⁾ und Trias sind die jüngsten Schichten, welche — und die noch sehr sporadisch — hier anstehend anzutreffen sind. Indirekte Zeitbestimmungen haben sich nicht verwenden lassen⁵³⁾. Am meisten ist noch von einer Durchverfolgung unserer Tektonik nach Mittelkärnten zu hoffen, wo Kreide-Tertiär vorhanden ist.

Demnach haben wir in unserem engeren Aufnahmegebiet folgende tektonische Phasen zu unterscheiden: Innentektonik des Grundgebirgsstockwerkes A, mit W-O-Streichen: vorpaläozoisch (Algomán); Innentektonik des Phyllitstockwerkes B und Turracher Randüberschiebung, ebenfalls mit W-O-Streichen: Variskisch (vermutlich sudetisch). Die

⁵¹⁾ Vielleicht findet man auch an der Turracher oder an der Fladnitzer Querstörung Trias oder sonstiges Mesozoikum, jedenfalls kann man nur an diesen mit einiger Aussicht auf Erfolg solches suchen. Dafür spricht auch ein neuer Fund, den Herr HABERFELNER (nach freundlicher Mitteilung) neuestens in ähnlicher Lage, weiter im Osten, bei Neumarkt gemacht hat. Es ist aber auch möglich, dass die Trias etc. zwischen drin ein Stück wirklich fehlt, wegen Nichtabsatz oder (wahrscheinlicher) wegen Erosion auf einer lokalen Aufwölbung. Dafür haben wir ein gutes Beispiel darin, dass Karbon an der Querstörung Innerkrems-Kl. Kirchheim meistens, und am Katschberg ganz fehlt; denn dort muss zur Karbonzeit Abtragungsgebiet gewesen sein, aus dem die Gerölle der Karbonaufschüttung herkommen (S. 19), deswegen wird es wenig aussichtsreich sein, dort nach Karbon zu suchen.

⁵²⁾ Bei Betrachtung der tektonischen Skizze der Karbonplatte (Abb. 3) könnte es scheinen, dass bereits das Erosionstal, in dem die Werchzirmschichten abgesetzt worden sind, durch die Querfaltung vorgezeichnet worden wäre. Zweifellos vertieft sich ihre Auflagerungsfläche gegen das Quertal Turrachersee-Turrach. Aber das korrespondiert mit einer Absenkung der Unterfläche des Karbon in gleicher Richtung, also damit, dass die Karbonplatte als Ganzes von der Querstörung erfasst worden ist. Sicher als Erosionsform vor Absatz der Werchzirmschichten angelegt kann höchstens der Quelltrichter am Mitternack gelten und vielleicht dann eine von ihm genau ostwärts abfliessende Rinne. Diese kann aber mit der Querstörung nichts zu tun haben. Eher kann man dabei an das posthume Wiederaufleben Variskischer Leitlinien im Stockwerk B denken — die ja W-O streichen —, welche die Karbonplatte in dieser Richtung eingemuldet hätten, wenn man schon nicht auf eine besondere tektonische Begründung dieser wirklich nicht sehr bedeutenden Erosionsform verzichten will.

⁵³⁾ Als solche haben wir bereits die Beziehung der Magnesitbildung zu den tektonischen Phasen angeführt. Auch dass die Tonalitporphyrite älter sind als die Querfaltung, aber vermutlich nicht viel, weil der wohl ihnen zuzuordnende Zinnobereine zur Querfaltung koordinierte Scherklüftung benützt, wird erst weiter helfen, wenn das Alter dieser Ganggruppe anderswo wird festgelegt werden — was vorläufig noch nicht gelungen ist.

meridionalen Querstörungen und die von ihnen abzuleitenden Diagonal-Blattverschiebungen, Brüche, Klüfte müssen Alpidisch sein. Vermutlich nicht Jungalpidisch; sondern älter als Miozän. Denn die Verstellungen, welche in den Hohen Verebnungen nachweisbar waren, sind wohl nicht von den Hauptquerstörungen selbst verursacht worden, sondern von posthumer Nachzüglern dieser Faltungsphase, die wesentlich geringeres Ausmass hatten. Endgültig möchte ich mich über diesen Punkt heute noch nicht entscheiden. Da ist es vorher nötig, die sehr bemerkenswerten Beobachtungen von AIGNER⁵⁴⁾ nach den neueren Einsichten in die Tektonik zu ergänzen.

ANMERKUNG DEZEMBER 1936:

Dieses Kapitel (so besonders der letzte Absatz über das Alter der Querstörungen) wird hier ungeändert abgedruckt, so wie ich es 1930/31 niedergeschrieben habe. Seitdem (1935) hat THURNER bei Murau vermutliche Trias gefunden. Auch diese liegt ausschliesslich unter den West-blickenden Aufschuppungen eingezwickelt. Leider hat Th. einige ältere Angaben nicht berücksichtigt. In meinem Vorbericht über Turrach (Verh. 1932, S. 73-75) war das System der jungen, submeridionalen Querstörungen kurz beschrieben, in Centralblatt f. Miner. etc. 1933, Abt. B, S. 280 ff. habe ich ihre regionaltektonischen grösseren Zusammenhänge klargelegt (Die Skizze Fig. 6, S. 285 hätte die Störung Lorenzergraben-Metnitz angedeutet. Vgl. dazu S. 7). Ferner hat HABERFELNER in einer Notiz unter einem allerdings etwas irreführenden Titel „Das Alter der Vererzung vom Hüttenberger Erzberg (Kärnten)“, Anzeiger d. Akad. Wien 1933, N. 7, über Trias bei Mühlen (südöstlich von Neumarkt) berichtet. Es wäre von Wert gewesen, die dadurch angeregten Fragestellungen gleich im Feld nachzuprüfen.

H. ZU DEN NEUEREN „SYNTHESEN“ DES ALPENBAUES.

Das Verlangen nach einer „synthèse“ der Alpentektonik — dieser Ausdruck hat mit dem philosophischen Fachausdruck „Synthese“ nichts zu tun, sondern bedeutet einfach eine einheitlich zusammenfassende Darstellung — musste naturnotwendig einmal übermächtig werden, auch in den Ostalpen, früher oder

⁵⁴⁾ AIGNER A. Wiener Ber., Bd. 131, 1922; z.B. S. 260, 266 ff.

später. Es kam früh, früher als man auch nur beurteilen konnte, wie wenig die vorliegenden Daten zu solcher Arbeit zureichten, so dass man die Ausfüllung der Lücken unbefangen dem Spiel der Phantasie überliess: Dichtung und Wahrheit. Dichterische Begabung ist nicht häufiger als kritische. Anstatt in kühnem Probieren den Kreis der Denkmöglichkeiten immer aufs neue zu durchmessen — was unter diesen Umständen gegeben, und ebenso nützlich gewesen wäre wie scharfsinnige Kritik — sahen die Jünger der neuen Lehre ihre Aufgabe darin, die Beobachtungen dem vom Meister vorgegebenen Schema anzupassen („den Deckenbau nachzuweisen“), anstatt umgekehrt die Bilder nach der Wirklichkeit zu modeln. Was als Revolution begonnen, erstarrte bald als engherzig orthodoxer Sektenglauben. Der Feldgeologe in den Ostalpen hat von diesem eigenartigen Schrifttum — dessen Breite heute schon schwer zu übersehen ist — wenig Nutzen. Er tut gut, sich darauf nur soweit einzulassen, als geologisch wirklich nachprüfbares berührt wird.

TERMIER, dessen *Synthèse des Alpes* wenigstens historische Bedeutung hat, sagt nichts besonders über unser Gebiet. Berührt würde dieses von der allgemeinen Vorstellung, dass über die Zentralalpen alle Decken der Nordalpen drüber gegliitten wären, und die Dinariden sogar zweimal, zuerst als *traineau écraseur* den Deckenhaufen gegen Norden treibend, und dann wieder zurückgleitend, zurückprallend „*par la simple élasticité*“. Danach wäre zu erwarten, dass die von solchen Lasten überfahrenen Gesteine eine starke und gleichförmige mechanische Umformung erlitten haben. Wir fanden aber um Turrach Gesteine von sehr verschiedener Tracht. Das Gestein des Oberkarbons reagiert sonst schon auf geringe Überfaltung sehr merklich (S. 41). Die grosse Masse desselben zeigt aber von solcher mechanischer Einwirkung keine Spur: sie kann nie von solchem *traineau* überfahren worden sein.

Das Deckenschema, das RUDOLF STAUB entworfen hat, ist — wenigstens in dieser Beziehung — weniger unmöglich. Bei ihm bleibt die oberste Decke, welche die Rolle des *traineau écraseur* zu übernehmen hat, auf den Zentralalpen liegen⁵⁵⁾. Reste und

⁵⁵⁾ JENNY H. („Die alpine Faltung“. Berlin 1924, S. 48/9) hat, etwas früher, die gleiche Idee ausgesprochen. Seine „oberostalpine Karbondecke“ ist — sofern es sich lohnt, da einen Unterschied zu machen — etwas weniger unmöglich als STAUB's Steirische Decke, weil sie nördlich des Drauzuges wurzeln soll. Aber dann sollen die hochostalpinen Decken, als Kern das ganze Paläozoikum der Grauwackenzone, über unser Gebiet drüber gefahren sein, und das ist wieder wenig besser als TERMIER's *traineau*.

Zeugen davon wären: Nösslach, Stangalpe, Paal, Murau, Graz. Diese gewaltige paläozoische Decke kommt aus den Dinariden, „da wir dieses eigenartige Paläozoikum nirgends nördlich des Drauzuges wurzeln sehen, wohl aber Silur, Devon, Karbon und Perm in den Karnischen Alpen in weiter Verbreitung als die Basis der Dinariden erscheinen“ (1. c. S. 193). Nun, von der Serie der Karnischen Alpen fehlt bei Turrach so gut wie alles, vom fossilführenden Caradoc bis zum unterpermischen Trogkofelkalk. Dagegen findet sich die Gesteinsgesellschaft von Turrach — Phyllit, Eisenhutschiefer, Quarzit, Diabas, Magnetit, Zinnober — in gleicher Ausbildung bei Paternion, nördlich vom Drauzug! Auch die Zusammengehörigkeit der in einem Atem genannten Gebiete in der Fazies ist nur für Nösslach und Turrach evident; Murau weicht davon schon wesentlich ab, und Graz ist wieder ganz anders; wohl aber hat es nahe Beziehungen zur benachbarten obersteirischen Grauwackenzone (und beide zu den Karnischen Alpen), welche aber nach STAUB aus einem ganz anderen Ablagerungsgebiet stammen soll. Zur Klärung und Erklärung der Faziesverteilung im ostalpinen Paläozoikum trägt die Erfindung dieser „Steirischen Decke“ nicht viel bei. Die Individuation der „Überschiebungsklippe der Stangalpe“ hängt von einer Umgrenzung ab, die ihr PETERS vor 80 Jahren „beiläufig“ (S. 6) gegeben hat; nach dem wirklichen Zusammenhang müsste man eine Phyllitdecke anschliessen, bis nach Mittelkärnten, und wieder unter den Nordrand der Karawanken hinein. Genug!

Aber der „Bau der Alpen“ ist noch nicht das ärgste. STAUB benutzt Quellen, und zeichnet genau; man sieht, wo etwas herkommt, und was er dabei gedacht hat. Anders KOBER. Beleg dafür die groteske Darstellung, welche unser Gebiet in „Bau und Entstehung der Alpen“ gefunden hat⁵⁶⁾. Ich will da nicht besonders bemängeln, dass KOBER⁵⁷⁾ die Trias von Innerkrems mit dem Marmorzug Grastal-Gummern zusammenhängt. Auch da ist die Zeichnung schlecht, aber es lässt sich noch ein Sinn errathen. Dagegen fehlt solcher vollständig der Zeichnung, die

⁵⁶⁾ Berlin 1923, S. 128/9, Fig. 63, und Tafel VIII.

⁵⁷⁾ Wohl im ersten Schreck über den Fund von HOLDHAUS, eine Entdeckung, welche allerdings der Erforscher des östlichen Tauernfensters — Herr KOBER — selbst hätte machen sollen und können, wenn schon nicht im Feld, so doch in Aufnahmsbericht und -Karte von PETERS. — Uebrigens: wenn nicht auf eigenen Aufnahmen, und auch nicht auf den Aufnahmsberichten anderer, auf was beruhen eigentlich jene grossartigen Synthesen?

unser Gebiet dort darstellt. Auch der begleitende Text ist im vollen Sinne des Wortes „gegenstandslos“. Genug!

Diese Darstellungen sind, ungeändert oder wenig variiert, vielfach gläubig übernommen worden, wozu höchstens an OXENSTJERNA'S Wort zu erinnern wäre: *Quantilla prudentia* — Eine Vorstellung des Ostalpenbaues, die selbständige Wege geht, nur manchmal zu sehr in den Vorurteilen des Nappismus befangen, hat WALTER SCHMIDT entwickelt. Einiges davon betrifft unser Gebiet besonders. Er unterscheidet, als Decken von unten nach oben übereinander folgend: Muralpenkristallin - Grobgneisdecke - Grauwackendecke. Muralpenkristallin ist unser Grundgebirge (S. 3). Zur Grobgneisdecke soll gehören:

1. Der „Mürztaler Grobgneis“: wie ich festgestellt, syntektonisch gebildete lagerhafte Intrusionen und Mischgneise, in einer phyllitischen Serie der 1. Tiefenstufe, die offensichtlich nicht auf Muralpenkristallin liegt, sondern von solchem überschoben wird.

2. Das Seckauer Massiv, Granitischer Kern, der normal in einer Serie von Paragneisen 1. bis 2. Tiefenstufe liegt. Stratigraphisch wären vielleicht diese Paragneise mit den tiefsten Serien unseres Krystallin, den Koralmgneisen zu vergleichen. Sie liegen aber über den Glimmerschiefern von Zeyring etc., der höheren Serie des Muralpenkrystallin (an der Pölslinie überschoben gegen SW).

3. Der Kletschach-Troiseck-Zug: Paragneise etwa wie die der Seckauer Hülle, „granitische und aplitische Gneise treten zurück“ (CORNELIUS). Liegt mit klarer Überschiebung auf dem Mürztaler Grobgneis.

4. und 5. Die Massive der Schladminger und der Hohen-Tauerngneise stimmen in Lagerungsform und Aufbau in gewissem Masse mit dem Seckauer Massiv überein, in anderem (Gestein und Tracht) vielleicht besser mit dem Mürztaler Grobgneis.

6. Der Schwazer Augengneis, nach Gestein und Auftreten am ehesten dem Mürztaler Grobgneis zu vergleichen,

⁵⁸⁾ SPENGLER E. (Geol. Rundsch. XIX, 1928, S. 1 — von Kalkalpen): „KOBER'S Karte ist derart schematisch und ungenau, dass sie sich jeder schärferen Kritik entzieht. Sie sucht nur in möglichst aufdringlicher Weise die Ideen des Verfassers zu veranschaulichen.“

nur dass er etwas höher liegt, ganz in der Grauwackenserie, zwischen Quarzphyllit und Wildschönauer Schiefer.

Wie man sieht, sind die aufgezählten Vorkommen nach Gestein, Bildungsweise und Stellung im Alpenbau, durchaus nicht schlagend einheitlich; sie hängen auch nicht zusammen; um sie zu einer tektonischen Einheit, einer Schubdecke zu verbinden, sind gewagte Hilfshypothesen nötig, Ausdünnungen und Auswalizaciones (*étirage*), wie sie sonst auch im Nappismus nicht als ganz gewöhnlich gelten können.

Als Nummer 7. soll angeschlossen werden, was die alten Geologen den *Bundschuhgneis* genannt haben. Es ist ein grober Mikroklingneis vorhanden, verbunden mit gleichmässiger gekörnten Ortho- und mit Paragneisen, sowie Glimmerschiefern, alles in der Tracht der 2. Tiefenstufe. Ein Lager dieser Orthogneise zieht von Fladnitz über Turrach bis Innerkrems (S. Karte). Das kann ganz von ferne aussehen, als wenn eine tiefere Decke unter der Basis unserer Phyllitschubmasse austreichen würde. Aber wenn der „Grobgneis“ eine Decke wäre, die unterm Phyllitstockwerk flächenhaft durchzieht, so sollte er nicht bloss einzig am Nordrand desselben austreichen, sondern er müsste auch am Westrand unter der Phyllitschubmasse, also von Innerkrems südwärts, breit hervortreten. Dort findet sich aber nur gewöhnliches „Muralpenkrystallin“. Der Turracher „Grobgneiszug“ ist also keine Schubdecke, die sich flächenhaft unter der Decke der Gurktaler Phyllite ausbreiten würde, sondern ein schmaler Intrusivkörper, der ins Muralpenkrystallin eingeschlichtet ist. Er streicht im Innerkrems Krystallin gerade gegen West weiter, und löst sich in dieser Richtung in einzelne Linsen auf, wie er ja auch im Ostteil seines Verbreitungsgebietes immer von Muralpengesteinen begleitet ist, und in solchem nahe Fladnitz ausspitzt, wie in Innerkrems. Eine Grobgneisdecke könnte hier ohne Vergewaltigung der Tatsachen vom Muralpenkrystallin nicht abgetrennt werden. Und eine Verbindung dieser Grobgneise mit den „Grobgneisen“ des Hochalmmassivs — wie sie die SCHMIDT'sche Hypothese fordert — ist nicht vorstellbar; denn das Muralpenkrystallin der Bundschuhtäler, in dem ja jene angeblichen Grobgneise stecken, überschreibt als Ganzes an der Katschberglinie die Hülle der Hochalmmasse.

Gegen die Vorstellung einer „Grauwackendecke“ ist dagegen wenig einzuwenden, sofern man den Ausdruck „Decke“ nach seinem einfachen Wortsinn, sozusagen geometrisch versteht. Überall in den Ostalpen folgen über dem „Altkrystallin“ die Phyllitserien, und an diese anschliessend das fossilführende Palaeozoikum. Diese „Grauwackenserie“ bildet in weiter Erstreckung noch heute für sich allein ein höheres Stockwerk, und hat ursprünglich, vor der Erosion, das Altkrystallin wahrscheinlich ganz oder doch grösstenteils überdeckt. Aber warum soll dieses Grauwackenstockwerk eine „Schub-Decke“ sein, in jenem Sinn, wie das Wort im Nappismus verstanden wird, und wie es SCHMIDT auch meint: ganz anderswo abgelagert gewesen und in weitem Fernschub an seine heutige Stelle gebracht. Diese Hypothese führt sofort auf Fragen, die heute nicht beantwortet sind, und wahrscheinlich auch durchaus nicht beantwortet werden können: Die erste ist die Frage nach den sogenannten „Wurzeln“. Wo ist die Grauwackenserie ursprünglich abgelagert worden? und wo ist ihre ursprüngliche Unterlage, ihr Grundgebirge hingekommen, nachdem seine Sedimentdecke abgeschert und wegverfrachtet worden war? Die Fläche, um die es sich dabei handelt, ist nicht unbedeutend, sie entspricht der ganzen heutigen Zentralzone der Ostalpen. Zweitens: wie ist das Gebiet des Muralpenkrystallin abgeputzt worden, so dass dieses unmittelbar vor Aufschub der Grauwackendecke nackt und bloss dalag, und überall Grauwackenstockwerk auf Krystallin zu liegen kam? Flächenbedarf wenig kleiner als im ersten Fall. Die dritte Frage liegt nahe, aber wir wollen sie nicht stellen; dass solche unsinnige Massenbewegungen möglich sind, glaubt der unentwegte Nappist. *Habeat sibi!*

Wesentlich einfacher, und keiner Hilfshypothese bedürftig ist die Annahme, dass die Grauwackenserie im grossen und ganzen dort abgelagert worden ist, wo sie heute noch liegt. Der Bau des Altkrystallin mag — wie überall — durch eine Verebnung abgeschlossen gewesen sein (subjotnische bzw. subkambrische Denudationsfläche nennt man das in Fennoskandien). Die Ablagerungen der Phyllitserien mögen diese im Bereich der alpinen Geosynklinale fast ganz — ausgenommen vielleicht einige der hartnäckigsten Hebungszentren in kleinem Umkreis — überdeckt haben; daher ihre Ein-

förmigkeit über die ganzen Ostalpen. Im Laufe der weiteren Entwicklung differenzierte sich der grosse Geosynklinalraum in Schwellen und Becken, nicht zufällig und willkürlich, sondern dadurch, dass die im Bau des Grundgebirges vorgezeichneten Tendenzen wieder durchschlagen. — Unser Gebiet (im weiteren Sinn) weist als durch den Bau des Grundgebirges bestimmt und immer wieder durchschlagend eine Mulde (die des Gurktales) begrenzt von zwei W-O streichenden Schwellen auf (im besonderen gerade bei Turrach die Krems-Metnitzschwelle). Durch diese aus dem Grundgebirgsbau stammenden Bewegungstendenzen werden Hebung und Senkung, also habituelle Hoch- und Tiefgebiete bestimmt, und damit die Art der Ablagerung. Die Schwellen haben geringeren Absatz, gelegentlich Lücken und sogar Abtrag, in den ständig sinkenden, sich einmuldenden Becken entwickelten sich die Absätze geschlossen und mächtig, als „Geosynklinalserien“. Diesen in zwei Stockwerken angelegten, und in beiden weiter stark differenzierten Gesteinskörper erfasste nun die nächste Faltung (die Variskische), zum Teil den alten im Grundgebirg vorgezeichneten Leitlinien „konsequent“ folgend, zum Teil diese mit neuen Verbindungen „renegant“ überkreuzend. Fürs erste und allgemein wurde dabei der Verband zwischen beiden Stockwerken gelöst: Die Grauwackenserie erscheint überall als Abscherungsdecke⁵⁹⁾. Das und nicht mehr ist beobachtet. Wenn jeder solchen Schubbahn grosse Förderweiten zugeschrieben werden, so ist das durch ein bekanntes Vorurteil erklärt, aber nicht begründet. In den meisten Fällen wird der Stoss der Absatzgesteine innerhalb des Beckenraumes, in welchem er abgelagert worden ist, bei Verengung der Beckenbreite an Ort und Stelle in Falten und Decken gelegt worden sein — so bei Turrach (S. 35); andernorts mögen Decken und Schubmassen über die trennende Schwelle ins Nachbarbecken geschoben worden sein. — Die Gurktalmulde wird gegen Osten, gegen das Mittelkärnthnerische Hauptbecken tiefer, die Sedi-

⁵⁹⁾ Es gibt einige Stellen, wo nicht diese reine Stockwerkstektonik herrscht, wo über Grauwacke wieder Muralpenkrystallin liegt, wo mit anderen Worten die beiden Stockwerke miteinander verfaltet und verschuppt sind. So finden sich im Bereich der Trofajacher Sigmoiden reichlich Schuppen von Altkrystallin innerhalb der Grauwackenserie. Aber ob das alles schon der Variskischen Faltung zuzuschreiben ist? Für starke alpidische Mitwirkung spräche die Rolle des Oberkarbon, und dann die Erinnerung an die „Schieferhülle der Hohen Tauern“, die aus Altkrystallin, Grauwackenserie und Mesozoikum, also jedenfalls alpidisch verfaltet ist.

mente mächtiger, die Serien vollständiger. Eisenhutschiefer können im mittleren Gurktal über 1000 m sein, das Paläozoikum anstelle der verzettelten Linsen von Turrach näher der vollständigen Serie, wie sie (nach HABERFELNER's Schilderung von Althofen) in Mittelkärnten vorliegen muss. Denkt man das über den Phyllit gesetzt, über dem heute nur mehr gelegentlich der Eisenhutschiefer mit seinen untersten Teilen als Einfaltung zu finden ist, so ragt der daraus aufgefaltete Bau weit über die hier schon ziemlich niedrige, weil gegen Ost ausklingende Krems-Metnitz-Schwelle hinaus, und der Deckenschub, der nordwärts in die anschliessende Murauer Mulde die Deckschollen gelegt hat, ging im grossen und ganzen mit dem Gefäll. Damit ist das stratigraphische restlos erklärt; die alpidische Faltung hat zu dem variskischen Bau noch die O-W-Aufschuppungen hinzugefügt (wie im vorausgeschickten Kapitel und anderswo beschrieben), damit ist auch die Tektonik völlig im Lot. Dabei wird nichts angenommen, was nicht im Feld demonstriert werden kann.

THURNER (1935, S. 228) meint dagegen, die Murauer Schubmassen seien lediglich die in Mulden (Depressionszonen) zurückgebliebenen Teile der nach N gefahrenen Grauwackenzone; jene Teile der Grauwackenzone, welche im Raum Schladming-Irdning, der gerade nördlich von Innerkrems-Murau liegt, fehlen. — Die Suggestion, dass irgend etwas „gefahren“ sein müsse, ist anscheinend immer noch überwältigend! Für solche „Fahrt“ der Grauwackenzone ist ein vernünftiger Grund bisher nicht angegeben worden. Die innere Tektonik der Obersteyerischen Grauwackenzone ist einfacher zu erklären durch Faltung und Schub gegen Süd, mit mässigen Schubweiten. Fazies und Fauna derselben passt zu der heutigen geographischen Lage. Solches Paläozoikum muss ursprünglich einmal im Norden der Zentralzone gelegen haben: die reichen Faunen der Karnischen Alpen fordern für grosse Teile des Paläozoikums enge Verbindung zum Barrandium. Anzunehmen, dass das ursprünglich im Norden der Zentralzone vorhanden gewesene Paläozoikum völlig abgetragen worden wäre, nachher aber wäre durch einen Deckenschub von der Südseite der Alpen ganz gleiches dort wieder hingelegt worden, ist doch unwahrscheinlich.

Andrerseits, wieso soll ein Teil der Grauwackenzone zwischen Irdning und Schladming fehlen? Die nördlicheren — tektonisch

höheren — Striche derselben streichen allerdings zwischen Admont und St. Martin a.d. Enns schief unter die Kalkalpen hinein; die einfachste Annahme ist, dass sie unter diesen verdeckt weiterstreichen; dass sie „fehlen“, ist jedenfalls nicht zu beweisen; überdies, wenn man von diesem Gebirgsteil ein Stück abreisst, sieht es kaum so aus, wie Murauer Serie. Der tiefere Teil der Grauwackenzone des Paläozoikums, der Quarzphyllit u.s.w.⁶⁰⁾ ist längs der Enns diese ganze Strecke vorhanden. Wenn von einer Schubmasse in einem überfahrenen Loche ein Stück zurückbleibt, sollte das ein Teil von ihrer Basis sein, nicht vom Hangend?! THURNER begründet die Einheitlichkeit seiner Grauwackendecke damit, dass sie überall — Innerkrems, Turrach, Paal, Murau-höhere Decken — in gleicher Folge auf zentralalpine Trias aufgeschoben wäre: dann gehört wegen analoger Stellung zur Trias (?) von Mühlen das Krystallin der Seethaler Alpen auch zu dieser Grauwackendecke?!

Zum Schluss einige Worte über die Deckensynthese von TORNQUIST. Zu dieser habe ich — wie schon missfällig angemerkt worden ist⁶¹⁾ — bisher tatsächlich nichts geäußert — aus sehr einfachem Grund. Nur in der Schweiz ist man so freigebig, dass man z.B. einem Dissertanten die gesammelten Lesefrüchte in breiter Aufmachung abdruckt⁶²⁾. Für die vorläufigen Mitteilungen über Turrach, der einzigen meiner Arbeiten, in welcher eine Erwähnung der TORNQUIST'schen Arbeiten mit einigem Recht gefordert werden könnte, hatte ich in den Verhandlungen der Bundesanstalt gerade 10 Seiten zugestanden. Diese brauchte ich für meine eigenen Ergebnisse. Auch hier muss ich mich — entsprechend den diesem Kapitel

⁶⁰⁾ Dass die Gumpeneckmarmore die Fortsetzung jener vom Seitnerberg, Bärensuhlsattel u.s.w. vorstellen, soll andernorts gezeigt werden.

⁶¹⁾ Nach A. HOTTINGER (Eclogae, 28, 1935, S. 335) hätte TORNQUIST „sowohl in den Turracher wie auch in den Murtaler Decken Triasbildungen beschrieben, Kalke und Dolomite, teils mit Rauchwacken und Gips, als Grenzbildungen zwischen sandigen Tonschiefern der Werfener Stufe und dem Muschelkalk mit Mergelplatten.“ Dass ich diese Merkwürdigkeiten „verschweige“ oder „einfach übergehe“, soll sich Herr H. nicht länger zu beklagen haben; „solche stratigraphische Auffassung“ — die aber nicht von TORNQUIST stammt, sondern von HOTTINGER selbst, wie manches andere wohl Flüchtigkeitsfehler — sei hiemit der Aufmerksamkeit der Geologen empfohlen. Auf die Verdächtigung wegen des „verschweigens“ ist Herrn HOTTINGER nur das alte Sprichwort zu erwidern: „keiner sucht einen anderen hinterm Busch, der nicht selbst dort gesessen.“ Zum Beispiel: warum fehlt bei HOTTINGER (1935) jede Erwähnung meiner Mitteilungen über den Klammkalkzug, die im Zentralblatt f. Min. etc. 1933 erschienen sind?

⁶²⁾ HOTTINGER l.c. S. 251-263, 334-348.

vorangeschickten Leitlinien — auf das im Feld geologisch nachweisbare verschränken.

TORNQUIST (Geol. Rundschau, XIV, S. 117) benennt eine seiner „Jungdecken“ (d.h. Schubmasse, die im Tertiär bewegt worden ist) nach Turrach. Das Normalprofil dieses Turracher Deckensystems beginne (von unten) mit dem Biotitführenden braunen „Buntschuhgneis“⁶³⁾ (l.c. S. 118), im Gegensatz zu dem nächst tieferen, dem Murtaler Deckensystem, dessen basales Krystallin allgemein die Granatglimmerschiefer sein sollen (l.c. S. 134). In unserem Gebiete wäre also von der tieferen Decke nur dieses ihr basales Krystallin vertreten, alles höhere derselben wäre abgeschert, ausgewalzt, mit einziger Ausnahme von „diaphthorischen Quarzgesteinen“⁶⁴⁾ (l.c. S. 118). Unmittelbar über diesen läge der Buntschuhgneis als Basis des nächsthöheren, des Turracher Deckensystems. Richtig ist, dass in weitem Umkreis ein Horizont von Paragneisen bis Quarziten über der Masse der Glimmerschiefer liegt⁶⁵⁾. Aber dieser Pridröfhorizont ist mit den Glimmerschiefern durch Einheit der Tracht und Wechsellagerung zu einer einheitlichen Krystallinserie verbunden. Sie auf zwei verschiedene Decken oder gar Deckensysteme aufzuteilen, ist nicht diskutierbar. Gerade bei Turrach ist der Pridröfhorizont geringmächtig und die „Quarzdiaphthorite“ liegen ober dem

⁶³⁾ Ist diese Verballhornung eine Vorahnung, dass es dem Leser zu bunt werden könnte? Der richtige Name stammt vom bäuerlichen Bundschuh. Dieser Name wird aber besser aufgegeben. Die alten Geologen haben darunter Para- und Orthogneise zusammengeworfen, und TORNQUIST tut das auch. Was oben angeführt ist, dürfte der häufige Paragneistyp sein, was (l.c. S. 121) an den Tonalit von Eisenkappel erinnert, könnte nur einer der Orthogneise sein.

⁶⁴⁾ Die Bezeichnung „Diaphthorit“ verwendet TORNQUIST unrichtig und missverständlich. BECKE bezeichnete damit einen krystallinen Schiefer, der eine rückschreitende Umwandlung aus der 2. in die 1. Tiefenstufe erlitten hat. Was für einen Sinn hat da „Diaphthorite der oberkarbonischen Phyllite und Grünschiefer“ (l.c. S. 128 und and. O.)? Selbstverständliche Bedingung ist, dass man diese Umwandlung nachweisen kann. Quarz ist Durchläufer, „Quarzdiaphthorit“ ist daher Unsinn. Allerdings die Pridröfquarzite führen oft mikroskopisch kleine Granaten. Da liesse sich rückschreitende Metamorphose feststellen (Diese Granaten sind aber meistens frisch, nicht chloritisiert). Solche Feinheiten sind aber bei TORNQUIST nicht gemeint.

⁶⁵⁾ SCHWINNER Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, Bd. 136, 1927, S. 342. — Aber dass auf der Preberspitze Buntschuhgneis läge (l.c. S. 121), geschweige denn eine Deckscholle davon, kann mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Vgl. TORNQUIST Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, 1921, S. 329, und Geol. Rundschau XIV, 1923, S. 121; STAUB R. Bau der Alpen, Bern 1924, S. 190; HERITSCH F. & SCHWINNER R. Mitt. d. Naturwiss. Vereins f. Steiermark, Bd. 60, 1924; KOBER L. Anzeiger d. Akad. Wien, math. nat. Kl. Jg. 1926, S. 48; HERITSCH F. & SCHWINNER R. Mitteil. Naturwiss. Ver. f. Steier. Bd. 63, 1927, S. 199.

„Buntschuhgneis“ und nicht zwischen diesem und dem Glimmerschiefer (Vgl. die Karte).

Im Hangenden der Buntschuhgneise soll dann eine — in der Kreide tektonisch eingeschobene — Decke von Trias folgen. Profil und Fazies dieser Trias werden (von Innerkrems) mit vielen Einzelheiten beschrieben (l.c. S. 119) — nur haben diese keine Grundlage im tatsächlichen Befund (Vgl. oben S. 4). Am Nordrand der Decke ist dieses Profil allerdings nicht zu finden, das geht auf die Mächtigkeitsreduktion (étirage) zurück. Hangendes dieser Trias wäre eine teilweise schiefrigsandige, in ihrer grössten Mächtigkeit aber konglomeratische Schichtfolge von Oberkarbongesteinen (l.c. S. 119). Nach Vergleich mit anderen Stellen (l.c. S. 123/4) ist kein Zweifel, dass TORNUST die gesamten Eisenhutschiefer und Phyllite zum Oberkarbon rechnet, wegen der in dieser Serie vorkommenden Grünschiefer⁶⁶⁾!

Ausserhalb des Nockgebietes soll dieses „Turracher Deckensystem“ nirgends vertreten sein: Deckenzeuge, eine „tektonische Klippe“ — von Gnaden der Grenze, die PETERS vor 80 Jahren „beiläufig“ gezogen hat (Vgl. S. 6). Wurzel wäre der Koschuta-USchowa-Zug in den Karawanken (l.c. S. 121: „die fazielle Ausbildung der Trias bestätigt solche Bezugnahme“), und der Kalksteiner Triaszug im Hohepustertal. — Will jemand behaupten, dass die wirkliche Geologie von Turrach etwas verloren hätte, wenn diese Synthese überhaupt nicht veröffentlicht worden wäre?

Aber die „Synthese“ als Ganzes? Von den Einzelheiten sehen wir ab, weil hier nicht Platz ist, auch die anderen Kapitel — wie es recht notwendig wäre — kritisch durchzunehmen. Ihr Leitgedanke ist, die Alpenfaltung als zweiphasig aufzufassen, sonst aber ganz innerhalb der Denkweise des Nappismus zu bleiben. Das könnte immerhin ein Fortschritt scheinen, es geht aber nicht zusammen. R. STAUB hat die vorgosauische Gebirgsbildung, die in den Ostalpen nicht ganz ab-

⁶⁶⁾ Dafür, dass Grünschiefer Leitfossil für Oberkarbon wären, wird HÖFER H. (St. Paul, Wiener Ber. Bd. 103, 1894, S. 471) angeführt. Und dieser begründet das Oberkarbonalter der Diabasabkömmlinge von Mittelkärnten dadurch, dass solche von fossilführenden Schichten dieses Alters eingeschlossen wären bei Bleiberg (= Nötsch, wo es keine Diabase sind), bei Eisenkappel (wo sie nach TELLER nicht vom Oberkarbon eingeschlossen sind, sondern unter diesem liegen), und „im Gebiet des Eisenhutes“ — womit der Zirkel geschlossen wäre. (Vgl. S. 8).

gestritten werden konnte, nach Möglichkeit bagatellisiert: mit richtigem Instinkt hat er die Unvereinbarkeit beider Gedankengänge erfasst. Der Nappismus ist seinem Wesen nach katastrophal. Wie in der Griechischen Tragödie ist Einheitlichkeit der Zeit Voraussetzung für die Grossartigkeit seiner Bilder. Wenn alle tektonischen Einzelheiten als Auswirkungen des mythischen Deckenschubes sich darstellen sollen, muss der Apparat ins ungeheuerliche wachsen. Dagegen zerlegt aktualistische Denkweise das tektonische Geschehen in Teilvorgänge. Der kleinste tektonische Akt ist ein Ruck von wenigen Metern (wie bei Erdbeben beobachtet). Eine Folge solcher in verhältnismässig kurzer Zeit ist eine Phase der Gebirgsbildung, und weil sich innerhalb einer solchen Zeitspanne der Kräfteplan nicht viel ändert, wird das Ergebnis eine mässige Förderung mit einfachem Bewegungsbild sein. Erst von einer Phase zur anderen, die durch lange Zeiten orogener Ruhe getrennt sind, ändert sich der Kräfteplan, manchmal weitgehend. Nur dadurch, dass sich die Ergebnisse dieser verschiedenen Pläne über- und ineinander legen, kommt die verwirrende Verwickeltheit des Alpenbaues zustande. Der einzelnen Faltungsphase dieselbe Komplikation, dasselbe Ausmass der Bewegung zuzuschreiben, wie sie der Nappismus zur Erklärung des Ganzen aufwendet, ist überflüssig — und das ist das ungünstigste, was man von einer gewagten Hypothese sagen kann.

SCHRIFTEN-VERZEICHNIS.

- AIGNER AND. — Geomorphologische Beobachtungen in den Gurktaler Alpen. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, Bd. 131, 1922, S. 243-278.
- AIGNER AND. — Zur eiszeitlichen Vergletscherung der Gurktaler Alpen. Zeitsch. f. Gletscherkunde. Bd. XIII, 1923, S. 17-28.
- AIGNER AND. — Vorzeitformen in den ostalpinen Zentralketten. aus „Zur Geographie der Deutschen Alpen“, Festschrift f. R. Sieger, Wien 1924, S. 22-36.
- AIGNER AUG. — Die Mineralschätze der Steiermark. Wien-Leipzig. 1907.
- ANGEL FR. — Gesteine der Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 60 B, Graz 1924. Besonders S. 90/1, 135/6, 194, 203, 211, 213, 229, 254.
- ANGEL FR. — Diabase und deren Abkömmlinge in den Ostalpen. Mitt. Naturwiss. Ver. f. Steiermk. Bd. 69, Graz 1932, S. 5-24 (bes. S. 16).
- BECK H. — Geologische Spezialkarte der Republik Oesterreich. Blatt Hüttenberg und Eberstein, herausg. v. d. Geol. Bundesanst. Wien 1931.
- BECK H. — Aufnahmebericht (In Bericht des Direktors) Verh. 1928, S. 28-36.
- BECK H. — ebenso, Verh. 1929, S. 30-34.
- BECK H. — ebenso, Verh. 1930, S. 33-34.
- BECK H. — ebenso, Verh. 1932, S. 26-30.
- BRUNLECHNER AUG. — Die Minerale des Herzogtums Kärnten. Klagenfurt 1884.
- CANAVAL R. — Notizen über die Eisensteinbergbaue Oberkärntens, Carinthia II. 1891, 1-12.
- CANAVAL R. — Ueber zwei neue Magnesitvorkommen in Kärnten. Carinthia II. 1904. No. 6.
- CANAVAL R. — (Orthoceras von Feldkirchen) Bericht des Direktors für 1912. Verh. 1913, S. 37.
- CANAVAL R. — Ein Erzvorkommen in der Gemeinde Schaumboden, Bezirk St. Veit. Carinthia II. 87, 1897, S. 128.
- CANAVAL R. — Die Blende- und Bleiglanzführenden Gänge bei Metnitz und Zweinitz in Kärnten. Z. f. prakt. Geologie 1901, S. 424 = Carinthia II. 89, 1899, S. 154.
- CANAVAL R. — Das Erzvorkommen am Kulmberg bei St. Veit an der Glan. Carinthia II. 1901, S. 192-199.
- CANAVAL R. — Bemerkungen über einige kleinere Eisensteinvorkommen der Ostalpen. Montanist. Rundschau, 22. Bd. Wien 1930, S. 21-27, 53-63.
- CZJZEK JOHANN. — Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung Wiens. Wien 1849, S. 58, Analyse eines Anthrazites von der Stangalpe.
- DIEM K. — Oesterreichisches Bäderbuch. Berlin-Wien 1914 (Bad Kl. Kirchheim).

- DIENER C. — Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. aus „Bau und Bild Oesterreichs.“ Wien-Leipzig 1903 (Besonders S. 440, 454/5, 458. Karte Taf. VI).
- EICHLEITER C. F. und O. HACKL. — Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der Geologischen Staatsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1913-1918. Jb. 1919, 1-42, S. 28, Breunerit, S. 35, Dolomit von der Stangalpe.
- GEINITZ H. B., FLECK H. und HARTIG E. — Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. Bd. I. München 1865, S. 364.
- GEYER G. — Bericht über die geologischen Aufnahmen im oberen Murtales (Phyllitmulde von Murau und Neumarkt) Verh. 1891, 352-362.
- GEYER G. — Reisebericht über die geologischen Aufnahmen im Lungau. (Salzburg) Verh. 1892, 319-327.
- GEYER G. — Vorlage des Blattes „St. Michael“ Zone 17, Col IX. Verh. 1893, 49-60.
- GEYER G. — Ueber die Stellung der altpaläozoischen Kalke der Grebenze in Steiermark zu den Grünschiefern und Phylliten von Neumarkt und St. Lambrecht. Verh. 1893, 406-415.
- GRANIGG B. — Ueber die Erzführung der Ostalpen. Mitt. geolog. Gesellsch. Wien. V. 1912, 345-367.
- GRANIGG B. — Montangeologische Mitteilungen aus dem Institut für Mineralogie u.s.w. an der montanistischen Hochschule in Leoben. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1913, 57-58.
- GRÖGER F. — Ueber das Vorkommen von Quecksilbererz bei Reichenau in Kärnten. Verh. 1879, 107-109.
- GÜMBEL C. W. — Kurze Anleitungen zu geologischen Beobachtungen in den Alpen. Aus Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Alpenreisen, herausg. vom Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein (S. 157: Profil an der Stangalpe).
- HABERFELNER E. — Das Paläozoikum von Althofen am Krappfeld in Kärnten. Centralbl. f. Mineral. etc. Abt. B, 1936, S. 395-408.
- HATLE ED. — Die Minerale des Herzogtums Steiermark, Graz 1885.
- HAUER FR. R. v. — Die Geologie und ihre Anwendung auf die Bodenbeschaffenheit der österr. ungarischen Monarchie. 2. Aufl. Wien 1878 (Besonders S. 302-303).
- HAUER FR. v. — Geologische Uebersichtskarte der österreichischen ungarischen Monarchie, nach den Aufnahmen der k.k. geologischen Reichsanstalt 1:576.000, Wien 1867-1871. Blatt VI. östliche Alpenländer.
- HAUER FR. v. — Erläuterungen zur..... Blatt VI. östliche Alpenländer Jb. 1868 1-44. (Besonders S. 5, 9).
- HAUER K. R. v. — Ueber das Verhältnis der Brennwerte der fossilen Kohlen in der österreichischen Monarchie zu ihrem Formationsalter Jb. 1863.
- HAUER K. R. v. — Jb. 1856 (VII) Analysen. Anthrazit von der Stangalpe. S. 152. Dolomitischer Kalk Turracher See, S. 153, Anthrazit von „Murau“ S. 807.

- HERITSCH F. — Fortschritte in der Kenntnis des geologischen Baues der Zentralalpen östlich von Brenner. III. Das Gebirge östlich von den Radstädter Tauern und vom Katschberg, Geolog. Rundschau III. 1912, S. 245-258. (Besonders S. 247/8).
- HERITSCH F. — Die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpino-dinarischen Grenze (Ostalpen) Handb. d. Regional. Geologie, 18. Liefg. Heidelberg 1915 (Besonders S. 48, 54, 106/7, 114).
- HERITSCH F. — Geologie von Steiermark. Mitt. Naturwiss. Verein f. Steiermark Bd. 57, B. Graz 1921. (Besonders S. 25/6, 131/2, 144-149, 222).
- HERITSCH F. — Beiträge zur geologischen Kenntnis der Steiermark XIV. Gesteine aus dem oberen Murgebiet. Mitt. Naturwiss. Verein f. Steiermark Bd. 60 Graz 1924, 12-24.
- HERITSCH F. und A. THURNER — Graptolithenfunde in der Murauer Kalkphyllit-Serie. Verh. 1932.
- HERITSCH F. und A. THURNER — Geologie der Schieferserie der Neumarkt-Murauer Mulde. Centralbl. f. Min. etc. 1923, 684-88.
- HERITSCH F. — Die Deckentheorie in den Alpen. Berlin 1927, bes. S. 146.
- HÖFER H. — Die Mineralien Kärntens. Jb. d. naturhist. Landesmuseums f. Kärnten. Klagenfurt 1870. (Besonders S. 75-79).
- HÖRHAGER I. — Ueber Titanhaltiges Holzkohleneisen von Turrach in Obersteiermark. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1904, No. 43, S. 571.
- HÖRHAGER I. — Ueber die Bildung alpiner Magnesitlager und deren Zusammenhang mit Eisensteinlagern. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1911 Jahrg. 42, S. 222.
- HOLDHAUS K. — Ueber die Auffindung von Trias im Königstuhlgebiet in Kärnten. Anzeiger d. Akad. d. Wiss. Wien, math. nat. Kl. 27. Jänner 1921.
- HOLDHAUS K. — Ueber den geologischen Bau des Königstuhlgebietes in Kärnten. Mitt. Geolog. Gesellsch. in Wien XIV, 1921, 85-103.
- HOLDHAUS K. — Neue Untersuchungen über den geologischen Bau des Königstuhlgebietes in Kärnten. Mitt. Geolog. Ges. Wien XXV. Bd, 1932, S. 177-194.
- HUMPREY W. A. — Ueber einige Erzlagerstätten in der Umgebung der Stangalpe Jb. 1905, 349-368.
- KERNER F. v. — Bericht über eine Studienreise in mehrere alpine Carbongebiete. Verh. 1895, 324-330.
- KOBER L. — Bau und Entstehung der Alpen. Berlin 1923 (Besonders S. 107, Fig. 47 und 48, 110, 115/6, 125, 128, 141, Tafel II. III. VIII).
- KOBER L. — Das Werden der Alpen. Eine Erdgeschichtliche Einführung Karlsruhe 1927 (Besonders S. 59, 60).
- KOBER L. — Bericht über die geotektonischen Untersuchungen im östlichen Tauernfenster und seiner weiteren Umrahmung. Sitzber. Akad. Wien. math. nat. Kl. Abt. I. Bd. 121, 1912, S. 425-458.
- KOBER L. — Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ost-alpinen Zentralzone. — ebendort Bd. 130, 1921, S. 375-381. = Anzeiger 1921, Nr. 22.

- KOBER L. — Ueber neuere Arbeiten I. Verh. 1922, S. 160-162.
- KOBER L. — Das östliche Tauernfenster. Denksch. Akad. Wien. Bd. 98. 1923, S. 201-242.
- KREBS N. — Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913 (Besonders 26, 356-359, 366/7).
- LEX F., PASCHINGER V. und WUTTE M. — Landeskunde von Kärnten, Klagenfurt 1923.
- LEITMEIER H. — Magnesit; in C. Doelter's Handbuch d. Mineralchemie. Bd. I, 1912, S. 227.
- LIPOLD M. V. — Arbeiten der III. Sektion der k.k. geologischen Reichsanstalt im Sommer 1854. Jb. 1854, 882.
- LIPOLD M. V. — Erläuterungen geologischer Durchschnitte aus dem östlichen Kärnten. Jb. 1856, 332-345 mit 1 Taf.
- MAYER R. — Die Neumarkter Abschmelzpfanne der östlichen Tauerngletscher und das benachbarte Murtal. Z. f. Gletscherk. XV 1926/7, S. 114-134.
- MERIAN P. — Ueber das Vorkommen älterer Formationen in den östlichen Alpen. Mont. Jahrb. 1844.
- MILCH L. — Petrographischer Anhang zu FRECH, Karnische Alpen, Halle 1894. S. 184. *Diabas* aus dem „Ober Carbon“ zwischen Reichenau und Turracherhöhe.
- MORLOT A. VON — Zetter über Anthrazit von Karlbath bei Gmünd in Oberkärnten. Haidingers Berichte..... VII. Bd. Wien 1851. S. 42-43.
- PENCK A. — Morphologie der Erdoberfläche, Stuttgart 1894, II Teil, S. 108, 304.
- PENCK A. und BRÜCKNER E. — Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. III. Leipzig 1909, S. 1072-1075.
- PETERS K. — Die geologischen Verhältnisse der krystallinen Gebirge in der Umgebung von Villach, Radenthein und Kremsalpe. Jb. 1854, 885-886.
- PETERS K. — Vorlage der geologischen Karte der westlichen Hälfte Unterkärnthens. Jb. 1854, 879-880.
- PETERS K. — Alpine Steinkohlenformation in Kärnten. Jb. 1855, 175-176.
- PETERS K. — Geologische Verhältnisse im mittleren Theile von Unterkärnten. Jb. 1855, 166.
- PETERS K. — Tertiär und Diluvialbildungen im mittleren Kärnten. Jb. 1855, 416.
- PETERS K. — Bericht über die geologische Aufnahme in Kärnten. 1854. Jb. 1855, 508-567.
- PETRASCHEK W. — Aufnahmsbericht. Verh. 1912, S. 17; und Verh. 1917, S. 16.
- PETRASCHEK W. — Das Alter alpiner Erze. Verh. 1926, S. 108/9.
- PETRASCHEK W. — Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. Verlag f. Fachliteratur, Wien, 1922-1924.
- PETRASCHEK W. — Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. Verh. 1927, S. 151-164.
- PETRASCHEK W. — Uebersicht der Karbonablagerungen im Bereich des ehemaligen Oesterreich-Ungarn. in Jongmans, Congr. carbonif. C. R. Heerlen 1927, S. 513-515.

- PETRASCHEK W. — Die Magnesite und Siderite der Alpen. Vergleichende Lagerstättenstudien. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, 141. Bd. 1932, S. 195-242.
- PICHLER V. — Die Umgebung von Turrach in Obersteiermark in geognostischer Beziehung, mit besonderer Berücksichtigung der Stangalpner Anthrazitformation. Jb. 1858, 185-228.
- PICHLER V. — Das Vorkommen und die bisherige Verwendung der alten Kohle (des Anthrazites) im Hochgebirge bei Turrach in Steiermark. Tunner's Berg- und Hüttenm. Jb. (IX) 1857, 264.
- REDLICH K. A. — Zwei neue Magnesitvorkommen in Kärnten. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1908, 456-458.
- REDLICH K. A. und O. GROSSPIETSCH — Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1913, 90 — (Besonders S. 92, 95, Fig. 5).
- REDLICH K. A. — Die Bildung des Magnesites und sein natürliches Vorkommen. Fortschritte der Mineralg. etc. herausg. von Linck Bd. IV. Jena 1914, 9-43.
- REDLICH K. A. — Ueber das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steierischen Alpen. Jb. 1903, 285-294. (Besonders S. 393, Anmerkung 2).
- REDLICH K. A. — Über einige wenig bekannte Magnesitlagerstätten Österreichs. Jb. 1935, S. 101.
- ROLLE F. — Ergebnisse der geognostischen Untersuchungen des südwestlichen Teiles von Ober-Steiermark. Jb. 1854, 322-369. (Besonders S. 328, 344-369).
- ROSTHORN FR. v. und CANAVAL I. L. — Beiträge zur Mineralogie und Geognosie von Kärnten. Jb. d. naturhist. Landes-Museum von Kärnten; 2. Jahrg. 1853, 113 —
- SANDER BR. — Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge. Jb. 1914 567-634. (690/20 Glimmerschiefer am Ramingstein und im Turrachtal, 631 Quarzphyllit Steinturrach).
- SANDER BR. — Zur Geologie der Zentralalpen Jb. 1921, 173-223. (Hieher S. 180, 207).
- SANDER BR. — Zur Systematik zentralalpiner Decken, Verh. 1910 357-368 (Besonders 360/1, 364, 367).
- SANDER BR. — Zur Geologie der Zentralalpen III. Stand der Deckentheorie in den Zentralalpen. Verh. 1916, 228-231.
- SANDER BR. — Erläuterungen zur geologischen Karte Meran-Brixen. Schlern-Schriften 16, Innsbruck 1929, S. 103.
- SCHMIDT W. — Grauwackenzone und Tauernfenster. Jb. 1921, 101-116. (S. 102, 106).
- SCHMIDT W. — Zur Phasenfolge im Ostalpenbau. Verh. 1922, 92-114. (S. 97, 100, 103/4).
- SCHWINNER R. — (Ueber Turrach) in HERITSCH, Geologie von Steiermark. Graz, 1921. S. 25-26, 144-146, 222.
- SCHWINNER R. — Die Niederen Tauern. Geolog. Rundschau XIV, 1923, 26-56, 155-163. (Besonders S. 49-50, 156).

- SCHWINNER R. — Neuere Anschauungen über den Alpenbau, gewonnen an den Ostalpen, besonders an der östlichen Zentralzone. Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1923, Monatber. 164-176, (Bes. 167, 169).
- SCHWINNER R. — Das Paläozoikum am Brenner. Vergleiche und Wertungen. Centralbl. f. Mineral. etc. 1925, 241-280 (Besonders 277-278).
- SCHWINNER R. — Ueber das Tertiär des Lungau. Verh. 1925, 192-195.
- SCHWINNER R. — Das Bergland nordöstlich von Graz (Neue geologische Aufnahmen) Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I. 134, Bd. 1925, 219-276 (Besonders 274, 276).
- SCHWINNER R. — Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. Geol. Rdsch. Bd. XX. 1929, bes. S. 236/7.
- SCHWINNER R. — Geologische Karte und Profile der Umgebung von Turrach im Steyerisch-Kärnthnerischen Nockgebiet (Steinkohlenformation der „Stangalpe“ 1 : 25000. Graz, Leuschner & Lubensky 1931.
- SCHWINNER R. — Eine technologische Diagnose im Kristallin. Mineralog. u. petrogr. Mitt. Bd. 42, H. 1, Leipzig 1931, S. 59-63.
- SCHWINNER R. — Die geologische Lage der Turracher Lagerstätten. In: K. A. REDLICH, Die Geologie der Innerösterreichischen Eisenerzlagertstätten. 1932.
- SCHWINNER R. — Geologische Aufnahmen bei Turrach (Steiermark). Verh. 1932, S. 65-75.
- SCHWINNER R. — Das Bewegungsbild des Klammkalkzuges. (Eine tektonische Verknüpfung zwischen Nord- und Zentralalpen.) Centralbl. f. Mineral. etc. 1933. Abt. B, S. 280-290.
- SCHWINNER R. — Karstformen im Kristallin der östlichen Alpen. Zeitsch. f. Geomorph. Bd. IX, H. 4, 1935, S. 150-156.
- SCHWINNER R. — Zur Gliederung der phyllitischen Serien der Ostalpen. Verh. 1936, S. 117-124.
- SENITZA I. — Ueber den südlichen Eisensteinzug der Alpen. Jahrb. d. Montanist. Lehranstalt zur Vordernberg 1. Jahrg. 1841, 100-148.
- SENONER A. — Chemische Analysen ausgeführt von Mitgliedern der k.k. geologischen Reichsanstalt und in den Bänden I. bis IX. des Jahrbuches enthalten. Jahrb. X. 1859. Uebersichten 1-78. Bes. S. 40. 61.
- SLANAR H. — Geomorphologische Probleme in den östlichen Zentralalpen. Mitt. k.k. Geograph. Gesellsch. Wien 59, 1916, 281-282.
- SÖLCH J. — Studien über Gebirgspässe. Forsch. z. Deutsch. Ld. u. Volkskunde XVII/2 Stuttgart 1908, S. 217, 247.
- STABER R. — Tertiärkohlen in Oberkärnten. Verh. 1933, S. 108-112.
- STACHE G. — Die Paläozoischen Gebiete der Ostalpen. Jb. 1874, 135-272 zweite Folge 333-424. (Besonders S. 156, 165).
- STACHE G. — ddo. (Auszug) Verh. 1874, 214-218, 345-347.
- STAUB R. — Der Bau der Alpen. Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz, Neue Folge, 52. Liefg. Bern 1924. (S. 17, 22, 56, 68, 185, 188-193).
- STERNBERG Graf. G. — Versuche einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Prag 1820-1838. Bd. II. Tab. XXII. Fig. 2.
- STUDER B. — Geologie der Schweiz. I. Bd. Bern-Zürich 1851 (Besonders S. 118-119).

- STUR D. — Die geologische Beschaffenheit der Zentralalpen zwischen dem Hochgolling und dem Venediger. Jb. 1854, 818-852. (Besonders 824, 826, 837/8, 839, 841, 847).
- STUR D. — Ueber die Ablagerungen des Neogen, Diluvium und Alluvium im Gebiete der nordöstlichen Alpen und ihrer Umgebung. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. XVI. 1855, 477-539. (Besonders S. 499, 507, 511).
- STUR D. — Geologische Uebersichtskarte der Neogen-Tertiären, Diluvial- und Alluvial-Ablagerungen im Gebiete der nordöstlichen Alpen von Oesterreich, Salzburg, Kärnten, Steiermark und Tirol, Wien 1855.
- STUR D. — Notiz über die..... s. oben..... Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. XX. 1856. 274-281.
- STUR D. — Geologie der Steiermark. Graz 1871 (Karbon der Stangalpe S. 147-155, 162-166, 183, Taf. II. Karte).
- SUESS ED. — Ueber die Äquivalente des Rotliegenden in den Südalpen. Sitzber. Akad. Wien Bd. 57 I. Abt. 1868.
- SUESS ED. — Das Antlitz der Erde. III. Bd. 2. Hälfte; Wien-Leipzig 1909. (Besonders S. 177, 185).
- TERMIER P. — Les nappes des Alpes orientales et la Synthèse des Alpes. Bull. soc. geol. Fe. 4me ser. t. III. Paris 1903.
- THURNER A. — Geologie der Berge um Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. Mitt. naturw. Ver. f. Steierm. Bd. 63, 1927. S. 26-44.
- THURNER A. — Geologie der Stolzalpe bei Murau. Ebendort Bd. 64/65 1929. S. 101-135.
- THURNER A. — Versuch einer Gliederung der kristallinen Paraschiefer an der Hand der kristallinen Gesteine von Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1929. Abt. A. S. 151-166.
- THURNER A. — Aufnahmebericht über Blatt Murau. Verh. 1931, S. 45-50, Verh. 1932, S. 40-43, Verh. 1933, S. 33-34, Verh. 1936, S. 67-70.
- THURNER A. — Neue Profile aus der Bergwelt um Murau (Karchauer Eck-Blasenkogel). Verh. 1930, Nr. 10.
- THURNER A. — Klärung der stratigraphischen Verhältnisse in der Bergwelt um Murau. Anzeiger d. Akad. Wien, math. nat. Kl. 1933, Nr. 25.
- THURNER A. — Morphologie der Berge um Innerkrems (Gurktaler Alpen, Kärnten). Mitt. Geograph. Ges. Wien, Bd. 73, 1930, S. 94-126, 174-197.
- THURNER A. — Die Stellung der fraglichen Trias in den Bergen um Murau. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, 144. Bd. 1935, S. 199-229.
- THURNER A. — Geologie der Frauenalpe bei Murau. Jb. 1936, S. 303-336.
- THURNER A. — Zur Klärung der Verhältnisse um Innerkrems in Kärnten. Mitt. Geol. Gesellsch. in Wien XXVIII, S. 73-91, 1937.
- TORNQUIST A. — Die Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen. Neues Jahrb. f. Mineral. etc. Beilage-Bd. 41, Stuttgart 1916, 93-148.
- TORNQUIST A. — Die westliche Fortsetzung des Murauer Deckensystems und ihr Verhältnis zum Paaler Karbon. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I. 126. Bd. 1917. 155-176.

- TORNQUIST A. — Ein „Fenster“ des Tauern-Deckensystems inmitten der Murauer Granatglimmerschieferdecke südlich des Preber. Sitzber. Akad. Wien, math. nat. Kl. Abt. I. 130. Bd. 1921, 329-344.
- TORNQUIST A. — Intrakretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen. Geolog. Rundschau XIV. 1923, 110-145.
- TOULA F. — Die Kalke der Grebenze im Westen des Neumarkter Sattels in Steiermark. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1893/II 169-173.
- TUNNER G. — Geognostische Beschreibung der Gegend von Gmünd in Oberkärnten 1829 (Scheint nur als M.S. vorgelegen zu haben, war mir nicht erreichbar).
- TREVEN K. — Gletschertöpfe auf der Turracher Höhe. Carinthia II. 109 u. 110. Jg. Klagenfurt 1921. S. 62.
- UNGER FR. — Über ein Lager vorweltlicher Pflanzen auf der Stangalpe in Steiermark. Steierm. Zeitschr. Neue Folge VI. 1840, S. 140.
- UNGER FR. — Verzeichnis der Pflanzenreste der Stangalpe. Ebenda. 1841.
- VEREINIGUNG GEOLOGISCHE. — Führer zu geologischen Exkursionen in Graubünden und in den Tauern. Leipzig 1913, auch Geol. Rdsch. III.
- VETTERS H. — Geologische Karte der Republik Oesterreich, 1:500000, herausgeg. v. d. Geol. Bundesanst. Wien 1933.
- ZEPHAROVICH V. v. — Mineralogisches Lexikon für das Kaisertum Oesterreich. I. Bd. Wien 1859, II. Bd. Wien 1873, III. Bd. (bearbeitet von BECKE) Wien 1893, mit Hauptregister.

ABKÜRZUNGEN:

- Jb. = Jahrbuch der k.k. geologischen Reichs-Anstalt (Wien).
Verh. = Verhandlungen der k.k. geologischen Reichs-Anstalt (Wien).