

# VERHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

HEFT 3 (Schlußheft)

1957

## *Inhalt:*

- E. SPENGLER, Zur Frage des Beckenbaues der Nördlichen Kalkalpen
  - G. ROSENBERG, Vom Süden der Weyerer Bögen, Nördliche Kalkalpen
  - M. KIRCHMAYER, Durch Mikrofossilien belegte Grüne Schichten im norischen Hauptdolomit in Oberösterreich
  - B. PLÖCHINGER, Zur Geologie der Umgebung von Hirtenberg/Triesting
  - O. REITHOFER, Zum Bau der Ruitelspitzen (Lechtaler Alpen)
  - W. HEISSEL, Die geologischen Ergebnisse einer Bohrung bei Breitenbach (Unterinntal)
  - H. FISCHER, Über glaziale Bildungen aus dem Gebiet von Annaberg und dem mittleren Erlauf-tal (Niederösterreich)
  - E. SPENGLER, Bemerkungen zu A. THURNER: „Die Puchberg- und Mariazeller Linie“ und zur tektonischen Übersichtskarte von Niederösterreich von P. BECK-MANNAGETTA
- Geologische Literatur Österreichs 1956 (mit Nachträgen aus früheren Jahren)

NB. Die Autoren sind für Inhalt und Form ihrer Mitteilungen verantwortlich.

## Zur Frage des Deckenbaues der Nördlichen Kalkalpen

VON ERICH SPENGLER

1. Bemerkungen zu P. J. HAMANN und C. W. KOCKEL: „Luitpoldzone, Bär-günde-le und das Ende der Lechtaldecke“ (Geologische Rundschau 45, 1956).

Mit 1 Abbildung.

Diese Arbeit ist ein Vorbericht zu einer sehr gründlichen Neuaufnahme, die P. J. HAMANN als Schüler C. W. KOCKELS in dem Raume um das Prinz-Luitpold-Haus in den Allgäuer Alpen durchgeführt hat. Diese Untersuchungen haben zu dem höchst merkwürdigen und überraschenden Ergebnis geführt, daß der bereits von AMPFERER auf Blatt „Lechtal“ kartierte, von HAMANN und KOCKEL als „Luitpoldzone“ bezeichnete schmale Streifen von Rhät- und Juragesteinen einerseits dem Hauptdolomit des Hochvogelgebietes stratigraphisch aufgelagert ist, andererseits gegen W in den Jura der Allgäudecke übergeht (H. u. K., S. 210). Ferner fand HAMANN, daß das Westende der nordwestlich unter der Luitpoldzone gelegenen Hauptdolomitmasse — abweichend von dem von AMPFERER gegebenen Kartenbilde — bei der oberen Bär-günde-le-Alm durch eine schmale Jura-mulde geteilt ist, welche ähnlich wie die Luitpoldzone gegen SW in den Jura der Allgäudecke übergeht. Aus diesen Kartierungsbefunden ziehen die beiden Auto-

ren den Schluß, daß die bisher übliche Trennung in Allgäu- und Lechtaldecke nicht zutrifft, sondern daß der bisher der Lechtaldecke zugerechnete Hauptdolomit südlich der beiden Bäründe-Almen als doppelter Sattelkern aus dem Jura der Allgäu-Decke auftaucht.

Diese Deutung ist auf Grund der örtlichen Verhältnisse zweifellos die naheliegendste, wenn es auch auffallend ist, daß nur bei der kleinen Mulde der oberen Bäründe-Alm der Muldencharakter ungestört erhalten geblieben ist, sonst aber statt des zu erwartenden normalen Kontaktes Überschiebungsfächen auftreten, welche sowohl auf Blatt „Lechtal“ als in der Skizzenkarte Abb. 3 und in den Profilen Abb. 2 bei H. u. K. eingetragen sind: 1. Die untere Hauptdolomitzone ist bei der unteren Bäründe-Alm unmittelbar auf Aptychenschichten der Allgäu-Decke aufgeschoben (Profile a und b in Abb. 2). Daß diese Überschiebung keine unbedeutende Störung sein kann, zeigt die Tatsache, daß schon 2 km nördlich der unteren Bäründe-Alm Wettersteinkalk und sogar eine Schubscholle von Buntsandstein (AMPFERER, Bl. „Lechtal“ und Erläuterungen dazu S. 15) an der Überschiebungsfäche zutage treten. 2. Die inverse Rhät-Jura-Serie der Luitpoldzone ist auf den Hauptdolomit des Sattelkopfes aufgeschoben (Bl. „Lechtal“ und Profile a und b in Abb. 2 bei H. u. K.). 3. Der anscheinend normale Kontakt zwischen dem Hauptdolomit des Hochvogels und der Luitpoldzone an der Kesselspitze und beim Luitpoldhaus geht unter der Westwand des Wiedemer Kopfes auffallend rasch in eine Überschiebung über (Profile b und c in Abb. 2 bei H. u. K.).

Noch viel merkwürdiger aber wird die Erklärung der Lagerungsverhältnisse durch HAMANN und KOCKEL, wenn man das Gesamtbild der Tektonik des westlichen Kalkalpenabschnittes betrachtet. Die Lagerungsverhältnisse entsprechen weitaus an den meisten Stellen in überzeugender und prachtvoll aufgeschlossener Weise der Ansicht AMPFERERS, daß die aus Trias aufgebaute Lechtaldecke auf Jura- und Kreidgesteine der Allgäu-Decke aufgeschoben ist, nur die Verhältnisse in der Gegend der Luitpoldzone und westlich vom Biberkopf (RICHTER 1954, S. 57—60) scheinen dieser Vorstellung zu widersprechen. Es sei auch auf die „tektonische Moräne“ hingewiesen, welche AMPFERER von der Ussernalm bei Tannheim beschrieben hat (AMPFERER und HAMMER 1911, S. 542, Fig. 4 und S. 548), welche nur verständlich ist, wenn es sich bei der Überschiebung der Lechtaldecke über die Allgäu-Decke um eine Fernüberschiebung handelt. Die autochthone Tektonik im Sinne von HAMANN und KOCKEL würde an der sehr langen Überschiebungslinie, an der Jura oder Kreide unten, Trias oben liegt, einen fortwährenden Wechsel der Vergenz und einen verschwindend kleinen Betrag der Abtragung an den Schubändern bedeuten. Dagegen spricht auch der innere Bau der Allgäu-Decke (Aufbau aus 3 nordvergenten Teildecken) und der Lechtaldecke (großzügige Faltung, z. B. der Holzgauer Mulde und Teilung an der Stirn in die nordvergenten Vilser Decken) für eine einheitlich N bis NW gerichtete Vergenz in den Allgäuer Alpen. Daß aber zwischen den großen Räumen mit einheitlicher N- bis NW-Vergenz ein der heutigen Überschiebungslinie — also einem Abtragungsrand — folgender, zickzackförmig verlaufender Streifen mit wechselnder Vergenz verläuft, ist äußerst unwahrscheinlich. Vom Biberkopf bis Füssen hat die Überschiebungslinie der Lechtaldecke über die Allgäu-Decke eine Länge von über 100 km; davon spricht kaum 1 km im Arbeitsgebiete HAMANNs gegen den Deckenbau. Man pflegt sonst, wenn die Lagerungsverhältnisse an einer tektonischen Linie in etwa 99% für die Erklärung a, in 1% für die Erklärung b sprechen, die Erklärung a

für die regional richtigere zu halten und die Stellen, an denen a nicht zu stimmen scheint, als durch lokale Störungen bedingte Ausnahmen zu betrachten. HAMANN und KOCKEL haben aber den umgekehrten Weg eingeschlagen: Nur bei der Luitpoldzone und der Bärigünde-Alm soll der Kontakt zwischen Trias und Jura sein wahres Gesicht zeigen, auf der übrigen, viel längeren Strecke wäre die Deckenüberschiebung nur vorgetäuscht!

Wenn man versucht, die Überschiebungen und Falten rückgängig zu machen, so zeigt es sich, daß der Ablagerungsraum der Allgäu-Decke wegen der viel stärkeren Verschmälerung durch die interne Tektonik in N—S-Richtung viel ausgedehnter war als derjenige des jetzt angrenzenden Teiles der Lechtal-Decke (SPENGLER 1953, Taf. I). Die beiden Ablagerungsräume passen also in ihrer Größe und Gestalt nicht unmittelbar zusammen. Auch das spricht für eine größere Schubweite der Lechtal-Decke.

Ich glaube daher, daß man auch hier zuerst versuchen muß, die Lagerungsverhältnisse mit der Deckenlehre in Einklang zu bringen — auch wenn es nicht ganz leicht geht —, bevor man den Schritt wagen darf, sie auf Grund lokaler Befunde gänzlich zu verdammen.

Ich glaube nun folgende Möglichkeit zu sehen, die Lagerungsverhältnisse in dem Arbeitsgebiet HAMANNs mit dem Deckenbau in Einklang zu bringen<sup>1)</sup>.

Ich nehme eine dreiphasige Tektonik an: 1. Autochthone nordwestvergente Faltung in den Bereichen der späteren Allgäu- und Lechtal-Decke. Dazu gehören die schon in der topographischen Alpenvereinskarte der Allgäuer Alpen eingezeichneten prachtvollen Falten im Hauptdolomit des Wiedemer Kopfes (AMPFERER und HAMMER 1911, S. 550, Fig. 7) und der Fuchskarspitze. Schon bei dieser Faltung haben sich die Luitpoldzone und die Mulde der oberen Bärigünde-Alm als gegen NW überkippte Mulden gebildet. Auch die Einfaltung von Kössener Schichten in den Hauptdolomit des Hochvogels an der Balkenscharte würde hierher gehören.

2. Jünger als die Faltung wäre die Fernüberschiebung der Lechtal-Decke über die Allgäu-Decke. Diese Überschiebung ist im Bereiche der Karte Abb. 3 bei H. u. K. bei der unteren Bärigünde-Alm als Überschiebung von Hauptdolomit auf Aptychenschichten und am Fuß der Nordwand des Vorderen Wilden und der Westwand des Kreuzkopfes als Überschiebung von Hauptdolomit auf Allgäu-Fleckenmergel aufgeschlossen. An der Nordseite des Wiedemer Kopfes soll aber nach HAMANN und KOCKEL diese Überschiebung aufhören und von hier an über den Glasfelder Kopf bis ins Quellgebiet des Schwarzwassertales ein normaler Kontakt zwischen den Fleckenmergeln und der Trias der Hochvogelmasse bestehen. Daß eine solche Überschiebungsfläche auf so kurzer Strecke in einen wirklich ungestörten Kontakt übergeht, halte ich schon nach Profil Abb. 2b für sehr unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher ist wohl, daß die Ungestörtheit des Kontaktes dadurch vorgetäuscht wird, daß die Überschiebung ganz schichtenparallel wird und dadurch schwer zu erkennen ist. Nach diesem Profil vermute ich, daß die Hauptüberschiebung<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Im Juli 1956 hatte ich Gelegenheit, das Gebiet unter Führung Professor KOCKELS auch in der Natur kennenzulernen, allerdings nur auf gebahnten Wegen.

<sup>2)</sup> Streng genommen zeigt Profil b sogar drei Schubflächen: 1. Zwischen dem roten Liasbasiskalk und dem Fleckenmergel. Diese Schubfläche ist wohl die Hauptüberschiebung, weil diese das rasche Auskeilen des Rhät gegen SE verursacht. 2. Zwischen den unteren Kössener Schichten und dem oberen Oberrhätkalk. Diese Schubfläche bewirkt die Verdoppelung des Rhät. 3. Zwischen Kössener Schichten und Hauptdolomit. Diese Bewegungsfläche ist in dem Profil an der zwischen beiden Gesteinen gezeichneten Diskordanz zu erkennen. Auch AMPFERERS Zeichnung (AMPFERER

zwischen rotem Liasbasiskalk und Fleckenmergel verläuft. In Profil a könnte sie auch innerhalb der Fleckenmergel verlaufen<sup>3)</sup>. Demnach würden Kössener Schichten, Oberrhätkalk und roter Liasbasiskalk der Luitpoldzone der Lechtaldecke, Fleckenmergel, Doggerkalk, Radiolarit und Aptychenschichten der Allgäu- decke angehören.

3. Noch jünger als die Deckenüberschiebung wäre die schon von AMPFERER als Schubfläche erkannte lokale Überschiebung, an der die inverse Schichtenfolge der Luitpoldzone auf den Hauptdolomit des Sattelkopfes aufgeschoben ist. Zwischen den tektonischen Vorgängen 2 und 3 dürfte aber die Erosion ein Tal im Bereiche der Luitpoldzone geschaffen haben, so daß die jüngere Überschiebung eine Reliefüberschiebung wäre. Die Annahme eines Erosionsein- schnittes vor Ausbildung der jüngeren Schubfläche erklärt vor allem das Fehlen des Liegendschenkels der Luitpoldmulde und macht das Auftreten der lokalen Schubfläche gerade an dieser Stelle verständlich. Durch die jüngere Überschiebung gelangte die Deckenüberschiebung in der Luitpoldzone in eine etwa 600 m höhere Lage als bei der unteren Bärgündele-Alm.

Es sind eigentlich nur zwei Annahmen zu machen, welche sich nicht unmittel- bar aus dem von HAMANN und KOCKEL gegebenen Kartenbilde ergeben: 1. Teilung der Luitpoldzone durch eine schichtenparallele Überschiebung. 2. Die Jura- gesteine der Mulde der oberen Bärgündele-Alm würden mit denen der Allgäu- decke nicht wirklich zusammenhängen, sondern zwischen den Südenden beider Hauptdolomitzen auf die Aptychenschichten der Allgäu- decke aufgeschoben sein. Es handelt sich hier um eine Strecke von nur 600 m Länge.

Zur Erläuterung dieser Ausführungen habe ich in den beigegebenen Profilen versucht, das Zustandekommen des Profils a (H. u. K. S. 208, Abb. 2) mit Hilfe der dreiphasigen Tektonik zu erklären. I zeigt den Zustand des Profils zwischen den tektonischen Vorgängen 1 und 2, II denjenigen zwischen 2 und 3, III den heutigen Zustand. III entspricht Profil a (wobei allerdings wegen der notwen- digen stärkeren Verkleinerung die Signaturen etwas kräftiger gezeichnet wurden als bei H. u. K.). In den früheren Stadien dieses Profils wurden absichtlich nur diejenigen Teile der Schichtgruppen mit Signaturen bezeichnet, die noch an dem heutigen Profil an der Erdoberfläche sichtbar sind<sup>4)</sup>, die anderen Teile der Schichtgruppen nur durch Ziffern. Die Falten in den an der Erdoberfläche nicht sichtbaren Teilen der Allgäu- decke konnten natürlich nur schematisch eingetragen werden. Die Angabe „etwa 35 km“ in I gilt für den Fall, daß die Gesteine der Allgäu- decke des Stierbachtals nicht nur nördlicher als diejenigen des Falken- steinzuges, sondern auch nördlicher als die Gesteine der Unteren Vilser Decke sedimentiert wurden (SPENGLER 1953, S. 52, Z. 27—36). Die schwer abschätz- bare Verkürzung durch die alte autochthone Faltung wurde willkürlich mit 5 km angenommen, so daß auf die Schubweite der Lechtaldecke 35 km entfallen.

Die Profile b und c lassen sich sogar noch leichter als a mit Hilfe der hier an- genommenen dreiphasigen Tektonik deuten, da in diesen Profilen die Schub- fläche zwischen den Fleckenmergeln und dem darüber liegenden Hauptdolomit des Hochvogelgebietes bereits bei H. u. K. eingezeichnet ist.

und HAMMER 1911, S. 550, Fig. 7) zeigt diese Diskordanz. Die Schubfläche 3 erzeugt wohl die starke Reduktion der Mächtigkeit der Kössener Schichten im Vergleich mit Profil a.

<sup>3)</sup> Ebenso vermute ich, daß westlich vom Biberkopf die Überschiebung des Allgäuer Haupt- kammes dadurch unsichtbar wird, daß sie gänzlich in Fleckenmergeln verläuft.

<sup>4)</sup> die aber zur Zeit der Zustände I und II' mehr oder minder tief unter der damaligen Erd- oberfläche lagen.

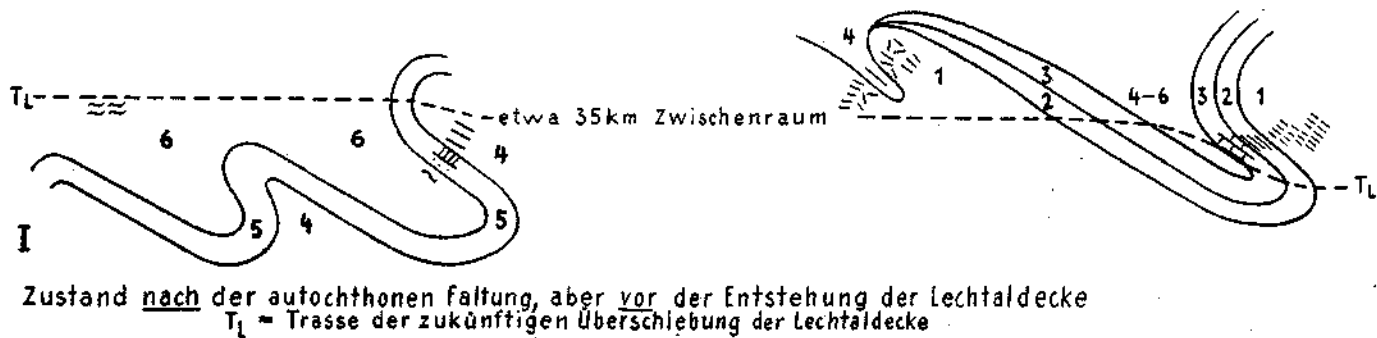
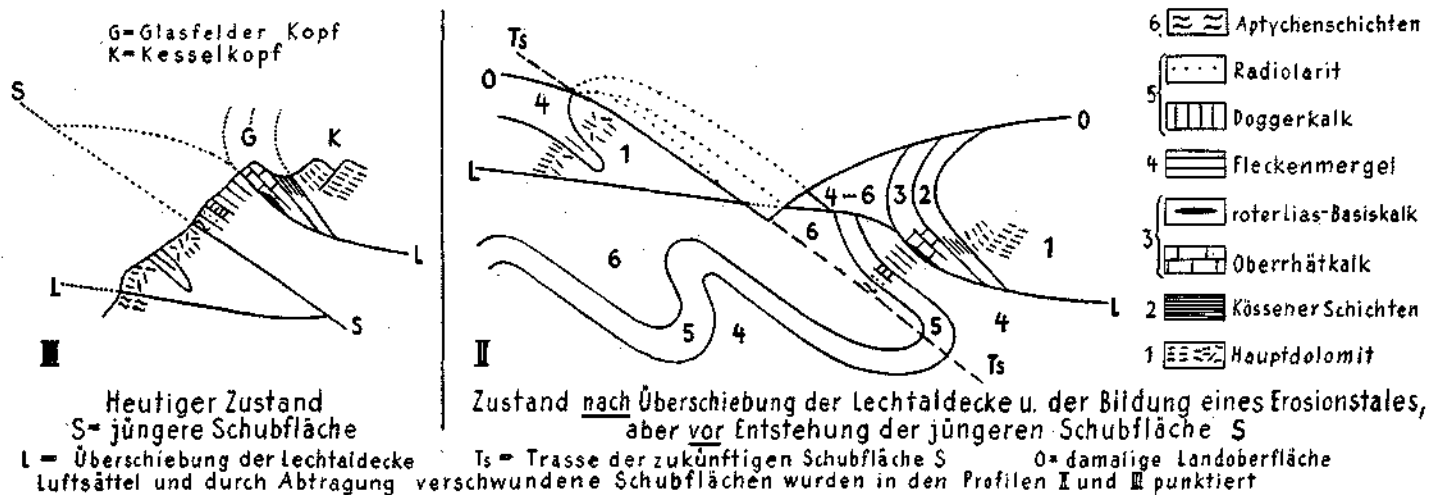


Abb. 1

KOCKEL zieht aus seiner Deutung des Baues der Luitpoldzone die einzig mögliche Konsequenz und gibt schweren Herzens das Hornbachfenster auf, das er noch 1953 verteidigt hatte. Er gelangt zu einer Deutung, die etwa den alten Auffassungen von RICHTHOFEN (1861) und MYLIUS (1914) entspricht. Er weist auf die Ähnlichkeit mit der Puitentalzone hin, die tatsächlich kein Fenster ist. Ich finde aber, daß dieser Vergleich hinkt. In der Puitentalzone steht die Nordrandzone sehr steil, z. T. saiger, und ist mit W—E-verlaufenden horizontalen Rutschstreifen bedeckt (AMPFERER 1912, S. 206, Fig. 2), im Hornbachtal liegen die sich meist annähernd in derselben Höhe gegenüberliegenden Ausbisse der Überschiebungsfäche des Süd- und Nordrandes ziemlich flach, wie das Einbiegen der Überschiebungsfäche in die Seitentäler zeigt (KOCKEL 1953, geologische Karte). Besonders spricht für die flache Lage der Überschiebungsfäche der Kanzberg, der fast eine isolierte Klippe von Hauptdolomit auf Fleckenmergel ist. Es sei auch auf die winzigen, in den Karten von HANIEL und AMPFERER eingetragenen Klippen von Hauptdolomit auf Fleckenmergel auf dem Kreuzbergkamm hingewiesen. Für das Hornbachfenster und gegen zwei gegeneinander gerichtete Überschiebungen sprechen daher dieselben Erwägungen, die gegen die Glarner Doppelfalte und für die einheitliche Glarner Decke sprechen. Während sich das Hornbachfenster gegen Osten schließt, zieht in der Puitentalzone die Überschiebung des Südrandes über den Sattel südlich vom Schartkopf ins Karwendel weiter und setzt sich dort als Karwendelüberschiebung fort (siehe SCHNEIDER 1953, Profile Abb. 6 und Karte Abb. 7).

Nach RICHTHOFEN, MYLIUS und KOCKEL 1956 müßte die Überschiebung am Nordrande der Hornbachzone südvergent sein, während sie am Kreuzkopf und Vord. Wilden offenbar NW-vergent ist. Nun läßt sich aber dieselbe Überschiebungsfäche (Hauptdolomit auf Fleckenmergel) vom Südrande des Kanzberges um die Jochspitze herum am Fuße der Westwände der Wilden entlang zur Nordwand des Vorderen Wilden verfolgen. Dieselbe Schubfläche kann doch nicht gleichzeitig S- und NW-vergent sein!

Die Deutung der Tektonik durch HAMANN und KOCKEL ist zweifellos einfacher als die hier vorgebrachte, hat aber den großen Nachteil, daß sie die Lechtaldecke und somit auch das Hornbachfenster unmöglich macht. Mein Erklärungsversuch scheint mir auch den örtlichen Lagerungsverhältnissen gerecht zu werden und hat den großen Vorteil, mit der Deckenlehre in Einklang zu stehen.

Eine endgültige Beurteilung der Tektonik dieses Raumes wird allerdings erst möglich sein, bis die ausführlichen Arbeiten von P. J. HAMANN über die Luitpoldzone und von V. JACOBSHAGEN über das Hornbachgebiet erschienen sind.

## 2. Stellungnahme zu den Arbeiten von MAX RICHTER und R. SCHÖNENBERG (1953) und C. W. KOCKEL (1956) über die Tektonik der Nördlichen Kalkalpen.

In diesen beiden Arbeiten werden vor allem aus dem Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen mehrere Beobachtungen mitgeteilt, welche zweifellos Schwierigkeiten bereiten für die bisher allgemein herrschende und früher auch von RICHTER und KOCKEL selbst eifrig vertretene, hauptsächlich auf den Arbeiten von O. AMPFERER begründete Theorie von der Gliederung des Westabschnittes der Kalkalpen in drei Decken: Allgäudecke, Lechtaldecke und Inntaldecke. Ich glaube aber, daß diese Schwierigkeiten nicht unüberwindlich sind und daß im

Gegenteil die Schwierigkeiten noch größer werden, wenn man die Deckenlehre verläßt. Auf einige dieser Schwierigkeiten hat ja KOCKEL selbst aufmerksam gemacht, auf andere hat KÜPPER (1956) hingewiesen. Ich kann mich daher nur der Meinung KÜPPER anschließen, daß KOCKELS Ansicht von dem Zusammenbruch des kalkalpinen Deckenbaues zum mindesten noch verfrüht ist.

Die größte Schwierigkeit für die Aufrechterhaltung der Lechtaldecke sehen HAMANN und KOCKEL in den Beobachtungen in der Umgebung des Luitpoldhauses im Hochvogelgebiet. Eine Möglichkeit, wie auch die merkwürdigen Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet mit dem Deckenbau in Einklang gebracht werden können, habe ich oben besprochen.

Nun zu den Beobachtungen RICHTERS und SCHÖNENBERGS im Bereiche der Inntaldecke.

Der wichtigste Teil der Arbeit sind die Beobachtungen, die SCHÖNENBERG (S. 67—73) in der Umgebung der Memminger Hütte machen konnte, weil diese die Verfasser zu der Aufstellung des nach ihrer Ansicht beherrschenden Grundtypus der Tektonik der Lechtaler Alpen geführt haben: keulenförmig gegen oben verbreiterte Sättel und gegen oben verschälerte Mulden. Dazu kommt noch ein starkes Achsengefälle der Falten.

Ich glaube aber, daß die Beobachtungen SCHÖNENBERGS auch im Sinne meiner 1951 ausgesprochenen Deutung der Tektonik der Lechtaler Alpen verständlich sind. Dieser bereits bei Betrachtung der Karte (Abb. 11) und der Profile (Abb. 14) SCHÖNENBERGS gewonnene Eindruck wurde noch durch eine Exkursion verstärkt, die ich im August 1954 zur Memminger Hütte und zur Griesl-Alm unternommen habe.

Ich habe 1951 die Inntaldecke in der Umgebung der Memminger Hütte als eine aus einem liegenden Sattel entstandene Schubmasse gedeutet, welche bereits in dem annähernd saiger stehenden Hauptdolomit der Grieslspitze und dessen Fortsetzung an der Ostseite des Parseiertales ihre Wurzel hat (SPENGLER 1951, S. 189, Profil 2).

Bei Betrachtung der beiden an sich sicher richtigen Profile SCHÖNENBERGS (Abb. 14) ist es sehr schwer zu glauben, daß diese beiden nur etwa 500 m von einander entfernten Profile wirklich Querschnitte durch dasselbe Faltensystem sind, daß z. B. aus dem sehr schmalen, nur eine dünne Lamelle von Hauptdolomit aufweisenden Triassattel zwischen den beiden mit Liasfleckenmergeln erfüllten Mulden der Edelrautenspitze das breite Hauptdolomitgewölbe der Kleinbergspitze wird. Viel wahrscheinlicher ist es, daß der Hauptdolomit der Kleinbergspitze als höhere Decke über der Doppelmulde der Edelrautenspitze liegt.

Der Bau der Umgebung der Memminger Hütte ist nur dann verständlich, wenn man zwei verschiedenen tektonischen Einheiten angehörige Hauptdolomite annimmt, von denen der eine zur Lechtaldecke (Saxerspitz-Teildecke), der andere zur Inntaldecke gehört<sup>5)</sup>. Nur der Hauptdolomit der Saxerspitz-Teildecke bildet sekundäre Sättel innerhalb der Freispitzmulde und zeigt das von SCHÖNENBERG beschriebene Achsensteigen gegen Osten. Der Hauptdolomit des Grates Kleinbergspitze—Seeschartenkopf hingegen zeigt nicht, wie es nach SCHÖNENBERGS Deutung der Fall sein müßte, gegen W fallende Schichtflächen, sondern dessen Schichten streichen gegen W frei in die Luft aus. In der Umgebung der Memminger Hütte würden der Hauptdolomit bei der Hütte und beim Unt. Seewisee,

<sup>5)</sup> Selbstverständlich kann es da vorkommen, daß diese beiden Hauptdolomite an einzelnen Stellen unmittelbar aufeinander liegen und dadurch schwer zu trennen sind.

die aus schön gefaltetem Hauptdolomit bestehende niedrige lange Wand südwestlich des P. 2335, der Hauptdolomit bei Alplig, die schmalen Züge an der S- und NE-Seite der Edelrautenspitze und des P. 2458 zur Lechtaldecke, die übrigen Hauptdolomitvorkommen zur Inntaldecke gehören. In SCHÖNENBERGS Profilen (Abb. 14) würde das ganze untere Profil mit Ausnahme des P. 2612 zur Lechtaldecke gehören, während in dem oberen Profil nur der Oberrhätalkalk des Schwabenkopfes, die diesen unterlagernden Kössener Schichten und der 3 kleine Sättel bildende Hauptdolomit darunter zur Lechtaldecke gehören würden, während alles andere der Inntaldecke zugerechnet werden müßte. An der Nordseite des Schwabenkopfes hat ja auch SCHÖNENBERG die Überlagerung der Oberrhätalkalkes durch steilstehenden Hauptdolomit in seinem Profile gezeichnet.

Allerdings muß man sich von der Vorstellung freimachen, daß die Inntaldecke als flachliegende Platte der Freispitzmulde aufliegt; sie ist vielmehr stark in sich und mit ihrer Unterlage verfalset und verschuppt, wie die Lagerung des Hauptdolomites in dem Grat Kleinbergspitze—Seeschartenkopf zeigt.

Mit Hilfe meiner Deutung sind folgende Erscheinungen leichter verständlich:

1. Die kleine Klippe von Hauptdolomit auf dem Gipfel der Roten Platte in der Freispitzgruppe (AMPFERER 1932, Abb. gegenüber von S. 98).

2. Die Hauptdolomitklippe am Vorderen und Mittleren Seekopf. Wie der Anblick von der Memminger Hütte aus zeigt, sitzt der Hauptdolomit des Vorderen Seekopfes zweifellos auf den Liasfleckenmergeln der tieferen Gehänge dieses Felsgipfels. Die Grenze zwischen Fleckenmergeln unten und Hauptdolomit oben ist schon morphologisch dadurch ungemein scharf, daß hier die steile Gipfelwand des Vord. Seekopfes beginnt. Abb. 15 bei SCHÖNENBERG, die den Mittleren Seekopf von E zeigt, spricht keineswegs gegen eine Auflagerung des Hauptdolomites auf den Fleckenmergeln; denn man kann den sich keilförmig nach unten verschmälernden Hauptdolomit auch als eine Einfaltung von oben betrachten. Die an der Grenze gegen die Fleckenmergel hier auftretenden Rhätgesteine sind dann Reste des verkehrten Mittelschenkels.

3. Die auch von SCHÖNENBERG anerkannte Überschiebung des Hauptdolomites über den Jura der Oberlahms-Spitze (AMPFERER 1932, Abb. vor S. 89), die sich auch nach RICHTERS Karte (Abb. 18) mindestens bis an den Nordfuß der Leiter Spitze verfolgen läßt. Diese Überschiebung zeigt kein Achsensteigen gegen E; im Gegenteil, die Schubfläche senkt sich gegen E, denn sie liegt südlich vom Gipfel der Oberlahmsspitze in fast 2600 m Höhe, 1,4 km östlicher, im Hintergrunde des Röttales, in 1942 m Höhe. Auch der vom Hauptdolomit überschobene Jurakern der Freispitzmulde weist kein Achsensteigen gegen E auf. Das von SCHÖNENBERG beschriebene Achsensteigen gegen E scheint daher eine ganz lokale, auf den Raum der Memminger Hütte beschränkte Erscheinung zu sein und darf nicht ohne weiteres als ein Grundzug der Großtektonik dieses Teiles der Lechtaler Alpen betrachtet werden.

4. Der äußerst verwickelte Bau der sehr tiefen Freispitzmulde, die Überschiebung der Saxerspitzschuppe und der gleichfalls sehr lebhaft Faltenbau des Gebietes um die Tajaspitze zeigen an, daß der Raum zwischen Sulzel- und Madautal bei der Faltung sehr stark zusammengepreßt wurde. Ich habe 1953 versucht, das Ausmaß dieses Zusammenschubs durch Abwicklung der Falten zu schätzen. Heute beträgt die Entfernung von der Rotspitze (Freispitzgruppe) bis zum Lechtal bei Bach 9 km. Vor der Orogenese waren es nach meiner ersten Schätzung (Taf. I) 16 km, nach meiner zweiten (Taf. II) sogar 22 km. Nach RICHTER und SCHÖNENBERG ist das zusammenhängende Hauptdolomitgebiet im



Osten durch Heraushebung von Triassätteln aus dem Raume: Rotspitze—Lechtal entstanden. Da sich auf so kurze Strecke der Zusammenschub nicht ändern kann, muß auch das Hauptdolomitgebiet durch die Faltung von 16 oder 22 km auf 9 km Breite verschmälert worden sein. Das ist trotz der stellenweise recht lebhaften Faltung im Hauptdolomit und in den Kössener Schichten schwer zu glauben.

Anders bei der Deutung des Hauptdolomitgebietes als Inntaldecke. In diesem Falle ist das Ausmaß der Verschmälерung durch die Orogenese in beiden Räumen ganz unabhängig voneinander. Tatsächlich habe ich in Taf. II die interne Verschmälерung des Hauptdolomitgebietes durch Faltung etwa im Meridian der Torspitze von nur 10 km auf 9 km geschätzt. Das dürfte allerdings nach SCHÖNENBERGS oberem Profil (Abb. 14) etwas zu wenig sein, aber so stark, wie sie sich bei Ablehnung der Inntaldecke ergeben würde, ist sie bestimmt nicht.

Nach AMPFERERS und RICHTERS Karte würde ich es für wahrscheinlich halten, daß das Gebiet um die Alblithütte ein gegen E spitz endigendes Halbfenster ist, in dem Hauptdolomit und Kössener Schichten des Saxerspitzzuges unter dem Hauptdolomit der Inntaldecke zutage treten<sup>6)</sup>. Der Südrahmen würde durch die Leiterspitze, der Nordrahmen durch die Torspitze und Hengstspitze gebildet. Daß die Torspitze zum Hauptdolomit der Saxerspitz-Schuppe gehört (RICHTER S. 76), kann ich auch nach seiner Karte (Abb. 18) nicht glauben, denn Torspitze und Hengstspitze erheben sich mit steilen Wänden über die Kössener Schichten der Saxerspitz-Schuppe, und unter der Westwand der Hengstspitze schaltet sich etwas Oberrhätalk zwischen die Kössener Schichten und den Hauptdolomit ein. Ebenso sehe ich nicht ein, warum Torspitze und Ruitelspitze getrennten Schuppen angehören sollen.

Daß die gewaltige Hauptdolomitmasse der Ruitelspitze keine Halbdeckscholle im Sinne AMPFERERS sei, sondern im unmittelbaren Untergrund wurzle, wird von SCHÖNENBERG aus den Beobachtungen längs des Weges von Bach zur Grißl-A. H. abgeleitet (S. 74). Abb. 17 gibt das Profil längs dieses Weges. SCHÖNENBERG trägt nördlich der kleinen, auch auf AMPFERERS Karte eingetragenen Hauptdolomitschuppe steil südfallenden Aptychenkalk ein, der in AMPFERERS Karte irrtümlicherweise als Kreideschiefer bezeichnet ist. Bei meiner Begehung dieses Weges im August 1954 konnte ich SCHÖNENBERGS Beobachtungen bestätigen, aber außerdem feststellen, daß der unter den Hauptdolomit einfallende Aptychenkalk nicht mit dem breiten Aptychenkalkzug zusammenhängt, der die Laublöhner-Wand bildet, sondern von diesem durch Kreideschiefer getrennt ist, der an einer vorspringenden Ecke des Weges nochmals eine etwa 2 m mächtige Linse von Aptychenkalk enthält. Die dunklen, ebenflächigen, steil südfallenden Kreideschiefer sind besonders am linken Ufer des steilen Grabens aufgeschlossen, der in der Karte als „Brente-Tal“ bezeichnet ist. Für die Zugehörigkeit zur Kreide spricht nicht nur die petrographische Beschaffenheit, sondern auch AMPFERERS Eintragung eines Zuges von Breccien mit *Orbitolina concava* etwas oberhalb des Weges. Den Aptychenkalk in Abb. 17 möchte ich als eine Schubscholle unterhalb des Hauptdolomites betrachten, wie sie AMPFERER in demselben Zuge weiter im Osten an mehreren Stellen, z. B. nördlich der Ruitelspitze und an der Zwickspitze, eingetragen hat. Diese Schubschollen liegen teils als Linsen innerhalb des Kreideschiefers, teils an der Grenze zwischen dem Kreideschiefer und dem überschobenen Hauptdolomit und deuten auf eine große

<sup>6)</sup> Hingegen dürfte wohl der Kössener Schichtenzug: Oberlahmsjöchl—Roßkar der Inntaldecke angehören und eine tiefe Einfaltung von oben sein.

Schubweite des Hauptdolomites hin. In den in die Kreideschiefer eingeschalteten Breccien an der Westseite der Zwickspitze hat AMPFERER im Jahre 1909 die ersten Orbitolinen der Lechtaler Alpen entdeckt (AMPFERER 1932, S. 30).

Südlich des Hauptdolomits liegt ein schmaler, felsbildender Kalkzug, den AMPFERER als Aptychenkalk eingetragen hat, während ihn SCHÖNENBERG als Oberrhätalk bezeichnet. Es handelt sich um einen dunkelgrauen dichten Kalk, der tatsächlich nicht wie Aptychenkalk aussieht. Da ist mir SCHÖNENBERGS Zuordnung des Kalkes zum Rhät wahrscheinlicher, wenn er auch dunkler ist als typischer Oberrhätalk und eher mit Kalken aus dem Verbands der Kössener Schichten zu vergleichen ist. Gleich südlich des Wandls steht am Wege eine Spur von bräunlich verwitterten weichen Tonschiefern an. Ob es sich hier um Kreideschiefer oder Kössener Schichten handelt, wage ich nicht zu entscheiden. Das weitere bis zur Grieslalm oberhalb des Weges anstehende Gestein sieht tatsächlich mehr wie Fleckenmergel als wie Kreideschiefer aus.

Diesen Beobachtungen an der — im Vergleich mit der gewaltigen Hauptdolomitmasse der Ruitelspitze — winzig kleinen Hauptdolomitschuppe möchte ich keine so entscheidende Bedeutung für den Gebirgsbau der gesamten nord-tiroler Kalkalpen zumessen wie SCHÖNENBERG, zumal ich es nicht als erwiesen betrachte, daß sich die mächtigen Fleckenmergel südlich des schmalen Triaszuges wirklich im stratigraphisch Hangenden desselben befinden. Es kann auch sein, daß sie von diesem durch eine steilstehende Störung getrennt sind, wofür auch SCHÖNENBERGS Beobachtung zu sprechen scheint, daß 100 m tiefer Hauptdolomit und Fleckenmergel unmittelbar aneinander grenzen<sup>1)</sup>. Ich glaube daher, daß dadurch noch kein Beweis dafür erbracht ist, daß sich der Hauptdolomit der Ruitelspitze als nur wenig gegen N überschobener Sattel aus den jüngeren Schichten der Sonnenkögel gegen Osten heraushebt.

Zusammenfassend möchte ich daher feststellen, daß auch SCHÖNENBERGS Beobachtungen bei der Memminger Hütte und im Madautal noch nicht entscheidend sein können für eine Beseitigung der Innentaldecke.

Zu dem westlich anschließenden Teil der Lechtaler Alpen (Sulzeltal—Kaisertal) möchte ich vor Erscheinen der neuen Arbeit von R. HUCKRIEDE vorläufig nicht Stellung nehmen.

Hingegen habe ich für die Krabachjochmasse und für die Hasenfluh an anderer Stelle (1957) gezeigt, daß es aus theoretischen Gründen äußerst unwahrscheinlich ist, daß diese beiden Gebilde „autochthone Klippen“ sind. Erfreulich ist es, daß KOCKEL in diesem Punkte RICHTER nicht gefolgt ist und an der Deckschollennatur festhält (S. 209).

Wenn ich mit AMPFERER die genannten Bergmassive in der Umgebung des Flexenpasses als Deckschollen betrachte, so ist damit keineswegs gesagt, daß dasselbe auch für die von AMPFERER gleichfalls der Krabachjochdecke zugeteilte Larsenn-Scholle bei Imst gelten muß. Im Gegenteil, KOCKEL hat durch neue Untersuchungen (1954) überzeugend nachgewiesen, daß es sich hier um die westliche Fortsetzung des Tschirgantensattels handelt. Auch REITHOFER (1956) ist hier KOCKEL gefolgt, obwohl er sich sonst noch enger als ich an AMPFERER anschließt. Wie ich bereits 1951, S. 191, festgestellt habe, rechnet AMPFERER auch den Mu-

<sup>1)</sup> Bei der Gestaltung des Westendes der Ruitelspitzmasse scheinen auch Brüche beteiligt zu sein. Bei der Brücke der neuen Straße nach Madau über den Grieslalm ist im Hauptdolomit ein SSW streichender Bruch mit vertikalen Rutschstreifen aufgeschlossen.

schelkalk nördlich der Furglerspitze und die winzige Hauptdolomit-Deckscholle auf der Roten Platte mit Unrecht zur Krabachjochdecke.

Ich begrüße es sehr, daß sich sowohl RICHTER (1953, S. 79) als KOCKEL (S. 209) für die Puitentalzone zu der Ansicht AMPFERERS bekehrt haben.

Zu den Hinweisen KOCKELS auf die östlicheren Teile der Kalkalpen (S. 211) sei bemerkt, daß es dort eine große Anzahl von Deckschollen und eine kleinere Zahl von Fenstern gibt, deren Umdeutung meiner Ansicht nach unmöglich ist. Als Beispiele seien genannt: die Deckschollen des Gerhardstein und Hochkranz (HAHN 1913), die zahlreichen kleinen Deckschollen im Steinernen Meer (LEBLING 1935, HEISSEL 1953), der Ahornbüchsenkopf nördlich vom Hohen Göll, die Lachalpe bei Mürzsteg (CORNELIUS 1939) und die Fenster: im Südteil der Untersbergmasse (SCHLAGER 1930, DEL-NEGRO 1950, S. 104), das Annaberger Fenster (SPENGLER 1928), das Hengstfenster im Schneebergegebiet (KOBEL 1912, S. 367, CORNELIUS 1951, S. 47). Wenn nun für die oben genannten, durchwegs kleinen Schollen die Deckschollennatur feststeht, so wird es sehr schwer möglich sein, für die großen, ähnlich gelagerten Schollen, z. B. für die Reiteralm-Lattengebirge-Untersberg-Scholle, die Deckschollennatur zu bestreiten. Daß die Ansichten über die tektonische Stellung des Hohen Gölls wiederholt gewechselt haben, ist richtig, aber das ist ein Ausnahmefall.

Die Unterschiede zwischen der Hallstätterkalkfazies und der Dachsteinkalkfazies sind nicht auf einzelne Gesteine begründet — ich kann auch nicht immer entscheiden, ob mir vorgelegte Handstücke von hellem Kalk oder Dolomit zur Hallstätter- oder Dachsteinfazies gehören —, sondern auf das Gesamtbild der Triasentwicklungen mit besonderer Berücksichtigung der Mächtigkeitsverhältnisse. In der mir durch eigene Aufnahmen genau bekannten Umgebung von Hallstatt ist in der Dachsteinfazies der von Carditaschichten in den Nordwänden des Ramsaugebirges unterlagerte, oberkarnische(?)-rhätische Dachsteinkalk 1200 bis 1400 m mächtig (SPENGLER 1919, S. 311). Das zeigen die Nordwände des Dachsteinplateaus, z. B. die gewaltige Nordwand des Hirlatz, aber auch die Aufschlüsse im vorderen Gosautal. In dem verbindenden Zwischenstück am Westufer des Hallstätter Sees ist durch muldenförmige, aber auch an Brüchen erfolgte Versenkung nur das oberste Stück des Dachsteinkalkes sichtbar. Hingegen besteht der am Ostufer gegenüberliegende Sarstein vom 500 m hoch liegenden Seespiegel bis zu seinem 1973 m hohen Gipfel gänzlich aus fast flachliegendem Dachsteinkalk. Darunter kommt im Goiserner Weißenbachtal noch mindestens 800 m mächtiger Ramsaudolomit (Anis-Ladin) zutage, so daß die Gesamtmächtigkeit der Dachsteinkalkfazies hier mindestens 2000 m beträgt.

Über der Dachsteinkalkfazies liegt in der Plassengruppe die ganz anders aufgebaute, im Solingerkogel vom Anis bis zum Nor nur 800 m mächtige Hallstätterkalkfazies, und zwar so, daß fast überall der Jura der Dachsteinkalkfazies mit dem Skyth oder Anis der Hallstätterkalkfazies in unmittelbare Berührung kommt. Das zeigt außer den Profilen bei SPENGLER 1919, Taf. XV, das Profil bei SCHAUBERGER 1955, S. 739, Abb. 2.

Der Hallstätter Erbstollen hat aber keine Entscheidung gebracht, das auch von KOCKEL erwähnte Profil SCHAUBERGERS läßt sich im Sinne KOBERS und SPENGLERS deuten, wie ja SCHAUBERGER selbst durch Linien andeutet. Aber wenn man sich nicht nur auf dieses Profil allein stützt, sondern die Aufschlüsse in der gesamten Plassengruppe zwischen Hallstätter See und Gosautal in Betracht zieht, fällt die Entscheidung zweifellos für die von NOWAK, HAHN und mir erkannte vorgosauische Deckscholle. Vergleiche dazu SPENGLER

1919, S. 404—409, und meine Stellungnahme zu KOBERS „Hallstätter Diapir“ (SPENGLER 1956, S. 68).

#### Literatur

- AMPFERER O. und HAMMER, W.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. *Jahrb. Geol. Reichsanstalt* 61, 1911.
- AMPFERER, O.: Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. *Verh. Geol. Reichsanstalt* 1912.
- AMPFERER, O.: Geologische Spezialkarte, Blatt „Lechtal“ (1914) und Erläuterungen dazu (1924).
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Lechtaler Alpen 1:25.000 mit 4 Kartenblättern (Klostertaler Alpen, Arlberggebiet, Parseierspitzgruppe, Heiterwand-Muttekopf). 1932.
- CORNELIUS, H. P.: Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürztaler Kalkalpen. *Jahrb. Geol. B.-A.* 89, 1939.
- CORNELIUS, H. P.: Die Geologie des Schneeberggebietes. *Jahrb. Geol. B.-A. Sonderband* 2, 1951.
- DEL-NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. *Universitätsverlag Wagner, Innsbruck*, 1950.
- HAHN, F. F.: Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. *Jahrb. Geol. Reichsanstalt* 63, 1913.
- HAMANN, P. J. und KOCKEL, C. W.: Luitpoldzone, Bärgele und das Ende der Lechtaldecke. *Geol. Rundschau* 45, 1956, S. 204—213.
- HANIEL, C. A.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. Mit geol. Karte 1:25.000. München 1914.
- HEISSEL, W.: Zur Stratigraphie und Tektonik des Hochkönigs (Salzburg). *Jahrb. Geol. B.-A.* 96, 1953.
- KOBERS, L.: Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. *Denkschr. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl.* 88, Wien 1912.
- KOCKEL, C. W.: Beobachtungen im Hornbachfenster (Lechtaler Alpen). *N. Jahrb. f. Geol. u. Paläont., Abhandl.* 96, 1953.
- KOCKEL, C. W.: Die Larsenn-Scholle bei Imst (Tirol). *N. Jahrb. f. Geol. u. Paläont., Monatshefte* 1953 (Stuttgart 1954).
- KOCKEL, C. W.: Der Umbau der nördlichen Kalkalpen und seine Schwierigkeiten. *Verh. Geol. B.-A.* 1956.
- KÜPPER, H.: Zur Diskussion über die Decken-Tektonik der nördlichen Kalkalpen. *Verh. Geol. B.-A.* 1956.
- LEBLING, CL.: Geologische Verhältnisse des Gebirges um den Königsee. *Abhandl. Geol. Landesuntersuchung am Bayer. Oberbergamt* 20, 1935.
- MYLIUS, H.: Berge von scheinbar ortsfremder Herkunft in den bayerischen Alpen. *Landeskundliche Forschungen* 22, München 1914.
- REITHOFER, O.: Referierende Bemerkungen über neuere Arbeiten aus den Lechtaler Alpen. *Verh. Geol. B.-A.* 1956.
- RICHTER, M. und SCHÖNENBERG, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.* 105, 1953, Hannover 1954.
- RICHTHOFEN, F. von: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol, II. Teil. *Jahrb. Geol. Reichsanstalt* 12, 1861.
- SCHAUBERGER, O.: Zur Genese des alpinen Haselgebirges. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.* 105, 1953, Hannover 1955.
- SCHLAGER, M.: Zur Geologie des Untersberges bei Salzburg. *Verh. Geol. B.-A.* 1930.
- SCHNEIDER, H. J.: Der Bau des Arnspitzstockes und seine tektonische Stellung zwischen Wetterstein- und Karwendelgebirge. *Geologica Bavarica* 17, 1953.
- SPENGLER, E.: Die Gebirgsgruppe des Plassen und Hallstätter Salzberges im Salzkammergut. *Jahrb. Geol. Reichsanstalt* 68, 1918, Wien 1919.
- SPENGLER, E.: Der geologische Bau der Kalkalpen des Traisentalles und des oberen Pielachgebietes. *Jahrb. Geol. B.-A.* 78, 1928.
- SPENGLER, E.: Zur Verbreitung und Tektonik der Inntal-Decke. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.* 102, 1950, Hannover 1951.
- SPENGLER, E.: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen, I. Teil. Der Westabschnitt der Kalkalpen. *Jahrb. Geol. B.-A.* 96, 1953.
- SPENGLER, E.: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen, II. Teil. Der Mittelabschnitt der Kalkalpen. *Jahrb. Geol. B.-A.* 99, 1956.
- SPENGLER, E.: Über den Wert von flächenhaften Abwicklungsversuchen für die Erkenntnis tektonischen Vorgänge. *Mitt. Geol. Gesellsch. in Wien (Kleibelsberg-Festschrift)* 1957.