

# Das Radegunder Kristallin

*Eine geologisch-petrographische Aufnahme mit Karte  
und Profilblatt 1 : 25.000*

*Von Johann Robitsch*

(Im wesentlichen unveränderter Abdruck der im Juli 1939 an der  
Universität G r a z vorgelegten Dissertation)

## *Einleitung:*

Die Umgebung des Kurortes St. Radegund, 15 Kilometer nordöstlich von Graz, bietet dem naturkundlich interessierten Beobachter eine derartige Fülle fesselnder Erscheinungen, daß die vorliegende Arbeit wohl über den Kreis der Fachleute hinaus Interesse finden dürfte. Kann man doch von Radegund aus in ein bis zwei Nachmittagswanderungen fast sämtliche Begriffe und Erscheinungen der alpinen Tektonik und Petrographie, wie Deckenbau und Reliefüberschiebung mit Mylonitzonen von hunderten Metern Mächtigkeit, oder die Gesteinsmetamorphose aller Tiefenzonen mit Zufuhr von Material aus der Tiefe (Pegmatitisierung — Injektion) und im Zusammenhang damit berühmte Fundorte seltener Mineralien kennenlernen. Jedoch auch dem kundigen Forscher und Sammler mag die Tatsache Anregung geben, daß in den letzten Jahren aus ähnlichem Gestein unserer Heimat Welteltenheiten von Mineralfunden bekannt wurden (wie zum Beispiel der Columbit aus der Lieserschlucht oder der Phosphorrösslerit von Schellgaden) und daß bei der Arbeit mehr Probleme geologisch-petrographischer Natur neu auftauchten, als gelöst wurden.

Die vorliegende Arbeit schließt eine Lücke in den Aufnahmen 1 : 25.000, die sich mit dem sogenannten „Muralpenkristallin“, der Kristallinumrahmung des mittelsteirischen Paläozoikums, befassen. Mein verehrter Lehrer, Universitätsprofessor Dr. F. Angel, stellte mir dafür umfangreiche eigene Vorarbeiten und Schiffsammlungen zur Verfügung. Es sei ihm dafür sowie für die spätere ständige Beratung und Durchsicht des Manuskriptes an dieser Stelle bestens gedankt.

Ebenso gebührt Dank den Herren des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, die in diesen schweren Zeiten die Drucklegung ermöglichten, und meinem seinerzeitigen Chef, Herrn Professor Dr. Ing. O. M. Friedrich, Leoben, welcher durch die Überlassung zahlreicher privater Hilfsmittel die Arbeit entscheidend förderte.

Bruck a. d. Mur, im Juni 1948.

Der Verfasser.

## **I n h a l t :**

- I. Die Abgrenzung des Radegunder Kristallins und seine Großgliederung
- II. Die Gesteine des Radegunder Kristallins
- III. Die Lagerung der Gesteine;  
Erläuterungen zur Karte und zu den Profilen
- IV. Versuch einer Zusammenfassung der bisherigen Einzelaufnahmen aus dem Muralpenkristallin

## *Kurze Zusammenfassung:*

Das Radegunder Gebiet zeigt neben kristallinen Schieferserien mit Gleinalmprägung auch injizierte Schiefergneise mit der Facies der Koralmgesteine.

Im Kristallin mit Gleinalmfacies zeigt sich ein Serienbau, der mit dem Serienbau der Glein- und Stubalpe in Beziehung gesetzt wird. Er geht möglicherweise auf und dort auf dieselbe alte sedimentäre Anlage zurück.

Das Kristallin mit Koralmfacies wird bei Radegund vorwiegend durch Meroxenführende injizierte Schiefergneise vertreten, daneben aber durch fast sämtliche anderen bekannten Abarten, wie sie zum Beispiel aus der Teigitschserie bekannt sind. Die Eklogite des Koralmgebietes fehlen hier, jedoch ist die petrographische Gleichsetzung in allen anderen Einzelheiten wie auch in der Gesamtheit möglich.

Das Kristallin mit der Gleinalmfacies liegt auf den Schiefen mit Koralmprägung, ähnlich wie die Staurolith-Granatglimmerschiefer im Osten der Koralpe diese überlagern.

Die Grenze zwischen beiden Prägungsbereichen konnte durch einen Horizont, in dem häufiger Kalksilikatgesteine auftreten, verhältnismäßig genau festgelegt werden.

Im Teil IV wird versucht, die bisher vorliegenden Aufnahmen aus dem Gebiete des Muralpenkristallins aufeinander abzustimmen, da die Aufnahmen aus verschiedenen Zeiten stammen und von verschiedenen Zielen geleitet waren. Es wird gezeigt, daß eine ähnliche Gliederung wie bei Radegund im gesamten Muralpenkristallin möglich erscheint.

## I. Die Abgrenzung des Radegunder Kristallins und seine Großgliederung

Das Radegunder Kristallin ist ein Teil des Muralpenkristallins, welches das gesamte darübergeschobene mittelsteirische Altpaläozoikum umrandet.

Die Hauptkämme dieses Muralpenkristallins zeigen im N.-S.- und NO.-SW.-Streichen der Kor- und Gleinalpe deutlich voralpine Anlagen des Gebirgsbaues. Es ist sehr reich in sich gegliedert und wurde vorwiegend von der Grazer Schule bearbeitet. Näheres darüber ist in der Literaturzusammenstellung am Schluß zu finden.

Die Beschreibungen bezogen sich bisher vorwiegend auf den West- und Nordwestteil dieses Kristallinrahmens. Vom Ostteil wurden nur Einzelgebiete anhangsweise aufgenommen; so von Kuntzsch n i g und Purkert im Weizer Gebiet (Mitteilungen des Naturw. Vereines f. Steiermark 1927) und von Schwinner bei Birkfeld (Mitteilungen 1935).

Schon früh hatte man das Auftreten von Schiefen in Facies der Gleinalpe als auch von solchen mit Korallprägung in diesen Teilen des Muralpenkristallins festgestellt. Kuntzsch n i g führt zum Beispiel beide aus dem Weizer Gebiet an (Lit. 16).

Das Radegunder Gebiet war lange Zeit nur Mineralfundstätte. Erst später begann auch eine eingehendere petrographische Durcharbeitung. Die Ergebnisse sind in: Angel, Gesteine der Steiermark (Lit. 3) und im Kärtchen und in den Erläuterungen zur Exkursion der D. M. G. (Fortschr. 23, 1939) festgestellt.

Diese Arbeit schließt eine Lücke im Ring der Teilkartierungen im Muralpenkristallin. Die Ausfüllung der verbleibenden Lücken dürfte nichts Neues ergeben, sondern nur einige Grenzen genauer feststellen lassen.

Das Arbeitsgebiet ist durch Schöckelkalk im Westen und Norden, den Semriacher Schiefer im Nordwesten und das Tertiär im Süden natürlich abgegrenzt. Im Osten streicht das Kristallin in das Raabtal weiter und wird auch dort vom Tertiär abgeschnitten. Die eigenen Aufnahmen wurden etwa beim Anschluß an die Aufnahmen Kuntzsch n i g s abgebrochen und die östlich anschließenden Kristallingebiete nur noch zu Vergleichszwecken begangen.

Die Abtrennung vom Semriacher Schiefer muß noch kurz näher begründet werden, da ja noch 1925 Schwinner denselben mit dem Radegunder Kristallin zusammengefaßt hat (Lit. 19).

Für dieses Anschließen der Semriacher Schiefer an das Radegunder Kristallin spricht außer der meist vorhandenen Konkordanz das Auftreten von Quarzgängen mit großem, offensichtlich pegmatitischem Muskowit. Diese Quarzgänge zeigen auch noch offene Drusen mit Chlorit und Bergkristall (Straßegg — Stan z). Sie können als Ausläufer der starken pegmatitischen Durchhäderung des gesamten Radegunder Kristallins aufgefaßt werden.

Gegen die Zusammenfassung spricht die schwächere Metamorphose des Semriacher Schiefers und seine Eingliederung in die Stratigraphie und Tektonik der altpaläozoischen Kleindecken über und dann wieder unter dem Schöckelkalk, auf der Leber auch zwischen den Kalken der Rannach und des Schöckels.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark download unter www.biologie.uni-leoben.at  
Diese tektonische Einheit, das Altpaläozoikum, die ja nach Clar auch stratigraphisch verbunden ist (Lit. 7, 8), liegt einmal mit dem einen Glied, dem Schöckelkalk, und dann wieder mit dem anderen, dem Semriacher Schiefer, auf dem Hochkristallin.

Die geringe Metamorphose der Semriacher Schiefer, die im Auftreten chloritreicher Grünschiefer ihren Ausdruck findet, ist daher ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem Hochkristallin. Einzelne Gebiete in den bis heute als Semriacher Schiefer oder entsprechend als Schiefer der Mulde von Passail bezeichneten Gesteinen, die Granat führen, gehören wohl schon zum liegenden Hochkristallin.

Die Konkordanz zwischen Semriacher Schiefer und Hochkristallin ist bei Radegund nur tektonisch bedingt durch das Verlaufen der Schubbahnen im s des Liegend-Kristallins. Schon im östlich anschließenden Kristallin-gebiet des Raabtales konnte Kuntzschning durchgehend eine leichte Diskordanz zwischen diesen beiden Bauelementen feststellen.

Während die Grenzziehung zum Semriacher Kristallin, besonders bei Zurücktreten des Granates im liegenden Hochkristallin, auf kurze Strecken zweifelhaft sein kann, ist die Abtrennung vom Schöckelkalk oder seinen kalkigen Grenzschiefern auf Meter genau durchzuführen.

Die Natur der Auflagerung des Schöckelkalkes ist gerade hier bei Radegund sehr eindeutig. Der ganze Ostflügel desselben zeigt ja die mächtige Entwicklung der Grenzzone, einer Serie von stark tektonisch verschuppten, kalkigen und dolomitquarzitischen Gesteinen aus dem Liegenden des Schöckelkalkes (Clar, Lit. 7). Im Norden keilt diese Schieferentwicklung der Grenzzone aus und es ruht der Hauptkörper des Schöckelkalkes unmittelbar auf dem Radegunder Kristallin. Immer aber ist auch dort die Grenze als tektonische zu erkennen, da fast durchgehend eine Verschuppung von Spänen der Schöckelkalkdecke mit dem Liegendkristallin und gewöhnlich auch eine stärkere Verfaltung mit Biegungen von 1 m Radius und darunter festzustellen ist. Unmittelbar an den Berührungstellen von Kalk und Kristallin tritt dabei fast immer eine tektonische Gleichschleppung ein, so daß die Diskordanz nie unmittelbar an einem einzelnen Aufschluß, wie zum Beispiel wohl an der Grenze Tertiär zu Kristallin, sichtbar wird, sondern erst aus der Gesamtlagerung zu erschließen ist.

Diese Diskordanz des Schöckelkalkes, die wegen der flachen Lagerung sämtlicher Gesteinsserien bisher kaum festzustellen war, wird durch einige neue Funde von Resten der Schöckelkalkdecke auf sämtlichen, also auch auf den liegendsten Serien des Radegunder Kristallins, sichergestellt. (Vgl. Karte!)

Es muß hier erwähnt werden, daß in einzelnen Gebieten, wo Schöckelkalk, Semriacher Schiefer und phyllitisches Radegunder Kristallin zusammentreffen, wie z. B. rund

um den Rabinitzberg im Nordwesten des Aufnahmegebietes, die Abtrennung der Semriacher Schiefer sehr schwierig wird, weil besonders bei quarzitischer Entwicklung das II.-stufige Radegunder Kristallin und der I.-stufige Semriacher Schiefer sich petrographisch sehr nähern, beide uncharakteristisch werden, daneben aber die Grenze Schöckelkalk zu Semriacher Schiefer auch im inneren Bau des Altpaläozoikums stets sehr stark hervortritt und wegen der inneren Durchbewegung desselben stets starke Gleit- und Trennflächen, Harnische, Mylonite usw. aufweist. Diese sind jedoch mehr durch die mechanische und strukturelle Diskontinuität zwischen Semriacher Schiefer und Schöckelkalk im Altpaläozoikum selbst bedingt, welche bei der Durchbewegung (z. B. beim Überschieben als Decke im Gesamten über das Hochkristallin) durch solche innere Harnische, die sich ja bis in einzelne Dünnschliffe verfolgen lassen, Ausgleich findet und in Erscheinung tritt.

Bei Überblick über den Gesamtbau jedoch und besonders mit Rücksicht auf die angeführte Verflechtung und stratigraphische Verbindung mit den kalkigen Teilen des mittelsteirischen Paläozoikums wird die Zuteilung des Semriacher Schiefers zum Paläozoikum auch in solchen schwierigen Fällen nicht in Zweifel gezogen werden können, wenn auch die Unterscheidung und Grenzziehung örtlich schwierig ist.

Die Grenzlinie *Clars* zwischen Hochkristallin und Grenzzone des Schöckelkalkes westlich von Radegund wurde dem Maßstab der Karte entsprechend etwas verfeinert.

Im Süden taucht das Kristallin in der tertiären Verschotterung unter. Zwei Phasen der Hebung und Verschotterung lassen sich unterscheiden: eine mittelmiozäne, die nur mehr in Form der roten verkitteten Eggenberger Gehängebreccie an den Nordhängen des Schöckels vorliegt, und eine pliozäne, die die Restschotter des Pannons geliefert hat. Diese Restschotter müssen bei Radegund einmal weit gegen Norden gereicht haben, da sie nicht nur in den Tälern als Ausläufer der Hauptmasse der pannonischen Schotter im Vorland, sondern auch in einzelnen abgetrennten Inseln hoch oben auf den Kämmen des Kristallins vorkommen. Im Laufe des Zurückdrängens dieses Schottermeeres entstand die heute vorliegende eigenartige Verzahnung der Schottergrenze. An den seitlichen Hängen der Kämme wirkt die Abtragung am stärksten. Dort sieht man auch das Löcherigwerden der dünnen Schotterhaut und das Auftreten von Kristallinaufschlüssen, wie zum Beispiel östlich von Ebersdorf.

Oben auf den Kämmen wirkt sie am schwächsten und daher stoßen dort die Inseln und Zungen weit nach Norden vor. Unten in den Tälern bewirkt aber die Anschotterung ein ungefähr gleich weit reichendes Vorstoßen dieses Tertiärschotters nach Norden. In den Tälern kommen dann noch die alluvialen Kristallinschotter dazu, die durch ihre Buntheit und geringe Abrollung deutlich von den stark gerollten und eiförmigen Restschottern verschieden sind.

Auf den Kämmen ist der gewöhnliche Quarzrestschotter oft in lehmige und mergelige Böden eingebettet, die wohl den leichter zersetzbaren Anteilen eines ursprünglich ebenfalls bunten Tertiärschotters entstammen.

Hier muß noch auf die grundsätzliche Verschiedenheit der Deckenreste des Schöckelkalkes, die ja in der Nähe der Tertiärgrenze auftreten, von den weiter östlich und südlich auftretenden Kalken des Tertiärs hingewiesen werden. Abgesehen davon, daß der paläozoische Kalk petro-

graphisch und in der Fossilführung vollständig von den Kalken des Tertiärs verschieden ist, befindet sich an der Basis des Paläozoikums ja die gewaltige Schubbahn, die in allen diesen Resten aufgeschlossen wird. Beim Brandbauer südlich von Rinnegg kann man mit der Hand das lose Gesteinsmehl aus metermächtigen Bänken abstechen. Bei Hörmsdorf östlich von Radegund ist wieder die Verfaltung und Verkeilung mit dem Kristallin aufgeschlossen, in ganz gleicher Weise wie an Clars Grenzzone im Westen. Südlich von Rinnegg ist außerdem die ganze Gesellschaft der Grenzzonengesteine und nicht nur ein einheitliches Sediment, wie es ja der Tertiärkalk sein müßte, zu sehen.

Schließlich ist auch die Lage von den bekannten Tertiärkalken verschieden. Diese sind in den tertiären Becken zu finden (Weinitzen, Oberdorf), die Schöckelkalkreste dagegen auf den ausgesetztesten Erhebungen im Gelände, wo sie von der Abtragung verschont blieben.

Bedeutendere alluviale Grobschotter, die durch ihren Gehalt an Schöckelkalkblöcken ausgezeichnet sind, gibt es im Raume Bachwirt-Oberschöckel-Windischhansl im SW des Aufnahmegebietes. Sie wurden dort noch bis in 15 m Tiefe durch Brunnengrabungen aufgeschlossen.

Es folgt ein kurzer Überblick über die Großgliederung des Radegunder Kristallins, der etwa einer Zusammenfassung der bisher bekannten Verhältnisse im Gebiet entspricht:

Der stärkste Gegensatz, der bei einer Begehung des Radegunder Kristallins auffällt, ist der Unterschied zwischen den dunklen, mehr oder weniger phyllitischen Granatglimmerschiefern mit Staurolith oder Chloritoid von II-stufiger Prägung, die in der Nähe des Schöckelkalkes im Norden und Westen auftreten, und den hellen, mehr oder weniger stark injizierten Gesteinen, die anschließen und zwischen Radegund und Kumberg als mächtige Entwicklung von Schiefergneisen mit Koralmfacies auftreten.

Dieser steht gegenüber die II-stufige Prägung der dunklen Granatglimmerschiefer mit Staurolith oder Chloritoid.

Das Zwischengebiet ist überreich an Pegmatiten, die dem Begehenden vorwiegend in Großblöcken entgegentreten und nicht allzuhäufig gute Aufschlüsse zwischen sich freigeben. Es war daher bisher kein ernstlicher Grund vorhanden, für die Lagerung der beiden Prägungsbereiche nicht das gleiche Verhältnis anzunehmen wie im gut bekannten und benachbarten Stubalmgebiet, wo die Gesteine mit Koralmfacies die untertauchenden Serien mit Stub- und Gleinalmfacies überlagern.

Die im folgenden dargestellten Aufnahmen lassen nun erkennen, daß sich an die dunklen Granatglimmerschiefer mit Staurolith oder Chloritoid

im Liegenden eine Serie von hellen quarzitischen Gesteinen und Helliglimmerschiefern anschließt und darunter die Schiefergneise mit Koralmfacies (III. Tiefenstufe) folgen.

Die Grenzziehung zu diesen liegenden Schiefergneisen mit Koralmfacies wird in den stark pegmatitisch injizierten Gebieten durch das Auftreten eines Horizontes von Kalksilikatschiefern mit Facies der zweiten Tiefenstufe erleichtert, welcher nördlich und nordöstlich von Radegund an der Basis der Gesteine mit Gleinalmprägung durchzieht.

Die nähere Darstellung dieser neuen Aufnahmen folgt nun im Abschnitt II, der die Gesteine, und im Abschnitt III, der die Lagerung bespricht.

## II. Die Gesteine des Radegunder Kristallins

Die Darstellung der Gesteine folgt ihrem Auftreten in der Natur. Aus der über großen Mannigfaltigkeit der Gesteinsarten im Gelände heben sich einzelne durch weite Verbreitung oder bedeutsamen Mineralbestand heraus. Diese wurden hier möglichst eindeutig beschrieben und im Anschluß daran die Abwandlungen nach allen Richtungen hin besprochen, um so die gesamte Fülle der Erscheinungen zu erfassen.

Die Merkmale der Gesteine im frischen Handstück werden absichtlich ausführlicher wiedergegeben, da diese dem Feldgeologen ja vorwiegend zu Gesicht kommen. Aus ihnen muß er schon sichere Schlüsse auf den Mineralbestand ziehen können, um ein Bild der Verbreitung im Gelände zu bekommen. Bestimmt wird natürlich sehr wenig mit freiem Auge, aber wiedererkannt werden die aus den Schlifften bekannten Minerale. Jede Änderung in Gefüge, Habitus, Farbe usw. des Handstückes hat ihre Ursache in Änderung des Mineralbestandes und seiner Ausbildung. Diese Feinheiten im Handstück müssen nur richtig den Änderungen im Schlibfbild zugeordnet werden.

Über Verteilung seltener Minerale, Gesteinsreihen, Gefüge, also über Ordnungen höherer Art, kann das Handstück überhaupt mehr aussagen als der Schlibf. Auf jeden Fall ist jede Feststellung, die, wenn auch erst auf Grund mikroskopischer Vorarbeit, im Handstück gemacht werden kann, viel wertvoller, ja meist allein brauchbar für den Feldgeologen, als eine Unterscheidung, die nur im Schlibf getroffen werden kann.

In der Darstellung wurde im allgemeinen bei der Beschreibung des einzelnen Gesteins folgendes Schema eingehalten, das aber im Text nicht weiter hervortritt, um den Fluß der Darstellung nicht zu stören und Zusammenhänge nicht auseinander zu reißen:

Name, Merkmale im Handstück, Merkmale unter dem Mikroskop, Abarten und Verwandte in Radegund; Allgemeines.

Die Gesamtheit der Gesteine gliedert sich sowohl nach dem Auftreten als auch nach dem Grad der Umprägung in folgende Gruppen:

- I. Die Gesteine mit Gleinalmfacies.
- II. Die Gesteine mit Koralmfacies.
- III. Die Gesteine der Umrandung.

In den Gesteinen mit Gleinalmfacies haben wir einen extrem Ca-armen Schieferstoß vor uns, der als auffällige Einlagerungen Lagen von Ca-reichen Kalksilikatschiefern und Amphiboliten einschließt. Daneben gibt es schon Schwärme von Pegmatiten darin, die in den Liegendteilen stark zunehmen.

Die Gesteine mit Koralmfacies dagegen sind eine im Großen recht einförmige Masse von Injektionsschiefern, die örtlich einen raschen Wech-

seiner Mengenverhältnisse des Mineralbestandes zeigen, wodurch einige Abarten dieser Schiefergneise unterschieden werden können, ohne daß diese bei Radegund eine Regelmäßigkeit im Auftreten in der III.-stufigen Serie zeigen.

Von den Gesteinen der Umrandung wird nur einiges ergänzt, da sie im Abschnitt I bereits besprochen wurden.

## Tabelle der Gesteine des Kristallins von Radegund

### I. Die Gesteine mit Gleinalmfacies:

a) *Tonschieferabkömmlinge mit Fe-Vormacht und viel graphitischem Pigment:*

1. Granatglimmerschiefer mit Staurolith
2. Granatglimmerschiefer mit Chloritoid
3. Phyllitischer Granatglimmerschiefer ohne Staurolith oder Chloritoid
4. Zugehörige dunkle Quarzite bis Granatglimmerquarzite
5. Der Rinnegger Schiefer

b) *Die quarzvormächtige Zone:*

6. Helle Granatglimmerquarzite mit Biotit
7. Hellglimmerschiefer bis Muskowitgneise

c) *Die Ca-reichen Lagen:*

8. Die Amphibolite bis Kalksilikatschiefer
9. Die Marmore

d) *Die Pegmatite im Kristallin mit Gleinalmfacies:*

10. Die Pegmatite
11. Die Pegmatit-Ultramylonite

### II. Die Gesteine mit Koralmfacies:

12. Der meroxenreiche Hirschegger Gneis
13. Der rotviolette, feinstreifige Hirschegger Gneis
14. Der Gößnitzgneis
15. Der Stainzer Plattengneis
16. Der silbergraue (muskowitreiche und schwach injizierte) Gneis
17. Der meroxenreiche, lichtgraue Plattenquarzit

### III. Die Gesteine der Umrandung:

18. Der Schöckelkalk und seine Grenzzonengesteine
19. Die Semriacher Schiefer
20. Das Tertiär.

### I. Die Gesteine mit Gleinalmfacies:

I. a) 1. *Der Granatglimmerschiefer mit Staurolith*

Dieser entspricht ganz den Staurolith-Almandinglimmerschiefern von der Gleinalm, Stubalm, aus dem Raabtal, von Anger und von Birkfeld. Es sind gelbliche und rostbraune, bis mißfarbige und graphitisch ge-

schwärzte Gesteine mit linsig-faseriger Textur und oft stark welligem und höckerigem Hauptbruch. Der Quarz bildet meist linsige, unzusammenhängende Fasern im Muskowitgrundgewebe. Der Muskowit bildet in zahlreichen feinen Lamellen die Faltung des Grundgewebes ab. U. d. M. sieht man auch, daß neben zahlreichen eingeschichteten Biotiten viel Eisenhydroxyd und graphitisches Pigment die goldbraune Farbe des Handstückes verursachen, Granat und Staurotith sind stets poikiloblastisch.

Disthen ist im Schliß nur ganz selten anzutreffen, da die Fe-Vormacht im Schiefer seine Bildung neben Staurolith nicht nötig macht. Selten ist Chlorit in vereinzeltten Blättchen aus Rissen neu aufgesproßt. Der Quarz löst stets undulös aus. Der Plagioklas ist Albit bis Oligoklas.

Der *Staurolith* wurde an zahlreichen Stellen im gesamten Gebiet der oberen dunklen Schiefer mit Gleimalmfacies gefunden. Er tritt fast ausschließlich in einfachen, unverzwilligten Kristallen bis zu 3 cm Größe auf. Nur an einer einzigen Stelle bei P. 774 östlich von Hammersberg wurden schief gekreuzte Zwillinge gefunden, die ganz den Zwillingen entsprechen, die O. Friedrich von Ligist beschrieb (Lit. 11).

Dieser Schiefer ist im *Klammgraben* westlich von Radegund, aber auch im Süden beim *Windischhansl* und im Norden östlich des *Schöckelkreuzes* weit verbreitet.

Stellenweise tritt der Quarz etwas stärker hervor, so daß *Staurolith-Granatglimmerquarzite* entstehen, die aber die Tracht des soeben beschriebenen Gesteins besitzen und mit ihnen auch durch Lagerung und alle Übergänge verknüpft sind. Solche Arten herrschen etwa nördlich vom *Schöckelkreuz* auf dem Wege gegen den *Schöckelnickel*.

#### *1. a) 2. Der Granatglimmerschiefer mit Chloritoid*

Das sind aschgraue bis gelblich mißfarbige, oft feinblättrige Schiefer, die durch ihre geringe Härte schon im Handstück den großen Glimmeranteil im Grundgewebe verraten. Der Chloritoid ist in 1—5 mm großen Knoten und Schüppchen vertreten und an der schwarzgrünen Farbe und seiner schlechten Spaltbarkeit gut zu erkennen. Ein Verwecheln mit den fleckenbildenden Muskowitporphyroblasten der Rinnegger Schiefer ist kaum möglich, da diese ja glimmerige, zuweilen linsige Scheiben sind.

Der Querbruch ist durch die Feinkörnigkeit gleichmäßig mattgrau. Der Feldspat ist in vereinzeltten, seltenen Körnern von Albit vertreten. Nach den Ableitungen *Angels* in den „Gesteinen der Steiermark“ (Lit. 3) gehört auch dieser chloritoidführende Granatglimmerschiefer ebenso wie jener mit *Staurolith* in die zweite Tiefenstufe.

#### *1. a) 3. Der phyllitische Granatglimmerschiefer*

Dieser entspricht weitgehend den soeben beschriebenen Schiefen, nur fehlen ihm der *Staurolith* und auch der *Chloritoid*. Er ist eigentlich der

gemeinste und weitverbreitetste unter den oberen dunklen Schieferen. Durch den großen Reichtum an feinschuppigem Glimmer, wobei Biotit neben dem Muskowit einen großen Anteil hat, zeigt er stets flaserig-linsige Textur und uneben-welligten Bruch. Der Granat hat etwa 2—5 mm Durchmesser.

#### *1. a) 4. Zugehörige dunkle Quarzite bis Granatglimmerquarzite*

In allen bisher besprochenen Gesteinen gibt es ohne besondere Regelmäßigkeit auftretende quarzitische Lagen, welche ebenfalls die starke Durchsetzung mit graphitischem Pigment und ferritischer Substanz zeigen. Meist führen sie auch Granat und beide Glimmer, wobei der Muskowit überwiegt.

Solche Granatglimmerquarzite vertreten auch auf größeren Strecken den gewöhnlichen, vorhin besprochenen phyllitischen, also sehr glimmerreichen Granatglimmerschiefer. Das ist zum Beispiel im Südflügel des Aufnahmegebietes um Klein-Tivoli der Fall.

#### *1. a) 5. Der Rinnegger Schiefer*

Das sind mattgrau aussehende, plattig bis wellig brechende, feinstkörnige Glimmerquarzite, die auf den mehr oder weniger höckerigen S-Flächen recht scharf begrenzte Flecken zeigen, die sich schon bei der Untersuchung mit dem Taschenmesser als feinglimmrige, flachlinsige Gebilde erkennen lassen. Im Querbruch ist diese Form besonders schön erkennbar. Sie heben sich durch ihre dunkle Farbe deutlich vom grauen Grundgewebe ab. Daneben ist im Handstück nur noch Granat zu sehen, der oft vollständig von einer glimmrigen Hülle umgeben ist und dadurch als kugeliges Gebilde sichtbar wird.

Diese fleckenbildenden Scheibchen entpuppen sich im Schliff als einfache oder zusammengesetzte Muskowitporphyroblasten, die von Graphit umrandet und mehr oder weniger stark durchstäubt sind. Sie liegen in einem außerordentlich feinkörnigen Grundgewebe, in dem neben einzelnen Pigmentkörnern der Biotit durch seinen Pleochroismus auffällt.

Schon in den „Gesteinen der Steiermark“ erscheint ein Beispiel dafür unter der alten Bezeichnung „Quarzphyllit“ (Lit. 3, S. 241) aus dem Klammgraben. Sie sind nicht zu verwechseln mit auf S. 56 beschriebenem „Schiefergneis von Rinnegg“. Die erste genauere Fassung des Begriffes „Rinnegger Schiefer“ hat Angel in der Arbeit „Gesteine von Leutschach—Arnfels“ (Jahrb. d. GBA. 1933, 15—18) gegeben.

Diese Rinnegger Schiefer zeigen im Gelände zahlreiche Übergänge zu den vorhin besprochenen Schiefen, insbesondere zu den quarzitischen Abarten derselben. Sie herrschen im Klammgraben und westlich von Rinnegg im Buchgraben. Sie kommen aber auch auf dem Rabnitzberg noch ver-

einzelv. Bemerkenswert ist Sja ihr Fehlen im gesamten übrigen Kristallin mit Gleinalprägung bis auf Arnfels—Leutschach.

Ihr örtliches unvermitteltes Auftreten muß eine besondere Ursache haben, die noch näher zu verfolgen wäre.

Man kann sie als rekristallisierte Mylonite gewisser Gesteine der Gruppe I auffassen, in denen eine mechanische Sonderung in quarzitisches Zerreibsel und Anschoppungen jener Gemengteile erfolgt ist, welche durch Gleitung der vollständigen Zerreibung ausweichen, das sind vorwiegend Muskowit und Graphit. Diese „Porphyroblasten“, besser „Tektonoblasten“ bilden sich mit Vorliebe um extrem harte, größere Gemengteile, wie Granat, bzw. Bruchstücke und Trümmer desselben, da die blättrigen Gemengteile oder Fetzen derselben an den Oberflächen der harten Gemengteile bei der Durchbewegung Halt finden, indem sie sich anlegen. Zugleich sammeln sie sich im Druckschatten dieser Hartgemengteile und machen sie schließlich durch vollständige Umhüllung zu einem neuen, selbst gleitfähigen, aber rein mechanisch gebildeten „Tektonoblasten“, wie er uns so auffällig im Rinnegger Schiefer als „Muskowit-Porphyroblast“ entgegentritt.

#### *I. b) 6. Helle Granatglimmerquarzite mit Biotit*

Im Liegenden dieser Fe-vormächtigen Tonschieferabkömmlinge folgt nun eine Serie von Quarziten mit mehr oder weniger Granat, Muskowit und Biotit.

Graphit ist noch immer vorhanden, tritt aber in der Färbewirkung wegen der Ansammlung in einzelnen größeren Körnern stark zurück. Der Eindruck im Handstück ist mittelkörnig quarzitisches. Der Schliff zeigt sehr wenig Feldspat (Albit-Oligoklas). Der Glimmer tritt in vereinzelt größeren Blättern auf. Stets vorhandenes ferritisches Pigment bewirkt gelbliche Farbtöne im Handstück. Auf dem Hauptbruch fallen die vereinzelt, wohlausgebildeten Glimmerblättchen stark auf. Diese können aber auch fehlen, ebenso wie der Granat. Der Biotit ist in geringerer Menge und Korngröße vorhanden, aber stetiger Begleiter des Muskowites. Derartige Muskowite zeigen die hangenden glimmerreichen Schiefer nie (Granatphyllite!). Das Handstück ist stets plattig oder plattig-wellig, nie phyllitisch-flasrig. Der Quarz bildet stets durchgehende Lagen oder ein zusammenhängendes Pflastergewebe. Der Granat tritt ohne weitere Regelmäßigkeit ein, ebenso der Muskowit. Staurolith fehlt, Chloritoid ebenso. Chemisch ist gegenüber den vorhergehenden Schiefen kennzeichnend das Zurücktreten von K (Muskowit), Fe (Staurolith) und Mg (Biotit). Al wird durch die starke Quarzvormacht ebenfalls verhältnismäßig stark zurückgedrängt.

Durch Zunahme des Blättchen-Muskowites entstehen daraus die Hellglimmerschiefer, die vorwiegend die Liegendteile der Quarziteserie einnehmen.

Das sind gewöhnlich gut plattig brechende, aber durch die Glimmerzunahme ziemlich weiche Schiefer. An einzelnen Stellen mit stärkerer pegmatitischer Durchädung der Umgebung nehmen sie auch bereits Feldspat auf und entwickeln sich zu Muskowitgneisen. Dabei steht auch der Kaliglimmer unter dem Einfluß dieser Pegmatitadern. Er wird größer und häufiger.

Das Handstück zeigt wieder klare, gelblich-helle Farbtöne. Trotz stärkerem Glimmergehalt kommt es nicht zur Entwicklung eines phyllitischen Bruches, sondern dieser ist glimmerschiefrig eben bis gneisig, da wieder die Pflasterstruktur das Grundgewebe beherrscht. Graphitisches Pigment und ferritische Substanz sind ebenfalls vorhanden, aber meist stark zurücktretend. Der Granat ist fast in jedem Handstück in etwa 4 bis 8 mm großen Körnern vorhanden.

Durch Wechsel im Pigmentgehalt, Ausbleiben oder Hervortreten eines Minerals und verschieden starke Injektion können Annäherungen an verschiedene andere Radegunder Gesteine entstehen. An die Quarzite des Hangenden zum Beispiel durch Zurücktreten aller Gemengteile außer Quarz, an die Gneise des Liegenden durch stärkere Injektion der Muskowitgneisabarten, an einzelne Granatglimmerschiefer der obersten Serie durch Zunahme von Granat und Muskowit. Meist ist aber die Entscheidung über die Zuteilung solcher Schiefer durch die Vergesellschaftung mit kennzeichnenden Haupttypen gegeben.

Chemisch sind sie von den Granatglimmerschiefern der obersten Serie außer durch den Pigmentmangel noch durch das Zurücktreten von Fe verschieden. Sie führen ja nie Staurolith oder Chloritoid.

### I. c) 8. *Die Amphibolite bis Kalksilikatschiefer*

Diese sind im Gelände in einen oberen und einen unteren Horizont getrennt. Petrographisch sind im unteren Horizont, der sich nördlich von Radegund über Willersdorf fast geschlossen bis in den Mühlgraben durchverfolgen läßt, nur Kalksilikatschiefer verschiedener Art zu finden, im oberen, der im Hangenteil der oberen, staurolith- und chloritoidführenden Serie auftritt, scheint dagegen neben der gleichen Vielfalt von Kalksilikatschiefern eine Lage ossipitischer Ortho-Amphibolite vorhanden zu sein, die besonders südlich von Rinnegg auftritt. Möglicherweise treten hier zwei Lagen im oberen Horizont recht nahe beieinander auf.

In den Schliffen ist vorwiegend Zoisit und Hornblende zu sehen. Daneben stellenweise Oligoklas, Quarz, Biotit oder Kalzit, Granat, Diopsid. Selten tritt Epidot hervor. Titanit ist stellenweise auffallend groß entwickelt. Siehe auch Angel „Gesteine der Steiermark“, S. 171, 246, 249, 253.



genden Semriacher Schiefer gibt es nur mehr Quarzgänge mit vereinzelt, auffällig großblättrigen (5 cm) Muskowiten und offenen Drusen mit Bergkristall und Chlorit.

In der Wechselwirkung mit dem Gestein, das sie umhüllen, bestehen ebenfalls Unterschiede. In den hangenden Schiefer mit Gleinalprägung ist fast immer Pegmatit und Schiefer leicht zu trennen. Der Pegmatit verhält sich wie ein Fremdkörper im Schiefer und wurde im Laufe der Bewegungsvorgänge auch meist durch einen graphitischen Harnisch vom umhüllenden Schiefer getrennt. Er wird nur in das „s“ des Schieferstoßes eingeschichtet und stellenweise auch geschiefert. In den Schiefergneisen mit Koralmfacies ist dagegen die Injektion und Vermischung mit dem injizierten Gestein viel inniger, so daß pegmatitische Lage und injizierter Schiefer nicht mehr zu trennen sind. Die Pegmatite verhalten sich hief wie ein Magma, das diesen hochkristallinen Schiefer zugehört und in ihnen netzartig verteilt ist.

Die hier angeführten Unterschiede der Pegmatite in den beiden Prägungsbereichen gelten nur im Großen und sind für eine Trennung der Tiefenstufen im Gelände keineswegs brauchbar. Diese Unterschiede der Pegmatitausbildung gehen ja letzten Endes auf ganz andere Ursachen zurück als der Unterschied im Umprägungsgrad in beiden Bereichen. Sie stellen bei den Pegmatiten wahrscheinlich ein Verarmen dar, das mit größerer Entfernung von ihrem Ursprungsherd zunimmt. Gerade dadurch aber würde ihre Zugehörigkeit zu einer Lieferungszeit und Prägung wahrscheinlich werden.

Ihr Auftreten in Schwärmen, die über die Grenzen der Prägungsbereiche hinwegziehen, spricht ebenfalls gegen ein scharfe Scheidung der Pegmatite in solche, die zum Kristallin mit Gleinalfacies, und in solche, die zu dem mit Koralmfacies gehören.

#### *1. d) 11. Die Pegmatit-Ultramylonite*

Im Handstück ist das auffallendste Merkmal das Auftreten von weißen pegmatitischen Flecken, die in feinerer Verteilung nur mehr eine Scheckung und Graumelierung des massig brechenden, glasig schwarz aussehenden Handstückes bewirken. Im Schliff ist in den kennzeichnenden Stücken nur mehr ein feinkörniges und unauflösbares Grundgewebe zu sehen, in dem einzelne Graphitzüge und pegmatitische Schwänzchen hervortreten.

Sie sind im Auftreten an keinen besonderen Horizont gebunden, sondern treten da und dort an einer der zahlreichen Störungsstellen, also zum Beispiel an den Rändern einzelner Schollen, als örtliche Mylonitisierungserscheinung auf.

Sie sind wie die „Rinnegger Schiefer“ ein Zeugnis für die gewaltige tektonische Durcharbeitung und Durchbewegung des Gebietes.



muß hier diese Annäherung der Liegendserien des Radegunder Kristallins an diese Gesteine der Stubalm-Kernserien erwähnt werden. Trotzdem bleibt aber in der Gesamtheit dieses Radegunder Kristallins (mit Koralmfacies) die Verschiedenheit gegenüber den Gesteinen der Gleinalm und Stubalm und die auffällige Verwandtschaft, ja Identität mit den Gesteinen der Koralm (*Teigitschserie*) bestehen.

#### II/13. Der rotviolette, feinstreifige Hirschegger Gneis

Von Heritsch (Lit. 13) wird er als feinstreifiger, linsig bis plattiger, den Buntscheckgneisen ähnlicher, aber von diesen durch das Fehlen der einzeln hervortretenden Feldspatäugen verschiedener Gneis geschildert. Um Radegund habe ich mehrfach solche Gneise mit den lang ausgezogenen Quarz-Feldspatplatten gefunden und meist auch die rötlichviolette Farbe des Querbruches angetroffen, die für die Buntscheckgneise erwähnt wird. Er tritt als Seltenheit in unmittelbarer Nachbarschaft der Meroxengneise auf.

#### II/14. Der Gößnitzgneis

Tritt der Meroxen zurück, so bleibt ein rostbraunes Muskowitgewebe und die einzelnen Granat- und Feldspatknotten zurück. Der Schiefer entspricht dann etwa den gewöhnlichen Gößnitzgneisen. Je nach der Glimmerentwicklung sind diese Gesteine von einzelnen Hellglimmerschiefern oder auch Staurolithphylliten nicht mehr zu unterscheiden, besonders wenn diese Injektion zeigen. Die Grenze zum III.-stufigen Kristallin wurde daher immer erst beim Auftreten der sehr charakteristischen meroxenführenden Gneise gezogen, die in ihrer Gesellschaft meist auch bereits die anderen Koralmgesteinsarten zeigten. Disthen fehlt hier.

#### II/15. Der Stainzer Plattengneis

„Stainzer Plattengneis“ ist eine rein werkstoffkundliche Definition. Es werden damit die Injektionsgneise nach Koralmart bezeichnet, die zur Herstellung von Gehsteig- und ähnlichen Bauplatten geeignet sind. Jede andere Definition nach Mineralgehalt und Textur ist nicht immer gültig.

Im allgemeinen sind dies Injektionsschiefer mit geschlossenen Quarz-Feldspatlagen und nicht allzuviel Glimmer im Hauptbruch. Bei Stainz selbst führen sie Disthen in großen Flatschen, hier wieder nicht. Bei der starken tektonischen Durcharbeitung des Radegunder Gebietes treten solche auf größeren Flächen ebenschiefrige Gesteine dort sehr selten auf. Für eine Zonenzuteilung sind sie bei ihrer petrographischen Unbestimmtheit (s. Heritsch, N. Jahrb. Min. etc., Beilageband II, S. 105) schwer verwendbar, oder nur dann, wenn sie die Sillimanite oder Disthene usw. der anderen Koralmjektionsschiefer haben.

Diese Auffassung stimmt mit der Begriffsbestimmung Kieslingers überein (Sitzungsber. Wiener Akademie, 137, Heft 7, S. 461, 1928) und entspricht seiner Koralmgruppe.

#### II. 16. Der silbergraue, muskowitreiche, schwach injizierte Gneis

Dieser und der folgende Schiefergneis sind wieder besondere Radegunder Arten, die nur petrographisch von Bedeutung sind, ohne eine weitere Verbreitung oder zonentypische Ausbildung zu haben, weil sie auch bei Radegund ausschließlich im Bereich der Koralmgneise auftreten.

Dieser ist ein muskowitreicher, feinkörniger Gneis, der durch die dünnblättrige, gebogene Ausbildung der Glimmer und ihre Vollstopfung mit

Graphit sich der Ausbildung der Rinnegger Schiefer nähert. Nur ist durch die allgemeine Korngröbheit hier die Ausbildung der charakteristischen Augen nicht möglich und es entstehen nur verschwommene Schimmerflecken solcher Art.

Die Granaten sind in ähnlicher Weise wie bei den Rinnegger Schiefen von Muskowit und Graphit kugelig umhüllt. Durch den Glimmerreichtum und das gröbere Korn sind sie aber von diesen verschieden.

## II. 17. Der meroxenreiche, lichtgraue Plattenquarzit

Er liegt am Westhang des Rinnegger Rückens in ungefähr streichender Fortsetzung der meroxenreichen Hirschegger Gneise in dessen Osthängen. Dies und die auffallende Biotitführung im hellen, ausgezeichnet plattigen Hauptbruch sprechen für die Zuordnung zu den Koralmgneisen.

Granat ist immer vorhanden. Vor dem Ort Rinnegg beginnt in ihm eine Injektion mit einzelnen Feldspatäugen sichtbar zu werden. Muskowit ist ebenfalls in Blättchen vorhanden.

## III/18. Der Schöckelkalk und seine Grenzzonengesteine

Diese Gesteine sind von E. Clar ausführlich beschrieben worden (Lit. 7).

Sie fallen gegenüber den Granatglimmerschiefen des Liegenden sofort durch ihre Glimmerarmut, lichtere Farbe und den Kalkgehalt auf. Der Bruch sieht quarzitisches plattig aus, die Festigkeit ist aber viel geringer als bei den Quarziten.

Hier soll nur noch erwähnt werden, daß an der Basis zum Kristallin durch die Verschuppung sämtliche Gesteine von Clars Grenzzone auftreten können.

## III/19. Die Semriacher Schiefer

Dieses sind erststufige Phyllite und Grünschiefer, die durch ihre Feinblättrigkeit, geringe Härte, serizitischen Muskowit und Übergänge zu kaum metamorphen Gesteinen ausgezeichnet sind. An Mineralen sind der Chlorit und der Chloritoid wichtig. Der Chloritoid tritt nur stellenweise auf, der Chlorit dagegen fast durchgehend. Soweit Granat in bisher als Semriacher Schiefer kartierten Gebieten vorkommt, gehören diese Teile wohl bereits in das Altkristallin.

Einzelne Quarzgänge in diesen Schiefen verraten ihre pegmatitische Herkunft an offenen Drusen mit Bergkristall und Chlorit und bis 5 cm großen Blättern von Muskowit, die neben der sonst allgemein herrschenden Kornfeinheit stark auffallen.

Die Unterschiede zu den Granat, Staurolith und Chloritoid führenden Glimmerschiefen des Liegenden sind also beträchtlich. Es war daher auch ein Blatt von erststufigen Graphitquarziten (Lyditen?) im Raume Angerkreuz—Ebner—Plenzengreith gut abzutrennen.

## III/20. Das Tertiär

Dieses wurde bereits ausführlich im Abschnitt I besprochen. Im Süden besteht es ausschließlich aus losen (pannonischen) Schottern, die in geringerem Ausmaße mit lehmigen Böden gemischt sind. Im Norden tritt an den Nordwänden des Schöckels rote, mittelmiozäne Egenberger Breccie auf.

## III. Die Lagerung der Gesteine

### Erläuterungen zur Karte und zu den Profilen

In der Karte wurden je nach Zweckmäßigkeit geologische oder petrographische Einheiten ausgeschieden. Die Zusammenfassung einzelner Gesteine zu Serien ergibt sich aus den genetischen Zusammenhängen, die im Teil II dargestellt wurden, und aus dem trotz aller Verschuppung verhältnismäßig geschlossenen Auftreten solcher Gesteinsgruppen im Gelände. Diese Zusammenfassungen sind besonders für den Teil D wichtig.

Wo es der Maßstab zuließ, wurden auch in diesen Serien nähere Unterscheidun-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, download unter www.biologiezentrum.at  
gen gemacht oder die Verschuppung derselben dargestellt. Die Namen entsprechen durchwegs den Beschreibungen im Teil II.

Das Kristallin sowie die Grenzen zum Altpaläozoikum, zum Tertiär und Alluvium wurden vollständig neu aufgenommen, beziehungsweise die Grenzlinien der vorhandenen Aufnahmen wurden dem genaueren Maßstab der beiliegenden Karte entsprechend verbessert. Alles übrige, also Grenzzone zum Schöckelkalk, Semriacher Schiefer, Schöckelkalk, Tertiär, Alluvium usw. wurde den Aufnahmen Schwingers und Clars entnommen.

Es folgen nun Erläuterungen zu den Profilen und abschließend ein Hervorheben der wesentlichen, recht einfachen Grundzüge des Gesamtbaues, die für die Zusammenfassung im Teil IV gebraucht werden.

Profil 1 zeigt den recht einfachen, flachwelligen Serienbau des Kristallins. Bei Punkt 776 bäumt sich das liegende Zoisitamphibolitband des Gleinalmkristallins noch einmal auf und endet erst südwestlich vom Kreuzwirt.

Die liegende Quarzit-Hellglimmerschieferserie im Gleinalmkristallin taucht im nordwestlichen Teil der Karte vor P. 822 noch einmal auf und bestätigt die Annahme des flachen West- und Nordfallens im Großen, wenn dieses auch durch Blockzonen und örtliche Wellen stark gestört wird.

Bei P. 822 selbst sitzt noch einer der von Schwinger her bekannten Deckenreste des Schöckelkalkes mit einer dünnen Semriacher Schieferhaut an der Basis auf dem Radegunder Kristallin.

Profil 2 zeigt im Gleinalmkristallin nichts Neues. Die Verschuppung der Kristallinserien ist wieder angedeutet, aber daneben auch noch das Überschreiten der Seriengrenzen durch den Pegmatitschwarm unter dem Schöckelbartel. Auf der Karte ist dieses schwarmweise Auftreten noch besser zu sehen.

Die kleineren Pegmatitschwärme und -netze wurden in der Darstellung stark zurückgedrängt, da sie die hier durchgeführte Gliederung und Trennung verwischen. Im Gelände sind sie aber auf weiten Strecken entweder das Einzige oder doch das Auffallendste, was man zu Gesicht bekommt.

Nördlich von Plenzengreith ist die starke Verschuppung und Verteilung des Schöckelkalkes mit dem Liegend-Kristallin gut zu sehen. Daneben treten in dieser Randzone wohl arme Pegmatite, sonst aber nur die gewöhnlichen Granat- und Chloritoidglimmerschiefer auf.

Profil 3 zeigt wieder die Art der Verschuppung der Kristallinserien, außerdem aber als Wichtigstes die erste deutliche und sichere tektonische Diskordanz zwischen dem Paläozoikum und dem Altkristallin. Die durch Pfeile angedeutete Verbindung der auf dem Koralmkristallin, also auf der untersten Kristallinserie liegenden Schöckelkalkreste bei Hörnsdorf mit dem Hauptmassiv im Norden und Westen ist durch einige weitere derartige Restkuppen sichergestellt, die aus der Hauptkarte zu entnehmen sind.

© Natim. In Altpaläozoikum selbst soll beachtet werden, daß dieses, als in sich stark verschuppte Kleindeckenserie natürlich mit verschiedenen Gliedern seines Innenbaues auf dem Radegunder Kristallin liegen kann. Hier ist es wieder der Semriacher Schiefer, der neben dem Schöckelkalk das Liegendste des Paläozoikums bildet.

Profil 4 zeigt die einfache Einordnung der Pegmatite bei und unter Hammersberg sowie die Stellung des flachen Gleinalmkristallinlappens südöstlich vom Kreuzwirt.

In Profil 5 wird gezeigt, wie die recht groß aussehende Verschuppung der Quarzit- mit der Phyllitserie bei P. 774 im Nordosten beschaffen ist. Durch die flache Lagerung scheint sie im Schnitt mit der Geländeoberfläche viel bedeutender zu sein, als ihrer tatsächlichen Serienmächtigkeit entspricht. Die Karte grenzt hier an die Aufnahmen Kuntschigns und ist nicht wesentlich verschieden von seinen Ausscheidungen. Die abweichende Abgrenzung der Phyllite und Quarzite wird ja im Abschnitt II und IV ausführlich begründet.

Profil 6. Hier soll der Geländebuckel hervorgehoben werden, der überall an der Grenze Schöckelkalk: Kristallin auftritt. Der Schöckelkalk steigt stets mit kleinen Wänden aus seinem Schutt oder von den Grenzschiefern empor, so daß zum Beispiel bei den Garracher Wänden die Grenze Schöckelkalk: Kristallin aus der topographischen Karte 1:25.000 fast auf den Meter genau zu entnehmen ist. Die Grenzschiefer verschleifen diesen Knick in der Geländeformung wieder etwas; man erinnere sich nur an das von Graz aus so schön sichtbare Profil Schöckelgipfel-Rabnitzberg.

Neben der Autostraße ist noch ein kleiner Schöckelkalkrest zu sehen. Im Süden schließlich brandet das Tertiärschottermeer an das Kristallin und verrät mit seinen Ausläufern auf den Kämmen oben, daß es stark zurückgedrängt wurde. Es deutet nur mehr auf den Rücken der flachen Kristallinmugel, wo es der Abtragung geringer ausgesetzt war, die alte, weite Verbreitung und Erstreckung nach Norden hin an.

Profil 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Klammgraben, der einzigen stärker gestörten Stelle im ganzen Radegunder Kristallin. Aus der Karte ist zu entnehmen, daß der Klammgraben das Scharnier bildet, um welches sich das gewöhnliche flache NW- und Nord-Fallen des Nordteiles zu einem flachen W- und S-Fallen im Süden dreht. Es zeigt auch die auffällige Verarmung der obersten Serien. Die Quarzit-Hellglimmerschieferserie fällt ja fast ganz aus. Dazu kommt noch die Bildung der Rinnegger Schiefer, als Anzeichen einer außergewöhnlich starken Durchbewegung der hangenden Kristallinserien.

Diese Erscheinungen finden nun ihr auffallendes Gegenstück in der mächtigen Entwicklung von Clars Myloniten und Tektonitschiefern in der Grenzzone des anschließenden Schöckelkalkes. Hier wurde offensichtlich der hangende Teil des Radegunder Kristallins von der Schöckel-Tektonik mitgenommen und zum Block- und Schollenwerk im Klammgraben aufgestaut. Die Verarmung der Quarzitzone läßt sich als geringe Verschleppung der hangendsten Phyllitserie auffassen, bei der der Liegendteil dieser Phyllitserie, eben die Quarzitzone, zurückblieb und dadurch die

Phyllite fast unmittelbar auf das tiefste Koralkristallin zu liegen kamen. Ebenso erklärt sich aus einer solchen Aufschiebung leicht die Anpassung an das Südfallen des Kristallinbuckels im Süden von Rinnegg oder an das Westfallen des Schöckels im Westen. Profil 8 zeigt ja auch, daß die Phyllite westlich von Rinnegg das reine Schuppen-Paket sind, das die gesamte Geländeformung mit den steilen Ost- und den flachen Westhängen verursacht.

In der Karte wurde der Schollenbau des Klammgrabens, der nichts mit den ebenfalls eingezeichneten Tertiärbrüchen zu tun hat, dadurch angedeutet, daß die eckige Abgrenzung der Phyllite zu den Quarziten und Pegmatiten, die sich bei der Detailaufnahme ergab, einfach etwas in das Innere des Phyllitkörpers hinein verlängert wurde. Diese Schollentektonik wird weiterhin noch durch eine ziemlich regelmäßige Wechselfolge von Rinnegger-Schiefer und Staurolithphyllit im Westen des Klammgrabens, die im Profil hervorgehoben wurde, bewiesen. Schließlich sprechen auch noch die regellos verstreuten kleinen Amphibolitputzen und Linsen in diesen Phylliten des Klammgrabens für diese Auflösung der normalen ruhigen und nur mehr oder weniger verschuppten Lagerung.

Hier wurde auch die Achse B ins Profil eingetragen als Zeichen für das Auftreten stark zerwählter und vorwiegend nach B geregelter Schiefer. Die sonst noch an mehreren Stellen der Karte eingetragenen Messungen von B-Fältchen im Kristallin, besonders an der Grenze zum Schöckelkalk, zeigen alle eine auffallende Übereinstimmung in der Richtung mit ungefähr N 60 O und wechselndem SW-Fallen. Das entspricht auch den Beobachtungen Clars aus dem anschließenden Semriacher Kristallin (Clar, 1935). Sie sind ein Beweis für die starke Durchbewegung anlässlich der Aufschiebung der Schöckelkalkdecke, wobei die Unterlage als Gleit- und Wälzlager diente.

Profil 8 zeigt die ganze Schwierigkeit der Aufnahmen im Südteil: mehrere recht flach liegende und dünne Baueinheiten liegen übereinander und ergeben durch die Abtragung einen recht löcherigen Deckenbau, der durch die starke Verwachsung und sämtliche späteren Verstellungen im Kleinen arg verwischt wird, im Großen aber recht einfach ist.

Neben einer Schöckelkalkscholle auf dem Kristallin, ist ein Aufschluß des Koralkristallins einerseits im Gleinalmkristallin westlich von Rinnegg und andererseits westlich von Ebersdorf in der dünnen Tertiärhaut zu sehen. Sehr schön ist dabei das Widerspiel von Abtragung und Anschüttung im tertiären Restschotter. Oben auf dem Kamm bleibt er wegen der schwächeren Abtragung erhalten, unten im Tal liegen bis weit herauf noch die Massen, die im Abtransport begriffen sind, und in der Mitte, wo wegen der Neigung auch die Abtragung am stärksten wirkt, also an den Seiten der Kämmen, wird die Schotterhaut löcherig und gibt das liegende Kristallin frei. Solche Inseln sind auf der Karte bis weit in den Süden hinunter eingetragen.

Profil 9 zeigt die Lage im Süden und bringt außer dem Restschotter in isolierten Kuppen nichts Neues.

Das Auftreten der Tertiärbrüche wurde im Abschnitt I schon

angeführt. Hier ist nur noch auf das aus dem geprägten Relief hervorzuhinzuweisen, das der Schöckelkalk unter sich begraben hat. Noch deutlicher wird das ja, wenn man das Absinken im Nordosten in den Garracher Wänden mit in Betracht zieht. Man könnte ja alle diese Geländeformungen unter dem Schöckelkalk den späteren Bewegungen zuschreiben; das ist aber kaum wahrscheinlich und hier bei Radegund fast unmöglich. Der Schöckelkalk kann ja nur dann als Decke über das liegende Koralmkristallin, wie bei Hörmendorf, gefahren sein, wenn diese Hervorhebung der liegenden Kristallinserie, also der Buckel des Rabnitzberges, schon damals vorhanden war. Sonst, d. h. bei ebener Lagerung des Gesamtgeländes, müßte es ja eine recht unwahrscheinliche Verdrehung im Streichen gewesen sein, die die Liegendserie nach oben gewendet hätte, als der Schöckelkalk darüberfuhr.

Vielleicht liegt in dieser Reliefüberschiebung auch die Erklärung für die mächtige Entwicklung der tektonischen Grenzschiefer im Schöckelkalk westlich von Rinnegg und für die Störungen im darunterliegenden Kristallin. Der Schöckelkalk ist als Block an die Höhe des Rabnitzberges gebrandet, die sich ja gegen Westen unter den heutigen Schöckel hin fortsetzt, und hat dabei seine gesamte liegende Schieferhaut an dessen Fuß zusammengeschoßt. Das würde auch die Erklärung für das auffallende Ausdünnen der Grenzzone, also der Liegendsschiefer des Schöckelkalkes im Norden geben.

Im Großen sehen wir also tatsächlich die im Teil II zur systematischen Gliederung der Gesteine bereits verwendete Teilung des Radegunder Kristallins in mehrere Serien. Dazwischen und darüber die Pegmatite ohne Regel, da sie ja als Sprößlinge aus der Zeit der Metamorphose an die alten Gliederungen nicht gebunden sind. Ähnlich, aber nicht so arg verwischend wirkt die mechanische Verschuppung im Verlauf der tektonischen Geschichte des Kristallins.

Wo der Pegmatit in innige Vermischung mit dem Umgebungsgestein eintritt, also im Liegendteil der Gleinalmgesteine und im darunter folgenden Koralmkristallin, werden gleichfalls alle Trennungen stark verwischt, so daß die Grenzen unscharf werden. Hier gibt aber der Schwarm der Zoisit-Amphibolite als tiefster noch sicherer Gleinalmaufschluß einen gewissen Anhalt. Die Abgrenzung der Hellglimmerschiefer in diesem Bereich ist daher auch nicht schematisch als Linie zu verstehen, sondern ist nur als Häufung derselben in den Liegendteilen der zusammengefaßten Quarzit-Hellglimmerschieferserie aufzufassen.

Die Aufeinanderfolge dieser Serien ist aus der Karte zu entnehmen und wurde auch mehrfach an verschiedenen Stellen der Arbeit gebracht.

#### IV. Versuch einer Zusammenfassung der bisherigen Einzelaufnahmen aus dem Muralpenkristallin

Im Abschnitt I wurde die schon länger bekannte Großgliederung des Radegunder Kristallins und die Fortsetzung derselben im anschließenden Kristallin von Weiz, Anger und Birkfeld erwähnt.

Im Abschnitt II und III wurde nun versucht, das Radegunder Gebiet möglichst vollständig aufzulösen, um es mit den anderen, genauer bekannten Gebieten des Muralpenkristallins vergleichen zu können. Dabei ergibt sich nun eine viel strengere Eingliederung des Radegunder Gebietes in den Gesamtbau, als aus den bisherigen geologischen und petrographischen Zusammenhängen zu erwarten war.

Die Verbindung des Radegunder Kristallins mit dem Muralpenkristallin war wohl auch nach den bisherigen Kenntnissen sicher. Durch die folgenden Vergleiche und Über-sichten wird aber diese Annahme weit besser begründet als bisher.

Die Hauptaufschlüsse des Muralpenkristallins liegen westlich vom mittelsteirischen Paläozoikum. Aus dem Glein-, Stub-, Kor- und Saualm-gebiet sind daher auch die Untergliederungen dieses Kristallingebietes abzulesen.

Zwei große Baupläne lassen sich schon aus den Übersichtsaufnahmen entnehmen: der Koralmbau und der Gleinalmbau. Diese sind durch das Streichen der alten Sedimentzüge (Marmorale), aber auch durch Reihenfolge und mengenmäßige Verteilung derselben deutlich voneinander getrennt. Zu dieser ursprünglichen Sedimentations- und Bauverschiedenheit kommt noch eine spätere der verschiedenen Geschichte, die sich im verschiedenen Grad der Metamorphose ausdrückt.

Quer über den heutigen N-S ziehenden Rücken der Koralm streichen vom Poßruck über das Koralmgipfelgebiet zur Saualpe hinüber einige Marmorzüge, Quarzit-, Hellglimmerschiefer-, Amphibolit- und Eklogitamphibolitstreifen. Deren Reihenfolge zeigt im Streichen keine auffallende, irgendwie durchzuverfolgende Regelmäßigkeit. Es ist das Bild eines stark verschuppten und durch bewegten Schiefers im Großen, wie es uns ganz gleich auch im Dünnschliff der Gesteine dieses Baues entgegentritt (Closs 1927). Dieser abwechslungsreichere Teil des Koralmgebietes nimmt aber nur einen verhältnismäßig schmalen Streifen im Herzen des Gesamtbaues ein. Der weitaus größere Teil nördlich und südlich davon wird von einer im Großen außerordentlich eiförmigen Masse von Pegmatiten und Injektionsglimmerschiefern und -gneisen eingenommen. „Injektion“ sagt hier weniger etwas über die Genese (durch Zufuhr „Injektion“ von unten) als über den Bestand. Die bisher damit zwangsläufig verbundene Vorstellung von Schieferanteil + pegmatitischer Restlösungsteil, die zusammen erst den Injektionsgneis geben, wird ausdrücklich als Annahme bezeichnet, da es möglich ist und Angel auch für die Gleinalpe zu zeigen versuchte (A., Fortschritte 1939), daß diese pegmatitischen „Restlösungen“ sedimentbürtig sein könnten, also aus dem metamorphosierten Gestein selbst unter gewisser Anteilnahme von Tiefenzufuhren herkommen (Autoinjektion). Der Chemismus des metamorphosierten Schieferanteiles, der uns heute in den Injektions-schiefern und daneben uniniziert vorliegt, stimmt daher wahrscheinlich auch im wesentlichen Alkalibestand auch nicht mehr mit dem Ausgangssediment überein, sondern wird ärmer an pegmatitischer Substanz, die im Laufe der kristallinen Mobilisation zu wandern beginnt und da und dort im selben Gesteinskörper wieder Injektionsgneise bildet.

Diese Injektionsgesteine der Koralpe, die als Teigtitschserie oder mit Lokalnamen, wie Hirschegger und Stainzer Gneis, bezeichnet werden, sind im großen eine gewaltige Pegmatitmase, in der Minerale, Schollen und auch größere Schuppen von Granatglimmerquarziten und Granatglimmerschiefern schwimmen. Man kann natürlich in jedem Maßstab, bis in den Dünnschliff herunter, eine Aus-scheidung der jeweils vorwiegenden Gesteinskomponente vornehmen. Das Wesentliche ist aber immer die Gesamtheit derselben: der Injektionsgneis.

Die Gesamtheit dieser geologisch, also durch Streichen und Verschuppung miteinander verbundenen Koralmgesteine zeigt nun den Zustand eines Gleichgewichtes der oberen III. Tiefenstufe. Die Gabbrostöcke und Eklogite im Süden sind Zeugen dafür. Ob die Amphibolite, die mehrfach im Kammgebiete vorkommen, Ungleichgewichte einer früheren Metamorphose oder tektonische Einschup-

pungen, wie Orosi meint oder gar ausnahmsweise mögliche Gleichgewichte in III sind, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden. Gegen Herkunft von einer früheren Metamorphose sprechen die III-Relikte in der Gleinalpe, welche die Gleinalmkristallisation als spätere erscheinen lassen, gegen tektonische Einschüppungen von II, also von der Gleinalpe, die weite Entfernung und verhältnismäßig scharfe Grenze der beiden Bereiche sowie das geringe Ausmaß der inneren Verschuppung in der Glein- und Koralle. Es bleibt daher die Möglichkeit, diese Amphibolite als mögliche Gleichgewichte in III aufzufassen oder, was wahrscheinlicher ist, in ihnen ein Ausklingen der Gleinalmmetamorphose im III-Gebiet zu sehen, die hier an ausgezeichneten Bewegungsbahnen einzelne II-Gleichgewichte herstellt.

Grundsätzlich von diesem Bau verschieden sind die Gleinalpe und ihre Zugehörigen, also das gesamte restliche Muralpenkristallin. Über Stubalpe, Gleinalpe, Rennfeld und die Kristallininseln von Birkfeld, Anger, Weiz und Radegund schließt sich der große Kreis des Muralpenkristallins um das Grazer Altpaläozoikum.

Die Gleinalpe selbst zeigt einen außerordentlich engen Zusammenhang mit den anschließenden Zügen der Stub- und Fensteralpe. Deutlich sieht man hier im Streichen und auch in der Abfolge der Gesteinsserien einen einheitlichen Gebirgsbau, der eine gewisse ursprüngliche sedimentäre Anlage der Gesteinsserien ablesen läßt. Einige Staurolithschiefer der Gleinalpe ziehen als Diaphthorite im Stubalengebiet weiter, die Granatglimmerquarzte und Hellglimmerschiefer der Rappoldserie sind die gleichen wie in der unteren, kalkarmen Serie der Gleinalpe, die Amphibolite streichen ebenfalls von der Gleinalpe zur Stubalpe durch und sind in der Stubalpe nur diaphthorisiert. Auch die granodioritische Kernmasse der Stubalpe streicht direkt nach jener der Gleinalpe hinüber.

Wenn Angel die petrographische Geschlossenheit der Gleinalpe im engeren Sinne hervorhebt und in großartiger Zusammenfassung die Stoffaustauschvorgänge darstellt, die vom Gleinalmherd aus bis in die Grauwackenerzlager reichen, ohne Rücksicht auf irgendwelche vorgegebenen geologischen Zusammenhänge, so möchte ich hier vorwiegend die großen alten geologischen Anlagen hervorheben, die im streichenden Zusammenhang und im gleichen mengenmäßigen Auftreten der Serien gegeben sind. Die weitreichendere Ordnung ist hier wohl im alten geologischen Bau gegeben, der überwiegend eine II.-stufige Metamorphose zeigt, aber an einzelnen Höfen von einer jüngeren, I.-stufigen Umwandlung überwältigt wurde. Das muß man für den weiteren Vergleich festhalten, denn beides werden wir östlich der Mur wiederfinden.

Der direkte streichende Zusammenhang geht ja im Rennfeld verloren. Die weitere geologische Verbindung ist nur mehr durch die Wiederholung der im geschlossenen Gleinalmgebiet vorhandenen Gesteinsserien in den Ablegern des Muralpenkristallins östlich der Mur gegeben. Dazu kommt die petrographische Übereinstimmung in den Einzelheiten und Feinheiten der Metamorphose, die zusammen mit der geologischen Grobgliederung dem Gesteinsvergleich mehr Gewicht als sonst üblich verleiht.

Im einzelnen unterscheidet man in der Glein- und Stubalpe um den granodioritischen Kern verschiedene Serien, die wohl nur auf alte sedimentäre Anlage zurückgehen können, da die Gebirgsbildung und die mit ihr zusammenhängende Metamorphose durch „stress“, also einseitigen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Druck, in verschiedenen „Tiefenzonen“ wohl zur Neu- und Umbildung von Mineralien und Gesteinen führt, auch eine gewisse Durchmischung und tektonische Sonderung veranlaßt, jedoch im großen, besonders unter den Bedingungen der mittleren Tiefenstufe, wie wir sie hier im Gleinalmgebiet vor uns haben, doch weitgehend den Chemismus und die Verbreitung der Ursprungsgesteine (Sedimente) durchscheinen und vermuten läßt. Man nehme die Marmore oder die quarzitischen Serien oder die Serien mit reichlichem graphitischen Pigment. Die Karte zeigt am besten, in welchem Ausmaß solche ursprünglichen Kalkbänke, Quarzsande, kieseligen Sedimente oder tonigen Sedimente mit reichlichen organischen Resten im Laufe der Gebirgsbildung und Gesteinsumwandlung erhalten geblieben sind und wie weit sie auch im großen der Zerstückelung, Zerschuppung und chemischen Veränderung unterworfen worden sind.

Das Bild wird nur um so mehr verwischt, je stärker die Umwandlung ist und je häufiger eine solche stattgefunden hat. Das ist aber kein Grund, auf die noch vorhandenen Anhaltspunkte, die besonders beim Kartenvergleich ins Auge springen, überhaupt zu verzichten.

Im Stubalmgebiet haben Heritsch und Czermak 1923 den sauren granodioritischen Kern als Ammeringserie, die darauf liegenden und mit ihm verschuppten Amphibolite als Speikserie, die folgenden quarzitischen, graphitarmer Helliglimmerschiefer und Granatglimmerquarzite als Rappoldserie und die stark verschuppten Marmore und Stauroolith- sowie Disthen- und Chloritoidschiefer im Hangendsten als Almausserie bezeichnet.

„Serie“ sollte vor allem die starke Durchmischung der einzelnen idealisierten Abfolgen als auch die außerordentliche, wohl durch Stoffwanderung verursachte, petrographische Buntheit für die Kartendarstellung brauchbar machen und das Wesentliche in den einzelnen Abteilungen des Gesamtbaues hervorheben. Aus dieser Tatsache geht hervor, daß die Bezeichnung der Serien durch Ortsnamen eigentlich nicht zu empfehlen ist, da der Vorteil derselben, die eindeutige Feststellung des Gesteinstypus unabhängig von jeder Beschreibung mit ihren Fehlern und theoretischen Annahmen, durch Anwendung auf eine ganze Serie, die nirgends im Gelände in idealisierter Form zu treffen ist, zunichte wird. Das gleiche gilt für die Bezeichnung der Gesteine an der Grenze der Korallinjektionsgneise, die von den Autoren aus derselben Schule verschieden angewendet werden. Man soll daher wohl neue Gesteinsarten neben der Beschreibung durch genaue Fundortangaben für kennzeichnende Stücke festlegen, für Zusammenfassungen höherer Ordnung aber Ortsnamen nicht verwenden.

Sie werden hier in der Gleinalpe und ihren Zugehörigen auch durch Bezeichnungen petrographischer Art abgelöst, die eine Übertragung der im Stubalmgebiet gewonnenen Erkenntnisse auf den gesamten Gleinalmbereich bedeuten und schon deswegen die örtlich gebundene Bezeichnung verlassen müssen. Angel unterscheidet daher in der Gleinalpe neben dem Granodioritkern wieder die kern-

nahen Orthoamphibolite und darüber eine kalkarme und ganz oben im Hangenden am Gebirgsrand eine kalkreiche Hüllschieferserie. Ein Blick auf die Karte und die Beschreibungen zeigt die Übereinstimmung mit den Serien der Stubalpe im Charakter des Gesteinsbestandes, wenn auch das Gleichgewicht im Mineralbestand dort durch die Diaphthorose gestört oder gänzlich in ein solches der I. Tiefenstufe umgewandelt ist.

Bevor wir aber aus diesen bekannten Großprofilen ein Normalprofil für das Gebirge vom Bautyp der Gleinalpe ableiten wollen, müssen wir diese Serientrennung noch etwas ergänzen durch Betrachtung des Gesteinsbestandes der einzelnen Serien, da das Ausbleiben eines wichtigen Gesteines einer Serie wohl den Charakter derselben ändern kann, für den Gesamtbau des Gebirges aber ohne Bedeutung zu sein braucht.

In der Stubalpe ist die Folge: Saurer Kern und kernahe Orthoamphibolite eindeutig auch in petrographischer Hinsicht. Die folgende Rappoldserie zeigt aber schon eine deutliche Untergliederung in einen liegenden Glimmerschiefer (Hellglimmerschiefer) und einen hangenden Granatquarziteil. Diese Untergliederung ist zwar im Streichen nicht durchlaufend zu verfolgen, oft auch durch die innere Verschuppung verwischt, aber sonst ganz gut erkennbar.

Mengenmäßig herrschen die Quarzite, kennzeichnender sind aber die Hellglimmerschiefer, da ja Quarzite bald irgendwo auftreten können. Untergeordnet kommen noch meroxenführende Schiefer vor.

Die folgende hangendste Serie hat als wichtigstes und auffallendstes Glied Marmore, die im Streichen ganz gut auf weite Strecken durchzuverfolgen sind und das ungefähre Ausmaß der inneren Verschuppung des Gebirges abschätzen lassen. Daneben sind aber in dieser Almhausserie Heritschs oder oberer, kalkreicher Serie Angels noch eine große Zahl anderer Gesteine zu finden, die im Charakter durchaus von den vorhergehenden abweichen und mengenmäßig auch gegenüber den Marmoren weit überwiegen, wenn sie auch nicht so auffällig und gut kartierbar sind. Neben den für die Abfolge bedeutungslosen Amphiboliten in kleinen Linsen und Schwänzchen sind es vorwiegend Granatglimmerschiefer mit viel graphitischem Pigment und Staurolith oder Chloritoid neben Granat als kennzeichnenden Gemengteilen.

Diese Staurolithschiefer setzen sich über die Hauensteiner Diaphthorite, oder besser als diese in die Almhausserie und vorwiegend in die hangendsten Teile derselben fort. Ja, es sind die gleichen, die die Teigtischserie, also die Koralmgneise im Südosten der Stubalm ummanteln und ohne Unterbrechung in die Gleinalpe hinüberziehen. Trotz des Auftretens derselben Staurolithphyllite in den Randschiefern der Koralpe bei Ligist und noch südlicher, möchte ich diese Staurolithhüllschiefer der Teigtischserie in der Stubalpe wegen ihrer innigen Verbindung in geologischer und petrographischer Hinsicht mit der Gleinalpe zu dieser zählen. Ihre Wichtigkeit und überaus kennzeichnende Beschaffenheit in den Kristallininseln um Radegund und östlich bestätigt nur diese Annahme. Die Chloritoid-Almandinschiefer vom Kapitelbauer gehören ebenfalls in diesen oberen Teil der kalkreichen Serie.

Wir halten also für die obere kalkreiche Serie der Gleinalmhüllschiefer und für die Almhausserie in der Stubalpe fest: Ein anscheinend tieferer Horizont von (oder bloß mit) Kalk(Marmor)bändern geht im Hangenden in eine mächtige Entwicklung von graphitreichen und dadurch mißfärbigen bis schwarzen Staurolith-, Chloritoid- oder Disthen-Almandinschiefern über. Schüppchenmuskowit ist hier im Gegensatz zu den wohlkristallisierten Glimmern der liegenden kalkarmen Serie (Hellglimmerschiefer!) vorherrschend. Im allgemeinen ist neben dem Graphit die Eisen v o r m a c h t auffallend. Auch im Grundgewebe ist viel limonitische, stark färbende Substanz, die nicht immer nur Verwitterungserscheinung sein kann.

Die soeben besprochene Aufeinanderfolge wollen wir nun festhalten als Normalprofil für den Gleinalmgebirgsbau und für seine sedimentären

Grundlagen. Es ist verständlich, daß dieselbe Sedimentfolge in verschiedenen Höfen, wie in der Gleinalpe und in der Stubalpe, verschiedenen Graden der Umwandlung unterliegen kann. Ebenso wird dieser Bau aus Sedimenten plus basischem Intrusiv im Laufe der Gebirgsbildung an anderen Stellen auch zu anderen Streichrichtungen gezwungen werden können.

Es gilt nun festzustellen, was davon in den Profilen der restlichen zum Muralpenkristallin gehörigen Kristallininseln wiederzufinden ist. Die folgenden Vergleiche gehen auf eigene Begehungen und Aufsammlungen in den besprochenen Gebieten und in zweiter Linie auf die Beschreibungen der Bearbeiter zurück.

Wenn wir nun im Radegunder Hauptprofil vom Hangenden in das Liegende gehen, so treffen wir unmittelbar unter den Grenzschiefern des Schöckels die Staurolith- oder Chloritoid-Almandinschiefer. Sie entsprechen ganz dem hangendsten Granatphylliten der oberen kalkreichen Hüllschieferserie der Gleinalpe und finden in der Stubalpe in den Staurolithdiaphthoriten der Teigitschserie ihre Fortsetzung. Im Liegenden ist aber nun bei Radegund die Marmorserie der Glein- und Stubalpe ganz verkümmert. Wir haben Anzeichen nur noch in den vereinzelt Marmorblöcken und Bändern im Klammgraben-Südhang, gegenüber der Ruine Ehrenfels, die nicht einmal sicher kristallinzugehörig sind, da sie in der gewaltigen Störungszone des Klammgrabens nur ganz vereinzelt, im großen gesehen allerdings im richtigen Horizont auftreten. Weitere Anzeichen einer kalkreichen Zone sind die überaus kennzeichnenden Kalksilikatschiefer, die mit ihrem dichten, schwarzgrauen Bruch und ihren ausgezeichneten Biotitporphyroblasten im vollkommenen s gut kenntlich sind. Sie treten vorwiegend am Rabnitzbergosthang über der Hauptmasse der Quarzite auf.

Der Unterschied zwischen den hangenden Chloritoid-Almandinschiefern und den folgenden Quarziten und Hellglimmerschiefern ist viel auffälliger als zum Beispiel der zwischen diesen oft injizierten Hellglimmerschiefern und den glimmerreichen Teigitsch-Koralmgneisen. Diese dunklen, graphitreichen Staurolithschiefer bloß wegen des Fehlens oder der schwachen Vertretung der Kalkbänder und wegen ihrer fallweisen Verschuppung mit der liegenden kalkarmen Hellglimmerschieferserie zu dieser zu stellen, ist nicht von Vorteil, weil sie einen recht gut begrenzten hangenden Teil des Gebirges um Radegund einnehmen und in den ersten Aufnahmen überhaupt allein als Vertreter der Gleinalpe ausgeschieden wurden. Die liegenden Hellglimmerschiefer und Quarzite sind nämlich durch die starke Injektion so sehr an die Koralmgneise angeglichen, daß eine Trennung von diesen erst auf Grund der Lagerung der Zoisit-amphibolite im Injektionsgebiet und der vergleichenden Bestimmung zahlreicher Handstücke aus den nicht injizierten Schieferschollen

im Injektionsgebiet erfolgen konnte. Die Selbständigkeit der Staurolith- und Chloritoidschieferzone wird dadurch nur hervorgehoben und gegenüber der liegenden Quarzit-Hellglimmerschieferzone betont.

Diese Hellglimmerschiefer-Quarzitzone nimmt den Großteil der Hänge des Rabnitzberges und des Gebietes südlich von Hammersberg ein. Graphit ist wohl auch immer (wie auch in den Koralmgneisen) zu finden, aber nie in so starkem Ausmaß und in so feiner Verteilung im feinkörnigen Grundgewebe wie in den hangenden Phylliten, sondern gewöhnlich in größeren Aggregaten, die zwischen wohlkristallisierten Glimmern und Feldspaten kaum mehr auffallen.

Die Injektionslagen in der Hellglimmerschieferzone sind meist deutlich von den Schieferlagen zu trennen und bilden kein so inniges Schwammnetz um jedes einzelne Mineral wie im Gebiet der III.-stufigen Umwandlung. Die Grenze nach unten wird durch Zoisitamphibolitvorkommen gegeben, die bei Radegund, verhältnismäßig schön durchziehend, zu verfolgen sind. Die aus seiner unmittelbaren Umgebung bekannten Schiefer, die nach dem Schlibfbestand dieses Amphibolites II.-stufig sind, werden in etwa 100 bis 200 m Entfernung von den meroxenführenden Gneisen der Koralm abgelöst. Eine scharfe Grenze ist bei den Verhältnissen im Gebiet nicht zu ziehen. Der Wechsel in der Gesteinsfamilie ist aber sehr auffällig.

Die Quarzit-Hellglimmerschieferzone entspricht nun in der Lage, Ausdehnung und im Gesteinsbefund offensichtlich der unteren, kalkarmen Hülle im Gleinalmbau und damit, entsprechend den früheren Ausführungen, der Rappoldserie der Stubalpe. Die Hellglimmerschiefer sind deutlich auch hier im Liegenden der Serie.

Und nun kommt im Radegunder Gebiet der große Schnitt. Statt der mächtigen Orthoamphibolitentwicklung der Speikserie kommen plötzlich die Koralmgneise der Teigitschserie. Der schmale, besprochene Amphibolitstreifen ist ja seinem ganzen Bestand nach bloß ein Ableger der Hauptentwicklung. Gegenüber dem aufgeschlossenen Gleinalmkristallin tritt die Koralm-Mächtigkeit stark zurück. Die weitere Abfolge wird durch das Tertiär verdeckt.

Wir halten also fest: In Radegund liegt eine Hüllschieferentwicklung der Gleinalpe vor, in der die Marmore der oberen Serie kaum vertreten sind, währenddem die untere Hüllschieferserie recht vollständig auftritt. Im Liegenden wird diese Serie von Koralmgneisen abgelöst, die der Teigitschserie in der Stubalpe oder weiterhin überhaupt den Injektionsgneisen des Koralmbaues entsprechen. Die Störungen und Verschuppungen sind bei dem starken allgemeinen Wechsel im Gesteinsbestand und den mangelhaften Aufschlüssen nicht mehr auflösbar. Die Unterschiede der Gesteinsserien und ihre weite Verbreitung sind aber sehr deutlich.

© Nurnbergerschichtbau-Kreis im Raabtal der Raabtalaltes an. Für dieses hat Kuntschnig 1927 die Gleichsetzung mit der Teigitschserie angenommen (Kuntschnig, S. 101). Er führt nun dort an: „Bis auf wenige Ausnahmen herrscht in der Schiefergneiszone allgemeines flaches Westfallen. Darüber legt sich bei äußerst flacher Lagerung die stark pegmatitisch injizierte Glimmerquarzitzone des Morantisch und Waschbergs, die im hangenden Teil mit Granatphylliten und Almandin-Chloritoidschiefern verschuppt ist.“

Das zeigt sofort, daß es sich hier um genau die gleiche Gesteinsgesellschaft und Lagerung handelt wie in Radegund. Die Gesteinsbezeichnungen können nach meinen Begehungen ohneweiters meinen gleichgesetzt werden, bis auf die Schiefergneise, von denen man wohl einen Teil an die Glimmerquarzitzone der Rappoldserie wird anschließen müssen. Die arge Verschuppung sowie die Kleinheit des aufgeschlossenen Gebietes ließen Kuntschnig das Hauptaugenmerk auf die weit überwiegenden Schiefergneise vom Koralmtyp legen. Tatsache ist nun aber nach Kuntschnig das Auftreten von Koralmgneisen neben geringer metamorphen Schiefen, als deren Hauptverbreitungsgebiet er das Angergebiet angibt.

Auf jeden Fall wurden beide nebeneinander gefunden und waren sauber zu trennen. Das ist auch für das Gebiet um Radegund wichtig, da unsere Koralmgneise in der streichenden Fortsetzung dieser Raabtal-schiefergneise liegen.

Für die Gleichsetzung der übrigen Gesteinsausscheidungen in Kuntschnigs Karte ist wichtig, daß die Zone der oberenaustrolith- und chloritoidführenden Schiefer größer zu zeichnen ist, da quarzitischer mineralarme Abarten derselben häufig zu finden sind. Ebenso erstreckt sich die Zone der Granatglimmerquarzite und Hellglimmerschiefer tiefer in das Gebiet der Koralm-schiefergneis-ausscheidung Kuntschnigs. Die Marmore kommen dadurch in die Gleinalmserien hinein und können dort als erste Vertretung der sonst in den obersten Horizonten befindlichen Gleinalmmarmore gelten. Die obere kalkreiche Zone ist wie bei Radegund vorwiegend durch den oberen Horizont der Staurolith- und Chloritoid-Almandinschiefer vertreten, der aber mächtiger anzunehmen ist, als Kuntschnig ausscheidet. Über die endgültige mengenmäßige Verteilung dieser und der im Liegenden folgenden Zone kann erst eine vorwiegend petrographische Einzelaufnahme Klarheit geben, die sich die Ergebnisse dieser Arbeit zunutze macht.

Das Wesentliche der Untergliederung des Raabtaler Kristallins ist aber auch schon aus den vorliegenden Ausführungen zu entnehmen. Kuntschnig wurde besonders auch durch die Annahme Heritschs, die Staurolithschiefer in die Teigitschserie zu zählen, dazu verleitet, die gesamte II.-stufige Entwicklung zu unterschätzen und nur als diaphthoritische Randfacies der Koralmgneise aufzufassen. Die einander im Gesteinsbestand, aber auch in der Lagerung vollkommen entsprechenden Schiefer von Radegund und Raabtal sprechen aber dagegen, wie auch das Auftreten der Staurolithschiefer als typomorphe Mineralgesellschaften in der Gleinalm selbst.

Ist nun im Radegunder Gebiet die II. Tiefenstufe (Gleinalm) vorhanden, dann auch im Raabtal. Andererseits wird die rein petrographische Annahme der Koralm-schiefergneise in Radegund durch deren mächtige Entwicklung als Serie im Raabtal sichergestellt.

Für das Raabtal gilt also das gleiche wie für Radegund: Eine Hüll-

schiefere Entwicklung der Gleinalpe ist aufgeschlossen, in deren oberem („kalkreichem“) Anteil die Chloritoid- und Almandin-Stauroolithschiefer herrschend sind. Marmore treten erst in den liegenden Teilen derselben in unbedeutenden Mächtigkeiten auf. Darunter liegt wieder die Granatglimmerquarzit- und Hellglimmerschieferzone der unteren Gleinalmschieferhülle (oder entsprechend: der Rappoldserie). Besonders die Hellglimmerschiefer dürften im Gebiet, das als Schiefergneis ausgeschieden wurde, in injizierten Formen noch tiefer hinunter zu finden sein. Allenfalls ist das Marmorband im nördlichen Raabtal die streichende Fortsetzung des Radegunder Zoisit-Amphibolitschiefers, der ja an einzelnen Stellen auch Kalkspat führt. Die Hornblende tritt ja in ihm überall stark gegenüber anderen Kalksilikaten zurück. Von den Kalksilikatfelsen unterscheidet ihn aber doch das Fehlen des Diopsides und das Vorherrschen des II.-stufigen Gleichgewichtes, obwohl der Habitus oft sehr ähnlich ist; von den Kalksilikatschiefern der vollständig verschiedene Habitus und die Mineralführung. Die Mitwirkung von Kalk ist in diesem Band recht sicher, aber ebenso deutlich der Zug zur amphibolitähnlichen Ausbildung. Also ein typischer Par amphibolit.

Die aufgeschlossenen Mächtigkeiten sind nicht zu unterschätzen im Vergleich zur Gleinalm. In der Gleinalm sind die Schieferstöße ja von der Geländeoberfläche durch die Fallrichtung parallel zum Hang flach geschnitten. Hier aber, östlich der Mur, werden die Schieferstöße viel steiler angeschnitten, da das Fallen in den Berg hineingeht oder zumindest söhlig ist. Die Ausscheidung auf der Karte bedeutet im Raabtal eine viel mächtigere Schichtbank als eine gleich breite Ausscheidung in der Gleinalm.

Unter der Glimmerquarzitzone kommt im Raabtal wie bei Radegund die mächtige Entwicklung der Koralmgneise. Im äußersten Südaufschluß ist vor dem Tertiär nach einigen kleineren Einschaltungen in den Gneisen, wie sie auch in der Koralm zu finden sind, ein größerer Aufschluß von Amphibolit zu sehen, der allenfalls bereits eine Fortsetzung der Gleinalmserien sein kann, in deren Fortsetzung ja die mächtige Orthoamphibolitserie des Speiks und des Gleinalmkerns kommen mußte.

Aus dem Raabtaufschluß allein ist das nicht zu entscheiden, wohl aber wird es sehr wahrscheinlich durch Betrachtung der anschließenden Kristallinaufschlüsse von Anger und Kulm.

Für das Angerkristallin führt Kuntschnig an (1927, S. 103): „Der liegende Teil der Serie wird von einer Schiefergneiszone gebildet, in der einige Pegmatit- und Amphibolitänder sowie Stauroolithgneisdiaphthorit- und mineralreiche Marmorinseln eingeschuppt sind. Darüber liegt eine Zone mit den typischen Glimmerquarziten und den langen Marmorzügen. Dann folgt darüber eine schmale Zone Amphibolgesteine, die mit Glimmerquarzit und Kalksilikatschiefer stark verfaltet sind. ... Als oberstes Glied folgen nun wieder Glimmerquarzite, Chloritoidschiefer und Granatphyllite — aber ohne Hornblende-gesteine.“

Der Grundrhythmus: Schiefergneis—Glimmerquarzit—Stauroolith— und Chloritoidphyllit ist deutlich zu entnehmen. Dazu kommt eine außerordentlich starke tektonische Verschuppung der einzelnen Glieder, so daß man hier auch Gesteine der obersten Serien (die Granat-Stauroolithphyllite und Amphibolite) in das Liegende eingekeilt hat.

Diese Verschuppung scheint auch den Schöckelkalk noch mit erfasst zu haben, da ein Teil der ausgeschiedenen Marmorbänder nach meinen Begehungen sicher noch zum Schöckelkalkmassiv gehört, das heißt, mit ihm durch ununterbrochene Schöckelkalkaufschlüsse verbunden ist, die Kuntschnig nicht ausgeschieden hat. (Siehe Abschnitt I.) Eine Abspaltung von Teilen des Schöckelkalkes und Verkeilung mit dem liegenden Kristallin ist ja für das Marmorbändchen im Klammgraben ebenfalls wahrscheinlich und bei Plenzengreith im Nordwesten des Radegunder Gebietes mehrfach in der Kette der Schöckelkalkdeckenreste aufgeschlossen. Die Verkeilung ist so arg, daß man ja lange Zeit über die Stellung des Schöckelkalkes zum Kristallin, ob hangend oder liegend, im Zweifel war.

Daneben gibt es aber recht sicher, besonders aus Gründen der Analogie mit dem übrigen Muralpenkristallin, kristallinzugehörige Marmore. Die langdurchziehenden kalksilikatführenden Paraamphibolitbänder sind ja auch nichts anderes als Mischgesteine aus Kalk und Silikat.

Um die Stellung dieser Kalkbänder im Angerkristallin richtig zu beurteilen, muß man wieder die Gesteinsausscheidung etwas richtig stellen, oder besser in Übereinstimmung mit den Ausscheidungen der Gleinalm bringen. Wie auch im Raabtal, ist die Zone der oberen Phyllite, die in der Gleinalm die Marmore führt, breiter in die Quarzite hinein zu zeichnen, da diese Phyllite mit Staurolith und Chloritoid vielfach in quarzitisches Abarten übergehen, anschließend sich aber wieder fortsetzen. Einige feinere Merkmale, wie Graphitführung oder der phyllitische Habitus, bleiben aber gewöhnlich erhalten und können zur Kartenausscheidung verwendet werden. Ebenso gilt für die Quarzitzone im Liegenden, daß sie nur einen, und zwar den hangenden Teil der Glimmerquarzit-Hellglimmerschieferzone der unteren kalkarmen Gleinalmschieferhülle darstellt. Die eigentlichen Hellglimmerschiefer verschwinden hier bei Anger wieder in einer überaus starken Injektion, die aus allem Gneise macht. Die Meroxenarmut und Muskowitvornmacht in den wenigen Schiefergneisen dieses Gebietes aber auffallend. Ein richtiger meroxenführender Hirschegger Gneis ist um Anger eigentlich nicht zu sehen. Weit überwiegend sind Quarzite mit Injektionslagen, die im Liegenden in die Glimmergneise übergehen.

Kuntschnig hat auch hier wieder das Wesentliche: die offensichtliche Höherstufigkeit des Angerkristallins gegenüber dem Raabtalkristallin, hervorgehoben. Im Raabtal ist die Hauptmasse Schiefergneis vom Koralmtyp und wenig diaphthorisierte Staurolith- und Chloritoidschiefer im Hangenden mit einer großen Quarzitzone dazwischen; hier um Anger sind aber die Koralmgneise kaum vertreten, wohl aber die gesamte bekannte Gleinalmhüllschiefergesellschaft, wie sie von Radegund und den hangenden Teilen des Raabtalkristallins her bekannt ist.

Durch die oben erwähnte Änderung der Kartenausscheidung kommen die Marmore bereits in das Hangende der oberen Phyllitzone und ergeben damit ein vollkommen identisches Bild mit der

oberen Gleinalmschieferhülle. Die Almbausserie ist als Vergleich heranzuziehen, ist nicht gut, da deren einziges Kennzeichen neben den Marmoren ihre außerordentliche Buntheit und Vermischung ist, die als Kennzeichen ja nicht in Frage kommt, sondern eine örtliche stärkere Vermischung der oberen kalkreichen mit der unteren kalkarmen Hüllschieferschicht darstellt, in der nur mehr die Marmore neben Pegmatiten einen durchzuverfolgenden Anhaltspunkt darstellen. Die obere Hülle der Gleinalm hat wohl im liegenden Teil auch diese Marmore als gut festzustellende Einschaltung; die Hauptmasse wird aber durch die Granatglimmerschiefer mit Staurolith dargestellt. In der Stubalpe hat Heritsch dieselben aber als Diaphthorithülle der Teigitschserie abgetrennt. Der Vergleich darf sich nur auf das vollständige Äquivalent beziehen, und das ist die obere kalkreiche Gleinalmhülle, die hier eine ähnlich starke Verschuppung zeigt wie die entsprechende Almbausserie der Stubalpe.

Ein Teil der von Kuntschnig ausgeschiedenen Quarzite (der liegende) ist der Granatglimmerquarzitanteil der unteren Gleinalmschieferhülle, und die als Schiefergneise ausgeschiedenen Gesteine entsprechen wohl größtenteils den Hellglimmerschiefern der Glein- und Stubalpe, die wie dort im liegenden Teil der unteren Gleinalmschieferhülle auftreten.

Anschließend folgt nach den Ausführungen Kuntschnigs das Kristallin des Rabenwaldes, das er zu der Grobgnesserie des Birkfelder Kristallins (nach Heritsch) rechnet. Schwinner zeichnet aber in seiner Übersichtskarte anschließend an die Detailaufnahme des Birkfelder Kristallins (Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines 1935) bereits eine Verbindung zwischen dem Kulm- und Angerkristallin, die über Teile des Rabenwaldes geht. Diese Brücke ist auch aus der Detailkartierung des Kulmkristallins zu entnehmen, wo im Norden die Gesteinszüge ihre streichende Fortsetzung im Rabenwald finden. Dieses Zwischenstück wollen wir einstweilen beiseite lassen, da tatsächlich sehr wenig aus ihm bekannt ist, und nur zur Kenntnis nehmen, daß ein so erfahrener Aufnahmsgeologe und Petrograph wie Schwinner auch im Gelände die Verbindung zwischen Anger- und Kulmkristallin sieht. Für unsere Zwecke genügt es, wenn wir dieses Zwischenstück als unbekannt betrachten und nicht durch eine voreilige Festlegung einen Fremdkörper zwischen die überraschend vielsagende und ganz natürliche Abfolge der zu besprechenden Schiefererien einschieben.

Wir haben also um Anger die vollständige Hüllschieferabfolge der Gleinalpe vor uns. Die Prägung ist vorwiegend II.-stufig mit einer deutlichen späteren Diaphthorose. Diese ist um Anger stärker als im Raabtal, so daß hier ähnlich dem Stubalmgebiet die Ammeringkristallisation im Gleinalmserienbau wieder auflebt. Die Koralmgneise, die bei Radegund und im Raabtal nun im Liegenden folgen, sind hier kaum mehr zu finden.

Es kommt das Tertiär der Feistritz und deren Alluvionen, darauf die Lücke des Rabenwaldes und anschließend die Kristallinmasse des Kulm. Halten wir uns nun die Gesteinsfolge des Kulm von NW her, von Anger kommend, vor Augen: Hornblendenschiefergneis — eine mächtige Amphibolitentwicklung —, weiter eine ebenso gewaltige Entwicklung von Augengneisen und einzelne große granodioritische Herde in diesen,

schließlich vor dem Untertauchen wieder einige geringmächtige Schiefergneise mit Hellglimmerschiefern und Staurolithdiaphthoriten.

Wenn man das unvoreingenommen mit der Serienfolge in der Gleinalpe und Stubalpe vergleicht, so habe ich hier die vollständige Gesteinsgesellschaft des Gleinalms (oder Stubalms) kerns vor mir. Die kleinen Sausüritgabbrolinsen, die Marmore und Kalksilikatschiefer sind ebenso zu finden wie die Granatglimmerquarzite und Hellglimmerschiefer sowie die Staurolithdiaphthorite der oberen Serien, die entweder eine tektonische Einschaltung in die Kernmasse darstellen, wie sie ja aus dem Gleinalmhauptgebiet mehrfach bekannt ist, oder bereits wieder eine symmetrische Wiederholung der Serienabfolge nach Süden hin. Gegen Norden hin schließt ja in vollständiger Lückenlosigkeit des petrographischen Bestandes die Hüllschieferzone des Anger-Kristallins an.

Ob in der Lücke des Rabenwaldes noch einmal eine bedeutendere Folge von Koralm-schiefergneisen kommt, muß erst festgestellt werden. Es ist aber ziemlich unwichtig, da ihre Herrschaft durch das Birkfelder Kristallin bald zu Ende sein müßte, dessen Unterschied im Gesteinsbestand ja von allen Autoren dem Muralpenkristallin gegenüber hervorgehoben wird und im Gelände recht auffallend ist.

Durch dieses erste vollständige Auftreten des gesamten Gleinalmgebirgsbaues mit seinen vermutlich alten sedimentären Anlagen und intrusiven Anteilen ist die Stellung des Radegunder Kristallins sowie der übrigen Kristallininseln des Muralpenkristallins im Osten geklärt. Es sind nur Teile des Gesamtbaues, die hier aus dem Tertiär emporsteigen und am Rand der darüberliegenden altpaläozoischen Kalkplatte jeweils freigegeben werden. Die Riesenumulde der Gleinalmserie wölbt sich im Nordwesten zum Gleinalp- und Stubalpmgebirge, im Süden dagegen viel schwächer zum Kulm-massiv auf. Die anderen Aufschlüsse bei Radegund und im Raabtal sind eingebnete schwächere Antiklinalen, oder Taleinschnitte in das liegende Gleinalmkristallin, wodurch wieder die Folge der Serien, die demnach unter dem gesamten Paläozoikum durchstreicht, freigegeben wird. Die Reihenfolge muß natürlich symmetrisch zu der in der Gleinalpe, die von Süd nach Nord geht, von Nord nach Süd gehen.

Die Bedeutung des Koralmkristallins östlich der Mur wird durch die liegende Ergänzung der Gleinalmhalbprofile von Radegund und Raabtal durch die Gleinalmkernserie im Kulm bedeutend vermindert. Ähnlich der Teigitschserie in der Stubalpe, die sich zwischen die Staurolithdiaphthorite der Stub- und Gleinalpe drängt, keilt sich hier ein Paket von Koralm-schiefern zwischen Kern und Hüllschiefer des Gleinalmbaues.

Ja, dieses Paket ist eigentlich nichts anderes als die Fortsetzung der als Teigitschserie ausgeschiedenen Koralm-schiefergneise der Stubalpe, die hier nur etwas tiefer mit den nördlich angrenzenden Gleinalmserien verkeilt sind. Ob diese Verkeilung von Koralmgesteinen mit den Gleinalmschiefern bereits die endgültige Grenze des Gleinalmbaues bedeutet, kann nicht sicher gesagt werden, da einerseits das Koralmkristallin im vollstän-

digen Anger-Kulm-Profil keineswegs sicher nachgewiesen ist wie um Ra-  
degund und im Raabtal, andererseits eine Wiederholung der Gleinalm-  
serien in den Gebieten mit sicherem Koralmkristallin nicht nachzu-  
weisen ist.

Ein weiterer Beweis für die Zusammengehörigkeit des Kristallins  
von Anger und Kulm ist die beiden gemeinsame Diaphtho-  
rese nach Art der Ammeringkristallisation. Es stellt sich  
wie in der Stubalpe das deutlich vorhandene II-Gleichgewicht örtlich in  
verschiedener Stärke in ein I.-stufiges um (Purkert, Mitt. d. Nw. V. f.  
St. 1927).

Die Streich- und Fallrichtungen sind bei der Lücke zwischen beiden  
Gebieten und der starken Verfaltung und Verschuppung des Gleinalpen-  
kristallins ohne größere Bedeutung. Das Wesentliche für unsere  
Zusammenfassung ist jedenfalls die besprochene Wiederholung identischer  
Gesteinsserien. Eine weitere Aufgabe wäre, die tektonischen Störungen  
dieses großen Bauplanes im einzelnen zu klären und dem Gesamtbau unter-  
zuordnen.

Der Kreis des Muralpenkristallins am Rande des mittelsteirischen  
Paläozoikums wird im Norden dieses Oststreifens durch das Birk-  
felder Profil geschlossen. Weiterhin führen ja die Amphibolite  
und Gneise des Rennfeldes wieder zur Gleinalpe zurück.

Bei Birkfeld ist das Muralpenkristallin nur schmal aufgeschlossen. Die westliche  
und östliche, also die Liegend- und Hangendgrenze ist sehr scharf durch das Birkfelder  
Kristallin einerseits und die I.-stufigen Schiefer des Paläozoikums oder durch den Schöckel-  
kalk selbst gegeben. Der Übergang zwischen den I.-stufigen paläozoischen Schiefen  
und dem beginnenden Gleinalmkristallin ist schleichend, wie immer an dieser Grenze.  
Durch Auftreten der ersten Granaten, Hervortreten des Glimmers im Handstück und  
Einschaltung der ersten Amphibolitbänder kann die Grenze aber recht gut festgelegt  
werden. Eine Schubfläche oder Diskordanz ist bei der Eigenart dieser Schiefer, die  
ja eigentlich lauter Phyllonite, also aus der Durchbewegung geborene Gesteine  
sind, nicht zu erwarten und bei den zahllosen inneren Gleit- und Stör-  
rungsbahnen auch gar nicht abzutrennen. Der Wechsel im Gesteins-  
bestand genügt aber meist, obwohl keine äußeren Anhaltspunkte zu Hilfe kommen, wie  
etwa das Ende der Schöckelkalkdecke bei Plenzengreith im Nordwesten des Radegunder  
Gebietes.

Im Liegenden der I.-stufigen Schiefer („Semriacher Schiefer“) folgt eine ein-  
förmige Reihe von graphitreichen Phylliten, die den oberen Staurolith-  
phylliten der bisher besprochenen Gebiete vollkommen gleichen. Es folgen quarzi-  
tische Lagen und nach dem zweiten Amphibolitband bei P. 641 eine  
Serie von Glimmerschiefern bis Glimmerquarziten mit auffallenden  
Biotitporphyroblasten. Im Gegensatz zu den hellen, ausgezeichnet plattigen  
Biotitquarziten, die bei Rinnegg die Koralmgneise vertreten (als streichende Fort-  
setzung der meroxenführenden Hirschegger Gneise des „Stört“grabens), sind diese von  
Birkfeld stark graphitisch pigmentiert und wellig, mit phyllitischem Flaserbruch. Die  
Marmore und Amphibolite von Sallegg und Straußberg, die zusam-  
men mit den Graphitphylliten in diesen quarzitischen Schiefer eingeschaltet sind, zeigen,  
daß es sich hier um die hangenden quarzitischen Teile der unteren  
kalkarmen Hülle handelt, die mit den Marmoren aus dem Liegendteil  
der oberen, kalkreichen Hülle verschuppt sind.

Es muß hier wieder darauf hingewiesen werden, daß die Bezeichnung  
„obere, kalkreiche Hülle“ nur sehr begrenzt zulässig ist, da der Hauptteil

derselben, die ganzen hangenden Staurolith- und Chloritoidschiefer, eigentlich extrem kalkarm sind und zur Annahme geführt haben, daß in Rade-  
gund eigentlich nur die untere, kalkarme Serie der Gleinalpe vorliege, be-  
sonders da die weite Verbreitung der Hellglimmerschiefer und Rappold-  
glimmerquarzite anfangs im injizierten Gebiet von den angrenzenden  
Injektionsgneisen der Koralpe nicht abgetrennt wurde. Diese Schwierig-  
keit findet ja auch in den Kartenausscheidungen Kuntchnigs ihren  
Ausdruck darin, daß wohl die Quarzite der oberen und unteren Hülle  
zusammengefaßt werden konnten, die im Liegenden folgenden Hell-  
glimmerschiefer und feldspatreichen Granatglimmerquarzite aber  
mit den liegenden Koralmgneisen zusammengefaßt werden  
mußten, da die starke Injektion die feineren, aber stets vorhandenen  
Unterschiede in der Mineralführung der maßgebenden, nicht injizierten  
Schieferschollen zurückdrängte und übersehen ließ.

Für Birkfeld gilt, daß im wesentlichen der Beginn der Glein-  
almhüllschieferentwicklung bis zum hangenden Teil der  
Granatglimmerquarzit-Hellglimmerschiefer-Zone  
aufgeschlossen ist und im Osten anschließend das eigentliche Birkfelder  
Kristallin emportaucht, das nicht mehr zum Muralpenkristallin, sondern  
zur großen eigenen Kristallinentwicklung der steirischen Nordostecke, um  
den Wechselrücken herum, gehört.

Gegenüber den früher besprochenen Gebieten ist bei Birkfeld die  
Vertretung der Granatglimmerquarzitzone durch biotitführende Schiefer  
bemerkenswert, die in gleicher Art sonst nicht vorkommen. Ihre Ver-  
knüpfung mit dem Muralpenkristallin ist aber außer Zweifel und der  
Mineralbestand und das Aussehen von den Schiefen des östlich anschlie-  
ßenden Wechselkristallins deutlich verschieden. Sie können als Gegenstück  
zu einzelnen meroxenführenden Schiefen der Rappoldserie der Stubalpe  
aufgefaßt werden.

Die Biotite sind nicht in der üblichen Blättchenform und damit  
nur in s hervortretend, sondern sie bilden linsige Porphyroblasten, die  
im Querbruch glänzend schwarz und glasig brechend aussehen, ohne daß  
eine Spaltung angedeutet wäre. Erst im Hauptbruch sieht man die übliche  
Blättchenform. Die Biotite dieser Art sind sonst außerordentlich kenn-  
zeichnend für die ausgezeichnet plattigen Kalksilikatschiefer im Rade-  
gunder Gebiet, in denen sie fast die einzigen makroskopisch bestimmbaren  
Minerale darstellen. Die Quarzite hier zeigen dagegen deutlich flaserigen  
Bruch und eine Mineralzusammensetzung ähnlich den quarzitischen Ab-  
arten der Granatphyllite.

Es sind noch einige Sonderfragen zu behandeln, die sich vorwiegend aus der Be-  
arbeitung Kuntchnigs ergeben.

Auf Seite 103 der Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines 1927, unten,  
erwähnt Kuntchnig sozusagen als Abschluß seiner Kristallinbearbeitung, daß das  
tiefstufige Raabtalkkristallin (= Teigitschserie nach Kuntchnig = Gleinalm + Kor-

alm nach den obigen Ausführungen) über dem geringer metamorphen Angerkristallin (= Almhausserie nach Kuntschnig) liege. Dadurch werde vollkommen der Bau im Südosten der Stupalpe wiederholt, wo das östliche Ende der Teigitschserie als Ende des Koralmmassivs auch über der Almhausserie liegt. Die ganze Stubalm taucht dort als Ende des Gleinalmbaues unter die tunnelförmige Wölbung der Koralmpe. Die gering mächtigen (Staurolithphyllit-)Diaphthorite, die im äußersten Osten noch über der Teigitschserie liegen, sind ohne wesentliche Bedeutung für diesen Großbau und wurden von Heritsch ja auch zur Teigitschserie gerechnet.

Aus dieser Tatsache ergibt sich auch die Bedeutung der Anschauung Kuntschnigs, daß das Raabtalkristallin über dem Angerkristallin liege. Er sagt zwar ganz richtig, wie auch ein Blick auf die Karte zeigt (S. 103): „Die Stellung des Angerkristallins zum Raabtalkristallin ist leider infolge tertiärer Verhüllung nicht klar ersichtlich“, aber die dadurch gegebene Freiheit gab um so besser die Möglichkeit, die Ergebnisse den Verhältnissen im Stubalmgebiet zu parallelisieren. Diese Parallelisierung, die besagt, daß die Gesteine mit Koralmprägung gleich wie im Stubalm-Gleinalmgebirge über den Gesteinen mit Gleinalmprägung liegen (Raabtalserien über den Angerserien), ist aber nach den Ausführungen dieses Abschnittes abzulehnen. Das Raabtalkristallin besteht aus einem beträchtlichen Anteil von Gleinalmgesteinen neben Koralmgesteinen und streicht mit diesen Gleinalmserien ohne nötige Komplikation direkt in die Gleinalmserien des Angerkristallins, genau wie die Serien der Gleinalpe in die Serien der Stubalpe streichen. Es ist nur sowohl in der Stubalpe als auch im Angergebiet die übliche II.-stufige Metamorphose (Gleinalmprägung) von einer örtlichen I.-stufigen Diaphthorose überdeckt worden.

Der Anteil an Koralmgesteinen im Raabtalkristallin, der dort wie in Radegund örtlich im Liegenden der Gleinalmgesteine auftritt, kann wie bei Radegund nicht ohneweiters in seiner Gesamtstellung beurteilt werden.

Hier wie dort sind Gesteine beider Prägungsbereiche da, und zwar in ungewöhnlicher Stellung zueinander. Ob die Lösung in einer Verkeilung von Koralmserien mit dem großen Gleinalmbau vorliegt, wie man ihn bei der Teigitschserie annehmen kann, wenn man die Staurolithdiaphthorite im Hangenden der Teigitschserie (= Koralm) wieder zur Gleinalm zählt, oder ob die Koralmgesteine des Raabtales und Radegunders Gebietes als mögliche Gleichgewichte in den Gleinalmserien dieser Gebiete betrachtet werden müssen, bzw. umgekehrt die Gleinalmgesteine ähnlich wie die Staurolithdiaphthorite auf dem Rücken der Teigitschserie als mögliche Gleichgewichte im Gebiet der Koralmprägung dieser Kristallininseln oder als Diaphthorite von III nach II, das kann nur die weitere Forschung ergeben.

Wesentlich für die hier vertretene Deutung des Weizer Muralpenkristallins (Raabtal, Anger, Kulm, Birkfeld) ist der Umstand, daß sie auch die Annahme Kuntschnigs zuläßt. Dann wäre allerdings das Anger-

Kristalline eine Wiederholung des Gleinalmteiles des Raabalkristallins, die durch eine Verschuppung größerer Art verursacht wurde.

Zur Grenzzone des Schöckelkalkes muß gesagt werden, daß die Ausscheidung Kuntschnigs wohl nicht der Grenzzone E. Clars, also einer Überschiebungsbahn, gleichzusetzen ist. Es dürfte auch ziemlich aussichtslos sein, den Versuch zu machen, die erststufigen Schiefer über dem Gleinalm- und Koralmkristallin in Gruppen zu teilen und als eigene Schubblätter vom hangenden Schöckelkalk abzutrennen. Sicher ist nur für das ganze besprochene Gebiet, daß die Semriacher Phyllite ober und unter dem Schöckelkalk immer eine scheinbare Konkordanz mit dem liegenden Gleinalmkristallin zeigen, und ebenso, zum Teil sicher auch wegen primärer Wechsellagerung, eine Konkordanz mit dem hangenden Schöckelkalk. Die Grenze Semriacher Schiefer zu Hochkristallin ist für kennzeichnende Handstücke dem tieferstufigen liegenden Kristallin gegenüber recht deutlich, im Gelände jedoch sehr unscharf gegeben und schwer festzustellen. Bei Radegund ist die Einlagerung von Grünschiefern jedoch ein guter Anhaltspunkt für den Beginn der Semriacher Schiefer. Bei Birkfeld ist die Grenze nur durch den petrographischen Wechsel gegeben und dadurch weniger scharf zu ziehen, was aber für alle Fragen ohne weitere Bedeutung ist.

Durch Schwinners und Clars Arbeiten (Lit. 7, 8, 19, 20) ist die Zugehörigkeit aller dieser I-stufigen Phyllite zum Altpaläozoikum außer Zweifel gestellt worden, so daß die wichtigere Grenzlinie und Grenzzone zwischen Altpaläozoikum und Altkristallin verläuft, wenn auch die Grenze Schöckelkalk zu Semriacher Schiefer stets auffälliger ist. Diese entspricht aber etwa der eingezeichneten Grenzzone Kuntschnigs. Er zeichnet eine Grenzzone entlang des Schöckelkalkes durch und bezeichnet sie als die „ausgewalzten Sedimente eines Bewegungshorizontes“ (106, Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines 1927). Der Unterschied dieser im Paläozoikum verlaufenden mehr oder weniger inneren Schubfläche desselben zu der Hauptüberschiebungsbahn Gesamtpaläozoikum zu Altkristallin ist nicht deutlich genug hervorgehoben. Die Grenzzone Kuntschnigs ist lediglich das Sichtbarwerden der unerhörten Durchbewegung und inneren Verschuppung des Gesamtpaläozoikums an der mechanischen und petrographischen Diskontinuitätsfläche: Schöckelkalk zu Semriacher Schiefer im Inneren des Altpaläozoikums. Es kann aber auch die Block- und Scheitertektonik des Schöckelkalkes und seine Marmorierung und Bänderung als gleichwertiges Zeichen für diese Durchwälzung angesehen werden.

In der Art, in der Qualität ist eine solche innere Bewegungsfläche im Paläozoikum von den Bewegungsflächen anderer Art nicht zu unterscheiden. Die Entscheidung, wo ich in dieser Fülle von Ablösungsflächen, die sich auch in dem liegenden Altkristallin wiederfinden, die Hauptgrenzlinie durchziehe, ist nur selten durch die tektonischen Verhältnisse gegeben, wie zum Beispiel bei Radegund in der Riesenmylonitzone des Schöckelkalkes oder in den deutlich diskordanten Schöckelkalkdeckenresten auf dem Altkristallin ebendort; meist muß man den petrographischen Wechsel von Semriacher Schiefer und Altkristallin verfolgen, der mit der erwähnten Unschärfe, aber sonst sicher verfolgbar ist. Im Kristallin verschwinden überhaupt alle tektonischen Ablösungsflächen, oder sie nehmen so überhand, daß ich einfach überall eine Schubfläche hinlegen kann. Jeder Dünnschliff zeigt das Herumfließen der Schüppchenmuskowitströme um die größeren Gemengteile, jeder Aufschluß im Gelände das Einhüllen der Pegmatitlinsen durch die Schiefer. Für die Annahme einer größeren Überschiebung genügt also eine solche festgestellte Bewegungsfläche noch nicht, wenn sie auch durch den Gegensatz des massigen Schöckelkalkes zum phyllitischen Kristallin zu mylonitischen Erscheinungen führt und stark auffallend ist.

Die petrographischen Unterschiede zwischen dem I-stufigen Semriacher oder paläozoischen Schiefer und dem in die erste Tiefenstufe hinaufdiaphthorisierten Anger- oder Ammeringkristallin sind im allgemeinen recht bedeutend. In den gesamten diaphthorisierten Schiefen herrscht eigentlich zumindest äußerlich noch das Gleichgewicht der II. Tiefenstufe, das allerdings an allen Ecken und Enden zu wackeln beginnt. Die Stauroilith des Handstückes sind im Dünnschliff eigentlich nur mehr glimmerige Gemenge, die Feldspate sind alle getrübt, die Granaten voll Chlorit usw. Die paläozoischen Schiefer dagegen sind ein richtiges erststufiges Gleichgewicht, dessen Gesteine im Handstück schon den bekannten blätterig-phyllitischen Charakter zeigen, abgesehen von der erststufigen Mineralführung. Die Diaphthorese der Ammeringkristallisation dürfte ja, wie auch

Heritsch sagt, der erststufigen Metamorphosierung der paläozoischen Schiefer gleichzusetzen sein und allenfalls bei der Überschiebung und Durcharbeitung der altpaläozoischen Schiefer vor sich gegangen sein.

Es möge zum Schluß noch die Berechtigung der Ausscheidung der Koralmgneise mitten oder doch in inniger Verbindung mit dem Gleinalmkristallin überprüft werden. Rein nach dem Gleichgewicht, der Paragenese, die die meroxenführenden Hirscheeggergneise des Radegunder Gebietes darstellen, könnten sie auch in einem Gebiet der zweiten Tiefenstufe bestehen. Es gibt auch in der unteren Gleinalmschieferhülle (und in der Rappoldserie) ähnliche meroxenführende injizierte Gneise, aber trotzdem bleibt der große Unterschied im Gesamtauftreten der Radegunder Koralmfamilie gegenüber diesen Abarten bestehen. Sie gleicht eben in allen Einzelheiten und im Gesamtbestand den Injektionsgneisen der Koralpe, die nicht nur in der Teigitschserie im Norden, sondern in ganz gleicher Art auch im Süden, z. B. bei Deutschlandsberg, zu finden sind. Ob diese Gesellschaft auch ein mögliches Gleichgewicht in der II. Tiefenstufe darstellt, ist gar nicht so wichtig, da die Unterschiede zu den Glein- und Stubalmschiefern trotzdem bestehen bleiben. Es gibt ja auch in der Koralpe Amphibolite und in der Stubalpe Saussuritgabbros. Auch das Auftreten solcher zonentypischer Gleichgewichte würde bei der geringen Größe der Aufschlüsse nicht entscheidend sein. Viel sicherer ist daher der petrographische Vergleich im Großen, der zusammen mit der sauber getrennten geologischen Lagerung zur Abtrennung der Koralmgesteinsfamilie führte. Der Unterschied ist in der Art ähnlich, wie der Unterschied zwischen den Diaphthoriten des Altkristallins und den paläozoischen Schiefen, die beide I.-stufig sind und doch schon im Handstück getrennt werden können.

Bevor nicht eine bessere Art der Bezeichnung für diese Gesteine gefunden ist, bevor man also z. B. ihre Zugehörigkeit zur Gleinalmfamilie nicht beweisen kann, möge auch der Gegner einer solchen Ineinanderschachtelung von Tiefenstufen den Ausdruck Koralmkristallin verwenden und die Bezeichnung III.-stufig nur als Abkürzung betrachten, die das Wesentliche des Koralmgesteinsbestandes herausgreift. Die Abtrennung in der Kartenausscheidung bleibt auf jeden Fall bestehen, da sie auf tatsächliche Unterschiede des Gesteinsbestandes im Gelände zurückgeht. In gleicher Weise ist ja auch Kuntschnigs Kartenausscheidung (sogar in der gleichen Farbgebung) für das Raabtal- und Angerkristallin durchaus den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend und nur die höhere Einordnung kann diskutiert werden.

Die Bezeichnung Koralmkristallin ist gerade für diese, von Handstück zu Handstück so ungemein stark wechselnde Schiefergesellschaft von Vorteil, da sie den wesentlichen Unterschied gegenüber den anderen Gesteinen, einen Unterschied im Umprägungsgrad

herausgreifen, der sich in jeder dem Handstübchen Mineralgesellschaft und Ausbildung, Farbe, Bruch usw. auswirkt. Würde man auf die Heraushebung dieses Unterschiedes verzichten durch schematische Zuteilung zur Gleinalmgesellschaft, so würde ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit, die Abtrennung dieser „Gneise“ von den gewöhnlichen Gleinalminjektionschiefern im Kartenbild vollkommen unter den Tisch fallen, wenn auch der Gesamtbau dadurch nicht wesentlich berührt würde. Eine solche Verwicklung im Gebirgsbau, wie sie die Einschaltung dieser Teigtischgneisfamilie in den Gleinalmbau darstellt, ist an der Grenze Koralm : Gleinalm zu erwarten und es ist sogar im allgemeinen wahrscheinlicher, daß dieses Aneinandergrenzen anders vor sich gehen wird, als im bekannten Stubalgebiet.

#### Literaturnachweis:

Zu Radegund im besonderen:

- Angel, F. u. Heritsch, F., Ein Beitrag zur Petrographie und Geologie des mittelsteirischen Gebirges der Stubalpe. Nebst Bemerkungen über das Gebiet der Gleinalm. Jahrbuch GBA. 1919, 69, S. 44—204.
- Angel, F., Petrographisch-Geologische Studien im Gebiete der Gleinalpe (Steiermark). Jahrbuch GBA. 1923, 73, S. 63—98.
- Angel, F., Gesteine der Steiermark. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1924, 60, S. 1—302.
- Angel, F., Gesteine der Umgebung von Leutschach und Arnfels in Steiermark. Jahrbuch GBA. 1933, 83, S. 5—18.
- Angel, F., Der Kraubather Olivinfels bis Serpentinkörper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. Fortschritte der Mineralogie, Petrographie und Kristallographie, Berlin 1939, 23, S. 90—104.
- Angel, F., Walter, L. u. Meixner, H., Über den Lehrausflug zur Kristallinsel von Radegund bei Graz. Ebenda S. 47—54.
- Clar, E., Zur Geologie des Schöckelgebietes bei Graz. Jahrbuch GBA. 1933, 83, Seite 113—136.
- Clar, E., Vom Bau des Paläozoikums östlich der Mur. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Beilageband 74, Abt. B, 1935, S. 1—39.
- Closs, A., Das Kammgebiet der Koralpe. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1927, 63, S. 119—136.
- Czermak, F., Aufnahmeberichte über den kristallinen Anteil des Blattes Köflach—Voitsberg (5154) und angrenzender Teile des Blattes Bruck—Leoben. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 1930, Nr. 1; 1931, Nr. 1; 1932, Nr. 1/2.
- Friedrich, O., Der Staurolith von Dietenberg bei Ligist in der Weststeiermark. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1929, 64/65, S. 215—223.
- Heritsch, F., Geologie von Steiermark. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1921, 57, S. 224.
- Heritsch, F. u. Czermak, F., Geologie des Stubalpengebirges in Steiermark. Verlag Ulrich Moser, Graz 1923.
- Heritsch, F., Gliederung des Altkristallins der Stubalpe in Steiermark. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Beilageband II.
- Kuntschnig, A., Das Bergland von Weiz. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1927, 63, S. 91—111.
- Machatschki, F., Beitrag zur Kenntnis der mittelsteirischen Pegmatite und ihrer Mineralien. Zentralblatt für Mineral. usw., 1927, Abt. A, Nr. 7, S. 240—254.
- Purkert, R., Geologie des Kulm bei Weiz. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1927, 63, S. 45—72.
- Schwinnner, R., Das Bergland nordöstlich von Graz. Sitzungsberichte der Akademie der Wissensch. in Wien, Mathem. u. Naturw. Klasse, Abt. I, 134, Heft 8—10, 1925, S. 219—276.
- Schwinnner, R., Die Stellung des Schöckelkalkes, besonders bei Peggau (nördlich von Graz).
- Schwinnner, R., Zur Geologie von Birkfeld. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1935, 72, S. 67—101.

Für die weitere Umgebung wurden herangezogen:

Clar, E., Zur Kenntnis des Tertiärs im Untergrund von Graz. Verhandl. d. GBA. 1927, Nr. 9, S. 108.

Clar, E., Closs, A., Heritsch, F., Hohl, O., Kuntschnig, A., Petraschek, W., Schwinner, R., Thurner, A., Die geologische Karte der Hochlantschgruppe in Steiermark. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1928, 64/65, S. 3—29.

Clar, E., Das Relief des Tertiärs unter Graz. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1931, 68, S. 14.

Clar, E., Der Bau des Gebietes der Hohen Rannach bei Graz. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1933, 70, S. 23.

Doelter, C., Das kristallinische Schiefergebirge zwischen Drau- und Kainachtal. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1895, S. 15.

Heritsch, F., Mitteilungen über die Arbeit: „Das Fenster von Fischbach“. Akademischer Anzeiger Nr. 12, Bericht über die Sitzung der Mathem.-Naturwissensch. Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien vom 20. Mai 1926.

Heritsch, F., Geologie des Grazer Schloßberges. Kleine Bücherei des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Heft 3, Graz 1935.

Kieslinger, A., 9 Arbeiten über die Geologie und Petrographie der Koralpe, erschienen in: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien unter:

Smn. 135—9, 1926, I., S. 43

Smn. 135—61, 1926, II., S. 479—498

Smn. 136—11, 1927, III., S. 79—94

Smn. 136—12, 1927, IV., S. 95—104

Smn. 137, 1928, V., S. 101—111

Smn. 137—14, 1928, VI., S. 123—143

Smn. 137—43, 1928, VII., S. 401—454

Smn. 137—44, 1928, VIII., S. 455—480

Smn. 137—46, 1928, IX., S. 491—532.

Kuntschnig, A., Geologische Karte des Bergzuges Plabutsch—Kollerkogel. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1937, 74, S. 114—132.

Machatschki, F., Steirische Chloritoidschiefer. Geol. Archiv 1923, S. 188—206.

Metz, Karl, Die Geologie der Grauwackenzone von Leoben bis Mautern. Jahrbuch d. GBA. 1938, Heft 1/2, S. 165—193.

Schäfer, A., Geologische Karte des Buchkogel—Florianibergzuges bei Graz. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, 1937, 74, S. 133—144.

Ferner wurde benützt: Topographische Karte 1 : 25.000, Aufnahmeblätter 164/2 Nord und 164/2 Süd, Gutenberg und St. Radegund. Herausgegeben vom Kartographischen Institut in Wien; Ausgabe 1931 nach der Landesaufnahme 1927.