

## Intrakretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen.

Von A. Tornquist (Graz).

Seitdem die Geologie der Ostalpen nicht mehr durch die Beschreibung der geographischen Verteilung der am Aufbau beteiligten Gesteine gelöst erschien, haben die Arbeiten der Schule VIKTOR UHLIG's, welche heute vor allem durch KOBER, MOHR, STARK, FURLANI, TRAUTH und W. SCHMIDT vertreten wird, uns mit dem allein unter der Voraussetzung des Deckenbaus lösbaren Verständnis der Hohen Tauern vertraut gemacht. Die kürzlich erschienene Monographie KOBERs, „Das östliche Tauernfenster“, stellt die Resultate dieser erfolgreichen Schule zusammen. Wir befinden uns seither in einer weiteren Phase der Erforschung der östlichen Zentralalpen. UHLIG selbst hat frühzeitig auch auf einen analogen Deckenbau des Floningzuges am Semmering hingewiesen, indem er gleichzeitig auf wesentliche stratigraphische Unterschiede zwischen dem am Radstätter Tauern und am Semmering in kristalline Schiefer eingeschobenen Mesozoikum hingewiesen hat. Das Semmeringgebiet und die anschließenden Züge in Niederösterreich einerseits und im Mürztalgebiet andererseits wurde damit der zweite Ausgangspunkt der Aufklärung der zentralostalpinen Tektonik. Es hat aber durchaus nicht der Auffassung UHLIG's entsprochen, daß hinfort vom Wiederauftauchen der Radstädter Decken am Semmering gesprochen wurde. Um die Klärung der Tektonik des Semmeringgebietes und der Mürztaler Alpen im Sinne der UHLIG'schen Auffassung haben sich dann besonders H. MOHR, KOBER, GAULHOFER und STINY und KOBER und neuerdings SPENGLER verdient gemacht.

Vor kurzem hat W. SCHMIDT<sup>1)</sup> auf Grund eigener Beobachtungen und der vorliegenden älteren Spezialarbeiten versucht, die Tektonik

---

<sup>1)</sup> Zur Phasenfolge im Ostalpenbau. Verh. der geol. Staatsanstalt, Wien 1922, S. 92; und Grauwackenzone und Tauernfenster. Jahrb. der geol. Staatsanstalt, Wien 1921, S. 101.

der Tauern, des Semmering und der zwischen beiden gelegenen gesamten östlichen Zentralalpen einer zusammenfassenden Analyse zu unterziehen. Die nachfolgende Darstellung weicht in wesentlichen Punkten von den Schlußfolgerungen SCHMIDT's ab.

Als Murtaler Alpen, welche die östlich der Hohen Tauern gelegenen Teile der östlichen Zentralalpen umfassen, verstehe ich die Niedern Tauern mit den Schladminger und Wölzer Tauern, die Rottenmanner Tauern, die diesen beiden südlich vorgelagerten Murauer und Sekkauer Alpen, ferner die zu den Norischen Alpen gehörigen Metnitzer und Lavanttaler Alpen und weiter östlich die Eisenerzer Alpen, den Floningzug sowie die Celtischen Alpen mit der Gleimalp und den Fischbacher Alpen<sup>1)</sup>. Sie alle befinden sich beiderseits der Mur und seines Hauptnebenflusses, der Mürz.

Daß in der Tektonik dieses großen Teiles der Zentralalpen eine ältere, „vorgosauische“ Gebirgsbildungsphase und eine unmittelbar auf sie folgende, teilweise sich mit ihr deckende Denudations- und Erosionszeit eine große Rolle spielt, hat UHLIG bereits im Jahre 1909<sup>2)</sup> hervorgehoben. Nach dem Vorgang älterer Autoren haben aber eine Anzahl jüngerer Autoren hiermit die Vorstellung verbunden, daß intrakarbone, varistische Gebirgsbildung vorläge. Auch nachdem ich<sup>3)</sup> den jungen Deckenbau der Murauer und Metnitzer Alpen dargestellt hatte, wollte man nach der älteren Auffassung von E. SUESS noch von gewisser Seite an einer jungpaläozoischen Tektonik dieser Gebiete festhalten, über welche das Oberkarbon von Turrach transgredieren sollte. Diese Auffassung war allerdings von allen jenen Forschern, welche, überzeugt von der Richtigkeit der UHLIG'schen Deckensynthese der östlichen Zentralalpen, seither durch positive Arbeit um die Aufklärung der Tektonik bemüht gewesen sind, wie von KOBER und SCHMIDT längst verlassen worden. Die neuen HOLDHAUSS'schen Beobachtungen im Gebiet von Turrach sind dann aber derart ausgefallen, daß wohl die letzten Zweifler an der jungen Deckentektonik der oberen Murtaler Alpen ihren Widerstand werden aufgeben müssen. Wir sehen heute sehr klar, daß die Züge der ursprünglich auch in den Murtaler Alpen zur Ausbildung gekommenen varistischen Gebirgsbildung durch eine überaus gewaltige kretazisch-tertiäre Gebirgsbildung überarbeitet worden sind, so daß von der ersteren nur noch schwer deutbare Spuren erhalten geblieben sind.

Da die Bezeichnung der ersten alpinen Gebirgsbildungsphase als „vorgosauische“, wie diese Erfahrung gelehrt hat, innerhalb der wesentlich aus altpaläozoischen und archaischen Gesteinen aufgebauten

<sup>1)</sup> Im wesentlichen nach der Nomenklatur von A. BÖHM, Geograph. Abh. I, 3, 1887.

<sup>2)</sup> Der Deckenbau in den Ostalpen. Mitt. der geol. Ges. Wien, 1909, S. 480.

<sup>3)</sup> A. TORNQUIST, Die Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen. Neues Jahrb. f. Min., Geol., Pal. 1916, B.-B. 41, S. 93.

östlichen Zentralalpen leicht zu einer Verwechslung mit der varistischen Gebirgsbildung führt, eine Verwechslung, welcher der Ausdruck „vorgosauisch“ innerhalb der aus mesozoischen und jüngeren Gesteinen aufgebauten Kalkalpen nicht ausgesetzt ist, halte ich es für ratsam, in Zukunft die Gebirgsbildungsphase, für welche in den Kalkalpen die Bezeichnung „vorgosauisch“ gewählt worden ist, innerhalb der Zentralalpen als „intrakretazisch“ zu bezeichnen. Es kann kein Zweifel bestehen, daß neben dieser intrakretazischen Gebirgsbildungsphase auch eine tertiäre besteht, es bestand heute aber keine Klarheit darüber, welches die bedeutendere gewesen ist und welche der festzustellenden Deckenbewegungen intrakretazisch und welche alttertiären Alters ist. W. SCHMIDT ist sich bei der Abfassung seiner oben zitierten Abhandlung offenbar nicht aller vorliegenden Tatsachen bewußt gewesen, als er die Überzeugung aussprach, daß die Intensität der jüngeren Bewegungen eine ungleich bedeutendere gewesen ist. Trotzdem bleibt seine prägnante Schlußfolgerung: „Die Westalpen sind ein Deckengebirge, die Ostalpen ein Falten- bis Deckengebirge aus einem Deckengebirge“ als eine sehr wertvolle Erkenntnis bestehen.

Eine Entscheidung, welche von den beiden alpinen Gebirgsbewegungen, die intrakretazische oder die jungtertiäre, die stärkere gewesen ist, kann heute nicht so leicht gegeben werden, jedenfalls ist nach meiner im folgenden zu gebenden Analyse des Gebirgsbaus die intrakretazische auch eine außerordentlich intensive gewesen. Zunächst handelt es sich darum, beide Phasen innerhalb der Zentralalpen überhaupt sicher zu unterscheiden und das ist bisher nicht gelungen.

Die Schwierigkeiten, welche der Lösung dieses Problems gegenüberstehen, sind ohne Zweifel innerhalb der Zentralalpen erheblich größer als in den Kalkalpen. In den nördlichen Kalkalpen sind auf die Arbeiten von HAHN vor wenigen Jahren die an Subtilität und durchdachter Auffassung der gemachten Beobachtungen vorbildlichen Arbeiten von E. SPENGLER<sup>1)</sup> im Salzkammergut gefolgt. Diese Arbeiten SPENGLERS bringen die von einander zu trennenden intrakretazischen (vorgosauischen) und die alttertiären (nachgosauischen) Deckenschübe in diesem Gebiet zur klaren und unübertrefflichen Darstellung.

Für die Zentralalpen ist eine Unterscheidung dieser beiden Gebirgsbewegungen aus dem Grunde von besonderer Bedeutung, weil der seit TERMIER stets wieder angestrebte Vergleich mit dem Aufbau der Schweizer Zentralalpen nur unter ihrer Berücksichtigung möglich erscheint. Es kann nicht ausdrücklich genug der fundamentale Unter-

<sup>1)</sup> Vor allem: E. SPENGLER, Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. Mitt. der geol. Ges. Wien, 1918, u. a.

schied hervorgehoben werden, daß die Westalpen bisher ausschließlich eine alttertiäre alpine Tektonik erkennen ließen, während die Ostalpen bereits intrakretazisch einen intensiven Zusammenschub erfahren haben, dem dann im Alttertiär eine zweite Bewegung folgte. Wir werden aus diesem Grunde für die Bewegungselemente der intrakretazischen Tektonik der Ostalpen vergeblich nach einem Homologon in den Westalpen suchen und solche ausschließlich bezüglich der alttertiären auffinden können. Jede Analyse des gesamten Bogens der alpinen Zentralalpen hat aus diesem Grunde die Möglichkeit einer strengen Scheidung der intrakretazischen und alttertiären Bildungsphase in den Ostalpen zur Voraussetzung.

Als Grundlage und Ausgangspunkt unserer Betrachtung gehen wir von den Resultaten der UHLIG'schen Schule aus, so wie sie neuerdings von LEOP. KOBER<sup>1)</sup> zusammengefaßt worden sind. Im Tauernfenster unterscheidet KOBER aus dem tiefsten zum höchsten: I. Penninische Decken: 1. Zentralgneise, 2. Schieferhülle. II. Penninisch-ostalpine Mischungszone: Radstädter Decken. III. Ostalpine Decken: 1. ostalpines Grundgebirge, 2. Grauwackenzone, 3. Kalkalpen. Eingehender ist die Aufzählung von Gesteinszonen (Deckenmassen) in der KOBER'schen Arbeit aus dem Jahre 1921. Hier werden über der Radstädter Decke die folgenden Decken (also als ostalpine Decken) ausgeschieden: 4. Quarzphyllite (nördlich und von dort aus westlich der Radstädter Tauern), 5. Altkristallin (in Tirol und Schladminger Alpen), als unterostalpine Deckenmasse bezeichnet, 6. Kristalline Serie (steirische Granatglimmerschiefer und Gneise), 7. Buntschuhmasse und Stangalpe-Karbon, 8. Grauwacken und Kalkalpen als obere ostalpine Decke, 9. Hallstätter und Dachsteindecke als hochostalpine Serie.

Die Aufzählung dieser einzelnen Deckenmassen entspricht ihrer im Gebirge festzustellenden Aufeinanderfolge, jedoch entsteht die Frage ihrer gegenseitigen Gleichwertigkeit. Es wäre verfehlt, die Bedeutung dieser einzelnen Deckenmassen nach der Mächtigkeit ihrer Entwicklung oder ihrer söhlichen Ausbreitung im Gebirge beurteilen zu wollen. Die erstere wechselt bei jeder einzelnen Deckenmasse in so großem Maße, daß wir nicht imstande sind, in ihr einen Maßstab ihrer Wertigkeit zu erblicken und die Ausdehnung des von jeder Deckenmasse bedeckten Gebietes hängt mehr wie von der Mächtigkeit davon ab, ob die Decke noch ihre ursprüngliche wenig geneigte Lagerung bewahrt hat oder später in sich gefaltet wurde oder ob sie in ungefalteter Lagerung nur in steile Stellung aufgerichtet worden

<sup>1)</sup> L. KOBER, Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ostalpinen Zentralzone. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 130. Bd., 1921, S. 375; und L. KOBER, Das östliche Tauernfenster. Denkschr. Akad. Wien, 98. Bd., 1922, S. 201.

ist. In letzterem Fall kann ihre Ausdehnung auf der Erdoberfläche eine recht bescheidene sein. Mit gutem Recht ist eine Wertigkeit der einzelnen Decken aber darin zu erblicken, ob in ihnen jeweils Vertreter der gesamten Formationsfolge vom Altpaläozoikum bzw. vom Grundgebirge bis zum Mesozoikum vorkommen, oder ob nur einzelne Schichtensysteme in ihnen vorhanden sind. Entscheidend für eine Gliederung des gesamten Deckensystems wäre aber, falls es gelingt, Decken von intrakretazischer und andere von alttertiärer Entstehung zu unterscheiden. Wir erhielten sodann für die Zentralalpen das Bild eines älteren Deckenschubes, welcher zur Ausbildung eines intrakretazischen Deckenlandes geführt hat und sehen sodann dieses ältere Deckenland von neuem im Alttertiär, in einzelne Decken zerbrochen, übereinander geschoben.

Es ist klar, daß der jüngere Deckenbau der klarer sichtbare sein muß, da ja bei der jüngeren Deckenbewegung eine starke Störung des älteren Deckengebildes und teilweise auch eine dynamometamorphe Veränderung erfolgt sein muß.

Wir verhelfen den Verhältnissen am besten zum Ausdruck, wenn wir unterscheiden zwischen den großen, sich deutlich in ihrer Ausdehnung zeigenden Jungdecken von alttertiärem Gebirgsschub als solche und zwischen der inneren Struktur dieser Jungdecken, welche ihren Aufbau aus Teilen der Altdecken erhalten haben. Allein Vertreter der ersteren können wir mit den in den Schweizer Alpen festgestellten Decken parallelisieren. Die Untersuchung ergab aber, daß die tatsächlichen Verhältnisse dieser Auffassung nur teilweise entsprechen. Ein weiteres wichtiges Bewegungselement jungen Deckenschubes zeigt sich außerdem noch in der Weise, daß die hangenden Teile der Altdecken wiederum in tertiärer Zeit innerhalb der Decke über ihre Unterlage fortgeschoben worden sind. Zur Entscheidung, ob wir Altdecken eines intrakretazischen Schubes oder ob wir Jungdecken tertiärer Tektonik vor uns haben, kann, im Grunde genommen, nur der Nachweis führen, daß Gesteine der Gosauformation oder der eozänen Nummulitenformation an der Deckenbewegung teilgenommen haben oder ob sie sich in ungleichförmiger oder diskordanter Lagerung über das Deckensystem ausgebreitet vorfinden. Daneben finden wir aber Anzeichen dafür, ob die Bewegung der Decken unter hoher Gesteinsbedeckung erfolgte oder ob sie sich in der Nähe der Oberfläche vollzog. Im ersteren Fall tritt auf den Bewegungsflächen diaphthoritische Gesteinsfazies, im zweiten Fall mylonitische Gesteinsfazies auf. Die gesamte Beurteilung der Sachlage ergibt, daß die Altdecken in den Gesteinszonen, welche heute der Beobachtung noch zugänglich sind, vornehmlich tieferen Deckenteilen mit diaphthoritischer Gesteinsfazies angehören, während wir in den Jungdecken heute die höheren Systeme mit mylonitischer Fazies vorfinden. Auch innerhalb der Gesteinsfolgen, welche besonders der Bewegung ausgesetzt

waren, überwiegt bei den Altdecken die Streckung und Schieferung, bei den Jungdecken die Bruchtektonik. Wir sehen ferner die andernorts normale Tektonik der Altdeckensysteme durch die junge Bewegung gestört und verworren.

Als Jungdecken unterscheiden wir von oben nach unten:

- A. Das Turracher Deckensystem,
- B. Das Murtaler Deckensystem,
- C. Das Radstädter Deckensystem,
- D. Das Deckensystem der Schieferhülle,
- E. Den Zentralgneis-Granit.

Der Aufschub dieser vier Jungdecken erfolgte, wie nachgewiesen werden kann, im Alttertiär. Jede dieser vier Decken enthält Gesteine aus dem Altpaläozoikum bzw. Grundgebirge bis zum Jura; diese Gesteine sind innerhalb jeder Jungdecke unter dem Einfluß der intrakretazischen Deckenbewegung zu einem zur Kreidezeit entstandenen Deckensystem ineinander geschoben. Außerhalb dieser älteren Deckentektonik befindet sich sodann auf den Jungdecken die Gosau und auch alttertiärer Nummulitenkalk. Diese letzteren Gesteine sind durch die jüngere Bewegung der gesamten Jungdecken mitgenommen worden und können samt dem ihnen unterlagernden intrakretazischen Deckensystem durch eine alttertiäre Faltung und auch durch noch jüngere Pressung disloziert sein.

Die nachfolgende Betrachtung hat daher zunächst eine Übereinstimmung in der Struktur, im Grundbau der vier Jungdecken nachzuweisen, dann durch das Verhalten der Gosauschichten und gegebenenfalls jungtertiärer Gesteine innerhalb der Jungdecken das intrakretazische Alter dieses Grundbaus festzustellen. Sodann erst kann die Begrenzung der Jungdecken gegeneinander, ihre alttertiäre Bewegung und die Ausbreitung jeder einzelnen Jungdecke innerhalb des östlichen Zentralalpenzuges besprochen werden.

Ein Vergleich dieser hier aufgeführten vier Jungdecken mit den oben wiedergegebenen, von KOBER unterschiedenen Deckenmassen zeigt, daß eine Anzahl der KOBERSchen Deckenmassen als Jungdecken anzusprechen sind, andere aber als Altdecken lediglich einen Anteil an dem Aufbau dieser Jungdecken nehmen und ihnen keineswegs analog sind.

Solange dieser Unterschied der Jungdecken und der in ihnen auftretenden und zu ihnen vereinten Altdecken nicht vorgenommen war, mußte die Identifizierung der einzelnen Decken auf Schwierigkeiten stoßen und zu grundsätzlichen Irrtümern führen, da die einzelnen Altdecken in den von einander zu trennenden Jungdecken einander recht ähnlich sein können. Die Identifizierung beispielsweise der jeweiligen Triasdecke unter Karbon in der Turracher Decke und in der Murtaler Decke zu einer Einheit mußte naturgemäß zu völliger Verkennung der tatsächlichen Verhältnisse führen. Es mußte auch

die Auffassung einer tektonischen Gleichwertigkeit der sog. älteren Grauwackenzone, welche eine Altdecke im Murtaler Deckensystem darstellt, mit der oberen Grauwackendecke, welche das Gebilde eines jungen Deckenschubes darstellt, zu grundsätzlicher Verkennung Veranlassung geben.

Um einzelne bisherige grundsätzliche Irrtümer anzuführen, sei beispielsweise darauf verwiesen, daß die Identität des Deckensystems von Murau—Metznitz mit dem Turracher, wie es neuerdings von KOBER und auch von HOLDHAUS vorgenommen wurde, trotz eines analogen Aufbaus unzutreffend ist und daß ebensowenig von einer Lage des Semmering-Mesozoikums an der Basis innerhalb der Turracher Decke, so wie es W. SCHMIDT angenommen hat, die Rede sein kann.

#### a) Die Übereinstimmung im Grundbau der Jungdecken.

Als den Grundbau in der Tektonik jeder Jungdecke bezeichne ich die intrakretazische Tektonik derselben, eine spezifische Eigentümlichkeit der Ostalpen, die innerhalb der westlichen Zentralalpen kein Analogon besitzt. Diese Grundtektonik ist nur in vorgosauischen Gesteinen sichtbar. Während der Bewegung der Jungdecken übereinander ist dieser Grundbau dann durch Aufrichtung, Faltung und Pressung in sehr wechselnder Weise von neuem überarbeitet worden, an diesen letzteren Bewegungen hat auch die Gosau und selbst das Alttertiär teilgenommen.

Der Grundbau ist innerhalb der höheren Jungdecken (A und B) am besten erhalten. In den tieferen Jungdecken (C und D) ist der Grundbau stärker überarbeitet worden, da sie während der jüngeren Deckenbewegung erhöhtem Druck durch die überlagernden höheren Decken ausgesetzt gewesen sind. Aus der gleichen Ursache befanden sie sich auch in größerer thermischer Tiefenstufe, welche eine erhöhte Plastizität ihrer Gesteine eine intensivere Umlagerung und stärkere Gesteinsmetamorphose förderte. Außerdem traten in die Schieferhülle (Jungdecke D) auch lakkolithische Aufstiege von Granitmassen ein.

Im Grundbau jeder einzelnen Jungdecke findet sich das folgende Normalprofil mit drei Altdecken:

	Oben
III	{ Zugehörige nord- bzw. südalpine Trias } { Altpaläozoische Kalke und Schiefer }
II	Karbone Schiefergesteine auch Grünschiefer
I	{ Trias der Zentralalpen auch Jura } { Kristallines Grundgebirge }
	Unten

Bei normaler Ausbildung und bei einer durch die Bewegung der Jungdecken nicht zu intensiven Störung beobachten wir innerhalb jeder Jungdecke diesen Vertikalaufbau. Das vorgosauische Alter der

Entstehung dieses Deckensystems läßt sich bei den oberen Jungdecken an der transgressiven und diskordanten Lagerung der Gosau über dasselbe bestimmt erkennen, und daß das Deckensystem postjurassisch, das heißt intrakretazisch entstanden ist, ergibt sich aus der Anteilnahme von (zentralalpiner) Trias und von Jura am Deckenaufbau. Die in diesem Normalprofil zu beobachtende Reihenfolge der einzelnen Gesteinsdecken übereinander, welche bei einzelnen Jungdecken flächenweit zu beobachten ist, weicht so stark von einer normalen gegenseitigen Überlagerung der Gesteine nach ihrem geologischen Alter ab, daß auch hierin ein Deckenaufbau der Jungdecken, die Deckentektonik der intrakretazischen alpinen Gebirgsbewegung mit aller Deutlichkeit zu erkennen ist. Die Gesteine jeder Jungdecke besitzen vorwiegend einen hemikristallinen Typus, unverkennbar nimmt die Kristallinität gleicher Elemente der verschiedenen Jungdecken von der oberen Jungdecke zur unteren Jungdecke zu. Es tritt daneben in den Gesteinen eine teilweise intrakretazische, teilweise alttertiäre Diaphthorese auf, deren Entstehung den beiden Gebirgsbildungsphasen zeitlich entspricht. Die stärkste Störung des Normalprofils ist dort ausgebildet, wo die alttertiären Deckenschübe sie am intensivsten überarbeitet haben, das heißt an der Basis und in der First. Die hangendste Altdecke, diejenige der altpaläozoischen Kalke und Schiefer, erscheint vielerorts vermischt mit den höchsten Gesteinen der nächst tieferen Altdecke.

In bestimmten Regionen der östlichen Zentralalpen ist dieses oben angegebene Normalprofil auch primär nicht in ganzer Vollständigkeit zur Ausbildung gekommen. Darin können wir eine Differenzierung des die intrakretazischen Decken liefernden varistischen Gebirges erblicken. Abgesehen von dem Schwanken in der Mächtigkeit innerhalb der gleichen Altdecke, kann auch regional beschränkt die eine oder andere Teildecke fehlen, was beispielsweise innerhalb des südöstlichen Teiles der Zentralalpen, im Grazer Gebirge, der Fall ist.

### A. Das Turracher Deckensystem.

Innerhalb des Turracher Deckensystems und innerhalb des Murtaler Deckensystems läßt sich dieses Normalprofil sehr deutlich heute noch über weite Gebirgstteile verfolgen. Innerhalb der Radstädter Decke (C) ist es stark verschuppt und in den Zentralmassiven hochmetamorph und zugleich stark verdrückt bis zur Unkenntlichkeit.

Den Aufbau des Turracher Deckensystems hat HOLDHAUS<sup>1)</sup> in Kärnten untersucht. Die Struktur des Nordrandes dieser Decke habe

<sup>1)</sup> Über den geologischen Bau des Königstuhlgebietes in Kärnten. Mitt. der geol. Ges. Wien, 14. Bd., 1922, S. 85.

ich in Steiermark in der Paal südlich Stadl a. d. Mur beschrieben<sup>1)</sup>. Über Gesteinen der Murtaler Decke, welche namentlich als diaphthoritische Abwandlungen der karbonen Schiefer und Grünschiefer den letzteren angehören, stellenweise anscheinend auch bereits dem Kristallin der Murtaldecke, dem Granatglimmerschiefer, angehören, beginnt die Turracher Decke mit dem leicht erkennbaren, biotitführenden, braunen Buntschuhgneis. Die Grenze der beiden Jungdecken ist besonders an den Gehängen der Paal von mir genauer beschrieben worden, sie zeigt dort eine mächtige Lage diaphthoritischer Quarzgesteine, die den im oberen Murtal verbreiteten Granatglimmerschiefer überlagern, welcher letzterer dort gegen seine obere Grenze hin ebenfalls stark diaphthorisiert erscheint, indem er eine spätere, der Überschiebungsfäche der Turracher Decke gleich gerichtete Verschiebung erfahren hat und unter dieser in bedeutender Mächtigkeit klein gefaltet ist. Ich habe die verschieferten Granatglimmerschiefer und die Quarzite auch erheblich nördlich der heutigen gen Nord gerichteten Stirn der Turracher Decke, auf der nördlich der Mur gelegenen Payerhöhe nachweisen können. In den Quarziten und Quarzitschiefern unter dem Buntschuhgneis konnte ich durch die Begehung des Höhenzuges Frauenalpe—Ackerlhöhe—Prankerhöhe mit Sicherheit die Auswalzung der Frauenalpescholle, eines Gliedes der Murtaler Decke, nachweisen<sup>2)</sup>. HOLDHAUS vergleicht die diaphthoritischen Quarzitschiefer im Loibengraben in Kärnten mit der Ausbildung der Katschbergschiefer, welche an völlig abweichender Stellung des Deckensystems, nämlich zwischen Radstädter Decke und Murtaler Decke, auftreten, aber dort ebenfalls diaphthoritischer Entstehung sind. Im Loibengraben befindet sich der Buntschuhgneis lokal in Form von Schubspänen inmitten des Granatglimmerschiefers, aber am Nordrand der Turracher Decke kann er, vom Kiepreingrat zum Reißeck aus gegen Osten, das Turracher Tal unterhalb Turrach verquerend, bis zum Leckenschober und bis in die obere Paal verfolgt werden. Auch auf dem Hühnerleitnock konnte ich ihn als das Hangende der auf dem Pirckeck anstehenden diaphthoritischen Granatglimmerschiefer wiederauffinden. Im Hangenden der Buntschuhgneis stellt sich sodann eine in ihrer Mächtigkeit stark schwankende Decke von Triasgesteinen ein, nach HOLDHAUS an der Eisentalerhöhe und im Kremsgraben durch Serizitschiefer gegen jene begrenzt. HOLDHAUS hat durch zahlreiche Fossilfunde vom Abfall der Eisentalerhöhe gegen den Loibengraben ein Triasprofil vom Muschelkalk über Wetterstein-

<sup>1)</sup> TORNUST, Die westliche Fortsetzung des Murauer Deckensystems usw. Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 126. Bd., S. 155.

<sup>2)</sup> Siehe meine vorzitierte Abhandlung. Die Annahme KOBERS, daß die Quarzphyllite der Frauenalpescholle ein seitliches Äquivalent des Buntschuhgneises wären, stimmt nicht.

kalk bis zum Rhät beschrieben. Die Fazies der Trias entspricht dabei weniger der Fazies der Gailtaler Alpen und des nördlichen Karawankenzuges als derjenigen der mittleren Karawanken, so ist der unterste Muschelkalk nicht als Guttensteiner Kalk, sondern dolomitisch ausgebildet, auch ist der obere Muschelkalk nicht wie im nördlichsten Triaszug der Karawanken, nördlich Eisenkappel, in der Fazies der Raiflinger Kalke ausgebildet. Unter dem Raibler Tonschieferniveau ist ebensowenig der Erz führende Kalk der Gailtaler Alpen und der Petzen—Obirkette der Karawanken ausgebildet, sondern ein Dolomit, wie er in der zweiten Triaszone der Karawanken, in der Koschuta—Uschowa-Zone auftritt. Gegenüber dem Triasprofil in den Karawanken und in den Gailtaler Alpen zeigt dasjenige der Turracher Trias eine stärkere Metamorphose, welche sich besonders in der Phyllitisierung der im Süden meist weichen Tonschiefer des Raibler Horizontes bemerkbar macht.

Am Nordrand der Turracher Decke geht die Mächtigkeit der Triasdecke stark zurück. Ich konnte am Hansen Nock nur vereinzelte, hier vererzte Kalk- und Dolomitlinsen von allerdings erheblicher Ausdehnung beschreiben. Auch im Profil Kielprein—Reißeck ist die Triasdecke nur noch in Fetzen zwischen den Turracher Karbonkonglomeraten im Hangenden und Buntschuhgneis enthalten. Auch dort sind die Kalke vererzt und die alten Baue im Steinbachgraben bei Turrach und im Wurmstein auf der Fladnitz sind auf Erze im Triaskalk gegangen. Am Wurmstein tritt wie in den Gailtaler Alpen Bleiglanz auf. Sonst ist meist ein reiner, völlig arsen- und kupferfreier Pyrit ausgebildet, dessen Verwitterungsprodukt, einem teils festen, teils lehmigen, sehr reinen Brauneisenstein, welcher am Hansen Nock einen bis 120 m unter der Oberfläche reichenden eisernen Hut bildet, der alte Turracher Eisenerzbergbau nachgegangen ist<sup>1)</sup>.

Innerhalb der Jungdecke von Turrach folgt als unmittelbar Hangendes eine teilweise schiefrig-sandige, in ihrer größten Mächtigkeit aber konglomeratische Schichtenfolge von Oberkarbongesteinen, denen auf der Werchzirmalpe und auf der Turracher Höhe auch Anthrazitlinsen und auf der Stangalpe pflanzenführende Sandsteine und Tonschiefer eingeschaltet sind. Hangende Gesteine sind im Turracher Gebiet nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Es verdient zwar Erwähnung, daß in der geologischen Sammlung der technischen Hochschule zu Graz eine größere Serie von rot gefärbten Konglomeraten aufgehoben wird, welche Herr Hofrat RUMPF im Jahre 1908 als Findlinge auf der Werchzirmalpe gesammelt hat und deren Zugehörigkeit zu den karbonischen Konglomeraten sehr fraglich erscheint. Während die karbonischen Konglomerate vorwiegend aus Quarz bestehen, aber

<sup>1)</sup> Dieser Cu- und As-freie Brauneisenstein hat früher den reinsten und besten steirischen Stahl geliefert.

aber auch serizitführenden Quarzit, grünliche Tonschiefer, Glimmerschiefer, Granitgneis führen, treten in diesen Findlingen feinkörnige rote glimmerige Sandsteine vom Habitus der Werfener Sandsteine, dichte, feinkörnige rote Kalke, graue, dichte Kalke, tiefschwarze Hornsteine, plasmagrüne Quarzite teils als flache abgerundete Geschiebe, die Kalke dagegen in wenig abgerundeten, mehr kantigen Geröllen auf. Die Grundmasse dieser Konglomerate ist tonig-sandig und meist dunkelrot, seltener braun gefärbt. Die größten Gerölle erreichen eine Länge von 10 cm. Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die in den Konglomeraten enthaltenen Gesteine aus einem aus Silur-Devonschichten aufgebauten Gebirge wie die Karnischen Alpen stammen, oder ob sie aus dem Triasgebirge stammen. Entscheidende Fossilien sind keine zu entdecken. Die nicht seltenen roten Sandsteine und dichten, roten, durchaus nicht kristallinen Kalke besitzen allerdings Triascharakter. Im letzteren Fall könnte es sich um Gosaukonglomerate handeln, ich halte diese Möglichkeit aber für sehr unwahrscheinlich. Weitere Nachforschungen auf der Werchzirmalpe sind wünschenswert. Die Ausbildung dieses Teiles der Turracher Decke ist im gesamten Gebiet von Turrach und in den Nocks im Süden bis heute noch nicht gründlich untersucht worden. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß dieser südlich der Murtalstrecke Stadl—Kendlbruck gelegene Teil der Turracher Decke rings von Gesteinen der Murtaldecke umgeben ist und keine direkte Fortsetzung hat, er bildet eine tektonische Klippe. Auch die 50 km östlich Turrach bei Althofen—Eberstein oder die im unteren Gurktal auftretenden Triasinseln gehören keineswegs der Turracher Decke an. Ihre Lagerung auf Gesteinen der Murtaldecke ist eine völlig andere. Es tritt dort weder Buntschuhgneis an der Basis der Trias noch auch Oberkarbon als Dach der Trias auf. Auch die Fazies der Trias weicht sehr wesentlich von derjenigen der Turracher Trias ab, wir kommen darauf zurück.

Auch noch weiter im Osten ist kein Rest der Turracher Decke bisher mit Sicherheit zu erkennen. Ich erwähne, daß W. SCHMIDT neuerdings<sup>1)</sup> Grobgnese der Sekkauer Alpen als vielleicht über dem Murtaler Kristallin liegend anführt, diese sollen bestimmten Grobgneseisen im Mürztal entsprechen. Einzelprofile und eine detaillierte überzeugende Profilaufnahme fehlt in den Sekkauer Alpen. Man kann auf die Resultate einer Detailuntersuchung gespannt sein; wie weiter unten ausgeführt wird, teile ich diese Auffassung nicht.

Trotz dieser isolierten Lage der Turracher Decke inmitten der Murtaler Decke haben wir doch Anhaltspunkte dafür, daß sie einst einen großen Teil der Murtaler Decke überlagert haben muß. Es

<sup>1)</sup> W. SCHMIDT, Grauwackenzone und Tauernfenster. Jahrb. d. geol. Staatsanstalt, 31. Bd. 1921, S. 101.

wurde schon der diaphthoritischen Gipfelgesteine auf der Payeralpe auf dem Lasaberg nördlich der Mur gedacht und im verfloßenen Jahr gelang es mir<sup>1)</sup>, wenigstens das basale Kristallin der einst vorhanden gewesenen Turracher Decke, den Buntschuhgneis, bis in die südlichen Teile der Niedern Tauern, auf der Preberspitze und auf dem Grat zum Roteck festzustellen. Dort befinden wir uns ca. 45 km nördlich des Südendes der Klippe der Turracher Decke im Nockgebiet südlich Turrach. Ob es ebenfalls noch gelingen wird, Teile von ihr gegen Süden dem Wöllauer Nock und dem Garlitz zu aufzufinden, steht dahin. Entsprechend ihrem Verhalten in der Turracher Decke selbst wird ihre Trias und wohl auch das Oberkarbon gegen Süden an Mächtigkeit zunehmen und an Metamorphose abnehmen. Innerhalb des Karawankenzuges könnten wir die Gesteine der Turracher Decke nur mit dem zweiten Triaszug der Karawanken vergleichen, welcher südlich Eisenkappel gelegen ist und hier gegen Süden unter oberkarbone Sandsteine, Konglomerate und Kalke einfällt, vor seinem Nordflügel aber einen Liegendzug von Tonalit überlagert, welcher sowohl in seiner Biotitführung als in seinem Plagioklasgehalt an den Buntschuhgneis erinnert. Wie wir sahen, bestätigt die fazielle Ausbildung der Trias eine solche Bezugnahme.

Der von HOLDHAUS angeführte Vergleich des Profils der Turracher Decke mit den Profilen in Tirol und in den Mürztaler Alpen ist nicht zutreffend. Wir werden sehen, daß die ähnlichen Profile im Mürztal der Murtaldecke beziehungsweise ihrem Äquivalent in Tirol zuzurechnen sind und nur dadurch eine Übereinstimmung erscheint, daß auch diese Decke aus ähnlichen intrakretazischen Decken ausgebildet ist, wie die Turracher Decke. Im Osten sind bisher keine Teile der Turracher Decke bekannt geworden, während im Westen nur die äußerste Fortsetzung der Karawankenkette Koschutta—Uschowa, die lang hingezogene und in Gneis eingeklemmte „Kalksteiner Scholle“ des Hochpustertales vielleicht als hierher gehörig zu bezeichnen ist. Nach der Darstellung von M. FURLANI<sup>2)</sup> bildet der Helmzug zwischen Sillian und Sexten einen Fächer, so daß das Einfallen des nördlich von ihm gelegenen Kalksteiner Zuges normal in Süd genau so wie in den beiden Nordketten der Karawanken gerichtet ist, während das Gebirge südlich des Helm, den Steiner Alpen im Süden der beiden Karawankenketten entsprechend in Nord gerichtet ist. Südlich des Helm ist auch genau so wie in den Steiner Alpen die julische oder süd-tiroler Triasfazies vorhanden. In der stark verpreßten Kalksteiner Scholle zeigt sich die Triasfazies nur undeutlich. Die Kalksteiner

<sup>1)</sup> Ein Fenster des Tauerndeckensystems inmitten der Murauer Granatglimmerschieferdecke südlich des Preber. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien, I, 130. Bd., 1921, S. 329.

<sup>2)</sup> Der Drauzug im Hochpustertal. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, 5. Bd., 1912, S. 252.

Scholle soll nach FURLANI der Maulser Triasscholle entsprechen. Äquivalente der Turracher Decke innerhalb der nördlichen Kalkalpen sind nicht mit Sicherheit festzustellen. Es kommen nur die auf der hochostalpinen Kalkalpendecke der Rax nach AMPFERER gelegenen Reste Schnee-Alpe—Gahns als solche in Betracht. Man vgl. Fig. 2 und Seite 3 in O. AMPFERER: Geol. Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen in Denkschrift. der Akad. Wien, math.-naturw. Kl., 96. Bd., 1918.

## B. Das Murtaler Deckensystem.

Innerhalb des Murtaler Deckensystems läßt sich das innerhalb des Turracher Deckensystems festgestellte Normalprofil besonders deutlich in den Mürztaler Alpen erkennen, wo die einzelnen intrakretazischen Decken dieses Systems durch späteren Druck aufgerichtet und in steiler Stellung auf verhältnismäßig engem Raum nebeneinander auftreten.

Kürzlich hat E. SPENGLER<sup>1)</sup> ein besonders instruktives Profil durch dieses Deckensystem zwischen Thörl und St. Ilgen unweit Aflenz beschrieben, von welchem ausgegangen werden soll. Dieses Profil zeigt uns das für alle Jungdecken geltende Normalprofil, so wie es auf S. 116 aufgeführt ist, in ausgezeichneter Klarheit innerhalb des Murtaler Deckensystems, der Murtaler Jungdecke. Die kristalline Basis bilden südlich Thörl vergneiste Granatglimmerschiefer, auf welche sich mit steilem Einfallen in Nord eine ca. 200 m mächtige Quarzitzerie legt. Einzelne Bänke dieses Quarzits besitzen noch die für die Werfener Schichten charakteristische Rotfärbung. Das Hangende bilden vom südlichen Mundloch der Landesbahn bei Thörl bis hinter die Ruine Schachenstein, am Nordufer des Stübmingtales, Triaskalke. Bei einer Begehung des Profiles fand ich vor dem genannten Tunnelportal die Grenzbildungen zwischen dem Werfener und Muschelkalk-Horizont in besonders interessanter Ausbildung aufgeschlossen. Die hier in dem hangendsten Horizont der Werfener auftretenden sandigen Tone sind stark phyllitisiert, trotzdem ist in ihnen noch deutlich die Rauchwackenbildung des aus diesem Horizont ausgelaugten Gips- und Salzhorizontes wahrzunehmen<sup>2)</sup>. Die darüber folgenden tiefen Muschelkalke sind in der Fazies der Dadocrinus-Mergelplatten ausgebildet, ohne daß Fossilien selbst aber erhalten wären. Ein Zweifel, daß der oberhalb Thörl durchziehende Kalkhorizont der Trias angehört, kann demnach nicht bestehen. SPENGLER schätzt die Gesamt-

<sup>1)</sup> Zur Tektonik des obersteirischen Karbonzuges bei Thörl und Turnau. Jahrb. d. geol. Staatsanstalt Wien, 70. Bd., 1920, S. 235.

<sup>2)</sup> Im weiteren Streichen gegen Ost sind auch stellenweise noch Gips-linsen selbst erhalten.

mächtigkeit der Triaskalke hier nur auf 200 m. Es folgt im Hangenden eine zwar in sich gefaltete, aber sehr mächtige Schichtenfolge von Oberkarbon, zunächst graphitische Serizitschiefer, in welche sich allmählich häufiger konglomeratische Einlagerungen einstellen. Das oberkarbonische Alter dieser Phyllite ist durch die von STUR<sup>1)</sup> beschriebene Flora aus dem gleichen Horizont und der gleichen Decke von der Wurm alpe im Preßnitzgraben bei Kaisersberg westlich St. Michael sichergestellt. Gegen Zwain zu gehen diese Schiefer allmählich in Phyllite über, von SPENGLER Grauwackenphyllit genannt. Es sind das Gesteine, welche bereits H. MOHR<sup>2)</sup> in den ähnlichen Profilen des Semmering als Silbersberggrauwacken bezeichnet und ihre stratigraphische Verknüpfung mit den echten Phylliten und Tonschiefern des Karbonzuges hervorgehoben hat. Derselbe Autor hat neuerdings von diesem Gestein vom Vöstenhof bei Ternitz auf der Nordseite des Semmering auf Grund einer mikroskopischen Untersuchung eine genaue Beschreibung gegeben<sup>3)</sup>. Auf den Höhen östlich oberhalb Znaim besteht dieser Horizont aus einem mit reichen Serizithäutchen versehenen Serizitquarzphyllit, petrographisch ähnlich vielen diaphthoritischen Serizitquarzphylliten der östlichen Zentralalpen von teilweise völlig anderer stratigraphischer und tektonischer Stellung, so beispielsweise dem Ennstalphyllit, ferner Phylliten, welche bei Murau auf den Deckengrenzen auftreten, den Katschbergphylliten usw., also Gesteinen, deren Diaphthorose auf Ebenen einstiger Deckenschübe entstand. Aus karbonischen Konglomeratschiefern entstand Silbersberggrauwacke und aus karbonischen Tonschiefern Silbersbergphyllit. Gegen Aflenz zu treten in dieser Decke karbonischer Phyllite, Grünsteine und Grünschiefer auf, indem beim Wappensteinhammer Kalkbänke sichtbar sind; es sind das die auch andernorts in der Murtaldecke so verbreiteten hemimetamorphen Diabastuffe und Diabasstöcke mit zerdrückten, zerbrochenen mikrokristallinen Elementen<sup>4)</sup>. Die Mächtigkeit und auch der Anteil, den diese Grünsteine am Aufbau der karbonen Decke nehmen, schwankt innerhalb der Murtaldecke außerordentlich, was bei der effusiven Natur dieser Gesteine kein Wunder nimmt.

Der starke Anteil, den Grünschiefer am Aufbau der östlichen Zentralalpen nehmen, war bereits frühzeitig aufgefallen und HÖFER<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Wien, 1883, S. 189.

<sup>2)</sup> Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitteil. d. geol. Ges. Wien, 3. Bd., 1910, S. 119ff.

<sup>3)</sup> H. MOHR, Das Gebirge um Vöstenhof usw. Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien, 98. Bd., 1922.

<sup>4)</sup> SCHARIZER in TORNQUIST: Die Deckentektonik der Murauer und Metnitzner Alpen. S. obiges Zitat S. 115 u. 116.

<sup>5)</sup> Die geologischen Verhältnisse der St. Pauler Berge in Kärnten. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 103. Bd., 1894, S. 470.

hat ihre Verknüpfung mit fossilführenden Karbonschiefern in Kärnten bereits im Jahre 1894 hervorgehoben.

Graphitschiefer, Konglomerate und Grünschiefer gehören also einer oberkarbonischen Altdecke an, welche innerhalb der Murtaler Jungdecke über der Trias-Altdecke gelegen ist. Im Zuge dieser Karbonphyllite vom Semmering—Leoben bis ins Paltental werden in ihnen eingelagert auch Kalk- und Dolomitlinsen beobachtet, welche wiederum in wechselndem Ausmaß metasomatisch in Magnesit umgewandelt sind. Weitaus am ausgiebigsten ist das am Sattler Kogl in der Veitsch der Fall. Diese Kalke werden meist ebenfalls als karbonisch angesehen, die von KOCH in dem Veitsch-Magnesitabbau gefundenen Karbonbrachiopoden treten aber lediglich im Phyllit auf.

Die Silbersbergphyllite und Silbersberggrauwacken stellen die hangendste, diaphthoritisch abgeänderte Fazies dieser karbonischen Phyllite dar. MOHR hat schon im Jahre 1910<sup>1)</sup> mit gutem Recht dieser Anschauung Rechnung getragen, indem er in diesen Horizont eine Deckengrenze verlegt. Trotzdem die Bedeutung der durch diesen diaphthoritischen Horizont angezeigten Deckenbewegung von REDLICH bezweifelt worden ist, so besteht die Auffassung MOHRs zweifellos zu Recht und ist durch den Nachweis des Auftretens von Gneisen und Amphiboliten, welche der gleiche Autor<sup>2)</sup> kürzlich von Vöstenhof bei Ternitz im Hangenden der Silbersbergphyllite beschrieben hat, heute als zutreffend erwiesen. In dem vorher besprochenen Profil Thörl—Zwain—St. Ilgen bilden Quarzphyllite das Hangende der dortigen Silbersbergserie, sie sind auch nach der Darstellung SPENGLERS von diesem nicht zu trennen.

Über ihnen breitet sich vom Semmering bis Thörl und am ganzen Südrand der Ennstaler Kalkalpen bis gegen Admont die höchste und tektonisch weitaus am kompliziertesten gebaute Teildecke des Murtaler Deckensystems aus. Wir sehen die Blasseneckserie, eine Folge permischer, gepreßter Quarzkeratophyre (sog. Blasseneckgneis der älteren Autoren), Quarzphyllite, Quarzitschiefer, Konglomerate (Ranachkonglomerate teils permischen, teils offenbar höheren Alters, da aus der tiefer gelegenen Decke oberkarboner Schiefer stammend), und in alle diese Gesteine eingeschoben, teilweise eingewalzt (in mylonitischer Beschaffenheit auch als tektonische Konglomerate, Saubergkalke) oder in riesigen Bergmassiven in ihnen eingeschlossen altpaläozoische (devonische) Kalke, welche in wechselndem Ausmaß metasomatisch in Ankerit und Siderit umgewandelt worden sind. In anderen Teilen der Murtaler Decke zeigt es sich, daß diese altpaläozoischen Kalke ursprünglich als regelmäßige Altdecke als Hangendes über der Decke oberkarbonischer Schiefergesteine erscheinen und diesen als höchste

<sup>1)</sup> Vgl. obiges Zitat S. 140 bei MOHR.

<sup>2)</sup> Vgl. die auf S. 123 zitierte Abhandlung.

Altdecke der Murtaler Decke aufgeschoben sind, in einem Relief in ihnen dürfte dann die Kalkalpen-Trias zugleich diskordant aufgelagert gewesen sein. Vom Semmering bis Admont erscheint alles in einer Mischzone, in welcher die Gesteine der hangenden Decke, das sind die Quarzkeratophyre, bunte Schiefer wohl meist permisch prävalieren, mit denen zusammen also außer den altpaläozoischen Kalken und Schiefergesteinen auch Quarzitschieferkonglomerate und Quarzphyllite aus der tieferen Murtaler Decke zusammen auftreten. Wir werden später Beweise dafür erbringen, daß die Entstehung dieser Mischungszone und der Schub dieser hangenden Decke der Blasseneckserie mit dem hangenden Mesozoikum der südlichsten Zone der nördlichen Kalkalpen eine postgosauische, d. h. alttertiäre ist. Von jeher ist das Durchstreichen der Blasseneckserie in den Ostalpen als die Grenze zwischen Nord- und Zentralalpen angesprochen worden. Wir erkennen in ihr die durch einen alttertiären Nachschub mylonitisch zerstörte und vermischte oberste Altdecke der Murtaler Decke.

Der aus den oberkarbonischen Gesteinen aufgebaute Teil des Murtaler Deckensystems wird in der jüngeren alpinen Literatur allgemein als die untere Grauwackenzone, die Zone der altpaläozoischen Kalke darüber und die Mischungszone als die obere Grauwackendecke bezeichnet. Die Murtaler Decke setzt nach Osten nahezu das gesamte, den nördlichen Kalkalpen vorgelagerte Schiefergebirge zusammen. Die vortreffliche Übersichtskarte, welche H. MOHR seiner zusammenfassenden Abhandlung „Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostsporns der Zentralalpen“ (Denkschr. der Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 1912) beigegeben hat, läßt dies am besten erkennen<sup>1)</sup>. Eine Abweichung vom Normalen ist im Semmeringgebiet besonders darin zu erblicken, daß südlich der normalen Grenze des Kristallinen gegen die beschriebene zentralalpine Trias und den wiederum über diesen auftretenden Karbongesteinen ein oder mehrere Parallelzüge in das Kristallin eingeschobener Triaskeile, teilweise von bedeutender streichender Ausdehnung — die inneren Triaszonon — auftreten. Wichtiger ist aber folgendes: Im Wechselmassiv taucht unter dem Kristallin dieses Teiles des Murtaler Deckensystems ein tieferes Gebirgsstück als „Fenster“ auf. H. MOHR hat dieses Gebirgsstück auf seiner Übersichtskarte umgrenzt und als Wechselcarapace benannt und seine Gesteine beschrieben. Wir kommen darauf zurück und zwar bei der Besprechung der unter dem Murtaler Deckensystem befindlichen Jungdecke. Die MOHRsche Karte läßt auch deutlich erkennen, daß die zur Murdecke gehörige Gesteinsfolge im Gebirgstheil des Mürztaler—Semmeringzuges in mehrfacher Wiederholung hintereinander auftritt, es sind die Bänder des Mesozoikums in mehreren

<sup>1)</sup> Auf dieser Karte ist die zwischen dem Kristallin und dem Oberkarbon eingeschobene Trias westlich Mürzschlag nicht vollständig ausgeschieden worden.

parallelen Zügen entwickelt. Diese Verschuppung gibt beispielsweise das Profil 12 am Westgehänge des Schottwiener Kessels wieder, welches MOHR auf S. 185 seiner „Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone usw.“ 1910 publizierte. Diese Verschuppung der Murtaler Decke ist auf besonders intensiven Gebirgsdruck ebenso wie die beschriebene Steilstellung der Elemente der Murtaler Decke bei Thörl und in diesem Gebirgsstück überhaupt zurückzuführen und dürfte eine junge, alttertiäre, in geringerem Maße auch eine jüngere Bewegung sein.

Südlich der Mürztaler Alpen wird auch das gesamte Grazer paläozoische Gebirge durch die Elemente des Murtaler Deckensystems aufgebaut. Unmittelbar im Norden des Rennfeldes, östlich Bruck a. M., haben GAULHOFER und STINY<sup>1)</sup> noch die Gesteinsgruppen der Mürztaler Entwicklung der Murtaler Decke nachweisen können. In dem unteren Teil des dort vorhandenen Stanzer Tales treten im Norden Gneise mit eingelagerten Amphiboliten als Grundgebirge, auf ihnen eine Serie diaphthoritischer Serizitschiefer, sodann Triasgesteine (Werfener Quarzite und phyllitisierte Werfener Sandsteine mit dem Gipslager gegen Triaskalke, nach GAULHOFER und STINY auch Jurakalke und Marmore) auf, auf welche sich im Osten eine breite Zone karbonischer Schiefer mit Grünschiefern und Kalklinsen legt. Weiter südlich gegen den Serkogel wiederholt sich diese Schichtenfolge noch einmal. Das Deckensystem ist hier wie im oberen Mürztal wieder in mehrere Teildecken, stellenweise in kleine Schuppen zerteilt. Südlich des Rennfeldes bis zum Schöckl und bis Voitsberg—Köflach ist bisher der Nachweis der Triasdecke zwischen kristallinem Grundgebirge der Murtaler Decke und der Oberkarbon-Decke noch nicht gelungen, aber durchaus nicht ausgeschlossen. Über weite Gebiete scheint sie zu fehlen und im südlichsten Anteil ist sogar ziemlich sicher eine Abweichung von der normalen Entwicklung des Deckensystems vorhanden. Am südlichen Rand des Grazer paläozoischen Gebirges ist der Schöcklkalk (von PENECKE vorläufig mit Recht als silurisch angesprochen) entgegen allen anderen Darstellungen an seinem Südfuß auf Granatglimmerschiefer, unter seinem Nordrand aber auf karbonische, teils konglomeratische, teils sandige Schiefer aufgeschoben. Es kann hier nicht näher auf die noch durchaus nicht geklärte Einzeltektonik dieses nördlich und westlich von Graz gelegenen großen Gebirgsstückes eingegangen werden, jedenfalls trifft für seinen nördlichsten Abschnitt, für das Gebiet der Umgebung des Hochlantsches, die von MOHR in seiner bereits oben erwähnten Karte des Nordostspornes der Zentralalpen wiedergegebene Auffassung zu, daß wir die dort weitverbreitete und hohe Gebirgsstöcke zusammensetzende Masse altpaläozoischer Kalke als obere Grauwackenzone aufzufassen haben,

<sup>1)</sup> Die geologischen Verhältnisse am Ostende des Karbonzuges Bruck a. M.—Graschnitzgraben. Verh. d. geol. Reichsanstalt, 1913, S. 397.

das heißt, daß in ihnen die oberste Altdecke der Murtaler Jungdecke noch im Zusammenhang vorliegt. Sie ist dort nicht mit Schiefern und Blasseneckgesteinen vermischt, die altpaläozoischen Kalke sind dort nicht wie am Erzberg am Südfuß der nördlichen Kalkalpen mit permischen und triadischen Gesteinen der besprochenen Mischungs-zonen vermengt. Unter der Masse der altpaläozoischen Kalke lagert im nördlichen und im mittleren Teil des Grazer Anteils der Murtaler Decke sodann, auch hier als untere Grauwackenzone benannt, die Serie der oberkarbonen Phyllite mit eingeschobenen Magnesitkalken und der Grünschieferkomplex.

Eine flächenweite Ausbreitung erhalten die einzelnen Altdecken der Murtaler Jungdecke sodann in dem Gebirge zwischen Ennstal und Murtal, das kristalline Grundgebirge dieser Decke ferner in den Norischen Alpen südlich des Murtales bis zur Drau und bis zum Karawanken—Gailtaler Alpen Nordrand. Diese weite horizontale Verbreitung der Murtaler Decke als ganzes und ihrer einzelnen Altdecken ist auf die in diesem weiten Gebiet vorhandene söhliche Lagerung der Deckenteile, im Gegensatz zu ihrer Steilstellung und Verschuppung im Mürzgebiet, zurückzuführen. Die STURsche Karte von Steiermark zeigt, daß das Kristallin als ausgezeichnet charakterisierter Granatglimmerschiefer mit eingelagerten Amphiboliten und Pegmatit-Einschüben und weithin ziehenden Marmorbänken und ferner der liegende Gneis, in dem stellenweise noch die gleichen Einlagerungen auftreten und welcher daher nur als eine höher metamorphe Abwandlung des Glimmerschiefers aufzufassen ist und auch Aplit- und Turmalinpegmatit-Injektionen aufweist, die größte flächenförmige Ausdehnung besitzt. Über diesem Kristallin folgen stellenweise Kalke, deren Alter bisher nicht festgestellt werden konnte, in denen aber Mesozoikum zu erwarten ist, und sodann eine breite Zone von Ton-schiefer-Phylliten (oberkarbonen), über denen, dem Südrand der Ennstaler Kalkalpen vorgelagert, die Mischungszone (obere Grauwackenzone), welche Blasseneckgesteine mit diesen tektonisch eingeschobene altpaläozoische, vielfach sideritische Kalke, in wenig ausgedehnten Linsen, stellenweise am steirischen Erzberg und am Vordernberger Reichenstein, aber auch zu mächtigen Gebirgsmassiven anwachsend neben Schiefern eingeschlossen enthalten. Diese Zone der Blasseneck-Porphyroide mit den altpaläozoischen Kalken streicht stets im Osten des Liesing—Paltentales zur Enns, ohne es selbst zu überschreiten, oder auch selbst zu erreichen. Am nächsten kommt diese Zone dem Liesingtal bei Kammer und dem Paltental auf dem Dürnschöberl, östlich oberhalb Selztal, dessen Gipfel von sogenannten Saubergkalken, Flaserkalken, wie sie östlich des steirischen Erzberges an der Basis der Porphyroidzone ausgebildet sind, besteht. Die untere Grauwackenzone läßt sich auch hier in eine phyllitische Serizitschieferzone, die in diesem Zuge an graphitisierten Anthraziten und reinen

Graphiten reich ist, und in eine hangende Grünschieferzone gliedern. Ihr sind auch hier magnesitisierte Kalk-Dolomitlinsen eingeschaltet. Diese Zone der karbonen Schiefer mit eingeschalteten Magnesitkalken trifft zwischen Aigen (westlich Admont) und Irnding auf das Ennstal. Ihre Gesteine lassen sich an dem nördlich Lassing durchstreichenden Magnesit-Kalkzug bis nördlich der Enns bei Stein unweit Gröbming verfolgen.

In diesem langen und breiten Zug der Altdecke oberkarbonischer Phyllite von Bruck a. M.—Leoben—St. Michael—Selztal—Gröbming erscheint eine Überlagerung und die Deckenstruktur der Murtaler Decke ganz besonders deutlich im Sinne des auf S. 116 gegebenen Schemas. Vom Liegenden zum Hangenden folgen Kristallin—oberkarboner Phyllit—Grünschiefer—altpaläozoische Kalke in der Blassen-eckporphyroidzone und dann Kalkalpentrias übereinander. Es fehlt zwischen dem Kristallin und der Decke der oberkarbonischen Schiefer heute zwar der Nachweis mesozoischer Kalke, aber es erscheint keineswegs ausgeschlossen, daß sich gewisse westlich und nördlich Leoben befindliche Kalkzüge als mesozoisch herausstellen könnten. Auch erscheint es denkbar, daß die Wiederholung dieser Kalkzüge im Norden von Leoben inmitten der Oberkarbonphyllite das Abklingen der starken jungen Verschuppung dieser Deckenglieder in den Mürztaler Alpen erkennen läßt.

Ein noch ungeklärtes Problem stellt das Auftreten weithin ausgedehnter Granite, Granitgneise und auch Glimmerschiefer in den Sekkauer Alpen, nördlich Knittelfeld, im Ingeringebiet bis zum Bösensteinmassiv dar. Unter dieses Kristallin tauchen die im Westen gelegenen Brettsteiner Kalkmarmorzüge, welche ihrerseits auf normalem Kristallin, dem Granatglimmerschiefer der Murtaler Alpen liegen. Es wurde bereits oben erwähnt, daß W. SCHMIDT diese Gesteine mit dem Kristallin von Turrach, mit den Buntschuhgneisen in Verbindung gebracht hat. Demzufolge läge hier, unserer Darstellung gemäß, ein Äquivalent der Turracher Decke auf diesem Teil der Murtaler Decke. Es erscheint mir dieses aber sehr unwahrscheinlich und möchte ich vorläufig am ersten annehmen, daß wir es auch in dem Kristallin der Sekkauer Alpen mit dem Grundgebirge der Murtaler Decke zu tun haben, und daß wir am Westrand dieser Alpen die westlichste und letzte Verschuppung in dieser Decke vor uns haben. Die Sekkauer Alpen und besonders ihre Randgebiete sind noch wenig untersucht worden und bieten der zukünftigen Forschung, welche vor allem das Auffinden von Gesteinen aus den oberkarbonischen Phylliten vor ihrem Westrand ins Auge fassen müßte, noch Aussicht auf bemerkenswerte und wichtigste Feststellungen.

Im Hangenden der oberkarbonischen Phyllite und der Grünschiefer des Palten- und Liesingtales treten auch wiederum die Diaphthorite dieser Gesteine, teilweise Repräsentanten der Silbersbergschiefer auf.

Bereits VACEK, welcher die Gesteinsfolge in diesem Teil der Murtaler Decke schon im Jahre 1886 richtig erkannt hatte, trennt seine „Quarzphyllitgruppe“ von den weniger metamorphen Oberkarbonphylliten ab und erkennt zu gleicher Zeit, daß eine scharfe Trennung der Chloritschiefer, der Karbonphyllite von den Quarzphylliten nicht durchzuführen ist. Andererseits ist aber HERITSCH im Jahre 1912 nicht klar darüber gewesen, daß die höher metamorphen Quarzphyllite Gesteine sind, deren Diaphthorese auf die Deckenbewegung der altpaläozoischen Kalke über die oberkarbonen Schiefer zurückzuführen ist. Im Gegensatz zu den anderen Gebieten der Murtaler Decke sind in diesem die oberkarbonen Schiefer reich an Anthrazitlagen, welche größtenteils völlig in Graphit dynamometamorph verändert sind, stellenweise aber ihren Kohlencharakter noch deutlich bewahrt haben (Dietmannsdorf, Kaisersberg).

Eine dynamometamorphe Abwandlung haben in diesem Gebiet aber auch die altpaläozoischen Kalke erfahren. An ihrer Basis, über den Quarzphylliten, am Dürnschöberl oberhalb Selztal über mächtigen, sulfidische Erze führenden Grünschiefern, denen dann aber auch eine Folge von Serizitquarzschiefern folgt, tritt unter Kalkphylliten ein sehr auffallender Flaserkalk auf, welcher vom steirischen Erzberggebiet (Polster) als Saubergkalk bekannt ist. In Serizitquarzschiefer sind ausgewalzte Brocken von altpaläozoischem Kalk eingebakken, meist von Faustgröße, hie und da aber bedeutend größer. Es ist ein ausgesprochener Mylonit, in welchem Teile der Hangend- und Liegenddecken miteinander verknütet sind. Dieser Teil der Murtaler Decke bedarf einer noch weit eingehenderen Deutung, als wie sie HERITSCH im Jahre 1912<sup>1)</sup> gegeben hat. Eine eingehende Untersuchung der verschiedenen, mit Karbonphylliten wechsellagernden Kalke und eine genauere Untersuchung der Profile unter gründlicher kritischer Beurteilung der Gesteine vom Gesichtspunkte der Dynamometamorphose aus muß erst noch darüber entscheiden, welchen Anteil mesozoische und welchen Anteil altpaläozoische oder auch karbonische Kalke am Aufbau dieses Gebirges besitzen und wieweit hier neben dem feststehenden Grundaufbau der Murtaler Decke in ihr eine Verschuppung wie im Mürztal vorliegt.

Als eine bis heute noch nicht mit dem Deckenbau in Zusammenhang zu bringende Besonderheit erscheinen ferner mächtige, in Apophysen in die benachbarten Murtaler Granatglimmerschiefer und Gneise eindringende Serpentinstöcke, der größte südlich Kraubath; er wird von dem Murtal zwischen Preg und Kraubath durchschnitten und dehnt sich nach Osten bis über den Tanzmeistergraben südlich St. Stephan ob St. Michael hin aus. Im Norden sind derartige Durch-

<sup>1)</sup> Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales. Mitt. des naturw. Vereins für Steiermark, Bd. 48, 1911 (1912).

brüche auch südlich des Paläntales vorhanden. Das Empordringen dieser Peridotite kann nur nach dem Zusammenschub der Murtaler Decke erfolgt sein, weil sie bei St. Lorenzen—Trieben auch in der Zone der karbonischen Graphitschiefer erscheinen. Man geht kaum fehl, wenn man diese Peridotite mit der alttertiären Deckenbewegung in Beziehung bringt.

Eine ausgezeichnete Entwicklung des Murtaler Deckensystems befindet sich sodann südlich des weiten Granatglimmerschiefergebiets der östlichsten Niedern Tauern (Wölzer Tauern) in den westlich des Zirbitzkoglzuges an der Linie Scheifling—Neumarkt beginnenden Murauer—Metnitzer Alpen. Hier liegen die alten Teildecken des Murtaler Deckensystems in schwach gefalteter, nur von unwesentlichen Sprüngen durchsetzter Lagerung regelmäßig übereinander. Ich<sup>1)</sup> habe dieses Gebiet daher auch ein klassisches Deckenland genannt. Dieses Gebiet reicht gegen Westen bis unter die Turracher Decke. Über dem Granatglimmerschiefer mit seinen charakteristischen Einlagerungen von Marmoren und Amphiboliten (Strahlsteinschiefern) setzt die teilweise sehr mächtige Teildecke der Murauer Kalke und Marmorkalke unbekanntes Alters ein, es folgt darüber ein Serizitschiefer und vornehmlich Grünschiefer (Frauenalpescholle), über die sich altpaläozoische Kalke von stellenweise bedeutender Mächtigkeit (GrebENZE) anschließen. Das Untertauchen dieses westlichen Teiles der Murtaler Decke unter die Turracher Decke wurde schon auf S. 118 besprochen. Ich konnte das Auftreten von Diaphthorit-Phylliten an der Basis der Murauer Kalke beschreiben, und gleiche Bildungen treten auch über diesen an der Basis der Serizittonschiefer und Grünschiefer auf, welche als Frauenalpescholle in bedeutender Mächtigkeit den südlich Murau gelegenen Frauenalpestock und seine östliche Fortsetzung bis Scheifling bildet. Die über diesen Gesteinen folgenden Grebenzenkalke werden an ihrer Basis unter der Gipfelregion des Grebenzemassivs westlich Neumarkt durch Kalkschiefer und dunkelgefärbte Kalkschichten eingeleitet, in denen ich mitteldevonische Fossilreste erkannt habe<sup>2)</sup>. Wie das in meiner Abhandlung gegebene Profil erkennen läßt, schwanken die beiden oberen Decken in ihrer Mächtigkeit außerordentlich, von der Turracher Decke ist die Masse der altpaläozoischen Kalke westlich Murau vollständig abgeschert worden. Von Interesse erscheinen besonders die an der unteren Grenze der Grebenzenkalke auftretenden, besonders am Auerlingsee gut sichtbaren mylonitischen Graphit-Quarzphyllite und die wunderbare Kleinfaltung der Murauer Kalke unter diesen Quarzphylliten am Abfall ins Ingolstal, aus deren südlicher Fortsetzung auch die von TOULA beschriebenen schönen Kleinfaltungsbilder von Hirt bei Friesach auf Kärntner Gebiet stammen. Ich

<sup>1)</sup> Die Deckentektonik der Murauer und Metnitzer Alpen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., B.-Bd. XLI, 1916, S. 93.

<sup>2)</sup> In der oben zitierten Abhandlung S. 131—132.

war im Jahre 1916 noch nicht in der Lage, dieses Deckensystem zweifellos zu deuten, heute kann kein Zweifel darüber bestehen, daß in ihm die normale Reihenfolge der Altdecke der Murtaler Decke zu erblicken ist. Die Murauer Kalkmarmore sind demnach als mesozoische Schichtglieder anzusprechen. Die aus Grünschiefer und Serizitonschiefer aufgebaute Frauenalpescholle stellt oberkarbone Schichtglieder dar, über welcher die hier vorwiegend devonische Decke altpaläozoischer Kalke folgt.

In dieser Ausbildung läßt sich dieses Murauer Deckensystem bis zur Westflanke der Saualpe, bis zum Abfall des Zirbitzkogls gegen Mülln südlich Neumarkt verfolgen und erst auf der jüngeren, von SO gegen NW streichenden Aufsattelung des basalen Kristallins der Saualpe sind diese jüngeren Deckenelemente der Murtaler Decke abgetragen worden. Am Wege von St. Marein südlich Neumarkt über Mülln nach Mondorf—St. Margarethen beim Silberberg konnte ich dieses Deckensystem gut aufgeschlossen beobachten. Die von St. Marein ansteigende Bezirksstraße gelangt bei Steindorf in einen Horizont von Kalken, welche den Grebenzekalken entsprechen. Ihre Sohle besteht aus Kalkschiefern (Einfallen  $35^{\circ}$  in West), in ihrem Liegenden treten graphitische Quarzitschiefer auf, welche dort gefältelt und stark verdrückt und phyllitisiert erscheinen. Sie bilden das Hangende einer bis über den Watzenbühel anhaltenden Partie von quarzreichen Grünschiefern, in der Straßenschleife von Schöndorf treten nochmals mit  $15^{\circ}$  in NW fallende graphitische Schiefer auf. Südöstlich Kalsdorf tritt unter ihnen dann ein bis vor Mülln anhaltender, mächtiger, mit  $20^{\circ}$  in NW fallender marmorisierter Kalkhorizont auf, welcher stellenweise und besonders in seinem Liegenden in Kalkphyllit übergeht. Bei St. Helen oberhalb Mülln sind mit  $70^{\circ}$  steil in West fallende zuckerkörnige, lichte Marmore und Biotit-führende Kalkphyllite schön aufgeschlossen. Dieser Horizont geht vor Mülln in mit  $15^{\circ}$  NW fallende, Muskovit führende dunkle Kalkphyllite über. Unter ihnen erscheint gegen Mondorf ein verquarzter Granatglimmerschiefer und ein mit diesem kleingefalteter plattig-stengelig brechender Gneis, in dem Aplitintrusionen sichtbar werden. Die Müllner Marmorcalke setzen gegen Osten unter Umschwenken ihres Streichens am Abhang zum Zirbitzkogl zum Mondorfer Leiten hinauf. Bei 1360 m über Mondorf steht ein mit  $15^{\circ}$  in NNO fallender feinkörniger gelbweißer dolomitischer Kalk an. Dieses Profil zeigt alle Glieder der Murtaler Decke nebeneinander. Die Müllner Marmorcalke stellen die Murauer Kalke, vermutlich stark metamorphes Mesozoikum dar, die graphitischen Quarzphyllite und Grünschiefer sind oberkarbone Gesteine der Frauenalpedecke und die hangenden Kalkschiefer gehören dem altpaläozoischen Horizont der Grebenzekalke an.

Die Marmorlagen des südlich anschließenden steirisch-kärntner Grenzgebietes sind also ohne Ausnahme Einlagerungen in Kristallin,

teilweise in Granatglimmerschiefer, teilweise in Gneis. Sie sind beiderseits des Hefter Tales, besonders aber am Knappenberg bei Hüttenberg mit dem Kristallin gefaltet und in intensiver Weise metasomatisch in Siderit umgewandelt, dessen obere Partien auf einer Zementationszone durch wertvollen Mangengehalt (Schwarz- und Braunerze) ausgezeichnet sind. Das Hefter Tal durchquert einen in der SO—NW-Richtung streichenden großen Sattel in diesen Gesteinen, während das Streichen am Knappenberg von WNW gegen OSO verläuft und damit die Umschwenkung in das Streichen der Murtaler Deckengesteine bei Mülln anzeigt. Die hangenden Grünschiefer erscheinen erst etwas südlich Hüttenberg, quer über das Görtschitztal streichend. Bis gegen Launsdorf ist das Murtaler Deckensystem sodann in kompliziertester Lagerung durch späteren Verbruch vorhanden.

Von größtem tektonischen Interesse ist in diesem Gebiet das Auftreten mesozoischer Gesteine samt Gosau als Auflagerung auf der Murtaler Decke. Es wurde bereits auf S. 120 darauf hingewiesen, daß dieses Mesozoikum keine Übereinstimmung mit demjenigen innerhalb der Turracher Decke besitzt. Die Fazies des hier entwickelten Triasprofils ist eine andere, die Metamorphose der Gesteine ist eine sehr geringe und sie stellen ein völlig anderes tektonisches Element dar. REDLICH<sup>1)</sup> hat diese Insel mesozoischer Gesteine der Murtaler Decke genauer beschrieben. BITTNER<sup>2)</sup> hat eine Beschreibung speziell der Trias gegeben. In dieser zwischen Althofen und Eberstein, also zwischen dem Gurktal und dem Görtschitztal gelegenen Insel sind permische Grödener Sandsteine und das Triasprofil von den Werfener Schiefen bis zum Hauptdolomit entwickelt. Es fehlt dagegen Rhät und Jura, beide müssen bereits vorgosauisch abgetragen worden sein, denn über dem Hauptdolomit und nördlich Eberstein auch direkt über Ramsaudolomit lagern Reste einer übergreifenden Ablagerung von Mergeln, Sandsteinen und Hippuritenkalken der Gosau. Diese Gosau überlagert bei Ober-Wieling auch Phyllite und Gneise der die Saualpe zusammensetzenden Murtaldecke. Sie überlagert demnach gleichmäßig Teile der Trias- und der Altdecke der Murtaler Decke. Die Trias muß demnach der Murtaler Decke bereits zur Gosauzeit aufgelagert gewesen sein. Aus der Beschreibung von REDLICH läßt sich entnehmen, daß die Unterlage der permisch-triadischen Serie, Diabastuffe und Phyllite der Frauenalpescholle oder der unteren Grauwackenzone, also oberkarbonische Gesteine sind, in wie weit die diesen eingeschobenen Kalke als altpaläozoische Kalke anzusprechen sind, ist leider nicht bekannt, ebensowenig sind die tektonisch sehr wichtigen Grenzgesteine bisher untersucht worden. Die Fazies der Trias

<sup>1)</sup> Die Geologie des Gurk- und Görtschitztales. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Wien, 55. Bd., 1905, S. 327.

<sup>2)</sup> Die Trias von Eberstein und Pölling in Kärnten. Ebenda, 39. Bd., 1889, S. 483.

ist eine durchaus andere als diejenige innerhalb der Turracher Decke (vgl. S. 120); sie entspricht völlig derjenigen im nördlichsten Karawankenzug, derjenigen im Miestal südlich Prävali oder bei Eisenkappel am Petzen und am Ursulaberg oder derjenigen der Gailtaler Alpen. Der untere Muschelkalk beginnt mit den schwarzen Guttensteiner Plattenkalke, denen Dolomite als Vertreter des Ramsadolomits und plattige Wettersteinkalke folgen, über denen der Raibler Horizont, als schwarze Halobia rugosa-Mergel (Reingrabener Schiefer der Aflenzer Fazies!), wie sie über den metasomatischen Bleiglanz-Blendelagern bei Mies und im Bleiberger Revier auftreten, folgen. In diesem Niveau sind ebenso wie bei Mies auch echte Carditaoolithe und harte oolithische Kalke entwickelt. Es folgen sodann obere Kalke und der mächtige, in der Landschaft auffallende Hauptdolomit. Man kann diese Trias als eine nördlich der Drau gelegene Fortsetzung der Trias im Nordzug der Karawanken bezeichnen und zugleich ihre Verwandtschaft mit der Mergelfazies der Aflenzer Trias und der in den Johnsbacher Alpen (Ennstal) auftretenden Trias feststellen. Die auflagernde Gosauformation ist in mehrere steile, annähernd ost-west-streichende Falten gelegt. Über ihr, im Norden aber auch auf die Phyllite transgredierend, erscheint sodann Eozän, Nummulitenkalke, unter denen eine, ein kleines Glanzkohlenflöz führende Tonformation des Eozäns gelegen ist. Wahrscheinlich ist zwischen der Gosau und dem Eozän eine Diskordanz gelegen. Am Rande der Insel eozäner Gesteine nimmt das Glanzkohlenflöz aber auch unter westöstlichem Streichen eine Vorfläche bis zu 35° an. JEAN BOUSSAC<sup>1)</sup> hat die Nummulitenkalke im Gegensatz zu PENECKE dem oberen Lutétien eingereiht. Ursprünglich müssen die Trias, die Gosau und das Eozän wenigstens auf diesem Teil der Murtaler Decke eine große Verbreitung gehabt haben. Gegen Osten finden sich am Nordgehänge des Drautals und in der Bucht von St. Paul—Lavamünd im unteren Lavanttal mehrere Reste dieser Decke erhalten. Die Trias der St. Pauler Berge ist speziell von H. HÖFER beschrieben worden. Auch hier erscheinen diese Reste als an nordsüdstreichenden Grabenbrüchen eingebrochene Schollen. Die kristalline Unterlage der Grödener Sandsteine und der Trias bilden auch hier Phyllite mit Grünschiefer und Grünsteinen (Diabasdecken). Die Fazies der Trias ist dort die gleiche wie bei Althofen—Eberstein. Über ihr tritt auch dort ungleichförmig gelagert die Gosau auf, nur das Eozän ist bisher nicht nachgewiesen worden. Das Einfallen des gesamten Schichtensystems ist generell gegen Nord gerichtet. Noch zur sarmatischen Zeit muß die Verbreitung des Mesozoikums, der Kreide und des Eozäns im Draugebiet, also im nördlichen Vorland der Karawanken, eine ungleich größere

<sup>1)</sup> Études stratigraphiques sur le nummulitique alpin. Mém. pour servir de la carte géol. dét. de la France. Paris 1912, S. 610.

gewesen sein. Nur so kann die bis weit östlich reichende Verbreitung von Nummulitenkalkgeröllen inmitten kristallinischer und mesozoischer Gerölle in mittelsarmatischen Schottern des alten Draulaufes erklärt werden. Ich selbst fand im Frühjahr vergangenen Jahres ein Nummulitenkalkgeröll in einer Kiesgrube nördlich Mureck inmitten sarmatischer Schotter. Ein älterer Fund eines Nummulitenkalkgerölls in gleichen Schottern westlich Ehrenhausen bei Leutschach ist im Jahre 1913 von R. JAEGER<sup>1)</sup> veröffentlicht worden<sup>2)</sup>.

In die Reihe der der Murtaldecke aufgelagerten mesozoischen Bildungen gehört auch das ausgebreitete Gosaubecken der Kainach nördlich von Köflach und Voitsberg, an der Ostseite des Korallen-zuges. Dort lagert die Gosau ausschließlich Gesteinen des paläozoischen Grazer Gebirges auf. W. SCHMIDT hat auch dort eine Faltung von WSW gegen ONO und Verwerfungsrichtungen in annähernd nord-südlicher Richtung in der Gosau nachweisen können. Auch hier fehlt das Eozän. Die Basalkonglomerate enthalten Grünsteine, paläozoische Kalke und Amphibolite, wie sie dem Kristallin der Murtaldecke eingelagert sind<sup>3)</sup>. Mit diesem Becken scheint ein antezedentes, gegen Osten laufendes System von Tälern in Zusammenhang zu stehen, in welchem teilweise noch Reste von Gosaukonglomeraten als Anlagerungen an den Talwänden und als Auflagerungen alter hoch gelegener Talböden aus der Kreide in Zusammenhang stehen. Zu diesen Tälern gehören jedenfalls der untere Teil des Gamsgrabens nördlich Frohnleiten, die Bärenschütz bei Mixnitz, wahrscheinlich auch der Stübinggraben, der Annagraben und das Tal des Göstingbaches bei Graz.

Die Murtaldecke ist die verbreitetste Jungdecke der östlichen Zentralalpen und läßt eine große Mannigfaltigkeit in ihrem Aufbau erkennen. Wenn wir sie nach dem Ausgeführten als Ganzes überblicken, so sind die folgenden Züge die bemerkenswertesten.

Ihr Kristallin besteht vorwiegend aus Granatglimmerschiefer und mit diesen in engstem Zusammenhang stehenden Gneisen, beide durch ihnen eingelagerte Marmorbänke, Amphibolitzüge und durch pegmatitische Intrusionen ausgezeichnet. In diesem Kristallin stellen sich ferner offenbar jüngere Granite und Aplite von lokal bedeutender Ausbildung ein. Dieses Grundgebirge ist in großer Regelmäßigkeit von einer Triasdecke überlagert. In Anbetracht des Auftretens diaphoritischer Phyllite zwischen beiden, erscheint die Auflagerung der Trias auf das Kristallin nicht als eine stratigraphische, sondern

1) Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1913, S. 403.

2) Die interessanten Folgerungen, welche sich aus diesem Fund bezüglich des Verlaufes der Drau zur sarmatischen Zeit ableiten lassen, sind nur kurz in der Broschüre „Das Gesetz der Wasserbewegung im Gebirge“, Graz 1922, berührt worden.

3) Die Kreidebildungen der Kainach. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Wien, 58. Bd., 1908, S. 223.

eher eine tektonische, jedoch kann hierüber wohl noch ein Zweifel bestehen. Diese Trias ist im westlichen Verbreitungsgebiet, welches von der Turracher Decke überfahren wurde, stark metamorph, im Osten, am Semmering und im Mürztalzug, wo sich auch jurassische Gesteine mit ihr im Schichtverband erkennen lassen, weniger metamorph. Über dieses tiefe Mesozoikum ist eine mächtige Decke oberkarboner Gesteine geschoben, welche im Osten in ihrem unteren Teil aus Serizittonschiefer mit Graphit- und Antraziteinlagerungen und Konglomerat- bzw. Grauwackenbänken, im Westen aus Serizitquarschiefern, die ebenfalls graphitisch werden und in ihrem oberen Teil aus Grünschiefern oder Grünsteinen (Diabasen) besteht. Im Hangenden folgt eine Decke von altpaläozoischen Kalken und Schiefern silurischen und devonischen Alters, welche eine komplizierte und varistische Innenstruktur besitzt, im Osten durchwegs in großer Mächtigkeit vorhanden gewesen sein muß, im Westen aber auch stellenweise fehlen kann. Über ihr erscheint die obere normale Triasdecke.

Nur im Grazer Gebirge fehlt die untere Triasdecke und schließlich am südlichsten Rande des Grazer Gebirges stellenweise auch die Decke der oberkarbonen Gesteine, wofür sich derzeit keine Erklärung finden läßt.

Ich möchte annehmen, daß die Trias und die permischen Gesteine an ihrer Basis vor der Entstehung der Murtaler Decke den jungpaläozoischen Gesteinen aufgelagert war, daß sie einem zur älteren Permzeit herausgearbeiteten, starken Relief eines im wesentlichen aus altpaläozoischen Gesteinen zusammengesetzten und varistisch struierten Gebirge eingelagert worden sind. Die Trias, welche das hangende Schichtenglied dieser Decke bildete, ist auch gemeinsam mit der altpaläozoischen Decke der oberkarbonen Teildecke aufgeschoben worden. Die Verschiedenheiten in der Mächtigkeit der altpaläozoischen Kalke unter der Trias, so wie sie derzeit beobachtet wird, muß daher nicht allein auf Vorgänge beim Deckenschub, sondern auf das bereits vor dieser Bewegung vorhanden gewesene vorpermische Relief des varistischen Gebirges zurückgeführt werden.

Das Deckensystem der Murtaldecke ist intrakretazischer Entstehung, an seinem Aufbau haben noch jurassische Gesteine Anteil, die Gosau tritt als Transgression über das schon vorhandene Deckensystem auf, stellenweise auf gefalteten Triasgesteinen, teilweise auf der Altpaläozoikum- oder der Karbondecke und auf dem Kristallin.

Als jüngere alttertiäre Bewegungen innerhalb der Murtaler Decke ist in ihrem östlichen Teil die Weiterbewegung der oberen Triasdecke mit den in ihrem Liegenden befindlichen altpaläozoischen Kalken über Teile der Decke der oberkarbonen Gesteine anzusprechen. Bei dieser Bewegung kam es an der Basis der oberen Decke innerhalb einer mächtigen Zone zu einer Mischung der altpaläozoischen Gesteine mit den tiefsten Gesteinen der hangenden, permischen und meso-

zoischen Gesteine. Die Kalke wurden teilweise in Form von Schubspänen, meist aber als riesige abgerissene Massen in dem durch diese Bewegung verschieferten permischen Quarzporphyr aufgenommen, eingehüllt, voneinandergerissen und gegen Nord transportiert. An der Bewegungsfläche dieses alttertiären Schubes sind die Phyllite der oberkarbonen Decke stark diaphthoritisch, es kommt auf der Bewegungsfläche zur Ausbildung von Serizitquarzschiefern, und von Serizitgrauwacken, teilweise von Gneischarakter, es entstanden die Silbersberggesteine MOHRs.

Daß diese Bewegung innerhalb der Murtaler Decke eine jüngere ist, ergibt sich einesteils aus der völlig anderen, mylonitischen, Ausbildung dieser riesigen Bewegungszone im Vergleich mit der Fließgrenze zwischen den einzelnen Altdecken innerhalb der Murtaler Decken, andererseits aus der Beobachtung AMPFERERS, welcher am Singerkogel im niederösterreichischen Semmeringgebiet die wichtige Beobachtung machte, daß die in den Gosaukonglomeraten eingeschlossenen Porphyrgerölle im Gegensatz zur stets schiefrigen Ausbildung dieser Porphyre in der Blasseneckserie nicht verschiefert sind<sup>1)</sup>. Zur Gosauzeit war die Verschieferung der Quarzporphyre also noch nicht eingetreten, sie kann aber nur als eine Folge eines Deckenschubes angesehen werden, der später, also alttertiär erfolgte.

Die Ursache dieser alttertiären Bewegung, welche eine weitere Überschiebung der sogenannten hochostalpinen Kalkzone in den Bereich der nördlichen Kalkalpen darstellt, scheint mir in einer Raumverzehrung zu liegen, welche durch die im Floningzug und am Semmering, teilweise auch noch bis ins Liesing- und Paltental zu beobachtende starke Verschuppung der Decke in sich hervorgebracht worden ist. Es hat sich die hemimetamorphe Unterlage der oberen Triasdecke, das tiefere Deckensystem der Murtaler Decke, in sich gegen Nord verschuppt, da das Vorrücken der Decke als Ganzes nach dieser Richtung einen Widerstand fand. So wurde unter gleichzeitiger Raumverzehrung in der tiefgelegenen Altdecke der Murtaler Decke allein ein Vorschub der in ihrem Dach liegenden Triasdecke erreicht, welche an ihrer Basis große Gebirgsstücke der altpaläozoischen Kalke mit sich riß und in einer Mischungszone (obere Grauackenzone) aufarbeitete.

Im westlichen Teile der Murtaldecke fehlt diese jüngere Bewegung. Ihre Westgrenze liegt im Pölstal westlich Knittelfeld. Die Verschuppung ist die Ursache, daß östlich von Admont ein weit gegen Süden vorspringender Teil der hochostalpinen Zone der nördlichen Kalkalpen, die Johnsbacher Kalkalpen, und der Zug des Kaiserschildes —Hochschwab—Schneealpe—Rax vorhanden ist. In dem westlichen Teil der Murtaler Alpen ist innerhalb der Altdecke der Murtaler

<sup>1)</sup> Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle usw. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., 96. Bd., 1918, S. 26.

Jungdecke keine Schuppung zu erkennen. Die Altdecken liegen im Murauer Gebirge noch nahezu söhlig, so wie sie als Tiefendecken übereinander geflossen sind; es stellt sich aber dann nördlich der Mur bis in die Niederen Tauern als Äquivalent zu der Schuppung im Osten, eine junge steile Faltung dieser Decke ein, welche auch hier einen Abschub der oberen Triasdecke zur Folge hatte. Auch hier hat sich die Abscherungstektonik zwischen der oberen Triasdecke und den tiefergelegenen Kristallinen und hemikristallinen tieferen Decken wiederholt; die Bewegung vollzog sich hier aber auf einer Fläche, an welcher bis heute keine altpaläozoischen Kalke bekannt geworden sind und über welcher ferner anstelle der permischen Quarzporphyre mächtige quarzitisches teilweise tuffige Sandsteine des Pleschkogls nordwestlich Admont und die analogen Gesteine der Ramsau bei Schladming im Horizont der Werfener Schichten entwickelt sind. Die Vertretung der Silbersberggesteine sind im Westen von Admont die Ennstalphyllite, welche an vielen Stellen im Ennstal, ferner aber auch an der Nordabdachung der Niedern Tauern, so am Ausgang der Oeblarner Täler, südlich Schladming mit fast ausnahmslos nördlichem Einfallen und in beträchtlicher Mächtigkeit und in einer petrographischen Ausbildung, welche dem Silbersberggestein gleichkommt, zu beobachten sind<sup>1)</sup>. Nach meinen Beobachtungen in den Ennstalphylliten kann ich aber keineswegs bestätigen, daß dieselben etwa ausschließlich Diaphthorite der Zone der oberkarbonen Gesteinsdecke sind. Im Oeblarner Tal gegen die Walchen konnte ich mit hinreichender Sicherheit feststellen, daß sie dort Diaphthorite der Granatglimmerschiefergruppe darstellen, man hat sie wahrscheinlich als Diaphthorite verschiedener Altdecken der Murtaler Decke anzusprechen. Die gegen Nord abgeschobene Trias vollführte diese Bewegung unter gleichzeitiger ostwestlich streichender Auffaltung der Unterlage, des verfalteten Gebirges der Niedern Tauern, und die Folge war, daß die Abscherbewegung der oberen Triasdecke schließlich unter völliger Aufarbeitung der oberkarbonen Decke auch auf die Granatglimmerschiefer übergriff und daß dann auch die Diaphthorose auf diese Gesteine übergriff, wie es im Oeblarner Tal tatsächlich der Fall ist. Die Parallelisierung der Ennstalphyllite mit der unteren Grauwackenzone, wie sie vielfach vorgenommen worden ist, erscheint demnach nicht zutreffend. Die Ennstalphyllite stellen eine Gesteinsserie außerhalb dieses Deckenschemas dar, sie sind alttertiär-diaphthoritisch.

In dem ruhig gelagerten Teil der Murtaler Decke bei Murau ist die obere Triasdecke nicht mehr erhalten, ihre Reste bei Althofen, Eberstein und im unteren Lavanttal liegen wohl dort als eingesunkene

<sup>1)</sup> An einer Stelle, bei Ardming, konnte ich die Ennstalphyllite auch mit nördlichem Einfallen beobachten. Ich halte diese Lagerung für junge Kerbwirkung im Zuge des Ennstales (im Sinne AMPFERERS).

Schollen, zeigen aber bereits eine leichte, den Karawanken entsprechende ostwestliche Faltung, ihre Fortsetzung stellt die nördliche Karawankenkette dar. Ich halte die Karawanken dabei keineswegs für das Wurzelland dieser Decken. In den Karawanken ist das Deckensystem der Turracher- und der Murtaldecke wohl in unverkennbarer Ausbildung von Nord gegen Süden hintereinander gelagert und in seiner Aufeinanderfolge klar zu erkennen, aber die Karawanken sind jüngster Erhebung<sup>1)</sup>, sie sind kein Wurzelland, sondern ein aufgerichtetes Deckenland, welches wir uns im Oligozän ebenfalls noch als ein flach gelagertes Deckensystem vorzustellen haben. Eine weitere Ausführung dieser Auffassung würde hier zu weit führen und fällt aus dem Rahmen der Betrachtung der östlichen Zentralalpen, wenn auch die Karawanken in dieser Definition noch als Teil der Zentralalpen und nicht als ein solcher der südlichen Kalkalpen anzusehen sind. Die südliche Fortsetzung dieses Deckenlandes, also auch das geforderte hypothetische Wurzelland ist von den Steiner Alpen von Süden her überschoben und heute tief unter diesen gelegen. Deckenland sind auch die Gailtaler und die karnische Nordkette, ebenso das Hochpustertal und die Kalksteiner Scholle, auch sie sind durch junge Gebirgsbildung in ihre jetzige Lage gekommen.

### C. Die Radstädter Tauern-Decke.

Darüber, daß die Radstädter Tauern-Decke unter der Murtaler Decke auf der Katschberglinie zum Vorschein kommt, kann seit den Untersuchungen von BECKE kein Zweifel bestehen.

Der Aufbau der Radstädter Decke ist von der UHLIG-KOBERSchen Schule aufgeklärt worden und die folgende Darstellung beruht auf den klaren Ausführungen, welche KOBER<sup>2)</sup> vor kurzem in einer vorzüglichen Monographie niedergelegt hat.

In der großen Radstädter Tauern-Decke finden wir alle Gesteinsgruppen wieder, welche in der Murtaler Decke und in der Turracher Decke bekannt sind, mit dem Unterschied, daß sie im allgemeinen noch stärker metamorph sind als die entsprechenden in der Murtaler Decke, ferner besteht diese Decke mit ihrem Kristallin, Mesozoikum, ihren Grünschiefern, wahrscheinlich auch altpaläozoischen Kalken und oberem Mesozoikum aus mehreren Teildecken, welche übereinandergreifen, durch das Kristallin von Tweng im großen in die Serien der unteren und oberen Radstädter Decken getrennt wird. Ich möchte dieses Auftreten von Teildecken als eine Verschuppung auffassen, welche derjenigen der östlichen Murtaler Decke vergleichbar ist. Daß

<sup>1)</sup> wofür die bei 1100 m Meereshöhe gelegene miozäne Kohlenformation von Lischa auf der Nordkette der Karawanken östlich Eisenkappel den klarsten Beweis liefert.

<sup>2)</sup> Vgl. Zitat auf S. 113.

das Normalprofil der Jungdecken unter diesen Umständen kaum noch wahrzunehmen ist, kann nicht wundernehmen. Die Verschuppung müßte auch hier eine alttertiäre, die Struktur der normalen Decke eine intrakretazische sein. Die tektonischen Grenzen zwischen der letzteren sind durch diaphthoritische Gesteine, diejenigen zwischen den Schuppen auch hier durch mylonitische Gesteine ausgezeichnet. Für beide lassen sich genügend Beispiele (Dislokationsbrekzien) finden. Das schwierigste Problem dürfte in diesem Fall das Auffinden der obersten Altdecke, der altpaläozoischen Kalke und der in sie eingelagerten Trias sein. Die Klammdecke, welche nach der älteren Auffassung als höchste Radstädter Teildecke aufgefaßt wurde, wird von KOBER neuerdings als Repräsentant einer tieferen Radstädter Decke angesehen. Nach der Darstellung besonders von TRAUTH<sup>1)</sup> wäre dagegen der Triaszug des Mandling, nördlich Radstadt, mit dem auch Nummulitenkalke in Verbindung stehen, als solche anzusehen. Über ihr liegt als Grauwackendecke von Dienten eine Decke des Murtaler Deckensystems, zu welcher die hochostalpine Decke des Tennengebirges genau so wie die Trias der Johnsbacher und Aflenzer Alpen gelegen ist. Wenn auch das Auftreten der Nummulitenkalke östlich Radstadt bisher nicht einwandfrei geklärt werden konnte — KOBER glaubt entgegen TRAUTH, daß die Nummulitenkalke anstehend sind —, so wird ihr Vorkommen im Zusammenhang mit der oberen Altdecke der Mandling-Triasgesteine der Radstädter Jungdecke verständlich, nachdem wir die gleiche Verbindung dieser Gesteine in der oberen Triasdecke der Murtaler Decke erkennen konnten.

TRAUTH hat den Aufschub des Tennengebirges (oberster Teil der Murtaler Decke) auf die Mandling-Trias (oberster Teil des Radstädter Deckensystems) und die tieferen Teile der Radstädter Decken bereits als postezän angesprochen, während er den Aufschub der Mandling-Trias auf die tieferen Teile des Radstädter Deckensystems als vorgosauisch, also intrakretazisch ansieht. Wir befinden uns also in vollem Einklang mit dieser Auffassung.

Bei den Radstädter Decken ist die intensive Verschuppung auf die Bewegung der Murtaler Decke über sie zurückzuführen, sie ist also im Gegensatz zu dem normalen Deckensystem innerhalb dieser Decke als alttertiär anzusprechen. Als Ganzes sehen wir das Radstädter Deckensystem als Fenster inmitten der Murtaler Decke aus der Tiefe auftauchen. Das Fenster ist im Westen, Süden und Norden, hier über dem Mandlingzug, geschlossen, im Osten ist die Katschberglinie sein Rand und an dieser erscheint die mylonitische Grenzzone zwischen den beiden Jungdecken, welche KOBER als penninisch-ostalpine Mischungszone benannt hat. Für die relative Jugendlichkeit des Aufschubes des Murtaler Glimmerschiefers auf die

<sup>1)</sup> Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, 1916, S. 77.

Gesteinsfolge der Radstädter Decke lassen sich am Ostrand auch im einzelnen Beobachtungen beibringen. So spricht die Lagerung des Granatglimmerschiefers östlich der Katschberglinie deutlich in diesem Sinne. Nähern wir uns dieser Linie von Murau im oberen Murtal aus, so macht sich bereits bei Ramingstein eine unruhige Lagerung bemerkbar; das Streichen der Granatglimmerschiefer geht in ein zur Katschberglinie paralleles von Nord gen Süd gerichtetes. Im Palgraben südlich Stadl an der Mur und auf der Payerhöhe nördlich Stadl ist das Streichen der Granatglimmerschiefer überall WSW—ONO gerichtet. Aber bereits im gegen Westen folgenden Turracher Graben stellt sich ein vorwiegend nordsüdliches Streichen mit östlichem Einfallen (auch SO und NO) ein. Weiter westlich herrscht vorwiegend westliches Einfallen mit anhaltendem nordsüdlichen Streichen. So erhebt sich die Burg Ramingstein auf sehr festen, verquarzten, etwas gefalteten, in SW fallenden Granatglimmerschiefeln. Im unteren Mißlitzgraben sind diese Schiefer zwar vorübergehend schwebend und nördlich verflächend gelagert, aber über 1100 m herrscht bis zum Pircheggipfel andauerndes westliches Einfallen (am Gipfel 20° in West fallend). Dort ist die Auflagerung des Buntschuhgneises auf dem Almgebiet zum Hühnerleitnock (2171 m) gut sichtbar.

Auch nördlich der Mur zeigen die Granatglimmerschiefer des Schwarzenberges westsüdwestliches Einfallen. Am Lasaberg sind die Aufschlüsse ungünstig; er zeigt vorwiegend nördlich fallende Granatglimmerschiefer, welcher in diaphthoritischer, teilweise stark verquarzter Ausbildung kund gibt, daß er wie auf der Payerhöhe der Grenze gegen den Buntschuhgneis, den ich dort bisher selbst nicht aufgefunden habe, angehört. Stärker gestört ist der Granatglimmerschiefer in unmittelbarer Nähe der Katschberglinie. Am Westfuß des Ainack sind mir keine günstigen Aufschlüsse bekannt, dagegen sind bei dem Schloß Moosham an der Straße Mauterndorf—St. Michael sehr schöne Beobachtungen zu machen. Hier erscheint der Granatglimmerschiefer überall stark gestört, er ist klein gefaltet, zerdrückt, unmittelbar beim Schloß zeigt er WNW-Einfallen, hinter Moosham vor der Einmündung der neuen Straße von Mauterndorf saiger stehend ein nordnordost-südsüdwestliches Streichen, ebenso weiter oben am Berg an der alten Straße.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß die normale, teils sölhliche, teils mit WSW—ONO streichende Lagerung des basalen Kristallins der Murtaler Decke, des Granatglimmerschiefers um Murau bereits weit vor des Erreichens der Katschberglinie ein Streichen erfährt, welches sich zu dieser parallel stellt. Er ist in einige große Falten gelegt, die südsüdwest-nordnordöstlich streichen und welche am weitesten westlich auch saiger stehende Schiefer enthalten. Der Aufschub der Murtaler Decke auf die Radstädter Tauern-Decke erscheint hier demnach in einer Ausbildung, welche anzeigt, daß die

Bewegung keinesfalls eine lokale war, sondern über weite Strecken erfolgte, und wegen der geringen Diaphthorese der Granatglimmerschiefer, welche lediglich gefaltet sind, eine junge — alttertiäre — gewesen ist.

Besonders wichtig erscheint es mir, daß die beschriebene Beeinflussung der Lagerung der Gesteine der Murtaler Decke nicht im Bereich der Turracher Decke wahrzunehmen ist, welche der Katschberglinie doch sehr nahe kommt. Der Schluß, der sich hieraus ergeben könnte, aber auf Grund der vorliegenden Beobachtungen noch nicht mit genügender Sicherheit gezogen werden kann, würde sein, daß die Bewegung der Turracher Decke über die Murtaler Decke erst eingesetzt hat, nachdem die Murtaler Decke bereits über die Radstädter Decke bewegt worden war. Aus diesen Folgerungen würde sich dann auch die Tatsache erklären lassen, daß die Turracher Decke im Westen, wo die Radstädter Decke und die unter ihr erscheinende Decke der Schieferhülle besonders hoch gelegen war, die oberen Teile des Murtaler Deckensystems größtenteils bei ihrer Bewegung abgeschürft hat und demnach dort direkt auf Reste der oberkarbonen Frauenalpescholle (Serizit- und Grünschiefer) bzw. direkt auf den Granatglimmerschiefer aufgeschoben worden ist.

#### D. Das Deckensystem der Schieferhülle.

Was von der verschuppten Struktur und der höheren Metamorphose der Radstädter Tauern-Decke gesagt ist, trifft in noch höherem Maße von der Decke der Schieferhülle zu. Ich verweise wiederum auf die Ausführungen hierüber, welche L. KOBER in seiner Monographie „Das östliche Tauernfenster“ macht. UHLIG und KOBER haben die Schieferhülle bereits als Fenster eines tieferen Deckensystems inmitten eines Rahmens der Gesteine der Radstädter Tauern beschrieben. KOBER hat neuerdings wieder betont, daß paläozoische und mesozoische Gesteine auch innerhalb der Schieferhülle anzunehmen sind und KOSSMAT<sup>1)</sup> hat die Ansicht geäußert und durch triftige Gründe erhärtet, daß die Zentralmassive inmitten der Schieferhülle autochthon seien und daß die Schieferung und Metamorphose der Schieferhülle wenigstens in ihrer spätesten Ausbildung durch das Empordringen der Eruptiva zu erklären ist.

Aus unserer Auffassung von der intrakretazischen Struktur der großen Jungdecken und ihrer alttertiären Bewegung übereinander würde sich ergeben, daß der Aufbruch der Granit-Diorit-Eruptiva der Zentralmassive nach der Ausbildung der Deckenstruktur innerhalb der Jungdecke erfolgt ist, daß dieses Aufsteigen der granitisch-dioritischen Lakkolithe daher alttertiär gewesen sein muß, vielleicht

<sup>1)</sup> KOSSMAT, Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdkrinde. Abh. d. math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss., 38. Bd., 1921.

ist es die Veranlassung dazu gewesen, daß Schieferhülle und Radstädter Tauern-Decke im Gebiet der Hohen Tauern in großer Höhe liegen. Die Eruptiva müßten dann nach dem Aufschub der Radstädter Decke vor dem Aufschub der Turracher Decke etwa während der Schubbewegung der Murtaler Decke erfolgt sein.

### Zusammenfassung.

In dem nebenstehenden Schema I ist zum Ausdruck gebracht, in welcher Weise die dargelegte Synthese der östlichen Zentralalpen östlich der Hohen Tauern, in den Alpen nördlich und südlich der Mur und beiderseits der Mürz das von LEOPOLD KOBER für die Hohen und Radstädter Tauern entworfene Bild ergänzt.

Es ließen sich zugleich in den oberen, vornehmlich in den Murtaler und Mürtzaler Alpen verbreiteten Decken Einzelheiten des grundlegenden intrakretazischen Gebirgsbaues und der Schubdynamik erkennen, welche in ähnlicher Weise auch in den tieferen Decken der Schieferhülle und der Radstädter Tauern eine Rolle spielen, dort aber wegen der höheren Metamorphose der Gesteine und der starken Verschuppung dieses Grundbaues nicht auffindbar waren.

Ich weise noch einmal darauf hin, daß über den Schichtverband der Altdecken I und II, des Kristallin zur zentralalpinen Trias (Jura) keine Klarheit herrscht. Die Trias kann dem Kristallin der einzelnen Jungdecken normal aufgelagert sein, sie kann aber auch auf dasselbe aufgeschoben sein. Für die letzte Annahme spricht die Beobachtung von Schubspänen des Murauer Kalkmarmors in dem unterlagernden Granatglimmerschiefer bei Murau und das Auftreten diaphthoritischer Grenzphyllite an der Berührungsebene beider Gesteinsgruppen, ferner die von HOLDHAUS geschilderte Ausbildung diaphthoritischer Serizitphyllite zwischen Buntschuhgneis und Trias im Loibengraben. Die durch diese Verhältnisse bewiesene Verschiebung der Trias über dem Kristallin sowohl innerhalb der Murtaldecke als auch innerhalb der Turracher Decke könnte nichtsdestoweniger aber auch nur eine Relaisbewegung gewesen sein, welche sich unter der Wirkung der auf die Trias aufgeschobenen paläozoischen Altdecken einstellte.

In dem nebenstehenden Schema I konnten einzelne wichtige tektonische Verhältnisse von räumlich beschränkter Ausbreitung nicht zum Ausdruck gebracht werden. Diese sind in dem folgenden Schema II dargestellt. Für das Verständnis der Tektonik der Murtaler Zentralalpen und der sich nördlich und südlich an sie anschließenden Kalkalpen ist die Berücksichtigung des alttertiären Weiterschubes der Altdecke IV über die Altdecke III am wichtigsten. Die Altdecke bestand in ihrem tieferen Teil aus altpaläozoischen Gesteinen, vorwiegend devonischen Kalken, ferner auch aus silurischen Kalken und altpaläozoischen Schieferen; alle diese Gesteine wiesen varistische Struktur auf. In ein permisches Relief dieses Gebirgsstückes war die Kalk-

Schema I.

Jungdecken (alttertiär)	KOBER 1922	Deckensystem (intrakretazisch — alttertiär)	
Turracher Decke	8. Grauwackenzone 7. Buntschuhgneis	IV. (Schneeberg, Gahns?) III. Turracher Oberkarbon II. Trias I. Buntschuhgneis (Tonalit)	
Murtaler Decke	9. Obere Grauwackenzone + hochostalpine Trias 8. Grauwackenzone (untere) } Frauenalpescholle 6. Kristalline Serie	IV. Hochostalpine Trias in einem varistischen Relief altpaläoz. Kalke III. Oberkarbone Tonschiefer und Grünsteine, Phyllite II. Semmering-Trias, Murauer Kalk I. Steirisches Kristallin	→ (Silbersbergphyllite) Ennstalphyllite
Radstädter Decke	4. Quarzphyllite 3. Radstädter Decke 5. Schladminger Kristallin (pars.)	IV. Mandling-Trias III. Quarzphyllite, Grünsteine, Chloritschiefer II. Trias — Jura I. Mauterndorfer Kristallin	→ Katschbergzone
Schieferhülle	2. Schieferhülle	IV.—I. Hochmetamorph, verschuppt	
Autochthone Zentralgneise	1. Zentralgneise	Alttertiäre Granit-Diorit-Lakkolithe	

~~~~~ = Alttertiärer Deckenschub der einzelnen Jungdecken übereinander.

----- = Intrakretazische Deckenschübe innerhalb der einzelnen Jungdecken.

~~~~~ = Alttertiärer Deckenschub in einer bereits intrakretazisch angelegten Deckenüberschiebung (Silbersbergphyllite, Diaphthorite).

alpen-Trias transgressiv und diskordant eingelagert, besonders im Osten von mächtigen permischen Gesteinen mit Porphyridecken unterlagert. Der alttertiäre Weiterschub dieser kompliziert gebauten Altdecke IV hatte in erster Linie eine Zerreißung des altpaläozoischen Tiefsten der Altdecke IV und eine Vermischung ihrer Gesteine mit den permischen Schiefen, den Blasseneckporphyren, aber auch mit Schiefen der oberkarbonen Liegenddecke zur Folge. Die großartige Mischungszone, welche dem Südrand der nördlichen Kalkalpen vom Semmering bis Admont folgt, konnte nur dadurch entstehen, daß die altpaläozoischen Kalke als stark gegliedertes Relief in die Perm-Triasdecke hinauftraten und dadurch der Zerreißung bei dem Vorschub besonders ausgesetzt waren. Die Veranlassung dieses Nachschubes war die intensive Verschuppung, welche in diesem östlichen Teil der Murtaaldecke gleichzeitig, also alttertiär, in den tiefern Altdecken I und II eintrat, eine Verschuppung, welche damals zur Auftürmung hoher Gebirgsketten geführt hatte, vor denen die Altdecke IV gegen Nord vorgeschoben werden mußte. Gegen Osten ist diese Verschuppung mit abnehmender Intensität bis zum Westrand der Sekkauer Alpen verfolgbar, wo sie im Kristallin durch das Untertauchen der Brettsteiner Kalkmarmore (Altdecke II) unter das Kristallin (Altdecke I) der Ingering in die Erscheinung tritt. Von dort ab gegen Westen tritt an Stelle der Verschuppung in den unteren Altdecken eine Faltung, die Auffaltung der Niedern Tauern. Hier wird durch die Ausbildung und durch den Schichtverband der Ennsthal-Phyllite die Gleichzeitigkeit der Faltung der Niedern Tauern und des Vorschubes der südlichsten Decke der nördlichen Kalkalpen-Trias bewiesen. Analoge Verhältnisse zeigt der Nordrand der Radstädter Tauern-Jungdecke in den Mandling-Tennengebirg-Zonen.

Diese Vorstellungen ergaben sich zwangsmäßig aus der Beobachtung der transgressiven Lagerung der Gosau über dem Altdeckensystem III/IV in der Kainach, am Südausgang des Lavant- und Gurktales, einerseits, während die Nachschubbewegung durch die in den südlichsten Kalkalpen zu beobachtende Verfaltung und Einpressung der Gosau (SPENGLERS „Interferenz vorgosauischer und alttertiärer Tektonik“) und durch die Beobachtung AMPFERERS über die zur Gosauzeit noch nicht stattgehabte Verschieferung der Blasseneckporphyre bewiesen wird.

Jünger als diese Bewegungen am Nordrand der Zentralalpen erscheint die Auffaltung der Karawanken, deren mächtige Kalkzüge nicht als Wurzeln in die Tiefe setzen, sondern als auf oberkarbone Schiefer aufgesetzte Synklinalen erscheinen. Die Karawanken sind nichts anderes als zur Miozänzeit aufgefaltetes Deckenland, in welchem alle geschilderten Jungdecken in ihrer im oberen Murgebiet geschilderten Ausbildung übereinander, aber gegen Süd auch nebeneinander aus der Tiefe auftauchen, da die Erhebung der Karawanken in den

## Schema II.

|                     | Zentralalpen                                                                |                                                                             |                                                                                                          |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | im Osten                                                                    | im Westen                                                                   | im Süden<br>(Karawanken)                                                                                 |
| Turracher Decke     | östlich der Murau-<br>Metnitzer Alpen<br>nicht vorhanden                    | Altdecken I, II,<br>III in den Nie-<br>dern Tauern alt-<br>tertiär gefaltet | in den Karawan-<br>ken Altdecken I,<br>II, III und IV<br>jungtertiär ge-<br>faltet und auf-<br>gerichtet |
| Murtaler Decke      | von Sekkau bis<br>zum Semmering<br>in I, II, III alt-<br>tertiär verschuppt |                                                                             |                                                                                                          |
|                     | Serpentin-Einschübe                                                         |                                                                             |                                                                                                          |
| Radstädter<br>Decke | nicht bekannt                                                               | sehr stark ver-<br>schuppt                                                  | in der Tiefe                                                                                             |
|                     | Mandling-Zug mit intrakretazischer<br>und alttertiärer Verschuppung         |                                                                             |                                                                                                          |
| Schieferhülle       | nicht bekannt                                                               | hochmetamorph,<br>bis zur Unkennt-<br>lichkeit verschuppt                   | in der Tiefe                                                                                             |

südlichen Ketten eine stärkere war als in den nördlichen. In jüngster Zeit sind sie von den zu den Südalpen zu rechnenden Steiner-Santaler Kalkalpen überfahren, unter deren Nordteil vielleicht die südliche Fortsetzung der Radstädter Decke gelegen ist.

Die Murtaler Decke besteht daher im Gebiet des oberen Murtales aus einem mittleren, noch normal nahezu söhlich gelagerten Deckenstück, welches gegen Nord in den durch alttertiäre Auffaltung der Niedern Tauern aufgefalteten Deckenteil und gegen Süd in den durch jungtertiäre Auffaltung in den Karawanken aufgefalteten Deckenteil übergeht. In beiden Faltenzügen ist die Murtaler Decke zusammen mit der überlagernden Turracher Decke und natürlich auch mit den unterlagernden tieferen Jungdecken gefaltet.

Die Turracher Decke dürfte nur den westlichen Teil der Murtaldecke überfahren haben; ihre ursprünglich östlichste Grenze dürfte am Westabhang der Grebenze gelegen haben.