

Semmering und Radstädter Tauern

Ein Vergleich in Schichtfolge und Bau

Von A. Tollmann

(Mit 1 Tafel)

INHALT

	Seite
Einführung	325
Überblick	327
Stratigraphie	328
1. Radstädter Tauern	328
2. Semmering	332
Vergleich von Schichtfolge und Fazies	335
1. Radstädter Tauern und Nördliche Kalkalpen	335
2. Semmering, Radstädter Tauern und germanische Entwicklung	339
3. Semmering und zentrale Westkarpaten	341
Der tektonische Baustil der Radstädter Tauern und des Semmering	342
1. Radstädter Tauern	343
a) Großtektonik	343
b) Internbau der Decken	346
c) Gesteinsmetamorphose und Materialverformung	347
2. Semmering im Vergleich mit den Radstädter Tauern	349
a) Großtektonik	349
b) Internbau	350
c) Gesteinsverformung	352
Zusammenfassung	352
Literatur	353
1. Radstädter Tauern	353
2. Semmering und Karpaten	353

Einführung

Semmering und Radstädter Tauern — beide sind klassische Gebiete alpiner Geologie, klassische Gebiete im Ringen um die Anerkennung des Deckenbaues der Ostalpen, des Tauernfensters. Beide Gebiete geben Beispiele für die Schönheit und Größe des alpinen Baustiles. Früh schon ist die eigenartige Position mesozoischer Serien inmitten des Kristallin ins Auge gesprungen und hat schon vor der Jahrhundertwende (M. VACEK) zu Vergleichenden Anlaß gegeben. Klarheit über ihre Stellung im alpinen Orogen und

damit über die Ursache der Gemeinsamkeiten beider Gebiete konnte erst die Deckenlehre schaffen. Durch sie wurde mit einem Schlag die Frage nach Herkunft und Stellung in ein anderes Licht gerückt. Nun erst gewann der Vergleich der beiden Gebiete und der Gebiete in der W—E streichenden Fortsetzung, also auch bestimmter karpatischer Zonen, die wahre, ihm zukommende Bedeutung.

Seit den Arbeiten von V. UHLIG und seiner Schule, die im Anschluß an die geniale Idee vom Fensterbau der Tauern durch P. TERMIER nach der Jahrhundertwende am Ostrand des Tauernfensters einsetzten, wurden entscheidende Ergebnisse über die Stratigraphie und den Gebirgsbau gewonnen. L. KOBER gab 1922 in seiner ersten zusammenfassenden Arbeit über das Ostliche Tauernfenster und seinen Rahmen die Leitlinien des geologischen Baues des Gebietes, die auch heute in ihren Grundzügen gelten. In den Radstädter Tauern ging die Erforschung weiter, neue Erkenntnisse, besonders auf dem Gebiet der Stratigraphie stellten sich ein, namentlich durch die Arbeiten von W. SCHMIDT und E. CLAR. Die erste Gliederung des Semmeringgebietes auf der Grundlage der Deckenlehre erfolgte durch H. MOHR 1910. Er übertrug die eben erst von V. UHLIG entwickelten Vorstellungen über die Schichtfolge und den Bau der Radstädter Tauern unmittelbar auf das Semmeringgebiet. Allerdings wurden durch die zu schematische Übertragung der Uhlighischen Auffassungen auch die Mängel dieser Anschauung mit übernommen und wurde ferner die Eigenart dieses bereits karpatische Züge aufweisenden Raumes zu wenig beachtet. Während in den Radstädter Tauern die Forschung weiterging, war das Semmeringgebiet bis in die jüngste Zeit nicht revidiert worden. Nur die von H. P. CORNELIUS 1928—1935 durchgeführten Aufnahmen W vom Semmering im Raum von Mürzzuschlag brachten besonders durch die Entdeckung des Bunten Keuper neue Ergebnisse.

Seit drei Jahren wurde die detaillierte Neuaufnahme der Radstädter Tauern im Rahmen der Arbeiten der Geologischen Bundesanstalt in Wien durch E. CLAR, W. MEDWENITSCH und A. TOLLMANN in Angriff genommen. Mein Bestreben war es in erster Linie, eine gesicherte und detaillierte Stratigraphie der mesozoischen Serien aufzustellen. Die Pleislinggruppe gestattete (1955—1956) namentlich die genaue Gliederung der Obertrias und des Lias, die Mosermanngruppe ermöglichte es (1957), die primäre Abfolge der Schichtreihen auch innerhalb der einzelnen Stufen der Trias zu rekonstruieren und eine genaue zeitliche Zuordnung der Serien durchzuführen. Regionale fazielle Unterschiede zwischen N und S schälten sich heraus. Mit der Erstellung der genauen Stratigraphie war zugleich die Grundlage für ein verfeinertes tektonisches Studium gegeben, so daß auch hier gesicherte Ergebnisse vorliegen. 1957 wurden gemeinsam mit E.

KRISTAN neue Daten über den geologischen Bau des Semmering-Gebietes gewonnen. So liegen aus neuerer Zeit eine Anzahl von Beobachtungen stratigraphischer und tektonischer Art vor, die auf genauen Detailstudien basieren. Die Kenntnis der Einzelheiten beider so nahe verwandter und doch in manchem unterschiedener Gebiete ließ den Zeitpunkt für gekommen erscheinen, erneut einen Vergleich zwischen beiden Gebieten herzustellen. Außerdem soll der Überlegung über die faziellen Anknüpfungspunkte an die Nördlichen Kalkalpen und die Karpaten und über den Einfluß der germanischen Fazies im Semmeringgebiet Raum gegeben werden.

Überblick

Semmering und Radstädter Tauern gehören der gleichen tektonischen Einheit, dem Unterostalpin, an. Deshalb sind die Ähnlichkeiten groß, zufolge ähnlichen Schicksals des Raumes in der alpinen Geosynklinale, ebenso zufolge ähnlicher tektonischer Umgestaltung. In beiden Gebieten tauchen die tektonischen Einheiten, die Decken und Schuppen, gegen N unter die Grauwackenzone unter. Beim Radstädter System schiebt sich noch die — ebenfalls dem Unterostalpin angehörige Radstädter Quarzphyllitmasse (Paläozoikum) mit ihrem kristallinen Kern (Schladminger Masse) ein. Diese Einheit muß deshalb noch zum Unterostalpin gerechnet werden, weil die verkehrte Serie ihres Liegendschenkels entlang der Tauernstraße noch Radstädter Mesozoikum umfaßt. Gegen W hebt die Masse des Radstädter Systems über dem penninischen Untergrund aus und nur ein schmaler Streif am Nordrand des Tauernfensters markiert die Fortsetzung des Unterostalpin. Gegen E ist das Abtauchen des Radstädter Systems mit W—E streichenden Achsen unter die Schladminger Masse und den Quarzphyllit allenthalben zu beobachten. Weiter im E wird das gesamte Unterostalpin vom oberostalpinen Kristallin der Niederen Tauern überlagert. Dann bleibt die unterostalpine Einheit gegen E bis zur Linie Stans—Birkfeld in der Tiefe verdeckt, wo sie, wiederum in etliche Decken geteilt, als Semmering-Wechsel-System an die Oberfläche kommt. Im Abschnitt des Semmering-systems kommen bereits in fazieller und auch in tektonischer Hinsicht neben den typischen alpinen Zügen karpatische Elemente zur Geltung. Die Zone leitet ohne Unterbrechung über die Bucklige Welt, Rosalia, Leithagebirge und Hainburger Berge in die Kleinen Karpaten und weiter in die zentralen Westkarpaten über. Die Verfolgung der einzelnen tektonischen Teilbauelemente in Überleitung zu den Karpaten steht noch aus.

In den von mir bisher kartierten und untersuchten Gebieten des Unterostalpin spielt das Mesozoikum die Hauptrolle im Bau des Gebirges. Die folgenden Ausführungen werden sich daher im wesentlichen mit diesen Elementen befassen.

Stratigraphie

Eine detaillierte Stratigraphie der Radstädter Tauern und des Semmeringgebietes muß als Grundlage für den stratigraphischen Vergleich vorangestellt werden. Ferner aber bildete auch die Detailstratigraphie die Basis für die Auflösung der komplizierten Tektonik. Es ist daher zunächst nötig, die Stratigraphie der beiden Gebiete getrennt wiederzugeben.

1. Radstädter Tauern

Die angeführte Schichtfolge (vgl. Abb. 1) basiert auf eigenen Untersuchungen im zentralen Abschnitt der Radstädter Tauern in den Jahren 1955—1957 und bezieht sich auf die Pleisling- und Lantschfeld-Decke in der Pleisling- und Mosermannl-Gruppe. Die Schichtfolge reicht hier vom Altkristallin bis zur Grenze Lias/Dogger. Die letzte Gliederung der noch jüngeren Serien, die nur in der Hochfeindgruppe vorhanden sind, stammt von E. CLAR 1937. In den zentralen Radstädter Tauern lassen sich in der mesozoischen Serie zwei W—E streichende Faziesgebiete unterscheiden. Im ursprünglich nördlicher gelegenen Faziesgebiet, dem z. B. der nördliche Abschnitt der Pleislingdecke angehört, treten die schwarzen, gebankten Dolomite stark hervor. Sie erscheinen wiederholt, z. B. im Anis,[?] tieferen Unterladin und höheren Ladin. In diesem Faziesbereich, das den flacheren, ungefalteteren Nordteil der Pleisling-Decke und z. T. die unterlagernde Lantschfeld-Decke umfaßt, ist zwar der Schichtumfang ebenfalls enorm, die Reichhaltigkeit des Schichtbestandes gegenüber dem einst im S anschließenden Bereich, dem die stark verfalteten Serien der Pleisling-Decke im Stock der Mosermannl- und Pleisling-Gruppe angehören, ist hingegen stark reduziert. Für Vergleichszwecke kommt daher namentlich das zuletzt genannte Gebiet reicher Schichtentfaltung in Betracht. Die folgenden Angaben beziehen sich bis zum Oberlias auf die Pleisling-Decke. Die Schichtfolge ab höherem Jura wird nach E. CLAR (1937) aus der Hochfeindgruppe ergänzt. Die Mächtigkeitsangaben stellen Mittelwerte aus den Mächtigkeitsbeträgen der Schichten in intern nicht verfalteten, reichhaltigen Profilen dar. Die erfaßbare Reihenfolge der Schichtglieder innerhalb der Stufen von unten nach oben wird durch die laufende Buchstabenbezeichnung im folgenden Text angedeutet.

Altkristallin: Gneis und Diaphthorit des Twenger Kristallin.

Paläozoikum: Quarzphyllit und Grünschiefer.

Permoskyth: 50—100 m weißer, hellgrauer oder grünlicher Lantschfeldquarzit, im W geringe Partien konglomeratisch ausgebildet. Die Konglomerate enthalten vorwiegend gut gerundete, weiße und rote Quarze und selten schwarzen Lydit (Windischscharte).

Anis (Rauhwanke und Muschelkalk):

a) 0—50 m gelbbraune bis ockergelbe Rauhwanke. Dieser Typus ist niveaugebunden und stratigraphisch vorgebildet. Anderes Aussehen und weiße Färbung zeigt die Rauhwanke, die an manchen Stellen im Wettersteindolomit und in den Partnachschichten auftritt.

b) Bis 10 m schwarze Tonschiefer („Pyritschiefer“). Entweder völlig kalkfrei oder von dunkelblaugrau verwitternden Kalklagen durchzogen.

c) 10 m schwarzer, gut geschichteter, düsterbraun fleckig verwitternder Dolomit mit leicht unregelmäßigen Schichtflächen. Basal (?) daraus Brekzie mit Tonschiefer-Bindemittel und häufig ausgewalzten Dolomit-Komponenten.

d) 30 m rosa bis gelblicher, hellgrauer, auch bläulichgrauer Bänderkalk (-Marmor). Rundstielerinoiden treten lagen- und nesterweise an manchen Stellen auf. H. SCHEINER fand 1955 im Muschelkalk an der SW-Basis der Steirischen Kalkspitze *Loxonema (Hypsipleura?) constrictum* BOEHM.

e) Die 10 m mächtige Hangendpartie führt stellenweise zentimeter- bis dezimetergroße ausgewalzte, geschwänzte Dolomitschlieren, die durch die Zerreißung und Verwalzung von primär mit dem Kalk wechsellagernden schmalen Dolomitlagen mit unregelmäßiger Schichtfläche auf tektonischem Weg entstand. Dieser „Dolomitschlierenkalk“ enthält selten auch schwarze oder graue Hornsteinknollen.

f) Einige m mächtige tektonische Brekzien schalten sich manchmal an der Basis des nächstfolgenden Schichtgliedes ein, aus dem sie entstanden sind. Es handelt sich um eine hellgelbliche Brekzie mit großen, eckigen hellen Dolomitkomponenten. Als Grundmasse tritt Kalk oder Dolomit auf. Die dolomitische Grundmasse ist meist ockergelb durch Eisenoxyde gefärbt. Eisenglimmer aus dem Bindemittel der Brekzie wurde NE der Windischscharte sogar abgebaut.

g) 20 m hellgrauer, meist schwach gelblich verwitternder, reiner, dickbankiger Dolomit.

h) Etliche 10 m mittelgrauer „Tröchitendolomit“ mit Encrinen. Petrographisch ist er nicht vom Wettersteindolomit zu trennen, in welchen er gegen oben hin übergeht.

Unterlandin (Wettersteindolomit):

a) Bis 300 m Mächtigkeit erreicht der relativ einheitliche, meist hellgraue, reine Wettersteindolomit. In der Pleisling-Gruppe wird er durch das Fehlen einer Bankung und den Diploporenreichtum vom Hauptdolomit unterschieden. In der Mosermannlgruppe sind nur die tieferen Partien ungebant, gegen oben hin ist die Bankung weithin erkennbar und namentlich an der Obergrenze gut ausgeprägt. In den höheren Anteilen wird *Diplopore annulata* SCHAFFH. gesteinsbildend. *Omphaloptycha* cf. *eximia*

HOERNES tritt nesterweise auf. Es ist daher der gesamte Wettersteindolomit hier ausschließlich auf das Unterladin beschränkt.

b) 3 m dunkelgrauer, glattbrüchiger und glatt verwitternder, gebankter, muschelreicher Dolomit. W. SCHMIDT hatte darin bereits Karn vermutet.

c) 5 m dunkelgrauer, Diploporen-Reste führender gebankter Dolomit.

Höheres Ladin (Partnachsichten):

a) 10 m braun oder auffällig gelbocker verwitternde Dolomitbänke im Wechsel mit blaugrauen Kalkbänken. Die Dolomite bilden lokal Brekzienlagen. Nur in der Mosermann-Gruppe ist dieser Kalk-Dolomit-Komplex klar ausgebildet.

b) 80 m dunkelgrauer bis schwarzer, dünn-schichtiger oder feingebänderter oder kristalliner Dolomit. Hier gehören der (bisher für Karn gehaltene) „Mergdolomit“, der „Schmutzdolomit“ und „Bänderdolomit“ von W. SCHMIDT, der dunkle „Kristalldolomit“ (TOLLMANN 1956). Sehr selten sind Kleingastropoden im mittelgrauen Dolomit zu finden (W Oberpleislingalm). Die Dolomite werden häufig durch schmale, schwarze, sehr selten grüne Tonschieferlagen getrennt. Rauhackenhorizonte erscheinen.

Karn:

a) 5—10 m Dolomitrekie (Pleisling-Gruppe) steht in Wechsellagerung mit den das Karn einleitenden mächtigen Tonschiefern. Selten findet man die für das basale Karn charakteristische Isocrinuskalkbrekie im Gefolge der schwarzen Tonschiefer.

b) Etliche m bis 30 m pyritführende, gegen W hin z. T. sandige Tonschiefer („Pyritschiefer“). Sandsteinlagen (Lunzer Sandstein). Die Mächtigkeit der Schiefer ist tektonisch stark beeinflusst. Quarzit, der dem Lantschfeldquarzit vergleichbar wäre, kommt im Karn nicht vor. Ebenso fehlt Gips im untersuchten Gebiet.

c) 5—10 m mächtige Serie von rosa, grauen und gelben Kalkbänken und zwischengelagerten hellen Dolomitschichten. Sie schaltet sich meist in den tieferen Partien des nun folgenden lichten dickbankigen Dolomites ein.

d) 50 m dickbankiger, hellgrauer Dolomit (Opponitzer Dolomit), dem Hauptdolomit ähnlich. Er enthält aber wiederholt Tonschiefer- und seltener grüne, feinstsandige Tonschiefer-Einlagerungen. Die Kalkbänke können auch im Hangendanteil auftreten, so daß er gut vom Hauptdolomit abgetrennt werden kann.

Nor: Hauptdolomit.

300 m dickbankiger, hellgrauer Dolomit mit gelblich verwitternden Dolomitlagen an Bankungsgrenzen, besonders in den Hangendpartien. Sehr selten ungebankt. Lokal endogen großbrekziös. Fossilführung: sehr selten *Cardita* sp.

Rhät:

a) 15—20 m rhätischer Kalk- und Tonschiefer. Es überwiegt schwärzlicher meist fossilreicher Kalkschiefer, glatt und plattig verwitternd. Sehr selten liegt dieser fossilreiche Kalk in reiner, hellgelblichgrauer Ausbildung vor. Fossilleere, schwarze, einige Meter mächtige Partien von reinem, völlig kalkfreiem Tonschiefer mit großen Pyritwürfeln schalten sich ein („Pyritschiefer“). Die Fauna der rhätischen Kalkschiefer ist seit langem bekannt. Die Angaben in der älteren Literatur waren darüber allerdings meist unsicher oder unrichtig. M. VACEK hatte 1884 eine ganze Fauna aus diesen Kalken falsch bestimmt, da er in ihnen Karn vermutete. F. FRECH hatte 1901 *Stylophyllum paradoxum* FRECH sicher bestimmen können und Korallen, die rhätischen und karnischen Arten ähnlich sehen, angeführt. L. KOBER erwähnte 1922 *Terebratula gregaria* SUESS aus dem rhätischen Kalkschiefer der Hochfeindgruppe. Eigene neue Aufsammlungen im Rhät-kalkschiefer der Pleislinggruppe lieferten eine Fauna folgender Zusammensetzung:

- Thecosmilia bavarica* FRECH
- Thecosmilia clathrata* (EMMR.)
- Thecosmilia fenestrata* RSS.
- Thecosmilia norica* FRECH
- Thecosmilia oppeli* RSS.
- Rhabdophyllia delicatula* FRECH
- Stylophyllum paradoxum* FRECH
- Stylophyllum irregulare* FRECH
- Stylophyllum tenuispinum* FRECH
- Stylophylloopsis rudis* EMMR.
- Stylophylloopsis zitteli* FRECH
- Astraeomorpha crassisepta* RSS.
- „*Stephanocoenia*“ *schafhäutli* WINKLER
- Isocrinus bavaricus* WINKLER
- Worthenia* sp.,

ferner andere Crinoidenarten, Seeigelstachel, Seeigelplatten und Spongienkolonien. Lumachelle-Lagen sind nicht selten.

b) 20 m oberrhätischer Dachsteinkalk. Hellgrauer, meist bläulich-, seltener gelblichgrauer ungebankter oder undeutlich dickbankiger, selten schwach dolomitischer Kalk. Er erscheint in nicht zu stark gestörten Profilen stets im Hangenden des fossilreichen rhätischen Kalkschiefers. Der Dachsteinkalk lieferte schöne Megalodontenquerschnitte, die jedoch keine sichere Bestimmung zulassen. Außerdem treten Korallen, Großgastropoden und Worthenien auf.

Lias:

a) Bis etwa 60 m mächtiger Crinoidenkalkmarmor. Die fast stets gelblichen, nur sehr selten bläulichgrauen Kalke (Marmore) des Lias sind durch einen größeren Reichtum und einen anderen Artbestand von Crinoiden vom Muschelkalkmarmor unterschieden. Selten sind noch die skulpturierten Gelenkflächen der Crinoiden erhalten; zylindrisch-mehrschichtige und fünfstrahlige Crinoidenstielglieder treten auf. Belemniten sind sehr selten. Wo der Liasmarmor unmittelbar auf Hauptdolomit zu liegen kommt, entsteht manchmal eine tektonische Brekzie: Hauptdolomitkomponenten in allen Größenordnungen (von über Hausgröße und etlichen m³ bis zum dm-Bereich oder darunter) schwimmen in der kalkigen Grundmasse.

b) Bis 120 m mächtige Liasschiefer. Die Schiefer liegen z. T. in Form völlig kalkfreier (entkalkter?), dann meist stärker metamorpher bis schlackig aussehender Tonschiefer, häufiger als kalkig-tonige Schiefer vor. Beide Typen sind oft pyritführend („Pyritschiefer“). Die Schiefer gehören primär ins Hangende der Liaskalke. Die allgemein starken Mächtigkeitschwankungen der Liaskalke und -schiefer lassen aber eine primäre, fazielle, teilweise wechselseitige Vertretung der beiden Schichtglieder vermuten.

c) In den Lias zeta oder Dogger alpha dürfte auf Grund der nicht seltenen Belemnitenart *Salpingotheutis* cf. *longisulcatus* (VOLTZ) der bisher als Dogger oder höherer Jura angesehene belemnitenreiche, etwa 15 m mächtige unreine Kalk zu stellen sein, der reichlich gut erhaltene dunkelviolette oder dunkelgraue Crinoidenstielglieder führt.

Jura und Kreide der Hochfeindgruppe (nach E. CLAR 1937):

a) Lias: 100 m mächtige Folge von Tonschiefer mit schwärzlicher Dolomitlage, Sandstein und Brekzien.

b) Dogger — ? Malm: wenige Meter unterer Radiolarit, 0,5—3 m weißgelber Marmor (Apytchenkalk), 20—30 m oberer Radiolarit.

c) Kreide: Schmales Band schwarzer Schiefer, 150 m mächtige Folge von grünen Schiefeln in Wechsellagerung mit der Schwarzeckbrekzie.

2. Semmering

Die im folgenden gegebene Schichtreihe der unterostalpinen Einheit des Semmeringsystems (vgl. Abb. 1) beruht im wesentlichen auf den im Jahre 1957 gemeinsam mit E. KRISTAN durchgeführten Untersuchungen des Semmeringmesozoikums im Abschnitt zwischen Semmeringpaß und Schottwien. Hier wurden die sedimentären Anteile sämtlicher Decken des Gebietes (Wechsel-, Pretul- und Kampalpen-Decke) in der alpinen Orogenese zusammengestaut. Den Hauptteil machen die Schuppen der Pretul-Decke aus. Innerhalb des untersuchten Bereiches kommt auch bei den verschiedenen Decken kein fazieller Gegensatz im sedimentären Schichtbestand

zum Ausdruck. Die Schichtfolge reicht von Altkristallin bis ins Rhät. Die Serienabfolge innerhalb der Stufen wird wieder vom Liegenden zum Hangenden beschrieben.

Kristallin:

Wechseldecke: Wechselalbitgneis und Wechselschiefer.

Kirchberg- (Pretul-) Decke: Granit, Gneis, paläozoische oder ältere Quarzphyllite bis granatführende Glimmerschiefer, Amphibolite, Chlorit-schiefer.

Permoskyth:

a) Bis 100 m mächtiger, tektonisch weiter angeschoppeter, häufig geschichteter, weißer bis hellgrüner, fein- oder mittelkörniger Quarzit. Große Partien sind konglomeratisch ausgebildet und enthalten Gerölle aus rosa Quarz, sehr selten auch schwarzen Lydit.

b) Oberskyth: 1957 wurde das Röt des Semmeringmesozoikums entdeckt. Es besteht aus 10 m mächtigen, dünngeschichteten, grauen, selten grünen, hellbraun verwitternden Tonschiefern mit vereinzelt Muskovitplättchen auf den Schichtflächen. Selten sind auch dezimeterschmale quarzitisches und rauhackig verwitternde Lagen eingeschaltet. Wenn die von CORNELIUS als Tattermannschiefer bezeichnete und zur Grauwackenzone gerechnete Serie ebenfalls noch hierher gehören sollte, wäre eine wesentlich größere Mächtigkeit des Röt gegeben.

Anis — ? U. Ladin:

a) Bis über 100 m Rauhacke. Die gelbbraune, partienweise mehr dolomitische oder mehr kalkige Rauhacke ist stets niveaugebunden. H. MOHR hatte die gesamte Rauhacke als Jaramylonit bezeichnet, was eine unrichtige tektonische Deutung des Gebietes zur Folge hatte.

b) Anisische Dolomitbrekzien sind in zwei Horizonten vorhanden: Im Liegenden und Hangenden des anisischen Kalkes. In der „Grünen Ries“ am Sonnwendstein-Ostfuß kommt eine Brekzie, bei der die Komponenten aus Dolomit bestehen und die Grundmasse von Kalk gebildet wird, unter dem Aniskalk in etwa 10 m Mächtigkeit hervor. Ebenso liegt die Dolomitbrekzie SE oberhalb des Gipswerkes im Myrtengraben unter dem Aniskalk. Wahrscheinlich ist auch die rein dolomitische, ausgewalzte, dunkle Brekzie, die habituell ganz der entsprechenden Brekzie in den Radstädter Tauern gleicht, in der verarmten Schichtfolge S vom Sonnwendsteingipfel und SW vom Erzkogel in dieses tiefere Niveau des Anis zu stellen.

c) Anisische Kalk(marmor)züge: im S 20 m, im N bis 200 m mächtig. Gut geschichtete, häufig feinstgebänderte, feinkristalline, hell- bis dunkelgraue, lagenweise weiße, rosa, bräunliche, auch schwarz geflammte Gutensteiner Kalke und Marmore. Hin und wieder finden sich Rundstielcerinoiden (in der älteren Literatur stets als *Encrinus liliiformis* LAM. bezeichnet), die

meist nester- oder linsenförmig auftreten. Auch unbestimmbare schlanke Kleingastropoden kommen vereinzelt vor.

d) Hornsteinknollenkalke treten in Verbindung mit dem oben beschriebenen Kalk, allerdings in großer Seltenheit auf (Dürrkogel).

e) Eine nicht ausgewalzte, rein dolomitische Brekzie mit großen Komponenten erscheint an der Basis der nun folgenden Dolomitmasse des Muschelkalkes. Diese mittelgraue Brekzie mit einheitlichem Habitus der Dolomitkomponenten steht z. B. unterhalb vom Hahnl SE Schottwien an.

f) Der Muschelkalk-Dolomit (Anis-? U. Ladin) erreicht im S Mächtigkeiten von einigen Hundert Metern (300 m mittlere Mächtigkeit?). Auch im N kommt er im Hangenden des Kalkes vor. Es handelt sich um mittel- bis dunkelgrauen, auch schwärzlichen, z. T. gebänderten, geschichteten bis ungebankten Dolomit. Bei der Myrtenbrücke enthält er schmale Tonschieferzwischenlagen. Partienweise ist der Muschelkalk-Dolomit als lichtgefleckter Stinkdolomit ausgebildet. Die in diesem enthaltenen spindel- und schlauchförmigen helleren, anorganisch entstandenen Partien wurden früher wiederholt für Diploporen gehalten (F. TOULA 1903, H. MOHR 1910). Im dunklen Dolomit kommen nur unbestimmbare Algenreste vor (Myrtenbrücke, Sonnwendstein-Nordhang). Auch schlanke, schlecht erhaltene Kleingastropoden erscheinen.

Ladin:

Der hellgraue, feinkristalline Dolomit E Schottwien lieferte gut erkennbare Diploporenreste. Höchstwahrscheinlich handelt es sich um *Diplopora annulata* SCHAFH. Reiner, diploporenführender Wettersteindolomit ist im Semmeringgebiet nur in geringem Umfang vorhanden.

? Höheres Ladin, Karn, Nor:

a) Das Karn, vielleicht auch bereits das höhere Ladin wird vorwiegend durch helle (?) und schwarze Tonschiefer repräsentiert. Eine 50 m mächtige, erstaunlich wenig tektonisch beanspruchte Gips- und Anhydrit-Serie gehört dem Karn an.

b) Die bunten, rotvioletten, grauen und grünen Serizitschiefer und phyllitischen Tonschiefer, die von H. P. CORNELIUS als „bunter Keuper“ erkannt worden sind, vertreten in ihrer Hauptmasse das Nor, Teile sind auch dem Karn zuzuordnen. Dolomitbänke und quarzitisches Horizonte sind eingelagert.

Rhät:

Blaugrauer, plattiger Kalk in Wachsellaagerung mit Serizitschiefern. Auch reine mächtigere Kalkzüge, die nur sehr selten schwach dolomitisch sind, erscheinen. Das Rhät lieferte noch die meisten bestimmbareren Fossilien. Korallen, „Pentacriniten“ und Bivalven sind seit langem bekannt. F. TOULA hatte elf Bivalvenarten aus dem Rhätkalk des Krenthaler Steinbruches bei

Göstritz bestimmen können, die den schwäbischen Charakter dieser Fauna erwiesen. Aus dem neu gefundenen Material N der Gipsmühle bei Göstritz konnte *Myophoria inflata* EMMRICH, eine aus dem germanischen Rhät, nicht dem alpinen Bereich bekannte Art und *Isocrinus* cf. *bavarius* WINKLER bestimmt werden. Daneben sind Thecosmilien, Pleurotomariiden und Terebrateln im Rhätkalk vorhanden. Die Crinoiden führenden Kalke des Semmeringgebietes waren von H. MOHR als „Pentacrinuskalke“ bezeichnet und als Rhät-Jura aufgefaßt worden. Diese haben sich nun z. T. als Crinoiden führende Muschelkalke, z. T. als *Isocrinus* cf. *bavarius* WINKL. enthaltende Rhätkalke erwiesen.

Vergleich von Schichtfolge und Fazies

Im Anschluß an die Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse beider Gebiete sollen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Schichtfolge besprochen werden, nicht zuletzt aber auch Anknüpfungspunkte in fazieller Hinsicht an die Nachbargebiete der gleichen Zone (Karpaten) und der benachbarten Regionen quer zur Streichrichtung, also den Nördlichen Kalkalpen, hervorgehoben werden.

1. Radstädter Tauern und Nördliche Kalkalpen

Zunächst soll uns die Frage beschäftigen, wie sich die nun reich gegliederte Schichtfolge der Radstädter Tauern mit den uns vertrauten Kalkalpen-Serien der Nordalpen vergleichen läßt, welche Gemeinsamkeiten hervorstechen. Wenn die Auffassung zutrifft, daß die Nördlichen Kalkalpen dem Oberostalpin angehören und von S her über die Tauern und über das Unterostalpin vorgeschoben worden sind, so müßte man eine größere fazielle Übereinstimmung des Radstädter Mesozoikums mit den Serien am Nordrand der Nördlichen Kalkalpen erkennen und nicht mit jenen des Südrandes. Allerdings wird man zufolge der gewaltigen tektonischen Umgestaltungen wohl keinen lückenlosen Anschluß der Radstädter Fazies an eine Fazies der Nördlichen Kalkalpen erwarten können, in dem alle Schichtglieder mit entsprechender Mächtigkeit wiedererscheinen. Fehlt doch z. B. das für unseren Vergleich besonders interessante Bereich der Bajuvarischen Zone im Meridian der Radstädter Tauern, also N vom Salzkammergut, aus tektonischen Gründen weitgehend. Dort setzt in der Langbathzone die tektonisch reduzierte Schichtfolge der hochbajuvarischen Decke erst mit Hauptdolomit ein. Für unseren Vergleich müssen also die allgemeinen, regionalen faziellen Verhältnisse herangezogen werden. Es soll nur auf die wesentlichen, tatsächlich auffälligen faziellen Übereinstimmungen eingegangen werden. Die Ähnlichkeiten sollen unter dem Gesichtspunkt: mehr voralpin oder hoch-

alpin, mehr nördlich oder südlich betrachtet werden. Prüfen wir die Frage Schritt für Schritt.

Das (Permo-) Skyth liegt in den Radstädter Tauern in Form von mächtigen Quarziten vor, auf den entscheidenden Einfluß des Festlandes hinweisend. Die Quarzite entsprechen metamorphem, verfestigtem Sandstein, der in erster Linie als „Buntsandstein“ im außeralpinen, germanischen Bereich in der Untertrias beheimatet ist. Das typisch alpine Sediment der Untertrias ist der Werfener Schiefer. Er fehlt in den Radstädter Tauern. Die Buntsandsteinentwicklung reicht im W weit einwärts in die alpine Geosynklinale, bis zum Oberostalpin der Schweizer Alpen, der Nördlichen Kalkalpen Tirols. Weiter östlich trifft man Buntsandstein bzw. Quarzit noch zwischen Traun und Alm (!) und in den tektonisch tieferen Einheiten (Tirolikum) auch auf der Südseite der Kalkalpen. Die Entwicklung setzt in den Tiroler Kalkalpen mit Konglomeraten ein. Ob auch die Quarzkonglomerate der Radstädter Tauern und des Semmeringgebietes den basalsten Teilen entsprechen, ist noch nicht geklärt.

Das Analogon der Rauhwaacke an der Anisbasis läßt sich in den Nördlichen Kalkalpen vielerorts in der Saalfeldener Rauhwaacke wiederfinden. Ihre Einordnung ins Anis wird durch die z. T. enge Verknüpfung mit den anisischen Kalken und Dolomiten gerechtfertigt.

Der Muschelkalk zeigt in seiner vielfältigen Ausbildung starke Anklänge an die voralpinen Verhältnisse. In der hochalpinen Entwicklung liegt ja Anis und Ladin vielfach durchaus in Ramsaudolomit-Fazies vor und besteht auch noch im Tennengebirgs-Tirolikum ausschließlich aus (Gutensteiner und Ramsau-) Dolomit, abgesehen von den Gutensteiner Basisschichten.

Die Muschelkalkfolge der Radstädter Tauern leiten Tonschiefer in Verbindung mit Kalkschiefern ein. Die ihnen entsprechenden Horizonte in den Nördlichen Kalkalpen wurden namentlich erst durch die Arbeiten von B. PLOCHINGER allgemein bekannt. Diese kalkig-schiefrige Serie wurde dort als „Gutensteiner Basisschichten“ bezeichnet. Bisher ist sie aus der Hallstätter Zone der Lammermasse, aus dem Tirolikum des Tennengebirges und von Sieding (Schneebergdecke) bekannt, also aus höheren kalkalpinen Einheiten.

Der dunkle Dolomit im Hangenden entspricht dem Gutensteiner Dolomit.

Der anisische Kalk der Radstädter Tauern ist gut mit den dunklen Gutensteinerkalken vergleichbar. Die Crinoidenlagen im anisischen Kalk der Radstädter Tauern werden wahrscheinlich dem unteranisischen Gracilis-Niveau angehören. Im Hangenteil werden die ebenflächigen, streng parallel gebänderten Kalke von welligen Dolomitschlierenkalken, die stellenweise

Hornsteinknollen enthalten, abgelöst. Die allerdings nur 10 m mächtige Serie repräsentiert das oberanische Reiflinger Niveau.

Noch höher im Anis der Radstädter Tauern folgen der gelbliche, gebankte Dolomit und darüber der durch Encrinen charakterisierte Trochiten-dolomit. Letzterem vergleichbare Gesteine findet man außer in den westlichen Kalkalpen auch im Tirolikum des Tennengebirges und der Rettensteinbasis wieder.

Im Unterladin gelangte in den Radstädter Tauern durchlaufend Wettersteindolomit in enormer Mächtigkeit zur Ausbildung. Hier läßt sich eher an voralpine Verhältnisse anknüpfen, da das Ladin im Meridian der Radstädter Tauern in den Nördlichen Kalkalpen schon im Tirolikum gegen S hin eine Reduktion erleidet und in der Dachsteindecke das Ladin nur in Form von Ramsaudolomit vorliegt. Aber auch zu den mächtigen Wettersteinkalkbergen am Nordrand der Kalkalpen im entsprechenden Meridian ergibt sich keine unmittelbare Verbindung, da dort der Kalk nur zum geringen Teil dolomitisiert ist. Allerdings ändert sich in den Voralpen allgemein häufig das Verhältnis Wettersteinkalk zu -dolomit und ist zu berücksichtigen, daß die tiefsten Schichtglieder der bajuvarischen Decken in diesem Abschnitt verloren gingen.

Die nächste, 100 m und mehr mächtige Schichtgruppe der Radstädter Tauern, die Partnach-Schichten, sind in den Nördlichen Kalkalpen in der Vorarlberger und Tiroler Fazies beheimatet und erscheinen dort als fazielle Vertretung des Wettersteinkalkes namentlich in dessen Liegendem. Weiter im E sind die Partnach-Schichten wieder nur auf den N, das voralpine Gebiet beschränkt.

Auch in der karnischen Stufe lassen sich bestimmte Parallelen zu den Nördlichen Kalkalpen erkennen. Mächtigkeit und Reichhaltigkeit sprechen wieder für die Beziehung zum heutigen Nordrand der Kalkalpen, nicht zu den stark reduzierten, armen karnischen Profilen der südlichen, höheren Einheiten der Kalkalpen (Dachstein-Decke). Nur in der Aflenzer Fazies und in der Werfener Schuppenzone erscheinen auch im südlicheren Bereich der Kalkalpen mächtige karnische Schiefer, aber in Verbindung mit Hornsteinknollenkalken, hingegen fehlen dort Lunzer Sandstein oder mächtige Opponitzer Kalke und Dolomite im Hangenden der Schiefer. Wohl aber ist der an der Basis der karnischen Serie in den Radstädter Tauern auftretende Tonschiefer- und Lunzer Sandstein-Komplex mit den Reingrabener Schiefen und dem Lunzer Sandstein der Kalkvoralpen vergleichbar. Die Isocrinusbrekzie repräsentiert einen unterkarnischen Leithorizont. Ebenso zeigt der obere Abschnitt des Karn der Radstädter Tauern wieder gute Übereinstimmung mit den Opponitzer Schichten der Kalkvoralpen. Hier wie dort finden wir die Kalke besonders im Liegenden, die gut gebankten Oppo-

nitzer Dolomite im Hangenden, die bereits dem Hauptdolomit stark ähneln können. Die Radstädter Fazies des Karn läßt sich also ganz ungezwungen mit der „Lunzer Fazies“ der Voralpen in Verbindung bringen.

Das Radstädter Nor zeigt wieder voralpine Züge: Es besteht ausschließlich aus mächtigem, gut gebanktem Hauptdolomit, diesem typisch alpinen u. zw. voralpinen Sediment.

Das gleiche gilt vom Rhät. Nicht die Dachsteinkalkfazies der Kalkhochalpen findet man in den Radstädter Tauern, sondern die für den gesamten Nordteil der Kalkalpen typische Entwicklung der Kössener Schichten läßt sich wiedererkennen: In den Radstädter Tauern fehlt norischer Dachsteinkalk, der Megalodonten führend; Dachsteinkalk gehört zufolge seiner Position ins Oberrhät. Rhät liegt unmittelbar mit Kössener Schichten über Hauptdolomit — eine Erscheinung, die in den Kalkvoralpen häufig anzutreffen ist. Auch in den Voralpen erscheint erst darüber der helle, oberrhätische Dachsteinkalk.

Die Liasserien der Pleislinggruppe in den Radstädter Tauern sind nichts anderes als metamorphe Fleckenmergel und Hierlitzkalke. Wiederum lassen die Verhältnisse in Hinblick auf die bedeutende Mächtigkeit namentlich des schiefrigen Lias kaum einen Vergleich mit dem entsprechenden Südabschnitt der Kalkalpen zu. Der klastische Lias und die jüngeren, aus der Hochfeindgruppe beschriebenen Serien mit der reichen Brekzienentfaltung zeigen eigenes Gepräge. Man trifft Seichtwasserjura mit Sandstein und Arkosen im Lias in den Kalkalpen nur in der äußersten, nördlichen Randzone, der Grestener Decke. Im Radstädter Jura erscheinen mit dem Beginn der tektonischen Unruhe die klastischen Sedimente, deren Endglied die typisch orogene Schwarzeckbrekzie (? Kreide) darstellt. Im Jura und später entstanden in dieser Fazies also Sedimente eigener Art. Dennoch erscheinen bestimmte kalkalpine Horizonte wieder, wie z. B. die beiden Radiolarit-Niveaus und der Aptychenkalk.

Zusammenfassend zeigt sich: Eine Parallelisierung der Schichtfolge von Radstädter Tauern und Nördlichen Kalkalpen ist durch die genauere Untergliederung der Radstädter Serien möglich und von Interesse. In einer großen Zahl von Einzelheiten ergibt sich Übereinstimmung oder Ähnlichkeit mit den Verhältnissen in den Kalkvoralpen (reiche Muschelkalkentwicklung, Partnachschichten, Karn, Hauptdolomit, Fehlen des norischen Dachsteinkalkes, Oberrhätkalk über Kössener Schichten usw.). Die Untertrias gemahnt wie in den westlichen Kalkalpen an außeralpine Einflüsse. Nur einige Horizonte der tieferen Trias trifft man in ähnlicher Ausbildung auch in den südlichen Bereichen der Kalkalpen wieder, namentlich solche, die in einer der voralpinen ähnlichen Fazies auch im S wieder erscheinen.

2. Semmering, Radstädter Tauern und germanische Entwicklung

Als Nächstes sollen Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen der Semmeringserie und der Schichtfolge der Radstädter Tauern, ferner die Beziehung der Semmeringserie zur außeralpinen, germanischen Entwicklung untersucht werden. Im Semmeringsystem wie in den Radstädter Tauern trifft man über dem Altkristallin zunächst Phyllite und Quarzphyllite, die als Paläozoikum gelten. Dann steht im Semmeringgebiet allerdings nur mehr die triadische Serie zum Vergleich zur Verfügung, jüngere Schichtglieder fehlen. Die Unter- und Mitteltrias stimmt weitgehend mit der der Radstädter Tauern überein und rechtfertigt ebenso wie die tektonische Position die Einbeziehung der beiden Gebiete in die gleiche, unterostalpine Einheit. In der Obertrias des Semmering zeigt sich hingegen weitgehende Übereinstimmung mit den Verhältnissen der entsprechenden Einheiten in den Karpaten. In dieser Zeit reicht der Einfluß der germanischen Fazies hier weit in den alpinen und karpatischen Raum. Die typischen alpinen Sedimente wie alpines Karn mit Lunzer Sandstein, Hauptdolomit, Dachsteinkalk usw. fehlen. Wieder wird im folgenden der Vergleich in den Einzelheiten durchgeführt.

Das Permoskyth stimmt weitgehend mit dem der Radstädter Tauern überein. Mächtiger Quarzit und hier in weit größerem Maß konglomeratische Serien charakterisieren diesen Abschnitt. Auch die Geröllführung der Konglomerate ist dieselbe: Der überwiegende Bestand setzt sich aus weißen und rosa (!) Quarzen zusammen, daneben erscheinen nur vereinzelt schwarze Lydite. Im Oberskyth des Semmering erkennt man das Übergreifen der typisch germanischen Fazies auf das alpine Gebiet: Über dem mächtigen Quarzit erscheint noch unter der die Anisbasis charakterisierenden Rauh- wacke grauer und grüner Tonschiefer mit schmalen sandigen, quarzitären und rauh-wackigen Horizonten, der dem Rötmergel der germanischen Unter- trias entspricht.

Das Anis leitet in bedeutender Mächtigkeit die der Radstädter Rauh- wacke völlig gleichende Rauh- wacke ein. Die Ausbildung des Muschelkalkes stimmt wiederum in vielen Einzelheiten mit der Muschelkalkentwicklung in den Radstädter Tauern überein. Im höheren Niveau des Anis des Semmeringsystems zeigt sich Ähnlichkeit zu der nördlichen Fazies der zentralen Radstädter Tauern, also der Fazies mit dem einförmigeren Dolomit. Der basale anisische Tonschiefer (Gutensteiner Basisschichten) fehlt im Semmeringgebiet. Vertreten sind: die unteranisische, ausgewalzte Dolomit- brekzie, der anisische grau- und rosa Bänderkalk (Gutensteinerkalk), die hornsteinführenden Partien dieses Kalkes (anis. Reiflinger Horizont), und

die große Komponenten führende Brekzie an der Basis des darüberfolgenden einheitlichen Dolomites. Eine scharfe Trennung von höheranischem Muschelkalk-Dolomit und ladinischem Wettersteindolomit ist im Semmering ebenso wie in der nördlichen Radstädter Fazies nicht durchzuführen, sondern die dunklen, gebankten Muschelkalk-Dolomite gehen gegen oben in mittelgrauen Wettersteindolomit über.

Wohl ist auch im Semmeringgebiet heller, diploporenführender, unterladinischer Wettersteindolomit mit Sicherheit erfaßbar, aber die gerade an der Obergrenze in den Radstädter Tauern so massenhaft auftretenden Diploporen sind hier sehr spärlich. Es ist wahrscheinlich, daß die im Semmering nun beginnende, ganz germanisch beeinflusste Entwicklung wie im außeralpinen Bereich bereits im höheren Ladin mit der Keuperablagerung einsetzt. Ferner aber zeigt der Vergleich mit der Subtatischen Zone der Karpaten, daß auch dort der mächtige Wettersteinkalk erst in einer südlicheren, zentraleren Zone abgesetzt worden war.

Ganz in germanischer Art folgen die karnischen, norischen und zum Teil rhätischen Sedimente in Form des Keupers. Dunkelgraue bis schwarze Tonschiefer treten auf (vergleichbar dem Kohlenkeuper?), mächtiger Gips erscheint im Karn, bunte, rotviolette, grüne und graue Serizitschiefer mit Dolomit- und Quarzitlagen erreichen ziemliche Mächtigkeit und ersetzen die alpine Obertrias, namentlich den Hauptdolomit.

Das Rhät nimmt eine Zwischenstellung zwischen germanisch und alpin ein. Noch reichen die Keuperschiefer herein, aber die Kalkbildung hat schon stärkere Bedeutung: plattige, schiefrige Kalke, aber auch kompaktere Kalkpakete erscheinen. Die Fauna weist wiederum auf den Zusammenhang mit dem germanischen Bereich hin. Die neu aufgefundene Art *Myophoria inflata* EMMRICH ist nur aus dem außeralpinen Rhät bekannt. Thecosmilienbänke stellen sich wie in den Radstädter Tauern ein. Mit dem Rhät schließt hier die Schichtfolge. Lias erscheint erst weiter im E.

Die Fazies der mesozoischen Semmeringserie schließt sich also in der Unter- und Mitteltrias eng an die der Radstädter Tauern an. Die Obertrias entspricht der karpatischen, germanisch beeinflussten Entwicklung. Schon F. TOULA hatte die Übergangstellung der Semmeringtrias erkannt. L. KOBER hatte wiederholt darauf verwiesen, daß im Semmering in Stratigraphie wie in Tektonik bereits der karpatische Bauplan vorliege. Der Unterschied des Semmeringmesozoikums zum Mesozoikum der Kalkalpen ist noch deutlicher als die Faziesdifferenz zwischen Radstädter- und Kalkalpen-Mesozoikum, der außeralpine Einfluß im Semmering klarer. Die geringere Mächtigkeit des Semmeringmesozoikums gegenüber kalkalpinen Serien ist als Folge der ursprünglich mehr randlichen Position der Unterostalpinen Geosynklinale innerhalb des alpinen Troges verständlich, die

größere Kalkarmut, die Fossilarmut, schließlich auch die höhere Metamorphose sind bezeichnend.

3. Semmering und zentrale Westkarpaten

Die auffällige Übereinstimmung der Semmeringfazies mit der Fazies eines bestimmten Bezirkes der zentralen Westkarpaten verdient hervorgehoben zu werden. Die Überleitung bilden das Leithagebirge, die Kleinen Karpaten und das Weiße Gebirge. In den zentralen Westkarpaten werden die nördlichen, tieferen, weniger weit überschobenen Decken als Tatriden (Hochtatrische Decke im Sinne UHLIGs), die südlicheren, tektonisch höheren Einheiten als Subtatrische Decken bezeichnet. Semmeringfazies trifft man in den Tatriden und in der unteren subtatrischen Decke, der Krížna-Decke. Dabei ist in den Tatriden die Trias mit Quarzit, Dolomit und Keuper bezeichnenderweise allgemein wenig mächtig entwickelt, auch der Lias lückenhaft, meist als Sandstein, seltener in Form von Liasfleckenmergel entfaltet. Wir erinnern uns, daß sogar auch in den tieferen, ursprünglich nördlicheren, randnaheren Faziesgebieten der Radstädter Decken der Lias detritisch entwickelt ist. In den Kleinen Karpaten gehört der breite Südabschnitt der Hochtatrischen Zone an. Auch hier ist die Schichtfolge sehr lückenhaft, auf dem Kristallin (Gneis, Schiefer, Granit) liegt permoskythischer Quarzit, Sandstein und Arkose, darüber folgt unmittelbar Lias in Form von Sandstein, Crinoidenkalk und Ballensteinerkalk.

Den besten Anknüpfungspunkt an die Semmeringtrias bietet die Untere Subtatrische Decke, die Krížna-Decke, in Hinblick auf Fazies und auf die Vollständigkeit der Serienentwicklung. In den Kleinen Karpaten entspricht dieser Zone der Pernek-Losoncer-Zug. Die Schichtfolge umfaßt hier nach H. BECK und H. VETTERS: an der Basis bereits Spuren von Werfener Schiefen, in der Mitteltrias dunklen Visokakalk, der im Hangenden vom Dolomit überlagert wird. Die Obertrias ist ganz analog den Verhältnissen im Semmeringgebiet zusammengesetzt. Der bunte, schiefrige Keuper enthält einzelne Sandsteinbänke, die dem skythischen Quarzit sehr ähnlich sind und selten auch graue Dolomitbänke; das Rhät ist in Form von Kössener Schichten vorhanden. Im Lias tritt Crinoidenkalk auf, außerdem Knollen- und Hornsteinkalk, der in den höheren Jura fortsetzt.

Die Krížna-Decke in den zentralen Westkarpaten zeigt ebenfalls eine reiche stratigraphische Gliederung. Die Obertrias ist nach D. ANDRUSOV (1938) wiederum bezeichnenderweise als Bunter Keuper, das Rhät marin in schwäbisch-karpatischer Fazies, der Lias als Fleckenmergel und weiter im S als Adneter- und Hierlatzkalk ausgebildet. Hier setzen die Serien bis ins Unteralt fort.

Von besonderem Interesse ist es, daß die noch höheren, also ursprünglich noch weiter im S beheimateten Subtatischen Decken der Karpaten in ihrer Schichtfolge und Fazies bereits Analoga der kalkalpinen, u. zw. kalkvoralpinen Entwicklung darstellen. In der Choč-Decke der zentralen Westkarpaten liegen nach D. ANDRUSOV über Kristallin und Karbon Werfener Schiefer mit Melaphyr, mitteltriadische Dolomite (Chočdolomit), die, wie sich in jüngster Zeit zeigte, stellenweise reich an Diploporen sind, Reiflinger Kalke, mächtiger Lunzer Sandstein (!), Hauptdolomit (!), stellenweise Megalodonten führend. Lias-Hierlatzkalk und -Hornsteinkalk folgen, der höhere Jura besteht aus roten Crinoidenkalken und Klauskalken. Diese Einheit fehlt in den Kleinen Karpaten. Erst die höchsten Subtatischen Einheiten treten dort, u. zw. im Weißen Gebirge, wieder auf. Sie enthalten eine recht ähnliche Schichtfolge, hinzu kommt hier nur noch der mächtige, diploporenführende Wettersteinkalk.

Der stratigraphische Vergleich der zentralen Westkarpaten, der Kleinen Karpaten, des Semmering, der Radstädter Tauern und der Kalkvoralpen zeigt also, berücksichtigt man die ursprünglichen Verhältnisse, den schrittweisen Übergang der Schichtfolgen aus stark außeralpin beeinflussten Faziesbereichen im Norden, u. zw. im Ostabschnitt des ursprünglichen Geosynklinalgebietes zu den typisch alpinen Bereichen mehr im S, gegen das Innere der alpinen Geosynklinale hin. Das Unterostalpin bzw. die Hochtatische Zone und der tektonisch tiefere Teil der Subtatischen Zone gehören einem nördlicheren Ablagerungsbereich an. Auch innerhalb der Großräume erkennt man wiederum Differenzierung in N und S.

Der tektonische Baustil der Radstädter Tauern und des Semmering

Ein tektonischer Stil eigener Art beherrscht und formt das Unterostalpine System und ist vom Handstück bis zu den Deckenserien stets wiederzuerkennen. Die Bauform entstand in ganz bestimmter Position innerhalb des alpinen Orogens, unter bestimmter Belastung. Der Baustil gleicht nicht jenem der Nördlichen Kalkalpen, nicht dem des Pennins. L. KOBER hatte die Individualität des unterostalpinen Bauplans hervorgehoben, hatte seine Wesensart besonders 1938, S. 29, in außerordentlich klarer Form charakterisiert. V. UHLIG glaubte 1908 einen penninischen Stil in den Radstädter Tauern wiedererkennen zu können, d. h. einen Stil, bei dem sich die Gesteinsunterschiede bei der tektonischen Verformung kaum auswirken. Dies trifft nicht zu. Ebenso aber auch nicht die Auffassung von W. SCHMIDT 1924 und E. CLAR 1939, daß der Dolomit die Durchbewegung weitgehend ablehne, die Starrheit der Triasdolomitplatten nicht überwunden werden könne und daher die Tektonik der Radstädter Tauern nach W. SCHMIDT jener der Nördlichen Kalkalpen recht nahe stehe. Im Unterostalpin erkennt

man die plastische, fließende Deformation sämtlicher Gesteinstypen, auch der Dolomite, wohl aber auch noch die selektive Auswirkung der Tektonik auf die verschiedenen Gesteinsarten. Deckenbau mit liegenden Falten stellt sich ein. Ein bestimmter Metamorphosegrad der Gesteine ist charakteristisch. Wiederum soll zunächst die Eigenart der Tektonik in den Radstädter Tauern dargestellt werden, dann jene des Semmeringgebietes und im Anschluß daran sollen Ähnlichkeiten und Unterschiede des Baues der beiden Gebiete besprochen werden. Auch in tektonischer Hinsicht liegen durch die neuen Aufnahmen in den letzten Jahren zahlreiche Detail- und Übersichts-Beobachtungen vor, denen insofern Bedeutung zukommt, da sie bereits auf Grund der stratigraphischen Detailgliederung durchgeführt wurden und so eine in der Vergangenheit recht verhängnisvolle Fehlerquelle ausgeschaltet werden konnte.

An Profilen, die den Typus der unterostalpinen Tektonik im Abschnitt Radstädter Tauern und Semmering darstellen, seien zum Vergleich angeführt: Profil durch die Zehnerkarstspitz-Gruppe (Vh. G. B. A. 1956, Taf. II), Profile durch die Mosermann-Gruppe (Jb. G. B. A. 101, 1958, Taf. VII) und Profile im Abschnitt Sonnwendstein und Schottwien (Mitt. Ges. Geol. Bergb.-Stud. Wien, 8, 1957, Taf. XIX u. XXI).

1. Radstädter Tauern

a) Großtektonik

P. TERMIER hat in genialer Weise als erster die Fernüberschiebung im Bereich der Tauern erkannt. Fensterartig tauchen die Tauern unter dem Unterostalpinen System auf, das die Tauern umrahmt und das selbst wiederum von der Oberostalpinen Schubmasse überfahren wurde, die mit den Nördlichen Kalkalpen weit gegen N vordrang. Die Bewegung der primären Überschiebung geht allenthalben von S gegen N. Den Radstädter Tauern kommt gerade in Hinblick auf diese Frage dank ihrer besonderen Position, ihrer prächtigen Aufgeschlossenheit und dem reichen, z. T. fossilführenden, gut gliederbaren Schichtbestand eine besondere Bedeutung zu. Allenthalben weisen die gegen S geschlossenen, oft fossilbelegten Gesteine der Mulden des Hauptfaltensystems auf den gegen N gerichteten primären Bewegungssinn. Der alte Streit für und wider das Tauernfenster ist beendet. Die neueren Arbeiten aus den Tauern und deren Randgebieten haben die generelle, S—N gerichtete primäre Überschiebung erwiesen, auch noch eine spätere E—W-Phase erkannt. In den Radstädter Tauern ist der großartige Überschiebungsbau auf weiter Strecke erschlossen.

Im Großen ist das Unterostalpin in Form des Radstädter Mesozoikums, der Quarzphyllite, des Schladminger Kristallins im N angeschoppt. Gegen S, etwa im Bereich Mauterndorf-St. Michael dünne alle Serien lamellenförmig aus. L. KOBER hob die Ausdünnung des Unterostalpins gegen S, gegen die Wurzelzone hin und die tropfenförmige Anreicherung im N schon 1923

hervor. Innerhalb der namentlich aus Mesozoikum bestehenden Anschoppung des Unterostalpin in den Radstädter Tauern herrscht Deckenbau. V. UHLIG gab 1906 und 1908 die ersten Beschreibungen und Profile im Sinne der Deckenlehre. Manches hat sich seither in unserer Auffassung geändert. Eine kurze Übersicht über die grundlegenden verschiedenen Meinungen über den Mechanismus der Gebirgsbildungen soll wiedergegeben werden.

V. UHLIG hatte (1908) drei Hauptdecken angenommen (Speiereck-Hochfeind-Decke, Tauerndecke, Quarzitdecke), die als Digitationen einer riesigen Falte mit aufrechtem und verkehrtem Schenkel und Wettersteindolomit im Kern aufgefaßt worden waren. UHLIG hatte durch die Verwechslung von Muschelkalk mit Jurakalk und durch die Auffassung der Rauhwacke als tektonischen Mylonit enorme Schwierigkeiten in der Deutung des tektonischen Baustiles. Er sah in den Radstädter Tauern Falten-, nicht Schuppenbau. Alle Teildecken sollten im wurzelnäheren Teil sehr bald unmittelbar zusammenhängen. Obgleich UHLIG den Deckenbau erkannt hatte und auch die Faltenbildung in seiner Vorstellung eine wesentliche Rolle gespielt hatte, waren noch wesentliche Züge des Gebirgsbaues nicht richtig gedeutet worden.

L. KOBER hatte in zahlreichen Arbeiten, besonders seit 1922, die Radstädter Decken in eine untere und obere Deckengruppe, durch das Twenger Kristallin getrennt, gegliedert. Aus dem Süden kommend, waren die Decken über das Pennin überschoben worden. Zur unteren Gruppe gehören nach L. KOBER die über der penninisch-ostalpinen Mischungszone (S. Michaeler Schuppenzone) folgende Speiereck- und Weißeneck- (Hochfeind-) Decke, charakterisiert durch die Schwarzeckbrekzie. In diesen Decken herrscht nach L. KOBER Mischung von Schuppen- und Faltentektonik. Die Obere Radstädter Decke hat über sich im Twenger Wandzug noch zwei Schuppen, nach KOBER mit verkehrter Schichtfolge. Die Schladminger Gneismasse mit Quarzphyllit im Liegenden wird seit 1920 (1922), Nachtrag, ebenfalls zum Unterostalpin gerechnet und als eine höhere Digitation des unterostalpinen Kristallin angesehen. Das Radstädter Mesozoikum wurde damals im großen und ganzen als Liegendschenkel des Schladminger Massivs aufgefaßt. Dem ist hinzuzufügen, daß tatsächlich das Schladminger Massiv als Unterostalpin gelten muß, da es in dem Liegendschenkel mit verkehrter Schichtfolge außer mächtigem Quarzphyllit auch eine typisch unterostalpine mesozoische verkehrte Serie beinhaltet und so untrennbar mit dem Radstädter System verbunden ist. Hingegen trifft die Auffassung von L. KOBER, der sich auch S. BLATTMANN 1937 anschloß, daß das Radstädter Mesozoikum generell als ein zum Schladminger Massiv gehöriger Liegendschenkel zu werten ist, nicht zu. Auch die beiden Schuppen im Twenger Wandzug haben sich seit der Untersuchung durch E. CLAR 1939 als aufrechte Serien

erwiesen. Dies bestätigten auch eigene Begehungen. Nur eine sehr schmale mesozoische verkehrte Serie läßt sich noch darüber als liegendes Mesozoikum der Schladminger Masse erkennen. L. KOBER hatte (1938) die Decken der Radstädter Tauern als nach N getriebene Falten mit normalen und verkehrten Schenkeln aufgefaßt. Was aber die Oberen Radstädter Decken betrifft, sind die Decken aufrechte Schichtpakete, bei denen liegende Falten nur stellenweise den internen Bau komplizieren.

W. SCHMIDT, der in der Oberen Radstädter Deckengruppe zurecht stets auch die tiefere „Lantschfelddecke“ von der höheren, mächtigeren „Pleislingdecke“ getrennt gehalten hatte, hat die Teildeckenbildung des Radstädter Systems in richtiger Weise erklärt. Die Teildecken hängen nicht im Wurzelgebiet, wie V. UHLIG angenommen hatte, zusammen, sondern es hängt der Hinterteil (S) jeder Decke jeweils mit der Stirn (N) der höheren, ursprünglich also südlicheren Decke zusammen. Eine Gleitflächenschar zerlegte die Stammdecke in mehrere Teildecken.

Zusammenfassend bietet sich in den Radstädter Tauern folgendes großtektonisches Bild: Zwei Hauptbewegungsbahnen verdankt das Unterostalpin die Großgliederung: einer früh wirksamen am Nordrand der unterostalpinen Teilgeosynklinale, an der schon zur Zeit der Jura- und Schwarzeck-Brekzienbildung die tektonische Bewegung begann, die zur Überfahung des Pennin durch das Unterostalpin führte. Die zweite Hauptbahn verläuft innerhalb des Unterostalpins und bewirkte die tatsächlich als riesige Falte ausgebildete Überschiebung der Schladminger Masse mit einer verkehrten Serie von Quarzphyllit und schmalen Mesozoikum. Erst darüber ging das Oberostalpin hinweg. Gleichzeitig wurde die in ihrer Gesamtheit vom Schladminger Massiv überfahrene Platte des Radstädter Mesozoikums in aufrechte Teildecken zerlegt, die übereinandergeschoben, nach N verfrachtet, zusammengestaut und lokal teilweise in liegende Falten gepreßt wurden. Auch die beiden aufrechten „Schuppen“ im Twenger Wandzug stellen weitere solche aufrechte Elemente dar, nur in etwas kleineren Dimensionen. Plastische Materialverformung, ganz allmähliches Ausdünnen der Serien und An- und Abschwellen in der Streichrichtung und quer darauf ist charakteristisch für das Unterostalpin der Radstädter Tauern. Später entstanden durch eine im Hangenden des Radstädter Mesozoikums von E her aufgeschobene, heute nicht mehr vorhandene Masse N—S streichende, gegen W gerichtete Faltenzüge, die die Pleislingdecke in der Mosermanngruppe von oben her verschieden tief reichend, verformen. Auch diese Faltung ging noch unter enormer, im wesentlichen gleicher Belastung wie die S—N-Bewegung vor sich. Der späteren Hebung des Tauerngebietes ist das regionale Abtauchen der Faltenachsen am Ostrand der Radstädter Tauern unter das Schladminger Massiv zu verdanken. In den Kalkspitzen erscheint eine tektonisch noch

höhere, unterostalpine, mesozoische Serie, von Kristallin unter- und überlagert.

b) Internbau der Decken

Geteilt waren die Meinungen auch hinsichtlich des Internbaues der Radstädter Decken. Unter dem unmittelbaren Eindruck prächtiger Faltenbilder hatte man früh (UHLIG) die Bedeutung dieses tektonischen Elementes für den Bau der Radstädter Tauern erkannt, ihm aber verschiedene Bedeutung zugemessen. So kommt es, daß auch bei z. T. unrichtiger stratigraphischer Grundlage, mit der z. B. V. UHLIG (1906—1908) arbeitete, auf Grund von eindrucksvoll erschlossenen Faltenzügen teilweise richtige Vorstellungen über bestimmte Bauformen der Radstädter Tauern entstanden waren. Nach L. KOBER herrscht eine Mischung von Schuppen- und Falten-tektonik, wobei dem Faltenbau wesentlichere Bedeutung zukommt. In der St. Michaeler Schuppenzone an der Grenze zum Pennin stellt sich nach L. KOBER auch in den Radstädter Kalk- und Dolomitserien eine Fließ-Schollen-Tektonik mit penninisch (-unterostalpinem Misch-) Charakter ein. Nach V. UHLIG waren weit gespannte liegende Falten, nach S. BLATTMANN sehr flach ausgewalzte liegende Falten das Hauptbauelement der Radstädter Tauern. Aufrechte und verkehrte Serien erscheinen nach den bisher angeführten Meinungen in wechselnder Abfolge.

Ganz anders waren die Auffassungen von W. SCHMIDT 1924 und E. CLAR 1937 und 1939. W. SCHMIDT sah in den westlichen Radstädter Tauern aufrechten Schuppenbau, E. CLAR fand in der Hochfeindgruppe fast nur aufrechte Folgen. Die mächtigen Triasdolomitplatten wurden als zu starr gegenüber den faltenden Kräften erachtet.

Die neuen Untersuchungen in der Pleislinggruppe und in der Moser-mannlgruppe, die im wesentlichen der Pleislingdecke, z. T. auch der Lantschfelddecke angehören, haben einen prächtigen internen Faltenbau erwiesen. Im Ostteil der Pleislinggruppe ist die gesamte Folge, auch der mächtige Wetterstein- und Hauptdolomit, in liegende Falten mit aufrechten und verkehrten Serien gepreßt; vier Mulden mit Rhät und Lias folgen übereinander: Die Wisenegg-Mulde, die Teufelshorn-, Glöcknerin- und Modleiten-Mulde. In den aufrechten und verkehrten Serien herrscht teils vollständige, teils reduzierte Schichtfolge. Die W—E streichenden Mulden sind gegen S geschlossen. Die „Schwarze Wand“ erschließt ein prächtiges, seit E. SUESS wiedergegebenes Bild nordgetriebener Falten, von welchen die gesamte Schichtfolge, auch der gegen N ausdünnende Hauptdolomit erfaßt worden ist. Die Muldenschlüsse sind z. T. glatt gerundet, wobei der gesamte Schichtinhalt umgeschlagen und abgerollt wurde (Modleitenmulde, Kessel NW, Kl. Pleislingkeil usw.). Oder der Muldenschluß digitiert mehrfach mit oft

steil in die Tiefe schießenden Teilspänen. Schuppen- und Bruchtektonik fehlt hier weitgehend.

In der Mosermanngruppe herrscht gerade in dem von W. SCHMIDT 1924 als Beispiel für Schuppentektonik hervorgehobenen Neukarsystem ausschließlich liegende Faltung. Die nur den tieferen Schichtinhalt der Trias erfassenden Falten sind dort unter der teilweise noch unzerschlitzt erhaltenen Wettersteindolomitmasse des Oberen Gasthofkares ausgewalzt und zu flachen, dünnen Lamellen gepreßt worden — ein Bild, das ganz an den von BLATTMANN beschriebenen Faltenotypus erinnert, obgleich diese Faltenart in dem von BLATTMANN untersuchten Bereich ganz zu Unrecht angenommen worden war. Im Neukarsystem ist der Faltenbau durch die aufgeschlossenen Antiklinalen mit skythischem Quarzit im Kern und einer normalen und verkehrten Folge der einzelnen Glieder des Muschelkalkes und des Wettersteindolomits nachweisbar. Auch in den Abstürzen der Graihornwand, die die NE-Fortsetzung dieses Faltenystems aufschließen, wechseln regelmäßig aufrechte und verkehrte Serien ab. Von Interesse ist auch, daß hier nicht nur eine primäre, vom S—N-Schub erzeugte Faltung existiert, sondern auch noch der spätere E—W-Schub in den höheren Teilen des Neukarsystems gleiche, ausgewalzte Faltenbilder erzeugen konnte.

Wir sehen also im Radstädter Bauplan — zumindest was die höheren Decken betrifft — eine Folge von aufrechten Decken, in der Pleisling- und Mosermanngruppe mit einem Internbau fast ausschließlich aus liegenden Falten, wobei natürlich lokale Diskordanzen nicht fehlen. Junge Bruchtektonik und Aufschleppungen sind nur in der Mosermanngruppe von Bedeutung.

c) Gesteinsmetamorphose und Materialverformung

Je nach der Auffassung, ob Schuppen- oder Faltenbau das herrschende Bauelement der Radstädter Tauern sei, war man auch verschiedener Meinung über die Verformbarkeit der spröden Dolomite gewesen. Auf der einen Seite sah man starre, nicht faltbare Dolomitplatten, auf der anderen Seite wurde die plastische Verformung aller Gesteine betont. Das Stockwerk, in welches die Radstädter Tauern zur Zeit der Gebirgsbildung gelangten, lag schon in beträchtlicher Tiefe. L. KOBER spricht von „tieferem Epitektonismus“. Die Wirkung der Umprägung äußert sich wie folgt: Sandstein wurde zu dichtem Quarzit verfestigt, der sich unter den einstigen Druck- und Temperaturverhältnissen überaus plastisch verhielt, fließend ausgedünnt und engst verfaltet werden konnte. Auch über die einst große Plastizität des Kalkes ist man sich allgemein einig. Die Tone und Mergel (z. B. die einstigen Liasfleckenmergel) wurden stark

verschiefert und erhielten lokal schon phyllitisches Aussehen. Die Kalke kristallisierten meist zu Marmor um. Von Interesse ist das Verhalten der tatsächlich spröder reagierenden Dolomite. Ihre Resistenz gegenüber Faltung wird in den Radstädter Tauern, auch in den höheren Decken, einwandfrei überwunden. Nicht nur die dünnschichtigen, von Schiefnern durchsetzten Dolomitpartien des Muschelkalkes, der Partnachschiechten und des Karn formen prächtige Falten, sondern auch Wetterstein- und Hauptdolomitmassen machen die liegenden Falten mit, wie zahllose Beispiele zeigen. Dabei wird die innere Struktur nicht zerstört, die Schichtung im Hauptdolomit bleibt gewahrt (z. B. verkehrte Serie ober der Neuhoferalm). Während der Gebirgsbildung muß der Dolomit plastisch gewesen sein. Auch sehr enge Faltung im m-, auch dm-Bereich ist häufig. Der Dolomit reagierte also plastisch, nicht aber in so fließender Art wie z. B. der Kalk. Man erkennt dies auch am Erhaltungszustand der Fossilien: Die Diploporen und Gastropoden des Wettersteindolomites blieben fast unverehrt erhalten. Ferner zeugt das An- und Abswellen und Ausdünnen des Dolomites von großen Mächtigkeiten auf 0 m in Streichrichtung und senkrecht darauf von seiner Verformbarkeit. Man sieht solche Bilder namentlich in den Wänden an der S- und N-Seite der Mosermanngruppe, wo Wettersteindolomit zu sehr dünnen Lamellen ausgewalzt an den aufrechten und verkehrten Serien der liegenden Falten teilnimmt. Das Ausdünnen des Hauptdolomites über der „Schwarzen Wand“ in der Pleislinggruppe erfolgt gegen N hin allmählich. Häufig überrascht der Umstand, daß ganze Schichtpakete mit allen Bestandteilen allmählich ausdünnen, wie z. B. die aufrechten Serien des Twenger Wandzuges, deren Ausläufer man noch SE vom Radstädter Tauernpaß findet, dort jedes Schichtglied auf einen oder wenige Meter reduziert, aber vorhanden.

Typisch für das Wesen der unterostalpinen Metamorphose ist es, daß bei der Verformung die Eigenart der Gesteine noch eine wesentliche Rolle spielt. Während, wie erwähnt, Quarzit, Schiefer und Kalk sich als außerordentlich plastisch erweisen, ist der Dolomit relativ schwerer verformbar. Das erkennt man an der Neigung zu raschem An- und Abswellen, wodurch auch block- und schollenförmige, mehr weniger geschwänzte Stöcke entstehen. Diese zeigen dann auch manchmal diskordante primäre Begrenzungen. Block- und Schollentektonik kommt besonders dort zur Auswirkung, wo Dolomit an Hauptbewegungsbahnen allseits von sehr plastischem Material, z. B. Schiefer umgeben wird. Es sei nur die perl-schnurartige Folge von Riesen-Dolomitklötzen, von weichen Schiefnern umflossen, angeführt, die im Nordrahmen des „Großkessels“ am Südabfall der Mosermanngruppe auftritt, eine Erscheinung, die im wesentlichen dem Prinzip der Boudinage entspricht.

Gerade diese Tiefenzonen im alpinen Orogen waren auch das ideale Milieu für die Entstehung tektonischer Brekzien, an Stellen, wo Dolomit an weiches Medium angrenzt. Anfangs hatte man zwar die Bedeutung der tektonischen Brekzien in den Radstädter Tauern weit überschätzt, auch die Rauhwacke und die Schwarzeckbrekzie hierzu gezählt, deren Ursprung sedimentärer Natur ist. Hingegen trifft man in etlichen Niveaus an bestimmten Grenzflächen tatsächlich häufig sichere tektonische Brekzien an, z. B. im höheren Anis und an Flächen, wo Liaskalk auf Hauptdolomit zu liegen kommt.

Im Einklang mit der verschiedenen Resistenz der Gesteinstypen gegenüber tektonischer Verformung steht auch der Erhaltungszustand des Fossilinhaltes. Wenig oder kaum verändert sind Fossilien des Wetterstein- und Hauptdolomites. Häufig plastisch verformt, aber noch in Einzelheiten erhalten sind Fossilien aus dem Kalkschiefer. In tektonisch weniger beanspruchten Kalkpartien kann man noch Einzelheiten im Bau der rhätischen Korallen erkennen. Die Septen der Korallen wittern heraus, bei den Crinoidenstielgliedern erscheint die Skulptur der Gelenkflächen an angewitterten Exemplaren (Anis, Rhät, Lias). Auch die Megalodonten des Oberrhätalkalkes sind z. T. nur geringfügig deformiert, z. T. arg verflossen. Man ist erstaunt, in dem beträchtlich verschieferten und fließend veränderten Kalk an manchen Stellen noch derart gut erhaltene Fossilien anzutreffen. Die Belemniten der Kalke Lias/Dogger sind „gestreckt“, das bedeutet aber nicht ausgedünnt, sondern in Stücke gerissen, wobei die Zwischenräume boudinageartig vom Nebengestein erfüllt werden. An Stellen starker tektonischer Beanspruchung, etwa in ausgewalzten Kalken unter einer Hauptüberschiebungsbahn von Dolomitmassen (z. B. rhätischer Korallenkalk zwischen „Schwarzer Wand“ und Kesselspitz) werden Korallen bis zur Unkenntlichkeit verflößt.

2. Semmering im Vergleich mit den Radstädter Tauern a) Großtektonik

Das Wechsel-Semmering-System weist die gleiche großtektonische Position wie das Radstädter System auf. Als tiefere Einheit taucht es E der Linie Stans—Birkfeld unter dem Kristallin des höheren Ostalpin auf. Im N unterteuft es die auflagernde Grauwackenzone, die ihrerseits wieder unter die Nördlichen Kalkalpen eintaucht. Im S bildet der Wechsel die tiefste, emporgewölbte Einheit. Er gehört ebenfalls noch zum unterostalpinen System mit dem auflagernden, typisch unterostalpinen Mesozoikum der Pfaffmulde. Erst weiter südlich, in der Rechnitzer Schieferinsel tauchen noch höher metamorphe, wahrscheinlich penninische Einheiten unter dem Wechsellsystem auf. Die Neubearbeitung dieses Gebietes durch A. PAHR

ist im Gange. Im E setzt die Semmering-Wechsel-Zone ohne Unterbrechung in die zentralen Karpaten fort. Auch in tektonischer Hinsicht zeigt sich hier ein Übergang von alpiner zu karpatischer Eigenart. In ganz ähnlicher Weise wie in den Radstädter Tauern findet auch hier wiederum die Anschoppung der sedimentären, namentlich mesozoischen Hülle der Teildecken im N statt, gegen S, gegen die Wurzelzone hin, ist sie weitgehend ausgepreßt.

Eine erste Deckengliederung des Raumes gab H. MOHR 1910. Er hatte im wesentlichen das stratigraphische Schema, das V. UHLIG in den Radstädter Tauern entwickelt hatte, auf das Semmeringgebiet übertragen und daher durch die Auffassung der Rauhwaacke als Juramylonit und der Verwechslung von Jurakalk und Muschelkalk die gleichen Schwierigkeiten in der Deutung des Baues wie V. UHLIG in den Radstädter Tauern. H. MOHR unterschied die Wechseldecke mit Kristallin und Quarzit, die Kirchberger Überfalte mit inverser Serie (Sonnwendstein), kristallinem Kern (Kirchberg—Schottwien) und normaler Serie („Kirchberger Entwicklung“) mit großem Kalkreichtum (als Jurakalk aufgefaßt). Darüber schied er noch die „Tachenbergteildecke“ als höhere Einheit aus.

L. KOBER hatte seit 1912 wiederholt die tektonische Position und den internen Bau des Semmering-Wechselgebietes dargestellt. Zuletzt (1955) unterschied L. KOBER vier Decken: Wechseldecke, Pretuldecke, Mürzdecke, Veitscher Decke. H. P. CORNELIUS hatte in seiner Gliederung des Semmeringsystems W vom Paß (1952) Wechseldecke, Pretuldecke und Kampalpendecke getrennt.

b) Interabau

In dem 1957 neu untersuchten Abschnitt zwischen Semmeringpaß und Schottwien, der den Zusammenhang der im W und E bekannten Decken des Semmeringsystems erkennen läßt, ist der jüngere, besonders mesozoische Anteil der Decken angereichert und in steil N fallenden Schuppen übereinander gestapelt. Von den bereits W vom Semmeringpaß von CORNELIUS erkannten drei Schuppen der Pretuldecke lassen sich die beiden höheren mit weiterer innerer Untergliederung als (höhere) Grasbergschuppe und (tieferer) Göstritzschuppe gegen E weiterverfolgen. Die Zugehörigkeit der tiefsten Einheit, des Sonnwendsteinzuges zur Pretul- oder Wechseldecke ist noch ungeklärt, vielleicht wird die mesozoische Hülle der Wechseldecke in diesem Raum nur durch den muldenförmig gebauten Dürrkogelspan an der Basis des Sonnwendsteinzuges dargestellt.

Im Semmeringsystem treten hier Falten und Schuppen neben-, besser übereinander auf. Der tiefste Zug, der Sonnwendstein, stellt eine gegen S geschlossene Mulde dar mit anisich-unterladinischem Dolomit im Kern,

einer normalen Serie ab Skythquarzit im Liegenden und einer verkehrten bis zum skythischen (Hirschkogel-)Quarzit im Hangenden. Eine schmale Muschelkalk-Quarzit-Aufpressung N vom Erzkogel und Dürriegel, ebenfalls mit Faltenatur, gliedert diese tiefste Mulde weiter. Die höheren Einheiten stellen aufrechte, steil nordfallende Schuppen dar, deren Schichtfolge maximal vom Quarzphyllit oder Skythquarzit an der Basis bis zum Rhät reicht: von S gegen N reihen sich die Göstritzschuppe, die Grasberg-schuppe und die Adlitzschuppe mit aufrechter Schichtfolge übereinander. Letztere repräsentiert die Fortsetzung der Kampalpendecke gegen E. Auch die weitere Untergliederung erfolgt in diesem Abschnitt durch Schuppung, die oft im Streichen ausklingt. Der Schuppenbau des Nordabschnittes steht in Widerspruch zu der von H. MOHR 1910 dargestellten Tektonik, wonach flache Überschiebungen, eine weit gespannte verkehrte Serie und in der Göstritzniederung ein Fenster der Wechseldecke erwartet werden sollte. Eine den Tatsachen näherkommende tektonische Deutung wurde erst durch die verbesserte stratigraphische Grundlage möglich.

Im Hangenden der Adlitzschuppe scheint eine verkehrte unterostalpine Serie als Grenzzone zur Grauwackenzone aufzutreten. Noch ist ihre Stellung ungesichert. Wahrscheinlich aber liegen in dem von CORNELIUS als kambrisch aufgefaßten „Tattermannschiefer“ oberskythische Serizitschiefer (Röt) des Semmeringsystems vor, wahrscheinlich ist der „Pseudosemmeringquarzit“ echter Semmeringquarzit des Unterostalpin, nicht der Grauwackenzone. Weitere Untersuchungen sind hier nötig. Man erinnert sich jedenfalls daran, daß auch in den Radstädter Tauern über einer Reihe von aufrechten Decken zuoberst die verkehrte Serie im Liegenden des Schladminger Massivs erscheint.

Im allgemeinen ist der Großbau, der Schichtinhalt und die Metamorphose des Semmeringsystems gut mit dem Radstädter Unterostalpin vergleichbar, hier aber sind die Fernüberschiebungen im Unterostalpin namentlich im Kristallin ablesbar, das Mesozoikum ist im N zu steilen, kurzen Schuppen zusammengestaut. Die interne Faltung erkennt man nur noch im Sonnwendsteinzug, in der Pfaffmulde, sie fehlt in den höheren Decken. Man vermißt die weitgespannten liegenden Falten mit verkehrten Serien. Die Verformung ging bereits unter etwas geringerer Belastung vor sich: Hier fehlt das mächtige Kristallin im Hangenden des unterostalpinen Mesozoikums, die Grauwackenzone folgt unmittelbar darüber. Die Verhältnisse erinnern vielmehr an den Bauplan der Kleinen Karpaten mit „schiefen, schuppenartig übereinander geschobenen Falten“ (H. BECK und H. VETTERS). Allerdings stellte sich der detaillierten Auflösung des tektonischen Baues des Semmering noch eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen. Die Kleintektonik des Semmering, z. B. die Interntektonik des

einförmigen Dolomites oder des Bunten Keupers, ist zufolge der geringen Aufgeschlossenheit und der weniger reichhaltigen, weniger gegliederten Schichtfolge schwerer durchschaubar.

c) Gesteinsverformung

Der Metamorphosegrad des Semmeringmesozoikums ist typisch unterostalpin, entspricht aber nicht ganz dem des Radstädter Mesozoikums. Hinsichtlich der Plastizität recht unterschiedlich verhalten sich die beiden Hauptkomplexe im Südabschnitt des Semmeringmesozoikums, nämlich die mitteltriadische Dolomitmasse des Sonnwendsteinzuges, die aber auch noch Faltung aufnimmt und die äußerst plastische Obertrias in Form des Bunten Keuper und Rhät. Überraschend gering wurde die etwa 50 m mächtige karnische Gips-Anhydrit-Platte im Bunten Keuper E des Myrtengrabens deformiert. In vielen Einzelheiten zeigt sich jedoch die Ähnlichkeit der Metamorphose zu jener der Radstädter Tauern. Der zu Marmor umkristallisierte Muschelkalk, die ausgewalzte unteranische Brekzie, das geschieferte Rhät u. a. erinnern stark an die Eigenart der Radstädter Gesteine. Der Fossilinhalt ist im Semmeringmesozoikum besser erhalten. Die Bivalven, die Korallen des Rhätkalkes sind wohl deformiert, aber nicht fließend verformt. Hier hat sicherlich den Hauptteil der Bewegung der noch plastischere umgebende Keuperschiefer aufgenommen. Aber doch äußern sich in allem die Auswirkungen der etwas geringeren Belastung, so daß eine von jener der Radstädter Tauern leicht abweichende Metamorphose zustande kommt.

Zusammenfassung

Es wurden Semmering und Radstädter Tauern in stratigraphischer und tektonischer Hinsicht verglichen und die Parallelen und Unterschiede der faziellen Entwicklung der beiden Gebiete, der Nördlichen Kalkalpen, des außeralpinen Bereiches und der zentralen Zone der Westkarpaten hervorgehoben. Der Vergleich wurde deshalb durchgeführt, weil aus beiden, für den gesamten Alpenbau wesentlichen Gebieten neue stratigraphische und tektonische Untersuchungsergebnisse aus den letzten Jahren vorliegen, die zu einem neuerlichen, nun durch Einzelheiten fundierten Vergleich der seit alters als ähnlich erkannten Gebiete anregen. In fazieller Hinsicht ergaben sich enge Beziehungen zwischen Radstädter Mesozoikum und Kalkoralpen. Zahlreiche stratigraphische, fazielle und tektonische Einzelheiten weisen auf ein in vielem ähnliches Schicksal von Semmering und Radstädter Tauern, die in der Unterostalpinen Einheit zusammengefaßt werden. Neue Einzelheiten im Bau des Semmering weisen wieder auf die vermittelnde Stellung dieses Gebietes beim Übergang des alpinen in den

karpatischen Bauplan hin. Der starke Einfluß der außeralpinen faziellen Entwicklung ist im Semmeringmesozoikum zu erkennen, so daß die ursprünglich randnähere, nördlichere Position der unterostalpinen Geosynklinale gegenüber der oberostalpinen-kalkalpinen Entwicklung innerhalb der alpinen Geosynklinale sehr klar in Erscheinung tritt. Auch die Tektonik, namentlich in den Radstädter Tauern, beweist in Übereinstimmung mit dem faziellen Befund die Fernüberschiebung des Unterostalpin über das Pennin aus dem Süden, ferner die Überschiebung des Unterostalpin durch das Oberostalpine Deckensystem im Sinne von P. TERMIER und L. KOBER.

Literatur

1. Radstädter Tauern

- Becke, F. u. Uhlig, V.: Erster Bericht über petrographische und geotektonische Untersuchungen im Hochalmmassiv und in den Radstädter Tauern. Sber. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, Bd. 115, Wien 1906, 1695—1739.
- Blattmann, S.: Überblick über die Tektonik der Radstädter Tauern. Zbl. Min. Geol. Pal., 1936, Abt. B, Stuttgart 1936, 47—53.
- Deformationstypus der Radstädter Tauern. Jbu. Geol. B. A., 87, Wien 1937, 207—233.
- Clar, E.: Über Schichtfolge und Bau der südlichen Radstädter Tauern (Hochfeindgebiet). Sber. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, Bd. 146, Wien 1937, 249—316.
- Vom Baustil der Radstädter Tauern. Mitt. Alpenländ. geol. Ver., 32, 1939, Wien 1940, 125—138.
- Frech, F.: Geologie der Radstädter Tauern. Geol. Pal. Abh. v. E. Koken, N. F. 5, H. 1, Jena 1901, 1—66.
- Kober, L.: Das östliche Tauernfenster. Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, Bd. 98, Wien 1922, 201—242.
- Der geologische Aufbau Österreichs. Wien 1938.
- Bau und Entstehung der Alpen, 2. Aufl., Wien 1955.
- Schmidt, W.: Der Bau der westlichen Radstädter Tauern. Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. 99, Wien 1924, 309—339.
- Staub, R.: Der Bau der Alpen. Beitr. Geol. Karte Schweiz, 82, N. F. 52, Bern 1924.
- Stini, J.: Zur technisch-geologischen Kenntnis der Radstädter Tauern. Geol. und Bauwesen, 12, 1940, Wien 1941, 97—175.
- Tollmann, A.: Geologie der Pleisling-Gruppe (Radstädter Tauern). Vh. Geol. B. A. 1956, Wien 1956, 146—164.
- Geologie der Mosermannl-Gruppe (Radstädter Tauern). Jb. Geol. B. A. 101, Wien 1958, H. 1.
- Trauth, F.: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. 1. Teil: Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. 100, Wien 1925, 101—212. 2. Teil: Ebenda, Bd. 101, Wien 1927, 29—65.
- Uhlig, V.: Zweiter Bericht über tektonische Untersuchungen in den Radstädter Tauern. Sber. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. 117, Wien 1908, 1379—1422.

2. Semmering

- Andrusov, D.: Die neuen Auffassungen des Baues der Karpaten. Mitt. Geol. Ges. Wien, 30—31, Jg. 1937—1938, Wien 1939, 157—185.
- Beck, H. u. Vettters, H.: Zur Geologie der Kleinen Karpaten. Beitr. z. Pal. und Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, 16, H. 1 u. 2, Wien, Leipzig 1904, 1—106.
- Cornelius, H. P.: Die Geologie des Mürztalgebietes. Jb. Geol. B. A., Sonderbd. 4, Wien 1952, 1—94.
- Kober, L.: Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 88, Wien 1912, 345—396.

- Geologie der Landschaft um Wien, Wien 1926.
- Kristan, E. u. Tollmann, A.: Zur Geologie des Semmering-Mesozoikums. Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustudenten in Wien, 8, Wien 1957, 75—90.
- Mohr, H.: Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg u. Wechsel. Mitt. Geol. Ges. Wien, 3, Wien 1910, 104—213.
- Versuch einer tektonischen Auflösung des NE-Sporn der Zentralalpen. Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 88, Wien 1912.
- Schmidt, W. J.: Die Geologie des neuen Semmeringtunnel. Dksch. Ak. Wiss. Wien, 109, Wien 1952, 595—654.
- Toula, F.: Geologische Untersuchungen in der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Semmeringgebietes. Dksch. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 50, Wien 1885, 121—185.
- Führer für die Exkursion auf den Semmering. Exk.führ. 9. Int. Geol. Kongr. Wien, 1903. 1—50. Mit Karte.
- Uhlig, V.: Der Deckenbau in den Ostalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, 2, Wien 1909, 462—491.

Eingegangen bei der Schriftleitung am 30. Jänner 1958

Das Mesozoikum der Pleislingdecke

(Pleisling- und Mosermannl-Gruppe, Radstädter Tauern)

Belemniten (h), Crinoiden		~ 15 m Lias f-Dogger a Crinoidenkalk	DOGGER
		~ 120 m Lias Ton- und Kalkschiefer	LIAS
Crinoiden (h) Pentacriniten (h) Belemniten (sa)		~ 80 m Lias kalkmarmor	
Megalodonten, Korallen Korallen, Isocrinus bary.		10 m Dachsteinkalk	RHÄT
		20 m Rhät. Kalk- u. Tonschiefer (Kössener Sch.)	
Cardita sp.		300 m Hauptdolomit	NOR
		50 m Opponitzer Dolomit mit schw. u. grün. Tonschf.	KARN
		10 m Opponitzer Kalk	
Isocrinidae		30 m Tonschiefer mit Lagen v. Lunzer Sandstein, Dol. brekz., Isocrinus kalk	
Rundstielcrinoiden		80 m Partnachdolomit, Tonschiefer- u. Rauhwackelagen	M-O. LADIN
Kleingastropoden (s.s.)		~ 10 m Partnach-Kalk-Öckerdolomitserie	
Bivalven, Diploporen		~ 8 m Wettersteindolomit mit Lurnachelle	
Diplopora annulata Omphalopycha cf. eximia		300 m Wettersteindolomit	U. LADIN
Rundstielcrinoiden		~ 20 m Trochitendolomit	
		20 m Dickbankiger Dolomit	
		10 m Dolomitschlierenkalk mit Hornstein	
Rundstielcrinoiden, Loxonema constrictum		30 m Gutensteiner Bänderkalk (marmor)	ANIS
		10 m Gutensteiner Dolomit u. Brekzie	
		10 m Ton- u. Kalkschiefer (Gutensteiner Basis-schichten)	
		50 m Rauhwacke	
		100 m Lantschfeldquarzit u. Konglomeratlage	(PERMO-) SKYTH
		Quarzphyllit	PALÄOZ.

**DIE MESOZOISCHE SCHICHTFOLGE IM UNTEROSTALPIN
DES SEMMERING UND DER RADSTÄDTER TAUERN**

Das Semmeringmesozoikum im Abschnitt Semmeringpaß-Schottwien

Korallen, Isocrinus cf. bary, Fauna v. Krenthaler A. usw.		~ 20 m Rhät. Kalk und -schiefer	RHÄT
		~ 100 m Bunter Keuper: Serizitschiefer mit Dolomit- u. Quarzitlagen	KEUPER (HÖH. LADIN- -NOR)
		50 m kern. Anhydrit u. Gips	
		? Keuperschiefer	
Diploporen		etw. 10 m Wettersteindolomit	U. LADIN
Kleingastropoden		300 m Muschelkalk-Dolomit	
Algenreste		basale Muschelkalkdolomit-Brekzie Hornsteinknollenkalk	ANIS
Rundstielcrinoiden, Kleingastropoden		20-200 m Gutensteiner (Bänder)kalk (marmor)	
		10 m Gutensteiner Dolomitbrekzie	
		100 m Rauhwacke	
		10 m Rößschiefer (im N sehr mächtig ?)	
		100 m Semmeringquarzit, z.T. konglomeratisch	(PERMO-) SKYTH
		Quarzphyllit u.a.	