©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Jahrb. Geol. B.-A.	Bd. 114	S. 273—360	Wien, November 1971

Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen

A. Tollmann *)

mit 49 Abbildungen und 2 Tafeln (Beilagen 11 und 12)

Schlüsselwörter
Deckenbau-Beweise
Allgäudecke
Lechtaldecke
Inntaldecke
Krabachjochdecke
Nördliche Kalkalpen

„Die Vilser Berge zeigen die besten und ausgedehntesten Überschiebungs- und Deckenbilder der Allgäuer Alpen. Angesichts der Wucht der Erscheinungen wird dort wohl kaum jemand versuchen, aus Norden nach Süden oder von Ost gegen Westen zu schieben. Weitreichende Überschiebungen, teilweise stark verfaltet, lassen sich gerade in den Vilser Alpen auf die Dauer nicht verheimlichen." C. W. Kockel & M. Richter (1924, S. 82)

„Denn wenn im Kern eines Triassattels als tieferer, ‚falscher' Kern eben Jungschichten von Jura und Kreide auftreten, dann liegt kein Einbruch und keine verquetschte Mulde vor, sondern ein geöffneter Deckensattel und ein Fenster. Denn ein Sattel ist keine Mulde." M. Richter (1930, S. 56)

Inhalt

Seite

Zusammenfassung 274
Vorwort 275
Abkürzungsverzeichnis zu den Abbildungen 275
Die zentrale Bedeutung des Hornbach-Halbfensters und der Region Luitpoldzone-Bärgündele für den Deckenbau des Bajuvarikums 276
1. Hornbach-Halbfenster 276
2. Luitpoldzone 291
3. Bärgündele 297
Die Grenze Allgäudecke-Lechtaldecke im übrigen Raum zwischen Ammergebirge und Vorarlberg 303
1. Der Bennadeckensattel 303
2. Vilser Alpen 309
3. Der Vorarlberger Abschnitt 320
Der Westrand der Inntaldecke und die im Westen vorgelagerten Deckschollen 329
1. Der Westrand 329
2. Die Deckschollen in den westlichen Lechtaler Alpen 338
Die Krabachjochdecke 348
Die Entwicklung der Vorstellungen vom Bau der Westkalkalpen und die Grundlagen der Idee einer gebundenen Tektonik 351
Literaturverzeichnis 358

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Zusammenfassung

An Hand von Abbildungen über die bisher umstrittensten Abschnitte der Deckengrenzen in den westlichen Nordkalkalpen sowie erläuterndem Text dazu wird ausgeführt, daß die von O. AMPFERER seit Beginn unseres Jahrhunderts erarbeitete Auffassung von der Gliederung dieses Raumes in die Allgäu-, Lechtal-, Inntal- und Krabachjochdecke zu Recht besteht und daß die Darstellungen aus den beiden letzten Jahrzehnten, die Vorstellungen gebundener Tektonik neu aufleben ließen, durch das neue Beobachtungsmaterial eindeutig widerlegt werden. Es werden zunächst die eindrucksvollen Beweise für die generelle nordvergente Überschiebung der Jungschichtenzone des Hornbachtales durch die überlagernde Hauptdolomitmasse vor Augen geführt. Die Existenz des neu geprüften Hornbach-Halbfensters als Zeuge für den Fernschub tief im Inneren der Lechtaldecke ist allein bereits vollgültiger Beweis für den Deckenbau des Bajuvarikums. Die Überprüfung der übrigen, weiter im Norden gelegenen tiefen Halbfenster der Lechtaldecke zeigte in jeder einzelnen Struktur ein Abtauchen von Inhalt und Rahmen gegen Osten und kein achsiales oder durch einen Querbruch bedingtes Ausheben, wie die Vorstellung der gebundenen Tektonik postulieren mußte. Auch im Vorarlberger Raum ist eine distinkte Überschiebungsfläche zwischen Allgäu- und Lechtaldecke durchzuverfolgen, wobei es westlich des oberen Lech lokal zu einer Überwältigung der Stirnschuppe der Lechtaldecke durch den Hauptkörper gekommen ist.

Gleichermaßen ließ sich die Bewegungsfläche am Westrand des geschlossenen Körpers der Inntaldecke im Bereich Madautal-Parseiertal auffinden. Die Ruitelspitz-Halbklippe hebt entgegen neueren Angaben bei der Grießlalm über der Jungschichtenunterlage gegen Westen aus. Die Deckengrenze im Bereich der Memmingerhütte wird nur lokal durch Brüche überlagert, u. zw. SW vom Alblit östlich des Röttales. Die Abgrenzung der Inntaldecke in den übrigen umstrittenen Abschnitten wird kurz erwähnt, sowie die Zugehörigkeit der großen Deckschollen des Flexenpaßgebietes zwischen Großtalerspitze im Osten und Hasenfluh im Westen zur Inntaldecke bestätigt. Neue Beweise für die Existenz der Krabachjochdecke liegen vor.

In Bezug auf den Gesamtbaustil der Westkalkalpen läßt sich feststellen, daß die auf O. AMPFERER zurückgehende Erkenntnis vom Deckenbaustil aus aufrechten, abgescherten Sedimentplatten und nicht aus Überfalten in den Grundzügen wohl zurecht besteht, daß aber daneben streckenweise durch sekundäre Bildung stirnnaher großer liegender Falten und deren anschließende Durchscherung mehrfach im Decken-Vorderrandbereich umfangreiche Verkehrtschenkel entstanden sind. Außerdem ist es vielerorts zu bedeutenden Stirnschuppen-Bildungen gekommen. Streckenweise stark potenzierte Faltung zeigt ein mehrphasiges Geschehen an, das dann gelegentlich etwas schwerer durchschaubare Strukturen geprägt hat.

In historischer Hinsicht wird schließlich noch die Ursache für die eigenartige und bei der Aufgeschlossenheit des Gebietes zunächst unverständliche Erscheinung einer geschlossenen und einheitlichen Mißdeutung des tektonischen Grundstiles in den letzten beiden Jahrzehnten klarzulegen versucht.

Summary

The views of O. AMPFERER on the Deckenbau (nappes-structure) of the western part of the Northern Limestone Alps with their Allgäu-, Lechtal-, Inntal- and Krabachjoch-nappe are proved to be correct. Attempts within the past two decades to explain an autochthonous position are refuted by new observations laid down in numerous illustrations and accompanying text.

New proves for the existence of the Hornbach semi-window and the longer semi-windows of the Vilser Alps are furnished: north verging folds below the southern margins of the semi-klippes and the axially undisturbed submerging of the contents of the semi-windows in eastern direction are the main evidence for the long-distance transport of the Lechtal- over the Allgäu-nappe.

The western margin of the Inntal-nappe in the area north of the Passeier peak in the Lechtal Alps is evidenced by the distinct emerging of this tectonical unit, by the generally north-verging deformation of the basement rocks, by the semi-klippes and the klippes, as well as by the continuous line of boundary all the way round this nappe. Allochthony is ascertained for the group of nappe-outlayers surrounding the Flexen pass. New proves for the existence of the Krabach-nappe are given.

Evidence of shearing is characteristic for the main type of the nappes in the Northern Limestone Alps. Important reversed series appear at different sections near the front of the Lechtal-nappe in such places, where the internal recumbent folds are sheared off behind the frontal lobes.

Finally the main sources of ideas leading to a misinterpretation by explaining the nappe-structure of these mountains to be autochthonous, are shown.

---

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. A. TOLLMANN, Geologisches Institut der Universität, A-1010, Wien, Universitätsstraße 7.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Vorwort

Die Studien, denen die folgenden Ausführungen zugrunde liegen, entstanden im Sommer 1969 und 1970 im Zusammenhang mit der Revision der kritischen Regionen des tektonischen Bauplanes des westlichen Kalkalpenabschnittes für die Erstellung der tektonischen Karte der Nördlichen Kalkalpen im Maßstab 1 : 100.000. Da die Auffassungen der Deckenlehre jenen der gebundenen Tektonik diametral gegenüberstanden und beide Richtungen scheinbar nicht anzweifelbare Argumente ins Treffen führten, war eine Entscheidung der Frage nach dem Grundbaustil nur durch Revision zumindest der wesentlichsten Stellen möglich. Nach der gesamten neueren Literatur schien der Auffassung einer gebundenen Tektonik der unbedingte Vorrang zu gebühren, da in immer weiteren und sehr detaillierten modernen Studien namentlich deutscher Geologen offenbar unwiderlegbare Argumente für eine Bindung der einstigen Decken beigebracht worden waren, die einstigen Gegner dieses Konzeptes aber in neuerer Zeit vollkommen verstummt waren.

Es war daher umso überraschender, daß die in Augenschein genommenen kritischen Stellen im Gelände sehr rasch Abschnitt für Abschnitt die Berechtigung der ursprünglichen, älteren Auffassung vom großzügigen Deckenbau erneut bestätigten. Die Ursache für eine in diesen Fällen sichere Entscheidbarkeit der Frage liegt vor allem in der Aufgeschlossenheit weiter Regionen dieses Raumes, von dessen Westabschnitt M. Richter schon 1924, S. VII, so treffend bemerkte: „Es gibt nicht viele Gebiete in den Alpen, wo die alpine Tektonik so klar sichtbar ist und selbst dem Laien so auffällig wird, wie in den Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech."

Nachdem ich in einer Kurzarbeit (1970 a) bereits im Text über die wesentlichen neuen Beobachtungen zum Thema berichtet habe, möchte ich hier besonders an Hand von graphischem Material die Eindrücke darlegen und dabei den Text auf das Nötigste beschränken, sodaß die hier gegebene Darstellung eine Ergänzung der erwähnten Publikation bildet. Naturgemäß konnte in der zur Verfügung stehenden Zeit nur Wesentliches untersucht werden. In den meisten Fällen aber zeigte die gezielte Beobachtung bereits im Gelände eindeutige Befunde, die dort, wo nötig, durch alters- und gefügemäßige Beobachtungen im Schliff ergänzt worden sind. Ich werde mich bemühen, die für mich klarliegenden Gegebenheiten von den offenbar noch Probleme beinhaltenden Fragen deutlich getrennt zu halten. Für solche Abschnitte sind weitere Untersuchungen vorgesehen. Das Grundkonzept des Deckenbaues aber erscheint nach Überprüfung der kritischen Stellen durch die unmittelbar im Gelände einsichtigen Gegebenheiten besser gesichert als vor Einsetzen des groß angelegten Umdeutungsversuches im Sinne der gebundenen Denkrichtung.

Für die Durchführung der Geländearbeit sowie für Materialuntersuchung war mir die Subventionierung aus dem Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank eine sehr wertvolle Hilfe, für die ich hier besonderen Dank sage.

Abkürzungen auf den Abbildungen und Tafeln

a = Adneterkalk
av = Alpiner Verrucano
e = Epsilonkalk (Lias)
fä = Ältere Fleckenmergel (Untere- bis mittelliassische Allgäuschichten)
fk = Stufenkalk (Mittellias)
fm = Mittlere Fleckenmergel (oberliassische Allgäuschichten)
fy = Flysch
i = Jura i. a.
ia = Aptychenschichten (Malm-Neokom)
ib = Brekzie des tieferen Jura
id = Diphyakalk (Malm)
ih = Jurahornstein(kalk), Dogger-Malm
ik = Jurakalk (Lias ?)
ikr = Jura-Kreide
k = Kreide(-Schiefer)
ka = Tannheimer Schichten (Oberapt-Oberalb)
kb = Kreide-Brekzie
kc = Alb-Cenoman
kn = Kreide-Schiefer

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

kna = Neokom-Aptychenschichten
kr = Kreide i. a.
ks = Kreide-Sandstein
la = Allgäuschiefer
lk = Liaskieselkalk
lph = Landecker Phyllit
m = Manganschiefer (Oberlias)
M = Moräne
ph = Phyllitgneis
sg = Schiefergneis
t = Buntsandstein
t/a = Rhätoliaskalk
td = Hauptdolomit
tdk = Plattenkalk (Obernor)
tdy = Hauptdolomit-Mylonit
tl = Raibler Schichten
tlk = Karnischer Kalk
tlrh = Karnische Rauhwacke
tls = Lunzer Sandstein
tlsh = Karnische Schiefer
tp = Partnachschichten
tpk = Partnachkalk
tpm = Partnachmergel
tr = Kössener Schichten
trk = Oberrhätkalk
trs = Kössener Schieferlagen
twd = Wettersteindolomit
twk = Wettersteinkalk
v = Schutt
w = Wiesenbedeckung

Die zentrale Bedeutung des Hornbach-Halbfensters und der Region Luitpoldzone—Bärgündele für den Deckenbau des Bajuvarikums

1. Hornbach-Halbfenster

In dem tief eingeschnittenen Hornbachtal, einem linken Seitental des Lechtales in Tirol, erscheinen in schönen Aufschlüssen im tieferen Gehänge und Talgrund jurassische Gesteinszüge, die gegen W mit der Masse der Allgäudecke zusammenhängen. An zwei Stellen kommt noch im Talgrund Obertrias als Antiklinalkern zutage (Drähüttensattel im Westen, Hagwald—Hochkopf—Doppelsattel im Osten), sodaß sich die Jungschichtenzone als Längsgewölbe zu erkennen gibt. In steilen Felswänden der höheren Gehängepartien aber liegt flach überschoben in überaus eindrucksvoller Weise Hauptdolomit des Allgäuer Hauptkammes im Süden bzw. der Hochvogelscholle im Norden. Einen Überblick über die Lage, Stellung und die tektonische Deutung dieser schon früh als Halbfenster erkannten und erneut durch eigene Beobachtungen bestätigten Struktur des Hornbachgebietes gibt Abb. 1.

Durch die prächtige Aufgeschlossenheit und gute Überblickbarkeit der geologischen Verhältnisse ist bereits früh die Fensternatur dieser Jungschichtenzone im Hornbachtal erfaßt worden und schon O. Ampferer (1911, S. 551) schrieb darüber: „Hier liegt in wunderbar klaren, einfachen Umrissen ein gegen Westen geöffnetes Fenster der großen Hauptdolomitschubmasse vor, unter der weithin Fleckenmergel, seltener Liaskalke, Obertriaskalke und Kössener Schichten zum Vorschein kommen. Wir haben das vielleicht am deutlichsten und am besten aufgeschlossene Fenster der Nördlichen Kalkalpen vor uns." Ampferer gab bereits damals eine klare Beschreibung der Situation und verwies vor allem auch (S. 552) auf den Kanzberg und die Jochspitze, wo „ein fast ganz abgetrenntes Stück des Scheitels zwischen Hinterhornbach- und Jochbachtal erhalten ist, welches nur noch mit einer schmalen Dolomitfaser an dem breiten Massiv der Wilden hängt, sonst aber allseits frei auf den Fleckenmergeln schwimmt. So besitzt das Fenster des Hornbachtales auch noch einen ganz ausgezeichnet erschlossenen Deckenzeugen". Die Beschreibung trifft den Kern der Struktur und gilt ohne jede Einschränkung heute ebenso. Ähnlich hat sich auch C. A. Haniel (1911, S. 21) ausgesprochen, der ferner die Wellenform der Lechtaler Überschiebungsfläche im Bereich des Hornbachtales hervorgehoben hatte.

Eine Reihe weiterer Untersuchungen bestätigte seitdem die Halbfensternatur der Hornbachtalstruktur. Angeregt durch die Negierung der Existenz einer Inntaldecke durch K. Beurlen (1944, S. 239 ff.) und E. Kraus (1949, S. 31 ff.) führte C. W. Kockel (1953, S. 340), bereits von einer ernsten Krise in der tektonischen Auffassung

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

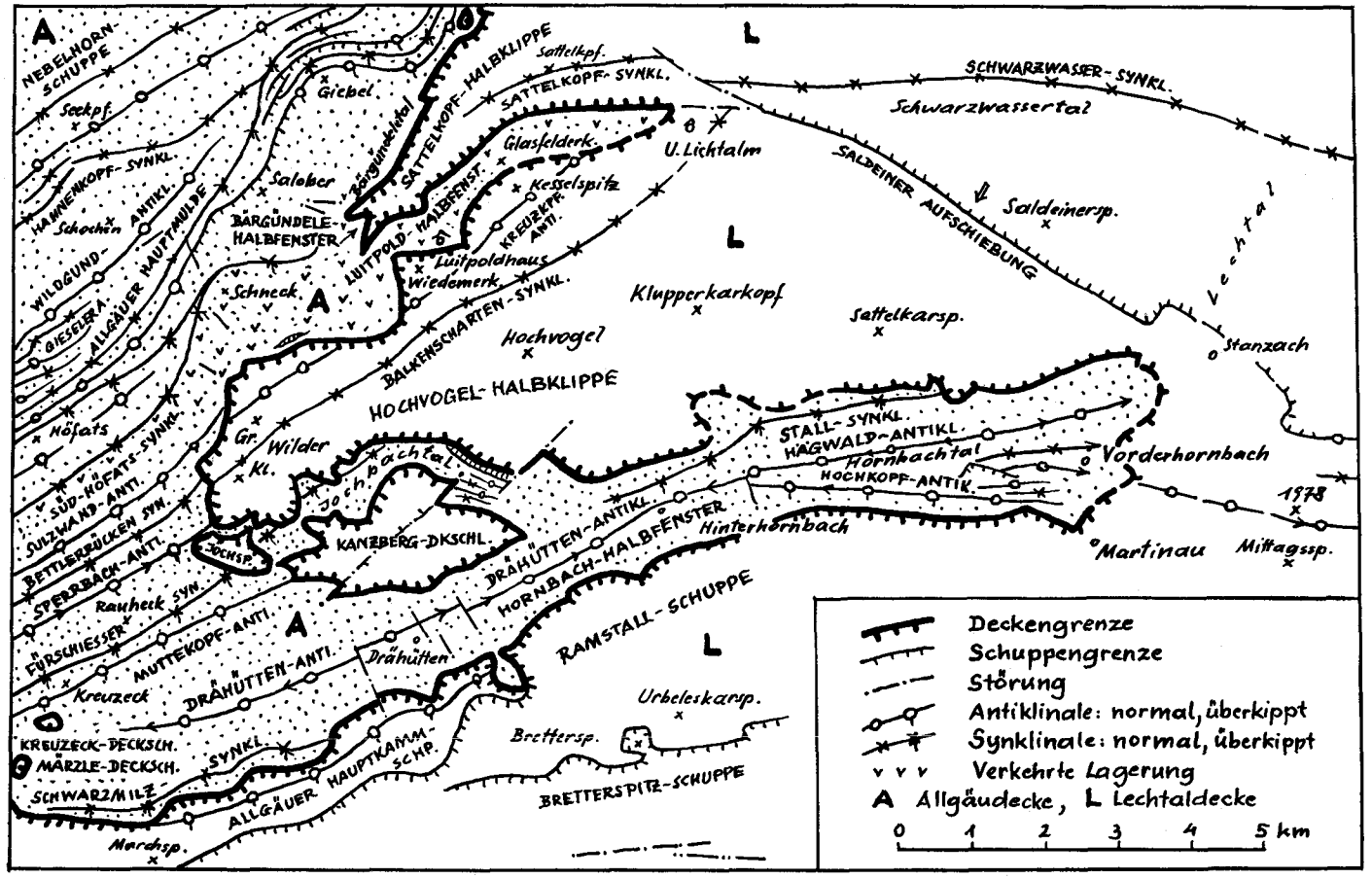


Abb. 1: Tektonische Übersicht über die Region des Hornbachtales, der Luitpoldzone und des Bärgündele in den Allgäuer Alpen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

vom Deckenbau der Kalkalpen sprechend, eine kritische Überprüfung der Fensternatur der Hornbachregion durch. Er betonte mit Recht (S. 340), daß gerade das Hornbachfenster als sehr südlich gelegenes Element der Allgäudecke besonders weit nach Osten in den Körper der Lechtaldecke eingreift und daher von jeher in erster Linie zur Schätzung der Mindestschubweite dieser Decke herangezogen worden ist. Seine Neuuntersuchung erbrachte aber sechs neue wesentliche Befunde, die im Sinne der Deckenlehre sprachen, sodaß KOCKEL als Ergebnis (1953, S. 345) zusammenfaßt: „Im ganzen ist das Hornbachfenster, bisher schon eines der eindrucksvollsten seiner Art, jetzt noch überzeugender geworden." Mit diesem durch weitere Detailbeobachtungen belegten Fensternachweis ist zugleich die Allochthonie der Hochvogelmasse über den Jungschichten der Allgäudecke an ihrem Südrand bestätigt. Knapp danach aber schob KOCKEL unter dem Eindruck eines angeblichen normalstratigraphischen Zusammenhanges von Allgäu- und Lechtaldecke am Nordrand der Hochvogelscholle, in der Luitpoldzone und im Bärgündele (P. J. HAMANN & C. W. KOCKEL 1957, S. 211 f.), alle bisherigen Untersuchungsergebnisse einschließlich der von ihm selbst 1953 beigebrachten weiteren, sehr wesentlichen Argumente beiseite und erhob ernstliche Bedenken gegen die Fensternatur des Hornbachtales. In gleicher Denkrichtung schließlich hat sein Schüler V. JACOBSHAGEN (1961, S. 153) nach umfassender Untersuchung die Hornbachzone als gegenläufig überschobenen Muldenzug mit wechselnder Vergenz dargestellt, im Sinne der bereits bei P. HAMANN & C. KOCKEL (1957, S. 211) wiedergegebenen Abbildung des RICHTHOFEN'schen Gedankengutes von 1862, S. 129 — also aus vordeckentektonischer Zeit. Die Hochvogelscholle wird demgemäß als Pilzfalte bezeichnet. Im gleichen Sinn waren die Profile von V. JACOBSHAGEN (In: R. HUCKRIEDE & V. JACOBSHAGEN 1958, Taf. 5, Fig. A—B) bzw. von V. JACOBSHAGEN (1966, S. 46, Abb. 5) gezeichnet worden — vgl. Abb. 2.

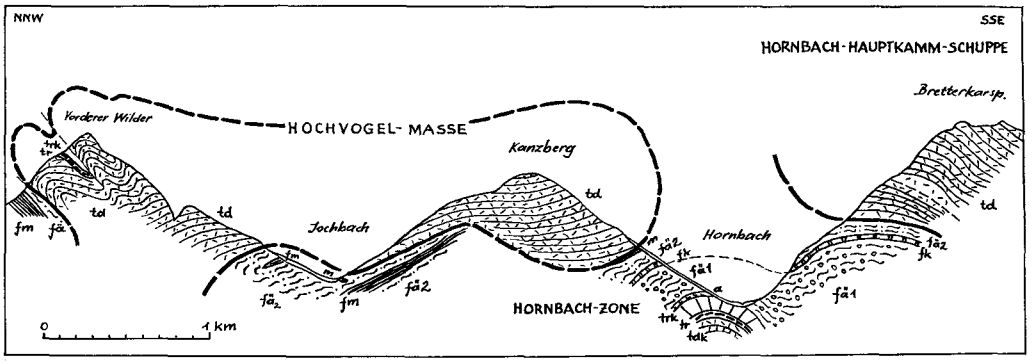


Abb. 2: Profil durch das Hornbach-Halbfenster nach V. JACOBSHAGEN in R. HUCKRIEDE & V. JACOBSHAGEN 1958, Taf. 5, Fig. B. Die Jungschichtenzone des Hornbachtales wird als eine bivergent zugeschobene Beutelmulde gedeutet, wobei die Hochvogel-Kanzbergscholle in südvergent gedachter Bewegung 2·5 *km* weit gegen S überfaltet (überschoben) sei.

Da sich an diese so dargestellte Bindung von Decke und Untergrund im Raum Bärgündele, Luitpoldzone und Hornbachtal in zwingender Logik auch die Nichtexistenz von allen weiter nördlich gelegenen Teilen einer Lechtaldecke ergibt, so führen bereits P. HAMANN & C. W. KOCKEL (1957, S. 212) in Bezug auf alle übrigen nördlicheren Abschnitte der Lechtaldecke programmatisch aus: „Alle eingangs angeführten tektonischen Gebilde müssen jetzt bezweifelt, Deckschollen als Pilzsättel, Fenster als Mulden aufgefaßt werden." Das ist in der Folge geschehen.

Der Bedeutung dieses Abschnittes für die Frage des Deckenbaues in den westlichen Kalkalpen Rechnung tragend, wurde mit der Revision der entscheidenden Stellen vom Verfasser hier begonnen und wurden außerdem die Kartierungsübungen

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

des Geologischen Institutes im Sommer 1969 im Raum Hornbachtal—Luitpoldzone—Bärgündele ausgeführt. Die im Hornbachtal angestellten Beobachtungen sollen demgemäß auch an die Spitze der folgenden Ausführungen gestellt werden.

Zunächst ist festzustellen, daß es bei der Analyse der tektonischen Struktur des Hornbachgebietes nicht um die Frage der überwiegend flachen tektonischen Überlagerung der Hauptdolomitmasse über den Allgäuschichten geht. Dieses Faktum ist zu evident, als daß sich darüber eine Diskussion entwickelt hätte. Es geht vielmehr heute um vier Fragen: a) Als Grundfrage tritt jene nach der Bewegungsrichtung der überschiebenden Hauptdolomitmasse hervor, also die Frage, ob die Hochvogelscholle als Pilz, als eine an ihrem Südrand auf der Nordseite des Hornbachtales südvergent überschobene Masse zu deuten ist, oder ob sie ebenso wie der Hauptdolomit der Südseite des Hornbachtales mit genereller Nordvergenz aufgefahren ist. Wenn der Vergenznachweis in der Verformung des unterlagernden Materials, hier der Allgäuschichten, eindeutig zu führen ist, ist auch die Frage echtes Fenster oder Beutelmulde, einheitliche nordvergente Deckenüberschiebung oder zweiseitiger Zuschub bei gebundener Tektonik entschieden. b) Was zeigt die mitten in der Hornbachzone den Allgäuschichten isoliert auflagernde Kanzbergscholle an, welche Bewegungsrichtung kann an ihr bzw. ihrem Untergrund abgelesen werden. c) Wie endet die Hornbachzone gegen Osten: Schließt hier ein Halbfenster unter achsialem Osttauchen, wie in der früheren Literatur, zuletzt besonders durch C. W. Kockel (1953, S. 350) desnäheren ausgeführt, oder hebt die Jungschichtenzone des Talgrundes gegen Osten normal oder etwa an einer Störung, im Sinne von V. Jacobshagen (1961, S. 195) aus. d) Sind verkehrt lagernde Partien im Hauptdolomit am Unterrand der Überschiebungsmasse und Späne von Obertriaskalken an der Überschiebungsfläche als Reste von Mittelschenkeln angrenzender Pilzfalten zu deuten.

a) Die Vergenzrichtung auf der Nordseite des Hornbachtales

Die Vergenzrichtung der Überschiebung der großen Dolomitmasse über die Allgäuschichten ist im Hornbachtal und den Seitengräben dank der vorzüglichen Aufschlüsse in tiefen Schluchten und Wänden exzellent ablesbar. Im Vergleich etwa mit dem wesentlich schlechter aufgeschlossenen Verhältnissen in den östlichen Kalkalpen ist man überrascht über die so unmittelbar überblickbare, so eindrucksvoll erschlossene Faltenvergenz, die die gut verformbaren Allgäuschichten im Liegenden der Dolomitmasse praktisch in jedem der tiefen Quergräben zeigen. Große, schön geschwungene, nach Norden überschlagene Falten mit gegen Nord aushebenden Achsenebenen und mit dem für die Nordvergenz so typischen Bild der Schleppfalten mit langem gegen Norden ansteigendem und nur kurzem, überkipptem, rückläufigem Faltenschenkel lassen zweifelsfrei als Hauptformung eine nordvergente Überschiebung des Hangenden der Allgäuschichten auch in den Gräben nördlich vom Hornbachtal erkennen (Abb. 3—5). In den Felswänden der Schluchten des unteren Jochbachgrabens, des unteren Wintertales, des Stützbachtales und anderer nördlicher Seitengräben des Hornbachtales sind ganze Kaskaden solcher nordverschleppter Falten sichtbar. Das ist das Hauptfaltenelement, das ohne jeden Zweifel nur durch die Gewalt der Hauptüberschiebung so durchgehend und bis in die Taltiefe hinuntergreifend geprägt worden ist. Alle anderen, Vergenzen anzeigenden Erscheinungen, wie etwa lokal begrenzt auftretende, auch verschieden orientierte Zerscherungen von gefalteten oder ungefalteten Schichtfolgen treten demgegenüber weit zurück und lassen stellenweise ihren sekundären Charakter erkennen. Gegenüber den nordvergent geschleppten Falten treten Falten mit saigerer Achsenebene bereits stark zurück, solche mit steil gegen Süd aushebender Achsenebene sind auf der Nordseite des Hornbachtales nur seltene Ausnahmen.

Es ist nicht verständlich, daß in der ausführlichen Arbeit von V. Jacobshagen (1961), die ja speziell der Frage nach der Anwendbarkeit der gebundenen Tektonik

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

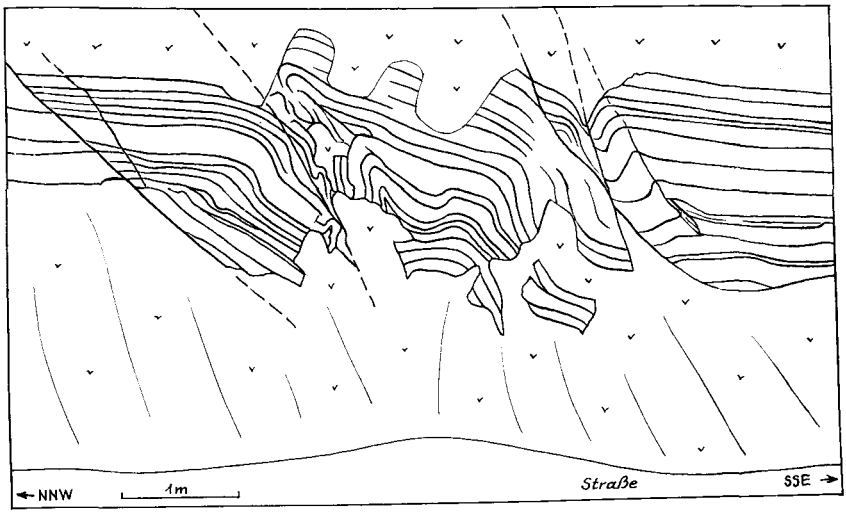


Abb. 3: Typisches Faltenbild von den Älteren Allgäuschichten auf der Nordseite des Jochbachtales entlang der Jochbachtalstraße 175 *m* straßenaufwärts vom Köpflebrünndl entfernt, 1·4 *km* W Hinterhornbach. Das Bild zeigt die herrschende Nordvergenz der Faltung mit langen, gegen N aufsteigenden Schenkeln und kurzen absteigenden verkehrten Schenkeln sowie gegen N aufsteigenden Achsenebenen. Die Achsen tauchen um 270°/10°.

in diesem Schlüsselgebiet Hornbachtal—Hochvogelmasse gewidmet war, die absolute Dominanz der nordvergenten Faltung unerwähnt geblieben ist. Statt der vielen eindrucksvollen Bilder dieser nordvergenten Fältelung und Faltung werden dort (S. 173, 187, 189) drei Abbildungen von Südvergenz gebracht, von denen die beiden erstgenannten Falten fast senkrecht stehen und nur eine ganz schwach gegen Süden weisende Achsenebene mit oder ohne entsprechende Durchscherung zeigen, die dritte Abbildung ein in der Natur wesentlich anders aussehendes Bild schematisch bringt, das naturgetreu gezeichnet, nichts Sicheres über Vergenz aussagt (vgl. Abb. 7). Ja, es wird entgegen aller sichtbaren Phänomene der Nordvergenz S. 188 sogar behauptet, daß die Hochvogelmasse auf ihrer Südseite nach Süden bewegt worden sei „völlig im Einklang mit der allgemeinen Südvergenz der Falten auf der Nordseite des Hornbachtales". Dabei werden auf den Übersichtsprofilen der Beilage 3 die nicht sichtbaren Muldenschlüsse auf der Jochbach- und Hornbach-Nordseite gegen Norden geschlossen gezeichnet, werden ferner Luftsättel im Hauptdolomit der Überschiebungsmasse konstruiert, deren Umbiegung aber nirgends vorhanden ist und es wird dann (S. 172) auf dieser Basis von einer augenscheinlichen Südvergenz im Profil eben dieser Beilage gesprochen. Betrachtet man aber vergleichsweise auch nur die übrigen Profile auf den Profiltafeln bei V. Jacobshagen selbst, so erkennt man den inneren Widerspruch der Darstellung: Von Westen her lassen sich die nordvergent überschlagenen großen Faltenstrukturen der Allgäudecke, soweit sichtbar, bis unter die Überschiebungsmasse von Jochspitze und Gr. Wilder verfolgen (s. nordvergente Sperrbach-Antiklinale auf Prof. 5). Wo dann aber gegen Osten hin die Faltenschlüsse im Hornbachtalbereich nicht mehr sichtbar sind, werden sie umgekehrt südvergent gezeichnet.

Nicht nur in den Arbeitsberichten der Kartierungsgruppe des Geologischen Institutes Wien (1969) und bei den eigenen Beobachtungen wurde diese nordvergent verformte Unterlage der Hauptdolomit-Schubmasse in Abbildungen, Fotos und Diagrammen festgehalten, sondern auch alle anderen Bearbeiter des Gebietes bis in die jüngste Zeit haben auf diese Nordvergenz in dem für die Frage der Überschiebung der Hochvogelmasse wesentlichen Abschnitt hingewiesen. Selbst C. W. Kockel, der bereits mit Zweifel an der Fensternatur der Hornbachzone diese Region

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

überprüft hat, beschreibt (1953, S. 344) und zeichnet (1953, Beil.-Taf. 2, Prof. 2, 3) diese nordvergente Faltung des Nordflügels. Schließlich aber existiert ja seit 1960 eine Spezialuntersuchung der Kleintektonik des Hornbachgebietes durch B. ENGELS, der mit der Fragestellung (S. 335) ob freie oder gebundene Tektonik diese Region beherrsche, seine Untersuchungen durchgeführt hat. In dieser sorgfältigen Arbeit werden unter Wahrung absoluter Objektivität an einer großen Zahl von Beispielen von der Nordseite des Hornbachtales alle gut aufgeschlossenen Abschnitte hinsichtlich ihrer Vergenz beschrieben: das absolute Herrschen der nordvergenten Faltung wird im Text dargelegt und anhand von acht Abbildungen erläutert. Ebenso gelangt die lokal auftretende flach südvergent absteigende Zerscherung, die Spezialfältelung bewirken kann, zur Abbildung. ENGELS faßt die für unsere Frage sehr wesentlichen Ergebnisse der kleintektonischen Untersuchung im Hornbachtal wie folgt zusammen (S. 356): „Noch eindringlicher als an der Hasenfluh zwingt die generell durchlaufende N-Vergenz im Hornbachgebiet dazu, auf eine entsprechende ununterbrochen anhaltende Relativbewegung des Hangenden nach N zu schließen. Die wenigen Anzeichen für S-Vergenz stellen örtliche Ausnahmen dar ..... Insgesamt deuten die dargelegten Verhältnisse m. E. auf deckenartige Verfrachtung nach N bzw. auf allochthone Herkunft der hangenden Hauptdolomitschollen hin." Zu diesen für unsere Frage wesentlichen und aus einem über das gesamte Aufschlußbereich gelegten Beobachtungsnetz stammenden Ergebnissen der einzigen vorliegenden Spezialuntersuchung der Vergenzrichtung an einem Schlüsselpunkt der kalkalpinen Deckenvorstellung hat weder V. JACOBSHAGEN, noch ein anderer Vertreter der relativen Autochthonie Stellung genommen. V. JACOBSHAGEN hatte diese Publikation bei Erstellung seiner Hauptarbeit 1961 bereits zur Verfügung und begnügte sich mit vier allgemein gehaltenen Sätzen über die tektonische Arbeitsweise, die an den Ergebnissen von B. ENGELS vorbeigehen.

Ich möchte daher nicht versäumen, durch Beibringung von weiteren, aus der großen Zahl der selbst aufgenommenen vergenzanzeigenden Strukturen entnommenen Beispielen die Ergebnisse von B. ENGELS zu bestätigen und in ihrer Allgemeingültigkeit zu unterstreichen. Es erscheint zwar bei der Vielzahl der allenthalben sichtbaren, Nordvergenz anzeigenden Schleppfalten fast müßig, weitere Beispiele anzuführen, ist aber scheinbar doch vonnöten. Hiezu sei ferner erwähnt, daß diese nordgetriebenen Falten vielfach das beherrschende, ja in zahlreichen Abschnitten trotz Suchens südvergenter Falten das einzige stets anzutreffende Element waren, das auch bei den Kartierungsübungen des Geologischen Institutes 1969 von den auf der Hornbachtal-Nordseite im Gesamtbereich zwischen Jochbachtal samt Kanzberg-Nordseite im Westen über die Gräben N des Hornbachtales bis hinüber zum Ostende des Hornbachtales stets angetroffen worden ist.

Der Unterabschnitt des Jochbachtales W Hinterhornbach liefert durch die klammartig tief in den dünnschichtigen Älteren Allgäuschichten eingeschnittenen Flanken wertvolle Einblicke in die Faltenstruktur unter dem für die Frage der Überschiebungsrichtung gerade wesentlichen Südflügel der Hochvogel-Kanzbergmasse. Abb. 4 zeigt die Ansicht der rechten Flanke der Schlucht knapp unterhalb der Wintertal-Mündung. Die Faltenachsen streichen hier 100°/10°, die Achsenebene fällt meist 70° gegen S ein. Die langen, ansteigenden, aufgeschleppten Faltenschenkel weisen gegen N. Auf der dieser Talflanke genau gegenüberliegenden Stelle im Straßenanschnitt der Jochbachstraße 175 *m* Entfernung aufwärts vom Köpflebrünndl sieht man gleiche, nordvergente Faltung der Älteren Allgäuschichten mit Achsenlagen 270°/10° (Abb. 3, s. o.). Wo die Allgäuschichten im Wintertal an den Hauptdolomit der Hochvogelmasse (der hier lokal an einem Bruch abgesenkt ist) auf der rechten Talflanke anstoßen, ist die nordvergente Schleppung im angrenzenden Bereich (1320 *m*) und weiter talabwärts (1280 *m*) ebenfalls schön aufgeschlossen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Aus dem für unsere Frage wichtigen Bereich der Jochbachschlucht sei noch der Abschnitt in den Älteren Allgäuschichten vom linken Talhang am Ausgang des Wintertales wiedergegeben (Abb. 5). Wiederum ist hier und im ganzen angrenzenden Raum

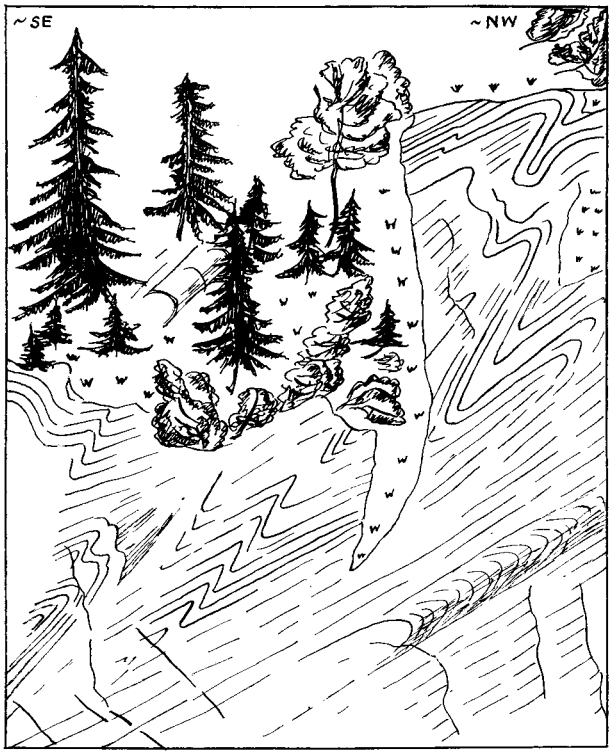


Abb. 4: Nordvergente Faltung in den Älteren Allgäuschichten der rechten Seite des Hornbachgrabens unterhalb der Wintertalmündung, 300 *m* WNW Kote 1220 der AV-Karte. Das Faltensystem streicht direkt unter die Kanzberg-Deckscholle hinein, im Verformungsbild deren nordvergente Überschiebung belegend.

die nordgerichtete Vergenz bei 10° gegen E abtauchender Achsenlage deutlich: Besonders klar z. B. durch die Durchreißung eines Faltenkernes und den Nordvorschub des abgescherten Hangendflügels, die im Bild rechts unten, durch „x" markiert, im Detail wiedergegeben ist. Diese Abbildung ist insofern lehrreich, da sie zeigt, daß innerhalb einer einheitlich ausgerichteten Faltenfolge gelegentlich auch ausnahmsweise umgekehrte Vergenz auftritt, wie die schwache, gegen S gerichtete Knickfaltung am rechten Bildrand anzeigt. Da solche abweichende Falten in den vereinzelt angetroffenen Beispielen gleiche Achsenorientierung und auch gleichen Faltenstil zeigen, zweifle ich nicht, daß sie im gleichen Akt wie die übrigen, hier nordvergent geformten Falten entstanden sind, wobei lokal bessere Ausweichbedingungen in der entgegengesetzten Richtung gegeben waren.

Eine solche von der Nordrichtung abweichende Vergenz in den gefalteten Allgäuschichten kommt z. B. lokal, aber deutlich, auf der rechten Talflanke des Karlestal in 1320 *m* Höhe, 2·5 *km* SW von Hinterhornbach, zum Ausdruck. Auch dieses Beispiel zeigt, daß man regionale Vergenz und lokalen Fall nach einer Vielzahl von Beobachtungen für eine Gesamtauswertung trennen muß, denn für diese Region nahe dem Südrand der Hornbachzone ist eine nordvergente Verschiebung der Hauptdolomitmasse der Hornbachkette bei jeder großtektonischen Deutung, sei es Deckenbau,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sei es Pilzfaltenstruktur, evident. Eine ähnliche Erscheinung trotz nordvergenter Großstruktur im überschiebenden Hauptdolomit ist ja bereits von B. ENGELS (1960, S. 347, Abb. 9) in der östlichen Fortsetzung dieser Südrandzone, aus dem Deisertal, 3 *km* ENE vom zuvor genannten Abschnitt des Karlestales, erwähnt worden. Auch V. JACOBSHAGEN & K. KOCH (1959, S. 70) bringen aus der Region der Ostflanke des Karlestales ein Beispiel für südgerichtete, sekundäre Verkeilung des den Allgäuschichten auflagernden Hauptdolomites. Es scheint ein Zusammenhang dieser Störungsregion mit der gewaltigen Aufschleppung des Hauptdolomites zu bestehen, der in einem isolierten Span in einer mächtigen saigeren Aufbruchszone von Älteren Allgäuschichten auf der rechten Seite des Karlestales in 1370 *m* bis hoch über den Talgrund empor zu beobachten war.

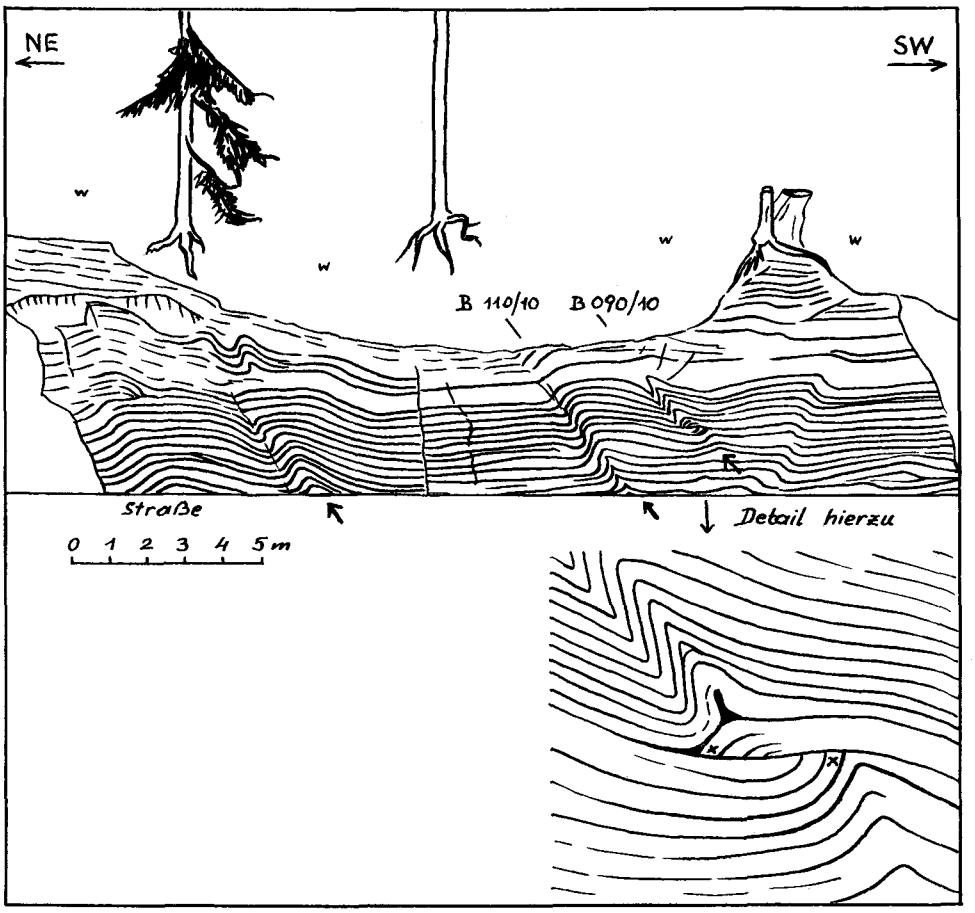


Abb. 5: Nordvergentes Faltenbild in den Älteren Allgäuschichten am Ausgang des Wintertales ab 10 *m* Entfernung unterhalb der Jochbachtal-Straßenbrücke.

Als wesentlich für die Frage der Überschiebungsrichtung der Hochvogel—Wilder-Scholle sei schließlich noch die Basis des gut aufgeschlossenen SW-Eckpfeilers der Gruppe, der Höllhörner bei der schmalen Unterbrechung der Deckenmasse beim Hornbachjoch erwähnt. Die Grenze vom Hauptdolomit zu den unterlagernden Allgäuschichten liegt hart NW vom Sattel frei. Die oberste Partie der Allgäuschichten zeigt stärkste tektonische Verwalzung und ist von Schleppfalten im Kleinbereich, im *dm*-Bereich, erfüllt. Auch noch im letzten Meter unter der Überschiebung des Haupt-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

dolomites ist die Nordvergenz durch die gegen Norden überschlagenen, verschleppten, liegenden, ungleichschenkeligen Kleinfalten mit B 090—130/10° augenscheinlich. Weder Südvergenz noch Westvergenz zeichnet sich ab!

Eine gegenüber der Faltung jüngere Zerscherung der Serie der Allgäuschichten im Bereich des Hornbachtales zeigt wechselnde Orientierung. Diesbezüglich konnten auch im Nordflügel der Hornbachzone von der primären Tendenz abweichende Bewegungen festgestellt werden: so weist die Schleppung der Schichten an der flach ungefähr W einfallenden Scherflächenschar in 1240 *m* Höhe in der Wand beim Wasserfall der Schwarzwandbachrinne (linker Seitenbach des Jochbaches oberhalb des Wintertales) auf eine gegen SW absteigende Relativbewegung der einzelnen Lamellen hin (Abb. 6). Dabei entstehen kleine Schleppfaltungen mit Achsen, wie sie V. Jacobshagen (1961, S. 159) als B_2 bezeichnet hat.

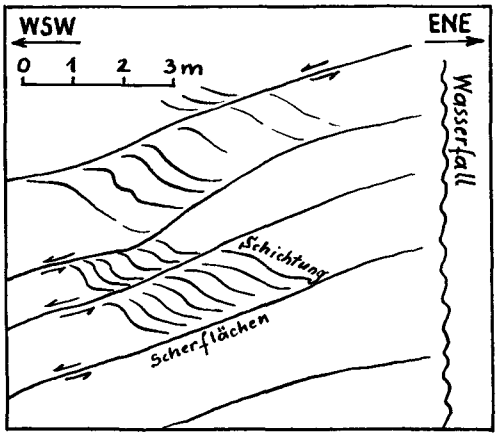


Abb. 6: Gegen SW absteigende Zerscherung in den Allgäuschichten der Schwarzwandbachrinne in 1240 *m* Höhe, 1·9 *km* W zu N von Hinterhornbach als Beispiel für eine lokale, sekundäre Formung.

Eine Anmerkung ist noch nötig zur Charakterisierung der Bedeutung der von V. Jacobshagen 1961 gegebenen Beispiele für Südvergenz im Hornbachtal-Nordflügel. An dem dort gezeigten Beispiel Abb. 4, S. 173, aus dem oberen Gaissulztal NE Hinterhornbach, an dem man eine Faltung mit sehr steil stehender Achsenebene sieht, kann gezeigt werden, daß solche, um die Vertikale pendelnde Faltenlagen nicht für einen Vergenznachweis herangezogen werden sollen: gerade im Gaissulztal, einem linken Seitengraben des Stützbaches, sieht man nämlich von der Mündung aufwärts kommend, in der ersten Wandstufe 120 *m* W vom Wasserfall bei einer Achsenlage von 080°/00° die gegen N vergierende Schleppfaltung an den ungleich lang entwickelten Faltenschenkeln und der Lage der Achsenebene. Gleiche regionale Nordvergenz ist auch im östlich benachbarten Tal, dem oberen Köpflesulztal nahe dem Untertauchen der Allgäuschichten unter den Hauptdolomit sichtbar.

Es ist im Zusammenhang mit der Vergenzbestimmung auch bezeichnend, daß V. Jacobshagen & K. Koch (1959, S. 68 ff.) aus ihren Arbeitsgebieten des Allgäuer Hauptkammes und des Hornbachgebietes durch Verkeilung nur die generelle NNW bis WNW gerichtete Primärvergenz des Allgäuer Hauptkammes und der Hornbachkette durch eine Reihe von Beispielen erwiesen haben, während für eine Südvergenz des Südrandes der Hochvogelmasse kein Beleg durch Verkeilung vorgelegt werden konnte, obgleich ja dieser Nachweis bei der tektonischen Bearbeitung dieser Region im Vordergrund gestanden war.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

b) Die Bedeutung der Kanzbergdeckscholle

Westlich von Hinterhornbach, W der Gabelung Hornbach—Jochbach, liegt über den Jurafalten der Taltiefe im Stock des Kanzberges eine Hauptdolomit-Deckscholle auf, zwischen dem Hauptdolomit der Hornbachkette im S und jenem der Hochvogelmasse im N ganz offensichtlich vermittelnd. Die Bedeutung der mitten im Hornbachtal liegenden Deckenscholle ist früh erkannt worden, und O. AMPFERER bezeichnete (1911, S. 552) den Kanzberg, wie erwähnt, als „einen ganz ausgezeichnet erschlossenen Deckenzeugen".

Besondere Bedeutung kommt diesem Deckenzeugen aber noch im Hinblick auf die in der streckenweise sehr gut aufgeschlossenen Unterlage so klar ablesbare Vergenz der Überschiebung der Scholle zu: hier ist z. B. im Ostabschnitt des Kanzbergsockels die Verformung der Allgäuschichten in den tiefen Schluchten der Bachgabelung Hornbachtal—Jochbachtal in der streichenden Fortsetzung im Querprofil unmittelbar unter dem Mittelteil der Kanzbergscholle bestens zu beobachten. Bereits B. ENGELS (1960) hatte von diesen wichtigen Abschnitten über die Vergenz der Falten berichtet: Im Hornbachtal SW der Jochbach-Einmündung sind ausgeprägte nordvergente Falten vorhanden (S. 345), im entsprechenden Abschnitt des Jochbachtales ist der „Fleckenmergel von unten bis oben durchlaufend in typisch nordvergente Spezialfalten gelegt" (S. 348). Wiederum kann diese Feststellung von B. ENGELS nur bestätigt werden, wie die eine hier beigegebene Abbildung von den schönen nordvergenten Faltenbildern von der rechten Seite des Jochbach-Unterabschnittes noch unterhalb der Wintertalmündung vor Augen führt (Abb. 4). Dieser Typus der Faltung, die durchgehend die gesamte Gesteinsmasse prägt, ist ohne jeden Zweifel dem Hauptfaltungsakt zuzuschreiben, durch die Beanspruchung der Unterlage während des Überschiebungsvorganges der Hauptdolomit-Deckenmasse bewirkt. Keine vergleichbare derart tiefgreifende Struktur kann daneben namhaft gemacht werden.

Es ist demnach evident, daß der Kanzberg einen Teil einer von S nach N überschobenen Masse darstellt. Bei einem Versuch einer Deutung der Hornbachzone als Beutelmulde hätte man hier die Muldenachse ins Jochbachtal N des Kanzberges legen müssen, um diesen Fakten Rechnung zu tragen — obgleich dann aber immer noch die Vergenzverhältnisse an dessen Nordrand dagegensprechen. So überrascht daher zunächst, daß V. JACOBSHAGEN (1961, S. 188 und Taf. 3, Prof. 6) den Kanzberg noch als südvergent überschobenen Südflügel der Hochvogelmasse darstellt — vgl. Abb. 2. Der Grund liegt augenscheinlich darin, daß der Kanzberg an seinem Westende — nur durch eine schmale Unterbrechung von der Jochspitze und jenseits dieser beim Hornbachjoch vom Massiv des Wilden getrennt — mit der Hauptmasse der Hochvogelscholle fast zusammenhängt, sodaß dort kein Platz mehr bleibt, die Scheitelumbiegungen von gegeneinander bewegten Hauptdolomit-Pilzfaltenrändern einzuzeichnen, wie sie im übrigen in allen Profilen von JACOBSHAGEN durch das Hornbachtal in Form von gegeneinander geneigten Luftsätteln auftauchen, während in der Natur nie Ansätze zu südvergent geschlossenen Sätteln vorhanden sind. Durch den willkürlich angeschnittenen Erosionsrand der Deckschollenränder im Hornbach-Halbfenster würde man ja dann irgendwo einen Rest eines solchen, noch z. T. erhaltenen Sattels erwarten und nicht nur Reste von abgerollten Teilen eines Liegendschenkels.

V. JACOBSHAGEN gibt nun (in R. HUCKRIEDE & V. JACOBSHAGEN 1958, S. 377; bzw. V. JACOBSHAGEN 1961, S. 188) ohne Erwähnung solch eindeutiger Zeugen genereller Nordvergenz eine Stelle an, die für die Südvergenz der Kanzbergscholle sprechen soll: es ist die Stelle bei Kote 1583, 600 *m* NNW Drähütten, wo die gefaltete, hier steilstehende Allgäuschichten-Masse durch den überschiebenden Hauptdolomit abgeschert ist. Die dortigen Verhältnisse werden als Rücküberkippung der Älteren Fleckenmergel des Drähüttensattels durch die Südbewegung der Hochvogelmasse bezeichnet und auf Abb. 11 dargestellt. Die Neuzeichnung der Gegebenheiten am Fels-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

fuß bei Kote 1583 (Abb. 7) haben gezeigt, daß im Bereich der Überschiebung steilstehende, gefaltete Schichten in verschiedener Art vom überschobenen Hauptdolomit abgeschnitten werden, je nachdem, welche Faltenwellen der steilstehenden Serie gerade an die Abscherungsfläche herankamen. Aus diesem Bild heraus würde ich nicht wagen, eine Vergenz abzulesen, sondern nur den eben genannten Tatbestand der Abscherung einer steilstehenden, gefalteten Serie. Aus den eindeutigen Verformungsbildern im Umkreis der Kanzbergscholle ergibt sich hingegen klar die allgemeine Nordvergenz.

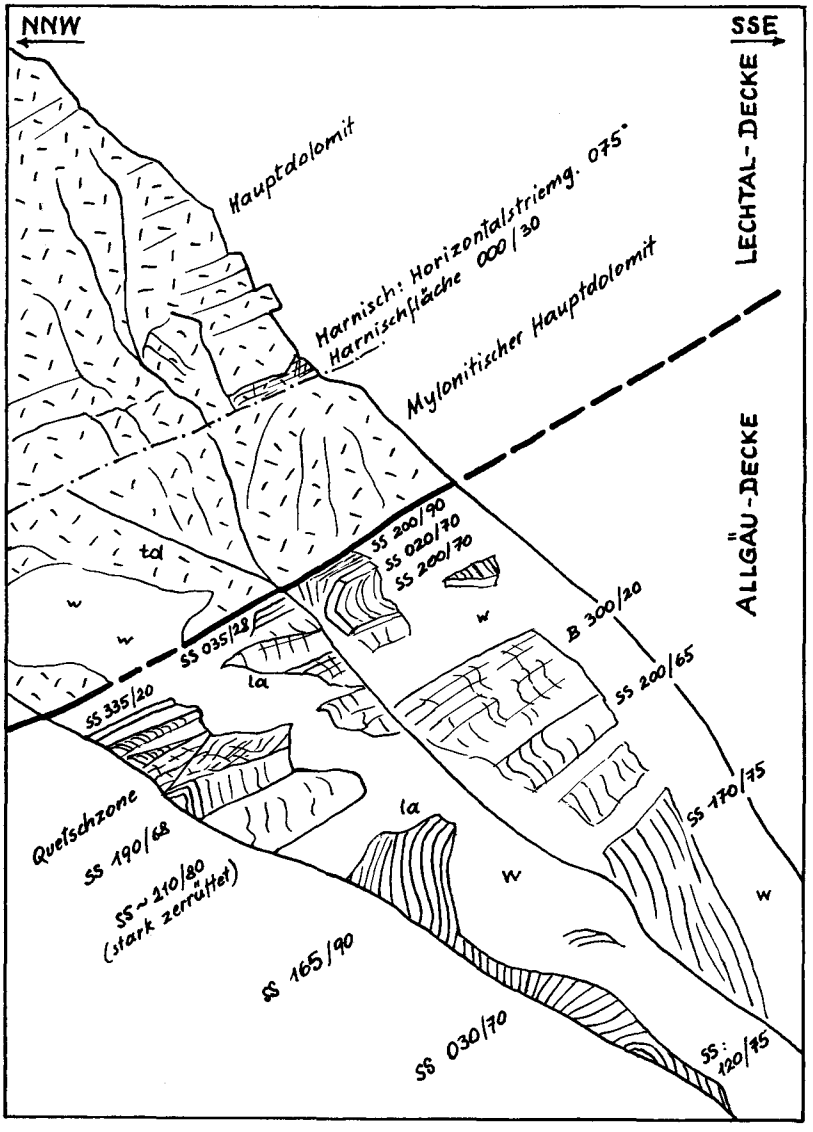


Abb. 7: Die Überschiebungsfläche der Lechtaldecke auf der Kanzberg-Südseite bei Kote 1583 kappt verschiedene Faltenelemente der relativ steilstehenden, gefalteten, im großen gesehenen hier hangparallel aufsteigenden Allgäuschichtfolge der Allgäudecke. Eine Vergenzrichtung der Überschiebung ist gerade an dieser, von V. JACOBSHAGEN für Südschub herangezogenen Lokalität, nicht eindeutig ablesbar.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

c) Das Ende des Hornbach-Halbfensters im Osten.

Da ein Teil des Ostrandes des Hornbach-Halbfensters durch den breiten Streifen der Lech-Alluvionen verhüllt ist, bleibt in der Frage der Ausbildung des Ostrandes des Hornbach-Halbfensters für die Diskussion ein gewisser Spielraum. Die Spezialuntersuchung dieser Frage durch C. W. KOCKEL (1953) hat aber bereits die entscheidenden Daten erbracht. Die neuen eigenen Beobachtungen sprechen ganz im Sinne dieser Ausführungen. C. W. KOCKEL hatte zunächst (S. 347) die früher etwas dubiose Stellung des Hauptdolomites im Fensterinneren im Bereich von Vorderhornbach auf der linken Seite des Lech geklärt: der Hauptdolomit von Vorderhornbach geht in den Hauptdolomit des weiter westlich anschließenden Hochkopfsattels über, sodaß hierdurch und durch die Erfassung weiterer Vorkommen von Hauptdolomit im Kern der Hornbachtal-Antiklinale (Drähüttensattel) die Zuordnung des Hauptdolomites von Vorderhornbach zur Allgäudecke endgültig erhärtet werden konnte. Andererseits aber konnte KOCKEL zeigen (S. 349), daß die auf der Karte von O. AMPFERER 1914 sichtbare trompetenartige Verbreiterung des Hauptdolomites am Halbfensterende N Martinau gegen E, „die immer wieder die widersinnige Verbindung zwischen dem Vorderhornbacher Hauptdolomit und demjenigen E des Lech nahezulegen scheint", der Überprüfung im Gelände nicht standgehalten hat: „Es besteht vielmehr ein ganz ausgesprochenes NE-Streichen der Schichten und Schichtgrenzen und schließlich der Deckenüberschiebung", wie dort ausführlich beschrieben wird. Es schwenken also Fensterinhalt und Rahmen beiderseits auf der linken Seite der breit vom Schotter verdeckten Lechtalsohle zum Schluß des Halbfensters im E um! Schließlich hat KOCKEL (S. 350) das Untertauchen des Fensterinhaltes gegen E auch durch eine Reihe von Messungen des ebendorthin abtauchenden Hauptdolomites des Rahmens E vom Lech gesichert. Auch die Struktur des Rahmens E vom Untertauchen des Fensterinhaltes zeigt nichts von einer Naht, von der Andeutung der Fortsetzung einer Beutelmulde, sondern nur eine schön geschwungene Antiklinale, die im Profil durch das Tauberspitzmassiv auch von C. W. KOCKEL (1960, S. 40, Abb. 1 nach V. JACOBSHAGEN 1961, Beil. 3) zur Darstellung gelangt ist.

Allen diesen auf Detailgeländebefunden beruhenden Beobachtungen zuwider postulierte V. JACOBSHAGEN (1961, S. 195) im Zusammenhang mit der Beutelmulden-Theorie das Ausheben des Fensterinhaltes des Hornbachtales über den Hauptdolomitrahmen E des Lech, obgleich er selbst in der gleichen Arbeit weitere Beobachtungen aus der nächsten Umgebung gebracht hatte, die für das östliche Abtauchen in diesem Rahmenstück sprechen (S. 192, S. 194): Ostabtauchen des im NE benachbarten Gewölbes im unteren Namlostal. Als Argumente für eine solche Hypothese des Aushebens der Hornbachzone im E wird 1. (S. 195) auf ein 10°—20° flaches Achsensteigen der Hauptelemente des Raumes in einem weiter östlich gelegenen Abschnitt hingewiesen, der etwa 3 bis 4 *km* östlich vom Lech liegt, obgleich erwähnt wird, daß man mit einer Annahme eines einfachen allgemeinen Achsenanstieges gegen E hier nicht argumentieren könnte. Es braucht also wohl nicht näher ausgeführt werden, daß für die Frage des Abtauchens des Fensterinhaltes nur die Lagerungsverhältnisse am Fensterrand, also zu beiden Seiten des Lech-Alluviums im Raume von Vorderhornbach maßgebend sein können, nicht aber in kilometerweit entfernten Abschnitten im E, wo natürlich widerum Achsenschwankungen der Hauptelemente in der Längsrichtung in verschiedener Art auftreten. Als zweites und hauptsächliches Argument werden (S. 195) N- bis NNE-streichende Störungen im Lechtal gefordert, an denen jeweils der Ostflügel aufgestiegen sei. Solche Störungen müßten allerdings eine ganz gewaltige Sprunghöhe aufweisen, da der Ostrahmen des Halbfensters im Mittagspitzmassiv östlich von Vorderhornbach bis zum Hauptkamm und zum Gipfel in 2237 *m* hinaus aus Hauptdolomit besteht. Wäre eine solche gewaltige Versetzung an einer Querstörung wirklich vorhanden, so müßte man zweifelsohne auch in der die hypothetische Störung kreuzenden Saldeinerstruktur im N oder in der Holzgau—Ler-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

mooser Jungschichtenmulde im S noch einen kräftigen Versatz bemerken. Der aber ist nicht vorhanden. Eine im erwähnten Raum sichtbare NS-Störung an der Straße links des Lech 1·4 *km* NNE Vorderhornbach bringt den vom W heranstreichenden Hauptdolomit ins Talniveau, wo er knapp E der Störung 055°/50° einfällt. Als konkreter Hinweis auf querorientierte, gewaltige, umgekehrt wirksame Versetzung aber im Bereich des Fensters selbst wird von V. JACOBSHAGEN (S. 195) angeführt: „Eine derartige Störung wird durch den kleinen Hauptdolomit-Hügel nördlich Martinau an der Straße nach Vorderhornbach erkennbar, der im W gegen Fleckenmergel der Schwarzmilzmulde grenzt". Der Besuch des Hügels zeigte aber, daß dort keinerlei derartige Störung sichtbar ist. Beim nochmaligen Lesen des zitierten Satzes erkennt man dann, daß dem Satz eine andere Auslegung gegeben werden muß, als zuerst gedacht, daß nämlich nicht eine Störung sichtbar sei, aber man aus der Existenz des Hauptdolomithügels im Wiesengelände östlich der Fleckenmergel des Hornbach-Halbfensters eine solche Störung denken könne. Es sind aber durch neue Wegaufschlüsse die Lagerungsverhältnisse gerade in diesem Raum besser erfaßbar als früher und bestätigen im Abschnitt Martinau das Abtauchen der Allgäuschichten des Fensterinhaltes in der Richtung unter den den Rahmen bildenden Hauptdolomit. Trotz der bereits klaren Darstellung von C. W. KOCKEL (1953) soll daher hier nochmals das Wesentliche über diesen neu geprüften Abschnitt mitgeteilt werden, der in seiner Gesamtheit — unabhängig von den oben geschilderten Vergenzmerkmalen und der Bedeutung der Kanzbergscholle — eindeutig die Auffassung der Muldennatur der Hornbachzone im Sinne von V. JACOBSHAGEN widerlegt.

Zunächst sind es die sehr gut aufgeschlossenen regionalen Verhältnisse in der Hochgebirgsumgebung des Ausgang des Hornbachtales, die gleichsam auf einen Blick das Abtauchen des Rahmens erkennen lassen — trotz der Talbodenverdeckung der Lechtalsohle. Allenthalben, wo der schön geschichtete Hauptdolomit im Bergkranz rund um Vorderhornbach entblößt ist, läßt sich dieses regionale Ostabtauchen erkennen: im N und S steiler (z. B. mittelsteil im Ostgehänge der Klimmspitze W des Lech), E vom Lech ist das Abtauchen flacher, bleibt aber ebenfalls noch bis hoch empor im Mittagspitzmassiv erkennbar.

Auch östlich vom Lech kann daher im unmittelbar angrenzenden Bereich das regionale Abtauchen gegen Osten nicht geleugnet werden. Die Behauptung von V. JACOBSHAGEN (1961, S. 196): „Generelles östliches Achsenfallen kann aus den Straßenaufschlüssen keinesfalls abgeleitet werden" steht im direkten Widerspruch zu den Meßergebnissen von C. W. KOCKEL (1953, Beil. 1, Fallzeichen im Ostrandteil der Karte). Um dieses Faktum ein zweites Mal zu belegen, wird daher nochmals das Ergebnis einer Meßreihe entlang der Hauptdolomitaufschlüsse an der Straße Stanzach—Elmen östlich von Vorderhornbach gezeigt (Abb. 8).

Schließlich aber muß noch auf die gerade im strittigen Abschnitt N Martinau durch neue Wegeaufschlüsse am Spitzigbühel nun besser überblickbaren Lagerungsverhältnisse hingewiesen werden. C. W. KOCKEL (1953, S. 349, Beil. 1) war ja der erste, der das Umschwenken des allgemeinen Streichens vom Fensterinhalt und Rahmen im Raum NW Martinau beschrieben und gezeichnet hat. Das allgemeine Südfallen schwenkt auf SE-Fallen ein. Der im Hügel 300 *m* N Martinau aus einem verhüllten und durch Wiesen eingenommenen Gelände auftauchende Hauptdolomitfels ist ein Zeuge des bereits am Westufer des Lech sich hier anbahnenden Halbfensterschlusses: das Einfallen des Hauptdolomites dieses Hügels weist bereits in Richtung 120°/40°. Der 200 *m* W davon aufragende, aus Allgäuschichten bestehende Spitzigbühel (Kote 1006) aber zeigt in den Güterwegkurven an seiner Ostseite ein Einschwenken des Einfallens von 150°/60° im S auf 120°/60° nahe davon weiter im N. Das Abtauchen des Lias unter dem Hauptdolomitrahmen steht in vollkommener Übereinstimmung mit

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

den übrigen Abschnitten des Hornbach-Halbfensters, nur daß eben hier am Ostrand das Einschwenken den Fensterabschluß anzeigt. Für die Annahme eines Bruches ist auch in diesem Rahmenabschnitt kein Hinweis gegeben.

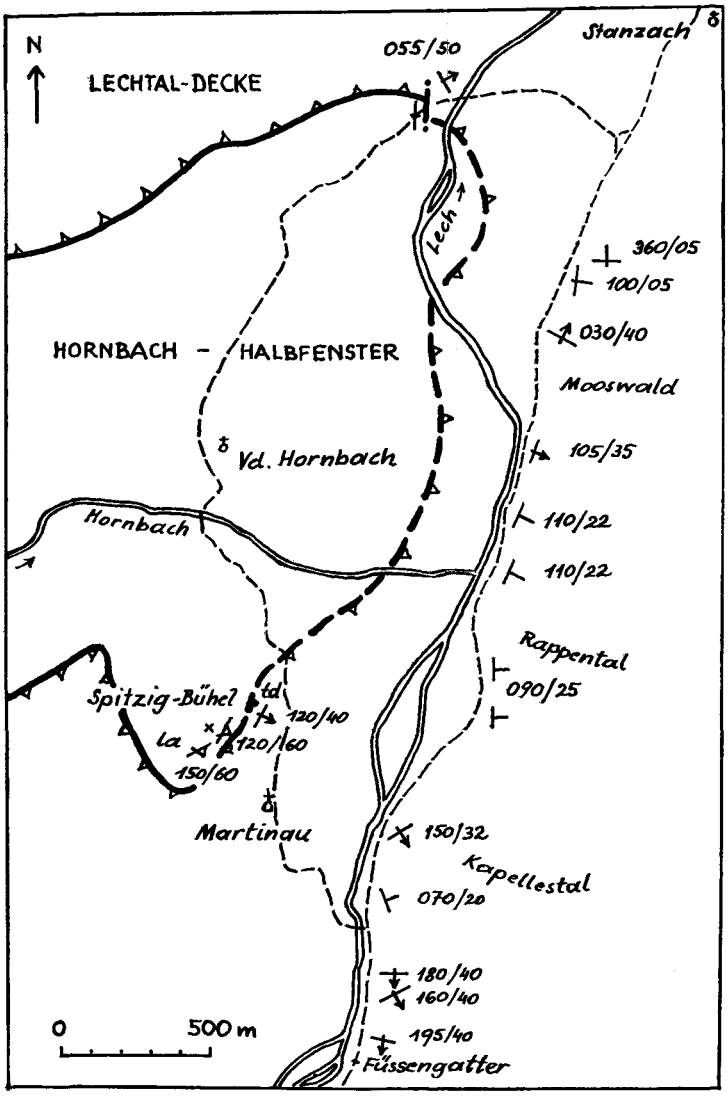


Abb. 8: Das östlich gerichtete Abtauchen des Hauptdolomitrahmens am Oberrand des Hornbach-Halbfensters, gezeigt durch die Lagerungsverhältnisse im gut gebankten Hauptdolomit.

d) Zur Bedeutung der verkehrt liegenden Partien des Hauptdolomites an der Basis der Lechtaldecke im Raum des Hornbach-Halbfensters sowie den Spänen von Obertriaskalk an der Deckengrenze sei Folgendes vermerkt. B. Hückel et al. (1960, Taf. 4) und V. Jacobshagen (1961, Beil. 1 und 3) haben an der Basis des Hauptdolomites der Hochvogelmasse und der Hornbachkette einen schmalen, verkehrt liegenden Saum auf ihren Darstellungen eingetragen. Abgerollte und umgeschlagene Streifen und Schollen im Liegenden der Lechtaldecke stehen durchaus im Einklang mit den Beobachtungen im Allgäuer Hauptkamm. Auch dort gliedert sich die Masse der Lechtaldecke in Schuppen, die aus liegenden Falten hervorgegangen sind und

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

bei denen lokal noch ausgedehnte Reste eines verkehrten Schenkels vorhanden sind. Die Darstellung der verkehrten Serie aber, wie sie V. JACOBSHAGEN auf Beil. 1 angibt, entspricht nicht den im Gelände anzutreffenden Verhältnissen. Ein solch gleichmäßig hinziehender verkehrtliegender Saum im Hauptdolomit ist weder im N- noch im S-Rahmen des Hornbachtales vorhanden. Je ein Beispiel vom N- und S-Rahmen sollen diese Bemerkung belegen. Im Nordrahmen zeigt die gut gebankte Hauptdolomitmasse der unteren Schwarzwand nördlich vom Jochbachtal vom W nach E zunehmend steileres Einfallen des Hauptdolomites (Westende flach, Mitte 35°, Ostteil 55° gegen NNW fallend). Bei verkehrter Lagerung dieses Saumes müßte die Grenze bei hier herrschendem ENE-Streichen der Bänke ins Innere der Hochvogelmasse ziehen. Statt dessen wird sie auf Beilage 1 schräg bis quer zur Schichtung entlang der Außenkontur des Hauptdolomites gezogen. Gleiche Verhältnisse liegen auf der Südseite des Hornbachtales z. B. am rechten Hang des 2·2 *km* W von Hinterhornbach mündenden Karlestales. Das Streichen des gut gebankten Hauptdolomites im Raume der Kote 1626 verläuft quer zum Überschiebungsrand (im Norden N-fallend, im Süden ENE-fallend), die Zone des verkehrt lagernden Hauptdolomites ist aber im Gegensatz zu dieser Beobachtung wiederum dem Überschiebungsrand folgend parallel gezeichnet. Die Lagerungsverhältnisse an der Hauptdolomitbasis dieses Raumes gehören demnach revidiert, um das wahre Ausmaß verkehrt liegender Schollen zu erfassen.

Interesse verdienen ferner die auf der Nordseite des Hornbach-Halbfensters entlang der Deckengrenze an etlichen Stellen auftauchenden Späne eines hellen, stark zertrümmerten, häufig eng von Suturen durchzogenen Kalkes. Diese Quetschschollen folgen mit außerordentlich geringer Mächtigkeit auf kleineren Strecken genau der Überschiebungsfläche, auch wenn der überlagernde Hauptdolomit diskordant an die Bewegungsfläche heranstreicht. Es handelt sich demnach um tektonisch selbständige, an der Bewegungsbahn über den Allgäuschichten mitgeschleppte Schubsplitter, um Schürflinge oder Spurschollen. Besonders auffällig sind diese Späne entlang der unteren Schwarzwand, 2·2 *km* WNW Hinterhornbach. Hier konnte ich sie am anhaltendsten in Form einer Halb- bis Einmeter mächtigen Lage, die nur N oberhalb der Brücke Kote 1205 auf 6 *m* Mächtigkeit anschwillt, beobachten. Wo die Kalke nicht tektonisch zertrümmert oder mylonitisiert sind, erinnern sie mit ihrer hellen bis mittelgrauen, dickbankigen, z. T. etwas dolomitischen Ausbildung an obernorischen Plattenkalk. V. JACOBSHAGEN (1958, S. 377; 1961, S. 201) hat ebenfalls schon auf solche Obertriaskalkspäne verwiesen und sie als Reste von Mittelschenkeln lokaler Faltung gedeutet.

Es bleibt die Frage zu beantworten, auf welche Art diese Späne an die Überschiebungsfläche gelangt sind. Natürlich könnten sie von einer weit im S gelegenen, heute verdeckten Obertrias-Antiklinale der Allgäudecke abgewetzt und mittransportiert worden sein. Dann wäre aufrechte Lagerung zu erwarten. Hier aber liegt der Verdacht nahe, daß sie von der ja heute gar nicht so weit im Norden am Südrand der Luitpoldzone vorhandenen stirnartigen Einrollung dieses Teilabschnittes der Lechtaldecke, von der Kreuzkopf-Antiklinale, abzuleiten sind. In dieser an der Stirn durchgerissenen Antiklinale kommen ja die Plattenkalke an die Jungschichtenzone des tektonischen Untergrundes, wie im folgenden gezeigt werden wird. In diesem Fall würde zufolge der Abrollung an der Teilstirn eine verkehrte Lagerung der Schollen zu erwarten sein. Das Einreißen an der Kreuzkopf-Antiklinale, das zu einer Art Teilstirnbildung geführt hat, ist jedenfalls bereits während des Horizontaltransportes der Decke entstanden.

Überblicken wir nochmals zusammenfassend die Verhältnisse der Hornbachzone, die hier auf Grund ihrer Bedeutung etwas ausführlicher behandelt worden ist. Die

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

nicht nur lokal, sondern absolut dominierende Hauptstruktur der nordvergenten Schleppfaltung der Allgäuschichten unter dem den Nordrahmen bildenden Hauptdolomit der Hochvogelscholle, die ebenfalls klar N transportierte Kanzberg-Deckscholle nahe dem Nordrand des Streifens, nebenbei auch die innere Antiklinal- und nicht Muldenstruktur der Hornbachzone selbst und besonders das regionale Abtauchen von Fensterinhalt und Rahmen am Ostende im Raum Vorderhornbach sprechen allesamt nicht nur für die Halbfensternatur dieser Zone, sondern Vergenz und Abtauchen beweisen diesen Strukturcharakter: Das Hornbach-Halbfenster bleibt eines der klarsten, bestens überschaubaren und zufolge der guten Aufgeschlossenheit in der groß- wie kleintektonischen Formung besser als viele andere vergleichbare Strukturen beweisbaren Halbfenster der Nördlichen Kalkalpen. Gerade an dieser für die Gesamtfrage der Lechtaldecke so wesentlichen Struktur, mit der die Fernüberschiebung der Lechtaldecke steht und fällt, ist eine wirkliche Beweisführung des Fenstercharakters möglich. Wer zur Frage der Existenz der Lechtaldecke in diesem Raum Stellung nehmen will, kann nicht an dem so weit im Inneren gelegenen Hornbach-Halbfenster vorbeigehen.

2. Luitpoldzone

In der Veröffentlichung „Luitpoldzone, Bärgündele und das Ende der Lechtaldecke" hatten P. Hamann & C. W. Kockel 1957 den Nachweis für die Nichtexistenz der Lechtaldecke zu erbringen versucht. In diesen beiden Abschnitten N des Hochvogelmassivs sollten Allgäu- und Lechtaldecke durch ungestörte sedimentäre Verbände miteinander zusammenhängen, wodurch naturgemäß der Deckencharakter der Lechtaldecke hinfällig wäre. Trotz des Einspruches von W. Heissel (1958, S. 107—113), der auf einer Revision der weit von den realen Gegebenheiten abweichenden Kartierung der beiden Autoren beruhte (Richtigstellung in Abb. 2, S. 112), setzte sich die Ablehnung des Deckencharakters der Lechtaldecke in den Arbeiten der deutschen Geologen mehr und mehr durch. Auch in allen späteren Bearbeitungen und Kartierungen von Luitpoldzone und Bärgündele wird trotz der stets wechselnden kartenmäßigen Darstellung der Grundgedanke der relativen Autochthonie beibehalten, ja es verstärkte sich gerade durch die neue Detailkartierung dieser Region noch mehr der Eindruck der Verbindung der beiden ehemals als Decken betrachteten Einheiten. Wenn die neuesten Teilkartierungen dieser beiden Regionen stimmen, etwa die Karte 1 : 25.000 von W. Zacher 1964, die den von P. Hamann neu aufgenommenen Abschnitt enthält und die auf breiter Strecke einen ungestörten Verband zwischen Hochvogelmasse und Luitpoldzone zeigt oder besonders die Detailkarte von D. Richter (1958, Abb. 1, S. 522) über die Verhältnisse im Bärgündele im Maßstab von etwa 1 : 7.500, die umgezeichnet (1968, S. 371) wiederveröffentlicht worden ist und die einen vollkommen ungestörten Verband vom Hauptdolomit der bisherigen Lechtaldecke über alle obertriadischen und tiefjurassischen Glieder zum Oberjura der Allgäudecke zeigt, so könnte kein Zweifel am Zusammenhang der Einheiten bestehen, der Deckenbau wäre in diesem Abschnitt widerlegt. Das war auch mein Eindruck nach Studium dieser Literatur.

Die Revision des tektonischen Baues der Westkalkalpen war, wie erwähnt, im Hornbachtal begonnen worden. Da nach Studium der dort aufgeschlossenen Gegebenheiten die Überschiebung der Hochvogelmasse in Nord-Richtung über die Jungschichtenzone des Hornbachtales auf Grund des Verformungsplanes und aller regionalen tektonischen Strukturen sich zwingend ergeben hatte, so war es bereits zu diesem Zeitpunkt klar geworden, daß eine über das Hornbachgebiet hinweg verfrachtete Hochvogelmasse an ihrem heute vom Südrand des Hornbachfensters 5 *km* entfernten Nordrand nicht gleichzeitig mit dem Untergrund verbunden sein kann. Das bedeutet aber, daß von diesem Moment an an der Richtigkeit der Darstellung der entscheidenden

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Regionen zu zweifeln war. Wie sehr dieser Zweifel berechtigt war, hat eine Überprüfung aller für diese Belange wesentlichen Kontakte gezeigt. Im Zusammenhang mit dieser Fragestellung waren auch die Kartierungsübungen des Geologischen Institutes im Sommer 1969 in das Gebiet beiderseits der Hochvogelmasse verlegt worden. Die Nordgruppe hat in einer von Herrn Dr. H. BERTLE und Mitarbeitern verfaßten Veröffentlichung über ihre Kartierungsergebnisse im Raum Luitpoldzone und Bärgündele getrennt berichtet (1970, S. 1 ff.).

Wenden wir uns zunächst der Luitpoldzone zu. In der Region des Prinz Luitpold-Hauses NW des Hochvogelmassivs zieht eine SW—NE-gerichtete Zone mit einem Schichtumfang von Obertrias bis zu den Aptychenschichten in überstürzter Lagerung aus dem Bereich der Allgäudecke ins Innere des zur Lechtaldecke gerechneten Hauptdolomites und endet nach einer Länge von 4 *km* W der Unteren Lichtalm. Dieser Streifen, der als Luitpoldzone bezeichnet wird, umfaßt eine zusammenhängende Serie von Kössener Schichten, Oberrhätkalk, Adneter Liaskalk, Allgäuschichten, Juraradiolarit und Aptychenschichten.

Die zentrale Frage im Bezug auf diese Region lautet: Liegt im S und N der Luitpoldzone ein tektonischer Kontakt zur Hauptdolomitmasse des Rahmens vor oder sind normalstratigraphische ungestörte Zusammenhänge erkennbar. Für den Nordrand ist die Frage rasch beantwortet: die Grenze ist in der gesamten Länge tektonisch geformt, der Hauptdolomit stößt mit mylonitisierter Basis auf der Hauptstrecke an randlich stark gequälten Aptychenkalk, im E kommen Juraradiolarite und Allgäuschichten schräg an die Störung heran. Überraschenderweise ist die tektonische Grenze aber auch am Südrand der Luitpoldzone in allen aufgeschlossenen Abschnitten klar erfaßbar. Die Auffassung von einer normalen Verbindung in dieser Region war nur dadurch zustande gekommen, daß die unter der überschobenen Hauptdolomitmasse verkehrt liegende Serie an ihrem Oberrand einen tektonischen Schrägzuschnitt im Streichen erfahren hat, sodaß streckenweise nicht Jura, sondern Älteres, u. zw. Obertrias, an die Überschiebungsfläche gelangt war und so der stratigraphische Sprung zwischen den Serien streckenweise geringfügig wird. Decke und Untergrund passen dann mehr oder weniger genau zusammen. Aber die tektonische Fläche dazwischen läuft durch, wie das Studium aller Kontaktstellen zeigt.

Beginnen wir die Betrachtung im SW, wo die eindrucksvolle Überschiebungsfläche am Westrand der Hochvogel—Wilder-Scholle aus dem obersten Jochbachtal als durchwegs flache Überschiebungsbahn von Hauptdolomit über den Allgäuschichten der Unterlage durchverfolgt werden kann. Nordvergente Kleinfalten im Untergrund der Höllhörner, nordvergente Großstrukturen im Basalteil des Hauptdolomites des Gr. Wilder, ein Aufbürsten der Jungschichten gegen Norden unter der Überschiebung im Wildenkar (Abb. 9) und nordvergente Strukturen in Decke und Untergrund lassen auf dieser Westflanke des Massivs den regionalen und einheitlich gerichteten Charakter der Überschiebung ausgezeichnet überblicken. Die von der gebundenen Tektonik hier geforderten westvergenten und südvergenten Strukturen, die zur Erklärung einer solch bedeutenden Überschiebung ebenfalls bedeutendes Ausmaß haben müßten, sind nicht vorhanden.

Bereits dieser Blick vom Himmeleck-Sattel auf eine der eindrucksvollsten Überschiebungen der Kalkalpen (Abb. 9) läßt bei Kenntnis der zugeordneten Kleinstrukturen und der Verhältnisse im Hornbachtal keinen Zweifel an der Deckennatur der Hochvogelmasse und gestattet keine Verbindung von Decke und Sockel am Nordrand in der Luitpold- und Bärgündelezone. Die Kraft des Transversalschubes gegen Norden äußert sich imposant an der auf weiten Strecken vollkommen diskordanten basalen Abscherung des weithin steil bis saiger und quer stehenden Hauptdolomites der Decke (Abb. 9).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

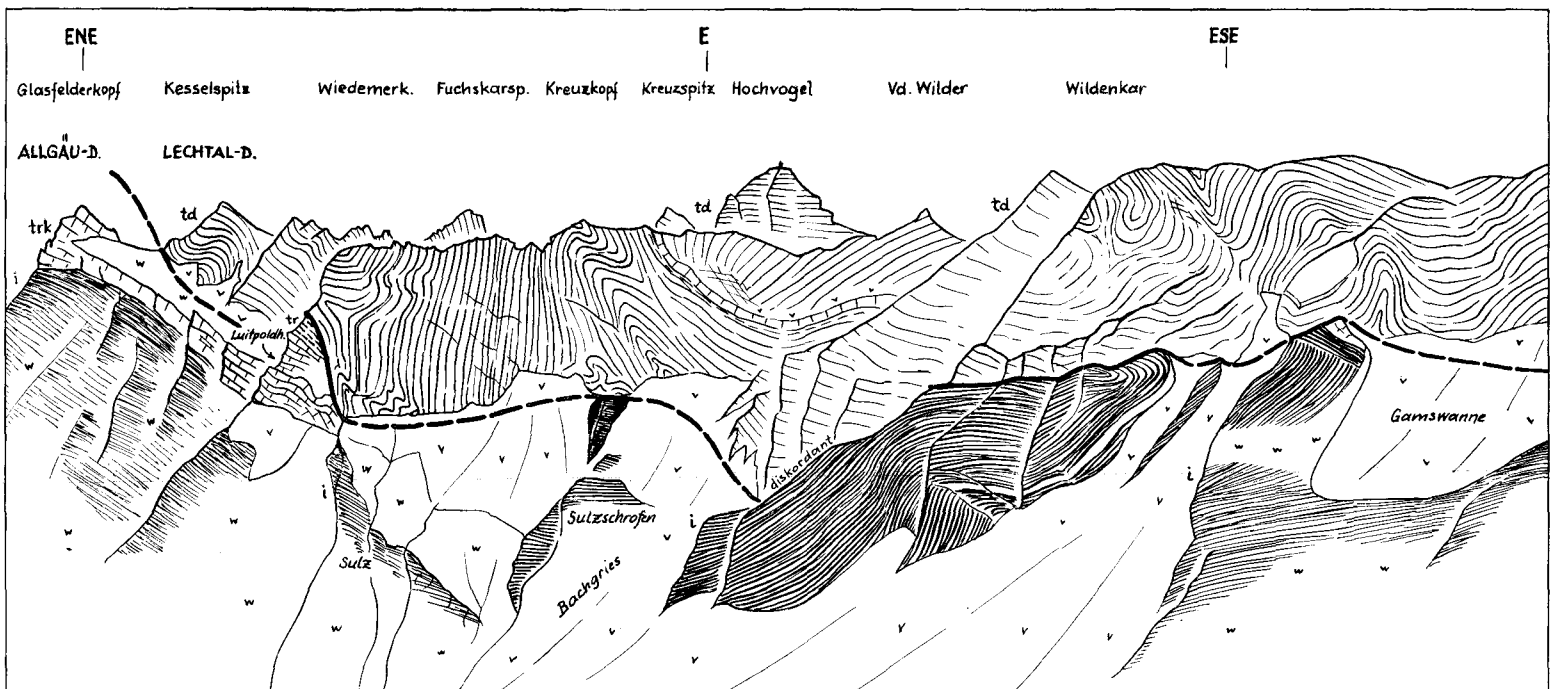


Abb. 9: Ansicht der diskordanten Überschiebung der Lechtaldecke über der Jungschichtenzone der Allgäudecke im Hochvogel-Wilder-Massiv. Blick vom Himmelecksattel (Kote 2004) S Schneck gegen Osten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Nach dieser weiten Strecke der schönen Überschiebungsfläche von Hauptdolomit über Allgäuschichten treten auf der Westseite des Wiedemerkopfes ähnlich alte Schichten von Decke und steil verkehrt lagerndem Untergrund in Kontakt. Die Decke hat hier in der Stirnregion der Hochvogel-Halbklippe eine Art lokale Stirnfalte gebildet,

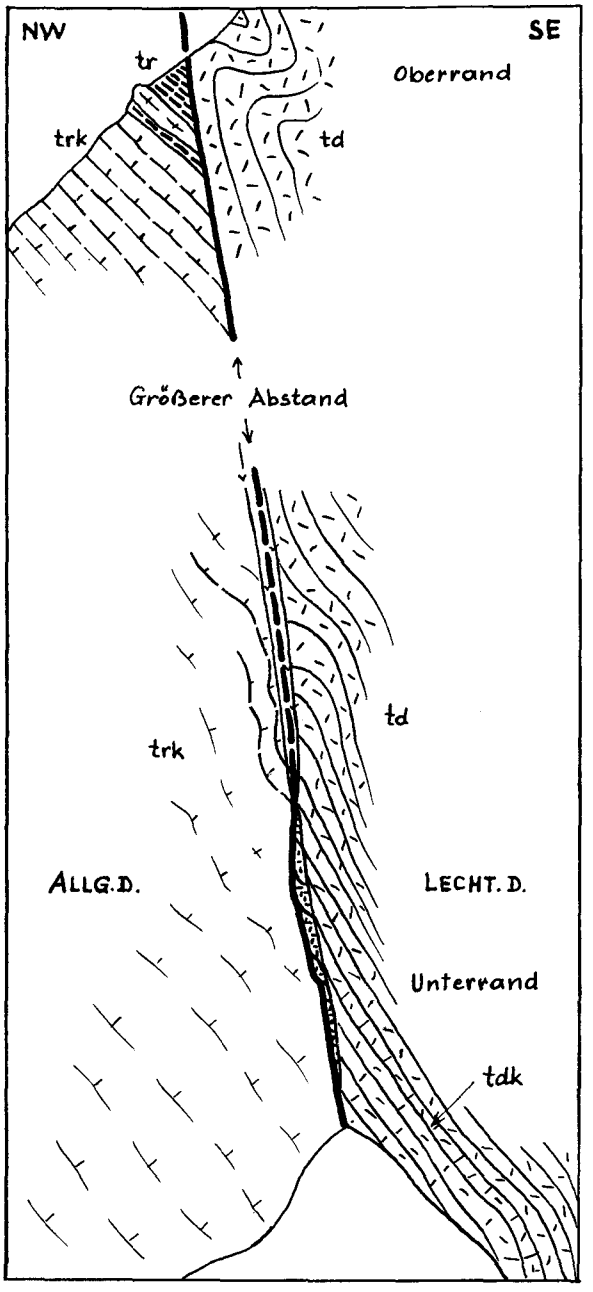


Abb. 10: Unter- und Obergrenze der Störungsfläche auf der Westseite des Wiedemerkopfes am Südrand der Luitpoldzone. Am Oberrand ist die vom Schutt abgedeckte Darstellung durch die Mitverwendung der Beobachtungen hinter der NW-Kante möglich. Die tektonische Natur der Grenzfläche steht außer Zweifel.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sodaß eine steil verkehrte Hauptdolomitserie mit Resten von obernorischem Plattenkalk an der eingerollten Basis mit dem Oberrhätkalk der verkehrt lagernden Serie des Untergrundes in Kontakt tritt, wobei auf der Nordkante des Wiedemerkopfes noch Reste von Kössener Schichten die verkehrte Serie der Allgäudecke einleiten. Die Grenzfläche in diesem Abschnitt ist allenthalben dort, wo sie nicht von Schutt verdeckt ist, als bedeutende tektonisch beanspruchte Fläche erkennbar. Abb. 10 gibt die Verhältnisse schematisiert wieder: im tieferen Teil der entlang der Grenze emporziehenden Rinne auf der Westseite des Wiedemerkopfes ist eine gute Strecke schuttfrei aufgeschlossen: Der Hauptdolomit und der schlecht gebankte und nur an tonigen Schlieren und Bestegen in seiner Lagerung erfaßbare Oberrhätkalk sind beide diskordant abgeschnitten; entlang der steil in Richtung 155° fallenden Bewegungsfläche sind meterbreite Quetschlinsen und Späne von tektonisch arg zerstörtem Dolomit eingeschleppt. Nach dem schuttverdeckten Mittelteil ist noch der Kontakt am Oberrand der Grenze auf der Westseite des Wiedemerkopfes unter Weglassung der Schuttverdeckung durch die Mitverwendung der Beobachtungen dieser Zone jenseits der NW-Kante wiedergegeben: Oberrhätkalk und Kössener Schichten stoßen diskordant an die stark gefaltete, tektonisch auflagernde Hauptdolomitmasse.

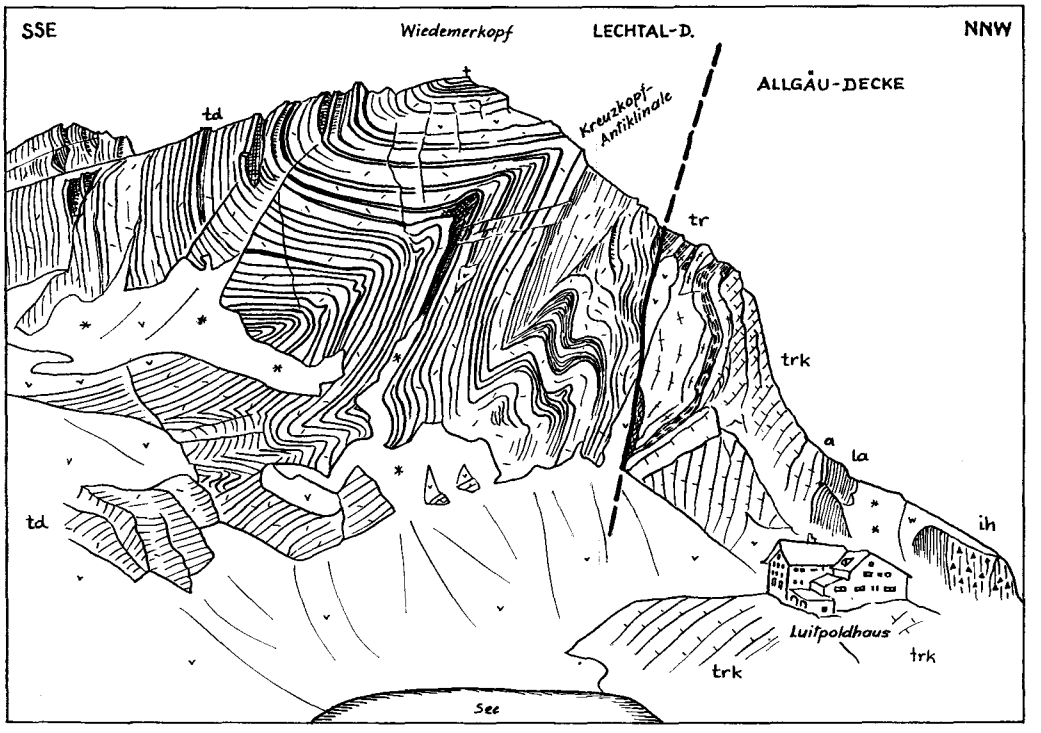


Abb. 11: Die diskordante tektonische Grenze zwischen gefalteter Hauptdolomitmasse der Lechtal. decke und verkehrter Serie der Allgäudecke auf der Ostseite des Wiedemerkopfes beim Luitpoldhaus-

Die Westseite des Wiedemerkopfes zeigt die tektonische Natur der in Frage stehenden Grenzfläche noch wesentlich eindrucksvoller (Abb. 11). Das hat eine ganze Reihe von Autoren seit vorigem Jahrhundert wiederholt beschrieben und gezeichnet, zuletzt W. Heissel (1958, Abb. 1, S. 109). Der großartige Faltenwurf der mit mehreren nordvergenten Teilsätteln geformten Kreuzkopf-Antiklinale wird scharf abgeschnitten und kommt mit einer schräg zugestutzten verkehrten Serie aus Kössener Schichten und Oberrhätkalk in Berührung.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Gleichermaßen eindrucksvoll ist die tektonische Grenzfläche zwischen Luitpoldzone und Hochvogelscholle auf der anderen Seite des Luitpoldkessels, im Bereich des Jubiläumsweges erfaßbar, wenn man die tektonische Gesamtformung dieses Abschnittes ins Auge faßt (Abb. 12). Es zeigt sich, daß die beiden aneinandergrenzenden tektonischen Einheiten in der Glasfelderkopfscharte gleichgeschlichtet sind und hier noch dazu ein steil verkehrt lagernder, geringfügige Teile des Plattenkalkes noch mit umfassender Faltenflügel der Hochvogelscholle in Kontakt mit Kössener Schichten der Luitpoldzone tritt. Die Grenze zwischen Plattenkalk und den wohl zu den Kössener Schichten zu stellenden Kalken im südlichen Flachstück des Sattels ist nur sehr schwach diskordant und sieht kaum mehr bewegt aus als die einzelnen Schichten gegeneinander, sodaß man hier auf Grund des lokalen Eindruckes sicherlich keine tektonisch bedeutende Grenzfläche annehmen würde. Der Gesamtüberblick aber zeigt folgendes (Abb. 12):

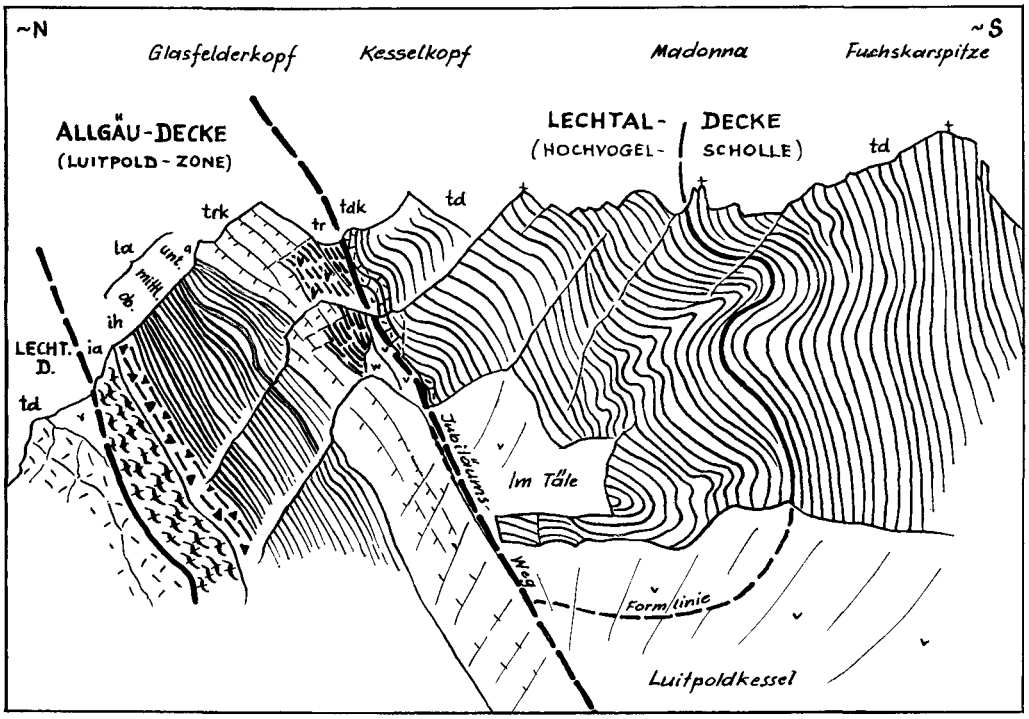


Abb. 12: Die Innenstruktur der großen Hauptdolomitfalte am Nordrand der Hochvogelscholle ist an der bedeutenden, alle Faltenelemente schneidenden steilen Störung entlang des Jubiläumsweges NE vom Luitpoldhaus abgeschnitten. Durch die Bewegung ist auch noch der tiefere Teil der im Bild vorhandenen Oberrhätkalkplatte (trk) in Schollen zerrissen und verdreht, wie das zum Gesamtstreichen quere Einfallen der gebankten Kalke im Unterabschnitt anzeigt.

Der in der Gipfelpartie des Kesselkopf—Fuchskarspitzkammes saiger bis steil überkippt lagernde Hauptdolomit biegt in der Tiefe des Luitpoldkessels bei der Schwelle „Im Täle" auf flach normal lagernd zurück und erreicht hier vollkommen diskordant tief unter der Glasfelderkopfscharte die Grenze der verkehrten Jungschichtenserie. Eine auf Abb. 12 (willkürlich) ausgewählte, stärker hervorgehobene Formlinie innerhalb des Hauptdolomites soll die Struktur des Nordrandes der Hochvogelscholle verdeutlichen: die große, steil nordüberkippte interne Antiklinale des Schollen-Nordrandes schlägt in der Tiefe wiederum zurück, der gesamte Faltenwurf ist gerade und steil abgeschnitten, ein Normalverband zwischen den aneinandergrenzenden Einheiten ist auch dort nicht vorhanden, wo die einander berührenden Serien gerade vorübergehend in mehrweniger paralleler Lagerung vorliegen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Luitpoldzone auch an ihrem Südrand durchgehend tektonisch begrenzt ist. Das Ausmaß der Bewegung an der Grenzfläche kann wie stets nicht an dieser selbst, sondern nur an den regionalen Gegebenheiten abgelesen werden, die auch bereits bei nicht weit ausgreifender Betrachtung eine Zurücknahme der Hochvogelscholle um 5 *km* bis hinter das Hornbach-Halbfenster erfordern. Bei weiter ausgreifendem Überblick bis zum Stirnrand der Lechtaldecke in diesem Meridian ergibt sich — noch bei Außerachtlassung der Vilser Stirnschuppe — eine Überschiebungsweite von mindestens 23 *km* (Falkensteinzug—Hornbach-Halbfenster). Die Steilstellung der Grenzen geht auf sekundäre Ausgestaltung zurück, obgleich die starke Verfaltung der Hochvogel-Nordfront und die Anlage der „Teilstirnbildung" bereits während der Hauptbewegung erfolgt ist.

3. Bärgündele

Eine ähnliche Situation wie in der Luitpoldzone wiederholt sich knapp NW davon en miniature im Bereich SW der Oberen Bärgündele-Alm (Abb. 13). Wiederum

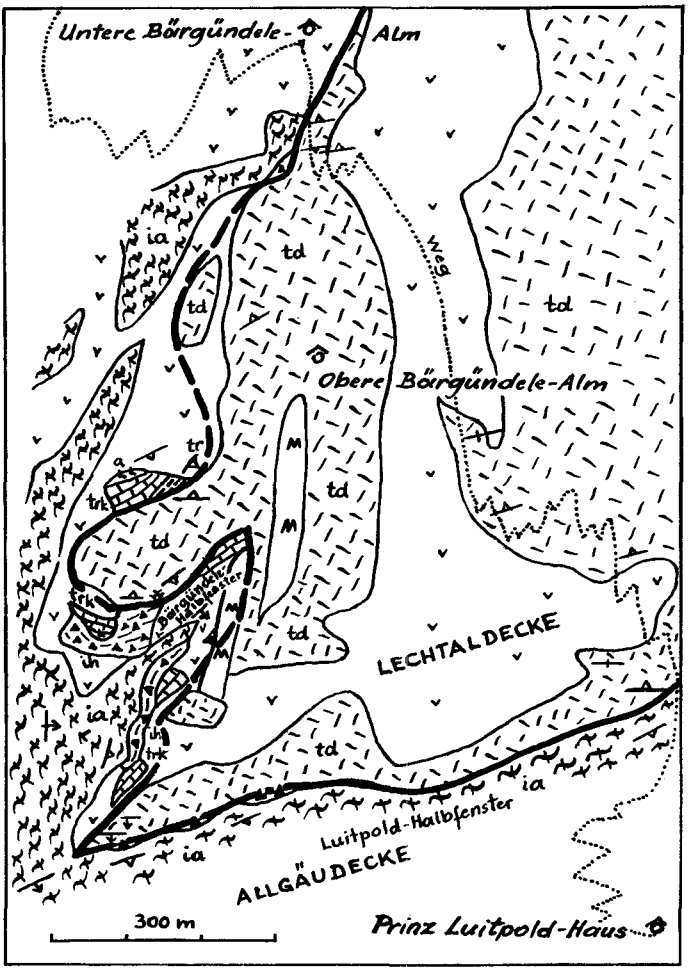


Abb. 13: Skizze der tektonischen Situation im Bärgündele NW vom Luitpoldhaus. Die topographische Unterlage bildet die AV-Karte, Blatt Allgäuer Alpen. Der Schuttschleier über dem Hauptdolomit ist nur schematisch dargestellt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

streicht die Jungschichtenzone mit einer Serie von den Kössener Schichten bis zum Aptychenkalk buchtförmig ins Innere der Hauptdolomitmasse der Lechtaldecke hinein. Wiederum liegen Verhältnisse vor, die bei kursorischer Betrachtung einen relativ normalen Zusammenhang nahelegen: von der zentralen Achse in der Längsrichtung der Bucht aus, die aus den aus der Tiefe emporstreichenden Aptychenschichten formiert wird, wird der Schichtinhalt gegen die Ränder der Bucht zu immer älter, bis schließlich stellenweise sogar Oberrhätkalk oder Kössener Schichten an den Hauptdolomit angrenzen. Es kann nicht wundernehmen, daß die Lokalsituation trotz aller tektonischer Zuschnitte und Diskordanzen zwischen Hauptdolomit und den Jungschichten von den Bearbeitern der neoautochthonen Strömung als unlösbare Verbindung der beiden bisherigen Decken gedeutet und auch so kartiert worden ist. Besonders durch die Darstellung von D. Richter (1958, S. 522, Abb. 1) wird dieser untrennbare Zusammenhang nahegelegt. Auf dieser Kartenskizze beeindruckt besonders das umlaufende Streichen der als Antiklinalkerne abtauchend gezeichneten Hauptdolomitzungen beiderseits der Bärgündelezone und deren fast ungestört regelmäßig angeordnete Ummantelung durch die Jungschichten-Abfolge.

Die Revision der Verhältnisse im Sommer 1969 hat aber folgendes ergeben:

a) Der Hauptdolomit beider Zungen zeigt keine Antiklinalstruktur mit umlaufendem Streichen, sondern der südliche Hauptdolomitkeil und der nördliche Lappen sind diskordant zum inneren Streichen der Bänke zugeschnitten (s. Abb. 13).

b) Die Obertrias-Lias-Ummantelung dieser Hauptdolomitsporne ist keineswegs regelmäßig gebaut, sie ist zerschert, zerrissen, stellenweise vollkommen ausgequetscht, wie z. B. am mittleren Südrahmen des nördlichen Dolomitspornes (Abb. 14), wo man übrigens auch die Unterlagerung des Hauptdolomites durch die Jungschichten erkennt. Die Grenze zwischen dem Hauptdolomit und den älteren Schichtgliedern der Jungschichtenzone ist dort, wo sie aufgeschlossen sichtbar ist, stets tektonisch geformt. Trotz allen tektonischen Ausfalls mancher Schichten ist aber zu betonen, daß vom Hauptdolomit weg allseits grundsätzlich jünger werdende Gesteinszonen vorhanden sind.

c) Der Oberrhätkalk ist unter Ausfall der Allgäuschichten durch eine von W. Schlager bereits bei der Institutsexkursion entdeckte Rotbrekzie mit dem höheren Jura (Radiolarit, Aptychenkalk) verbunden, da die aus der Obertrias hervorgehende Rotbrekzie in ihrem Oberteil bereits Radiolaritschollen einsedimentiert enthält. Das Fehlen der in der weiteren Umgebung hier allgemein mächtigen Allgäuschichten scheint nach dieser Beobachtung der Sedimentärverbindung zwischen Oberrhätkalk und Radiolarit hier primär und nicht tektonisch bedingt zu sein.

d) Die Hauptdolomitkeile verbreitern sich nicht gegen die Tiefe hin, sondern enden gegen unten. Sie werden von der Jungschichtenzone, letztlich der großen Masse der Aptychenschichten unterlagert, wie deren Einfallen und achsiales Streichen am steilen Westhang gegen den Stierbach-Bärgündelebach hin zeigt.

e) Zum Verständnis der eigenartigen Erscheinung der Ummantelung des tektonisch allseits begrenzten und auflagernden Hauptdolomites auf diesem altersmäßig anschließenden Obertriasgürtel gelangt man erst nach der wohl wesentlichsten Erkenntnis, daß die Jungschichtenserie als Ganzes hier verkehrt lagert, bevor sie weiter potenziert verfaltet worden ist: die Aptychenschichten bilden mächtig die tieferen Gehänge der Stierbachflanke, alle übrigen Schichtglieder lagern darüber in verkehrter Reihenfolge auf, wie man etwa schön an den Nordrändern der beiden Haupt-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

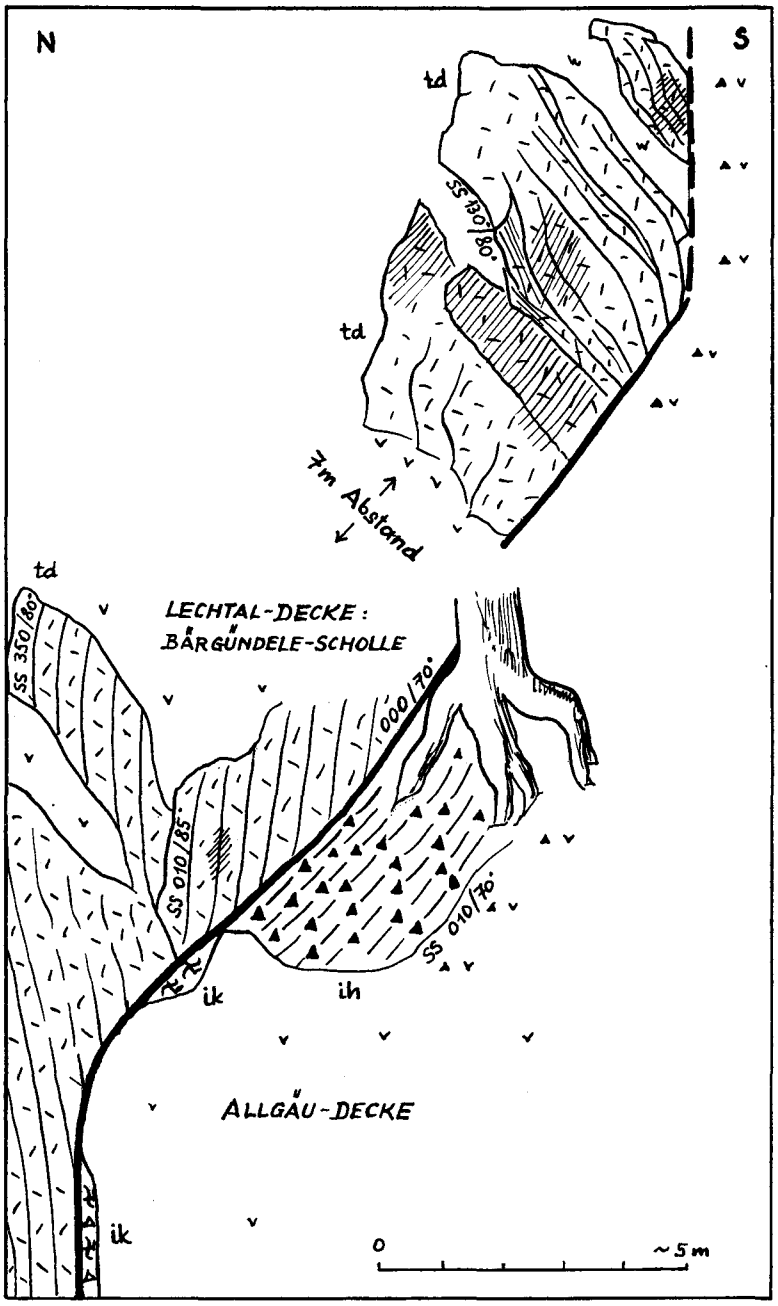


Abb. 14: Ansichtsskizze der diskordanten tektonischen Auflagerung des nördlichen Hauptdolomitspornes im Bärgündele über Juraradiolarit der Allgäudecke. Die Stelle ist durch eine von D. Richter (1968, S. 371) beschriebene Manganvererzung des Hauptdolomites markiert (Schrägschraffur im Hauptdolomitbereich) und dadurch gut auffindbar. Im tieferen Abschnitt schalten sich noch Spuren von rotem Jura (Lias?) -Knollenkalk, z. T. brekziös, zwischen Radiolarit und Hauptdolomit ein.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

dolomitsporne sehen kann, während die Serie am Südrand des Nordspornes sekundär überkippt worden ist (Abb. 15).

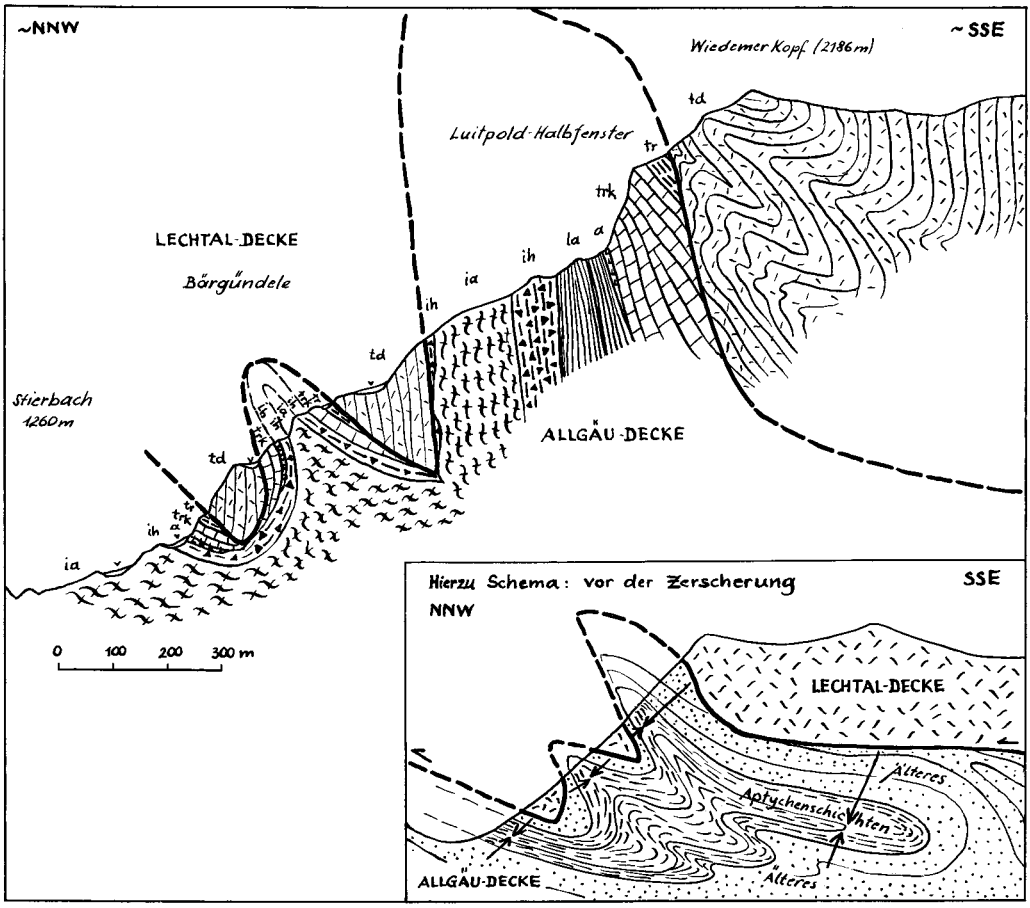


Abb. 15: Profil durch das Luitpold- und Bärgündele-Halbfenster in den Allgäuer Alpen. Die komplizierte Struktur entstand durch Abscherung des Normalschenkels einer liegenden Großfalte der Jungschichten der Allgäudecke und nachträgliche potenzierte Verfaltung und Zerscherung. Die Nebenfigur soll ein Zwischenstadium der Bildung veranschaulichen.

Die Weiterverfolgung der Jungschichtenzone nach Westen zeigt eindeutig die ausgedehnte verkehrte Serie, die hier unter die Hauptdolomitkeile hineinstreicht. Es ist die Höfats-Synklinale, hier bei weitem am bedeutendsten, die eine derart tief überschlagene Mulde zeigt und welche mit Kreideschiefern im Kern N vom Schneck durchstreicht und bis ins Stierbachtal hinunterreicht. Die gesamte Serie SE des Kernes der Höfatsmulde, die den NW-Sockel unter dem Hohen Wilder bildet und eben auch in die Luitpoldzone hineinstreicht, liegt regional verkehrt. Das zeigt auch schon die Karte von O. Ampferer 1914, jene von W. Zacher 1964, die Profiltafel bei V. Jacobshagen (1961, Taf. 3, Fig. 5—6) usf. Gegenüber dieser gewaltigen, tiefen Einfaltung zeigen südlicher liegende Falten, wie die Sulzwandantiklinale, Bettlerrückenmulde, Sperrbachantiklinale, Fürschießermulde usf., keinen so großen Tiefgang, sodaß auf weiten Strecken die nordvergenten Strukturen sich oberflächlich nur in den Allgäuschiefern selbst zeigen. All diese Elemente streichen unter die Hochvogel-Halbklippe hinein. Die gesamte Situation, wie sie durch Projektion der Verhältnisse im Westen in die Tiefe der Hochvogel-Halbklippe zu erwarten ist, zeigt Taf. 12.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Auf Grund der Erkenntnis der ausgreifenden verkehrten Lagerung der Jungschichtenserie der Allgäudecke in diesem Abschnitt der Allgäuer Hauptmulde läßt sich aber die wirklich sonderbare Erscheinung des Zusammentreffens von Hauptdolomit der höheren Decke mit den an den Rändern jeweils hier scheinbar dazupassenden älteren Jungschichten befriedigend erklären: Die Lechtaldecke hat nach bereits früher erfolgter eigener Internfaltung (Burkopfantiklinale usw.) bei ihrem Vorschub das liegende Faltensystem der unterlagernden Allgäudecke zerrissen, sodaß auf dieser Strecke der verkehrte Schenkel einer Antiklinale an den Kontakt gekommen ist. Dann wurde dieses System weiter verfaltet und schließlich zerschert. Die Nebenskizze auf Abb. 15 zeigt diesen Werdegang in einem Zwischenstadium. Daß dieses eigenartige Gestaltungsprinzip tatsächlich wiederholt realisiert worden ist, zeigen weitere Beispiele aus dem gleichen Grenzbereich vor der Allgäuer Hauptkammschuppe und im Bereich der verkehrten verschleppten Schuppen an der Obergrenze der Allgäudecke im Raum der Juppenspitze NW Lech. Besonders das Beispiel Mädelegabel ist für uns sehr lehrreich, da es ganz die gleichen Erscheinungen wie hier (Auswalzung und Abscherung des Verkehrtschenkels der Allgäudecke unter dem früh intern selbständig gefalteten Hauptdolomit der Lechtaldecke und darauffolgende potenzierte Faltung des Ensembles) in noch abgeschwächterer, besser überschaubarer und unter der Trettach-Halbklippe sehr gut aufgeschlossener Form zeigt, sodaß es auch von den Vertretern der relativen Autochthonie in der erwähnten Art dargestellt und nicht umgedeutet worden ist (Abb. 16). Es ist eine homologe, nur in bezug auf den Umfang der verkehrten Serie und im Ausmaß der potenzierten Faltung weitergehende Situation,

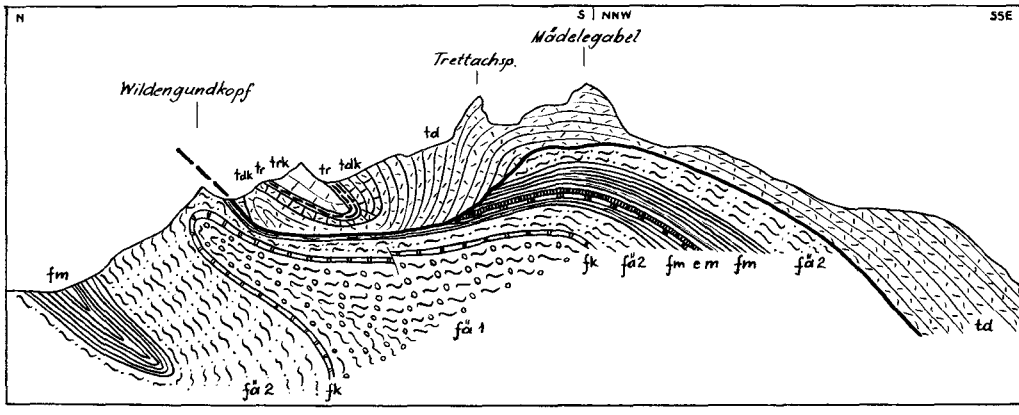


Abb. 16: Profil der Mädelegabel nach B. HÜCKEL et al. (1960, Taf. 5, Fig. 5). Die Darstellung soll als schwächer potenziert gefaltetes homologes Beispiel zum Bärgündele-Profil dienen. Der Hauptdolomit der Lechtaldecke überschiebt unter und südlich der Mädelegabel eine verkehrte, im Hangenden abgescherte Serie der Allgäudecke, der Gesamtkomplex wird sekundär weiterverfaltet.

die uns im Luitpold-Bärgündele-Profil gegenübertritt. Bei den bisherigen Deutungen des Luitpold-Bärgündele-Profiles blieb stets die eine oder die andere der Beobachtungstatsachen ungeklärt: Bei der autochthonen Lösung die Tatsache der Unterlagerung der gesamten Zone durch die Masse der Aptychenschichten, ferner aber vor allem die Existenz der Fernüberschiebung, neuerlich bewiesen durch die Verhältnisse im Hornbachtal und durch die noch folgenden Ausführungen. Bei der Deutung im Sinne der Deckenlehre, bei der die Bärgündelezone als Mulde gesehen worden war, war dann das eigenartige Zusammentreffen von älteren Schichtgliedern der Jungschichtenzone (Kössener Schichten, Oberrhätkalk usw.) rings um die Dolomitsporne mit der Obertrias der Lechtaldecke nicht erklärbar, wodurch gerade der autochthonen Vorstellung Auftrieb gegeben worden war. Bei der hier gegebenen Deutung hingegen läßt sich sowohl die lokale Situation mit dem tektonisch beanspruchten Gürtel von höherer Ober-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

trias am Rand der Hauptdolomitschollen erklären, es wird aber auch der Realität des Fernschubes, belegt durch das dahinter gelegene Hornbach-Halbfenster, Rechnung getragen. Die Strukturform liefert ein schönes Beispiel für mäßig komplizierte, noch gut durchschaubare alpine Tektonik, während in fortgeschrittenem Zustand die potenzierte Faltung bereits schwieriger auflösbare Strukturen erzeugt (vgl. A. TOLLMANN 1968, Abb. 6—10).

Auch in der jüngsten Darstellung der Verhältnisse von Bärgündele und Luitpoldzone durch H. BERTLE et al. (1970, S. 9) war die für das Verständnis der Gesamtstruktur so wesentliche verkehrte Lagerung der überfahrenen Jungschichtenserie der Allgäudecke noch nicht erkannt worden. Dabei werden dort die Verhältnisse vom Ostende der Luitpoldzone bei der Oberen Lichtalp als Einwand gegen die (der Arbeitsgruppe mündlich mitgeteilte) Verkehrtlagerung angeführt. Der Einwand basiert nur auf dem aufrecht gezeichneten Profil Taf. 2, Fig. II jener Publikation. Dieses Profil ist aber nachweislich gegenüber der auf der Karte Tafel 1 der gleichen Arbeit festgehaltenen, hier gerade mit reichlich Fallzeichen versehenen Darstellung der Geländebeobachtungen im Bereich der Linie II—II unrichtig gezeichnet: Der Oberrhätkalk fällt nach der Karte klar unter die Kössener Schichten, diese tauchen eindeutig unter den Hauptdolomit. Die Serie liegt unbestreitbar verkehrt. In Profil I, das einen noch höheren Ostabschnitt der Luitpoldzone anschneidet, kommen über dem Hauptdolomit wieder in normaler Lagerung gerade noch die auflagernden Kössener Schichten zutage. Das heißt, daß im Hauptdolomitrest des Fensterinhaltes N der Oberen Lichtalpe der Antiklinalkern der liegenden Falte mit ihrer den Hauptraum der Luitpoldzone einnehmenden großen Verkehrtserie gerade noch erreicht wird. Die Karte von H. BERTLE et al. bildet daher keine Widerlegung sondern eine schöne Bestätigung unserer Auffassung, daß hier der Antiklinalkern der von SW her unter die Hochvogel-Halbklippe hineinziehenden Sulzwand-Antiklinale auftauchen könnte, was bei seinem SW—NE gerichteten Generalstreichen (vgl. Taf. 3, A. TOLLMANN 1970 a) zu erwarten wäre. Ebenso ist das Bärgündele-Profil bei H. BERTLE et al. (Taf. 2, Prof. 6) aus der

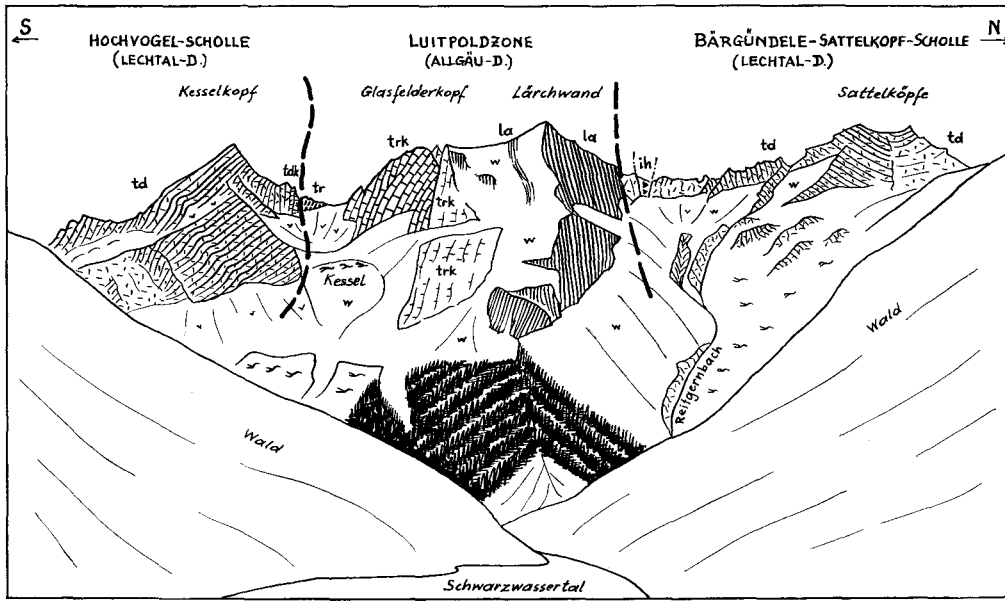


Abb. 17: Der Blick vom oberen Schwarzwassertal auf die Bärgündele-Sattelkopf-Halbklippe zeigt deren muldenförmigen Bau, was ebenfalls für Überlagerung und nicht Unterlagerung in Bezug auf die Luitpoldzone spricht.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Karte dieser Arbeit unrichtig herausgezeichnet, berücksichtigt man die sich gegen unten hin am steilen Westabfall aus der erwähnten Karte ersichtliche Verbreiterung der Aptychenschichten bei flacher, um W—E gerichteter, ebenfalls in dieser Karte verzeichneter Achsenlage.

Rückblickend soll noch auf die Luitpold-Bärgündelezone ein letzter Blick von der anderen Seite, von Osten her geworfen werden (Abb. 17). Auch er zeigt in dem nunmehr intern nicht mehr so zerrissenen Hauptabschnitt der den Bärgündele-Jungschichten auflagernden Hauptdolomitscholle Muldenstruktur im Sattelkopf auf Grund der Schichtlagerung des Hauptdolomites, wie nach allem ja zu erwarten war. Der Hauptdolomit hebt, regional gesehen, über der Luitpoldzone aus und taucht nicht in Form eines Gewölbes ab.

Die Grenze Allgäudecke—Lechtaldecke im übrigen Raum zwischen Ammergebirge und Vorarlberg

1. Der Bennadeckensattel

In langen, fingerförmigen Halbfenstern greift die Allgäudecke mit ihren jungen Schichten in den Vilser und Schwangauer Alpen tief in den Deckenkörper der Lechtaldecke ein (Abb. 18). Bedingt ist dies durch das achsiale Ansteigen von E gegen W, verbunden mit einer späten, den Deckenstapel als ganzes erfassenden Faltung und entsprechender Erosionswirkung. So entstanden die schmalen, gegen W aushebenden Halbklippen und Klippen der Lechtaldecke vom Falkensteinerzug, von Einstein- und Gehrenspitz-Halbklippe mit Vilstal-Fenster, Füssener Jöchl-Streifenhalbfenster in der Bennadeckensattelzone und Nesselwängle-Halbfenster im Süden. Hierdurch ist ein außerordentlich instruktives und klar überschaubares Bild vom Deckenbau dieser Region erschlossen, wie in allen früheren Arbeiten zu Recht von O. Ampferer, M. Richter, C. W. Kockel, H. Steinmann u. a. immer wieder betont worden ist. Die innere Muldenstruktur der Halbklippen spricht gegen ein einfaches Herausheben der Schollen, die sichtbar flach dem Untergrund auflagern; die Dominanz der nordvergent geschaffenen Strukturen legt Zeugnis gegen einen nennenswerten Westschub ab.

Dem achsialen Ausheben und freien Schwimmen der Halbklippen gegen Westen hin entspricht vollkommen das tunnelförmige Untertauchen der Jungschichtglieder der Allgäudecke in den schmalen Halbfenstern gegen Osten hin, stets durch eine Sattelaufwölbung noch über eine weite Strecke in der auflagernden Lechtaldecke verspürbar. Hinzu kommt in den Vilser Alpen noch eine von der einstigen Stirn der Lechtaldecke abgesplitterte Zwischenschuppe zwischen den beiden Decken, die sich mit mehr oder weniger vollständiger aufrechter Serie dazwischenschiebt. So ist gerade hierdurch eine auch nur entfernt glaubwürdige Umdeutung der Halbfenster zu Beutelmulden, wie zuerst von V. Jacobshagen & C. W. Kockel 1960 anhand des Bennafensters versucht worden ist, nicht möglich. Entgegen dem unter dieser autochthonen Vorstellung aufgestellten Postulat vom Ausheben der Jungschichtenzonen gegen E sieht man ja deren Abtauchen, sieht man die Fortsetzung von Antiklinalen der Lechtaldecke (Benna-Sattel, Archbach-Sattel usf.) und sind trotz genauer Kartierung des Gebietes keine gewaltigen Querbrüche jeweils am Ostende jedes dieser Finger bekannt, an denen der Jungschichteninhalt der Streifenfenster ausheben könnte. Diese Schwierigkeiten bei autochthoner Deutung haben auch C. W. Kockel (1956, S. 210) und W. Zacher (1962, S. 398) gesehen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

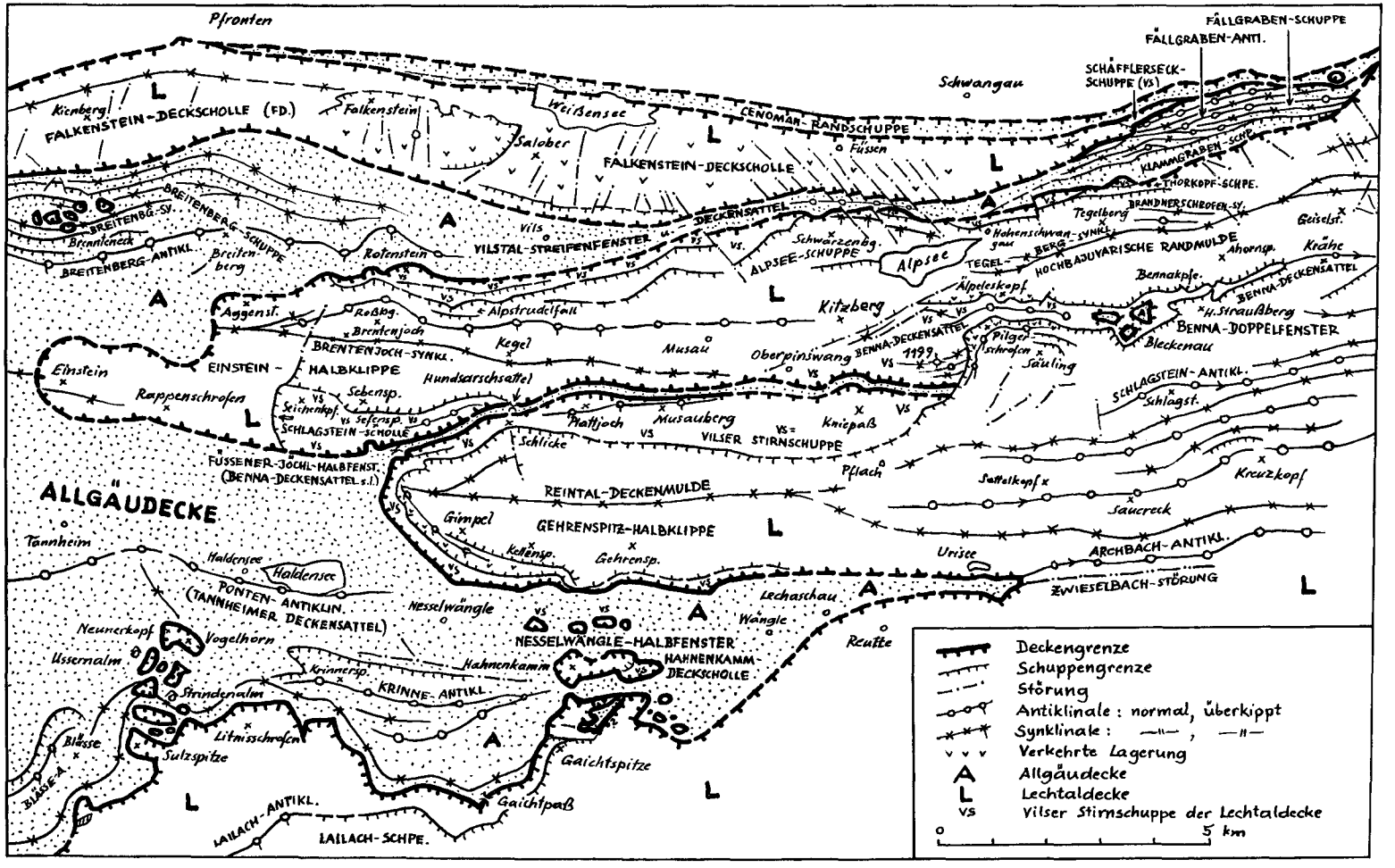


Abb. 18: Tektonische Übersichtsskizze über die Vilser und Hohenschwangauer Alpen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

War also nach dem vielen, im Sinne des Deckenbaues sprechenden Bekannten bereits die Umdeutung dieser Fenster in Mulden nicht mehr möglich, so ist für diesen gesamten Raum die Deckenstruktur mit dem erneuten Nachweis des Hornbach-Halbfensters, wie er hier gegeben worden ist, erst recht zwingend. Die Überprüfung der Fakten im Gelände schließlich, die nach V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL für die Beutelmuldennatur des Bennafensters sprechen sollten, haben auch die lokale Fehlinterpretation der Lagerungsverhältnisse durch unzutreffende Annahmen in Bezug auf normal und verkehrt, auf räumliche Beziehungen u. a. gezeigt. Da die Bennastruktur Ausgangspunkt und Schlüssel für die weitere Betrachtung der Region in historischer und tektonischer Hinsicht darstellt, soll von ihr ausgegangen werden.

Die Benna-Antiklinale bildet einen durch die Erosion verschieden tief angeschnittenen Deckensattel, der in gut erhaltenen, nicht reduzierten Profilen folgende Abfolge von Einheiten aufweist: Zuoberst die Lechtaldecke mit einem normalen Schenkel und einem unvollständigen, abgerollten, verkehrt liegenden Schenkel. Darunter die Vilser Stirnschuppe der Lechtaldecke (neuer Begriff für die ehemalige Untere Vilser Decke — s. A. TOLLMANN 1970 c, S. 102) mit aufrechter Serie und faziell der Entwicklung der Lechtaldecke gleichend; sie kann selbst noch weiter geschuppt sein. Darunter liegt mit normaler Abfolge, aber eigenständiger Jurafazies die Allgäudecke. Um diese sichtbare Übereinanderfolge, wie sie etwa im Zentrum flach lagernd und faziell getrennt im Bleckenauer Talkessel — einem Erosionsloch im Pöllattal — übereinander sichtbar ist (vgl. Abb. 4 bei V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL 1960), in autochthonem Sinne zu erklären, müßte man einen mittleren Fleck im Zentrum des Erosionsloches mit Jura in Allgäuschichtfazies einfalten, darüber eine faziell anders entwickelte Einheit (Vilser Stirnschuppe mit kalkigem Lias) lochförmig einpressen, dann die Lechtaldecke (kalkige Liasentwicklung) darüberfalten, hierauf alle verkehrten Schenkel dieser Einfaltungen abpressen und schließlich die steil hineingestopften Einheiten in der Tiefe alle auf flache Lagerung umpressen. Wahrhaft, der Höhepunkt an Komplikation und noch immer wäre keine Erklärung für alle sichtbaren Erscheinungen gegeben, da die Allgäudecke auch an anderen Stellen unter den höheren Einheiten aufgeschlossen erscheint. All diese Schwierigkeiten aber, die auch

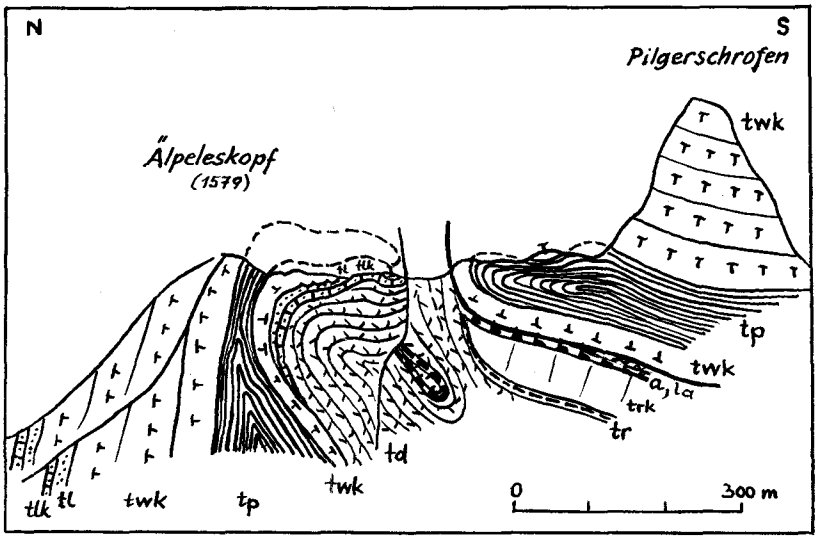


Abb. 19: Das Pilgerschrofenprofil durch die Benna-Deckensattelzone SSE Hohenschwangau in der Deutung von V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL (1960, Abb. 3, S. 103): Der Fensterinhalt wird als im N invers eingefalteter Beutelmuldeninhalt angesehen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

C. W. KOCKEL (1956, S. 210) noch bei Umdeutung der Deckenstruktur in den westlichen Kalkalpen gesehen, aufgezählt und selbst noch für unüberwindlich gehalten hat, fallen bei der klassischen Deutung als Deckensattel weg, fazielle wie lagerungsmäßige Gegebenheiten fügen sich in das Gesamtbild der Region harmonisch ein. Für den Deckenbau sprechen aber auch die Einzelbeobachtungen.

Das erste Schlüsselprofil liegt, relativ gut aufgeschlossen, in der Sattelzone zwischen Pilgerschrofen und Älpeleskopf SSE ober Hohenschwangau. V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL (1960, S. 103 f.) deuteten das Profil, in dem unter der Lechtaldecke mit ihrem reduzierten verkehrten Schenkel als Fensterinhalt die Vilser Stirnschuppe („Untere Vilserdecke") emporkommt, folgendermaßen (Abb. 19): die beiden durch die Erosion getrennten Teilstücke der Lechtaldecke aus Partnachschichten und Wettersteinkalk mit ihrem reduzierten Verkehrtschenkel aus Wettersteinkalk und lokal Lunzer Sandstein werden als von N und S her gegeneinander gefaltete Teile eines Muldenrahmens ausgelegt. Die gegeneinander gerichtete Vergenz ist nach dem Profil nicht mehr in den angenommenen Wettersteinkalkstirnen sichtbar, aber in der Struktur der beiden Antiklinalbau zeigenden Partnachkerne zu sehen. Der früher als Fensterinhalt gedeutete Hauptdolomit hängt nach diesen Autoren im Norden, verkehrt lagernd, über Raibler Karbonate mit der verkehrten Serie S vom Älpeleskopf zusammen.

Die eigene Beobachtung erbrachte folgendes Bild (Abb. 20): Die beiden gegeneinander gerichteten Antiklinalumbiegungen in den Partnachschichten, wie sie auf der vorigen Abbildung zu sehen sind, sind in der Natur nicht sichtbar, sondern nur Deutung. Die Umbiegung erscheint weder in dem kleinen freiliegenden Abschnitt im Nordflügel, noch ist sie in dem vorwiegend schuttbedeckten entsprechenden Abschnitt des Südflügels erkennbar. Das zweite Hauptargument, das Fortlaufen der verkehrten Serie über den Lunzer Sandstein hinaus bis in den Hauptdolomit wurde durch orientierte Schliffe widerlegt: Die scheinbar vermittelnden sogenannten „Raibler Karbonate" sind hellbräunliche oder rötliche, Dolomitbrocken und -partien führende Kalke vom Typus des Rhätoliaskalkes, wie sie vielerorts auch neben vollständigen Rhätprofilen unmittelbar über dem Hauptdolomit dieser Region der Lechtaldecke und ihrer Stirnschuppe auftreten und liegen auf Grund von schönen Hohlraumgefügen mit Sandfang in der tieferen Partie des Kalkes aufrecht. Mit dem Hauptdolomit darunter sind sie stratigraphisch verbunden. Die Schuppengrenze liegt daher im Nordflügel zwischen dem Sandstein und dem Rhätoliaskalk, im Südflügel zwischen Wettersteinkalk und Lias. Die bei V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL als Fleckenmergel bezeichneten Liasglieder dieses Südflügels sind übrigens nicht einfach den Allgäuschichten gleichzusetzen, sondern bestehen aus hellbraunen bis hellroten dünnen, plattigen, welligschichtigen Flaserkalken mit Mergelzwischenmittel, wechsellagernd mit hellbunten dünnbankigen Kalken. Sie sind faziell klar von den Allgäuschichten der Allgäudecke, wie sie etwa Ammoniten-führend im Bleckenauer Kessel unter der Vilser Stirnschuppe erschlossen sind, unterschieden. In der Gesamtheit zeigt das Profil nördlich vom Pilgerschrofen keine gegeneinander bewegte Doppelfalte über einer Beutelmulde, sondern es liegen in einem Deckensattel Vilser Stirnschuppe und Lechtaldecke, letztere mit verschieden umfangreichen Resten eines Verkehrtschenkels übereinander. Störungen und Blattverschiebungen durchsetzen den Faltenbau.

Das zweite Kernstück des Bennadeckensattels bildet der Bleckenauer Kessel im Pöllattal 3 *km* SE Hohenschwangau. In mehreren kleinen Aufbrüchen erscheint hier zutiefst noch die Allgäudecke mit Jura in Allgäuschichtfazies unter der Vilser Stirnschuppe der Lechtaldecke. Die Deckenantiklinale bildet hier eine Aufwölbung mit steilen Flanken, aber einer flachen und breiten Scheitelzone. Eine tektonische Umdeutung dieses im zentralen Teil der Aufwölbung flach lagernden Stapels großtektonischer Einheiten im Sinne der Autochthonie würde, wie oben angedeutet, auf unüberbrückbare Schwierigkeiten stoßen. Besonders eindrucksvoll sind die faziell

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

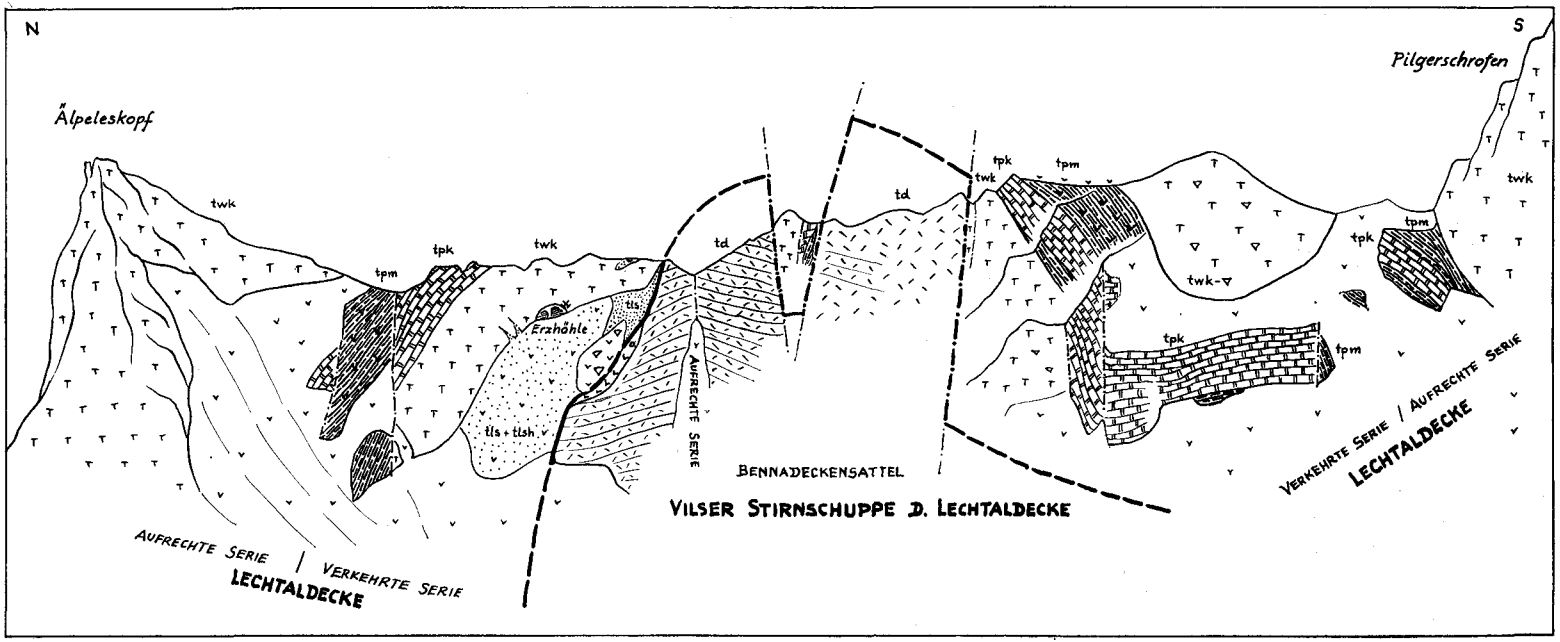


Abb. 20: Das Pilgerschrofenprofil durch die Benna-Deckensattelzone SSE Hohenschwangau. Unter dem Verkehrtschenkel der Lechtaldecke erscheint mit normaler, aufrechter Lagerung Hauptdolomit mit Rhätoliaskalkresten der Vilser Stirnschuppe.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

unterstrichenen Gegensätze zwischen den zutiefst liegenden Jura-Elementen der Allgäudecke und den Teileinheiten der Lechtaldecke des Rahmens, auch zufolge der klaren tektonischen Auflagerung der höheren Einheiten, die an den schuttfreien Strecken sichtbar wird. Dies trifft einerseits für die flach den Hauptdolomit unterlagernde Serie der Allgäudecke aus Allgäuschiefern, Radiolarit und Aptychenschichten 580 *m* ENE Wh. Bleckenau am Südrand des Bleckenauer Kessels, als auch für die ebenso mit Aptychenschichten unter den Hauptdolomitrahmen verschwindenden Vorkommen am Nordrand ungefähr 200 *m* SW der Bennaköpfe zu (Kote 1596). Die Behauptung von V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL (1960, S. 105), daß es völlig unbegründet erscheint, in diesem Kessel mitten hinein in die Juraschichtfolge eine Deckengrenze zwischen Allgäudecke und Lechtaldecke zu legen, beruht auf der unzutreffenden Kartierung, die in dieser Studie (1960, S. 105, Abb. 4, Nebenkärtchen) die Basis der Überlegung bildet. In dieser Region SE der Bennaköpfe wird keinesfalls der Hierlatzkalk von der Serie der Fleckenmergel usw. gefolgt, wie im Text und am Nebenkärtchen dargestellt ist, sondern Hauptdolomit bildet allenthalben die Basis der intern weiter verfalteten Vilser Stirnschuppe der Lechtaldecke, Aptychenkalk steht darunter an, Allgäuschichten folgen erst entfernt abwärts im Hangschutt. Abb. 21 gibt die Situation an der betreffenden Stelle wieder. Wo nicht Hangschutt die Untergrenze des Hauptdolomitzuges der Vilser Stirnschuppe bis zum Liasfleckenmergel-Schutt hinunter verdeckt, sondern die unterlagernden Jungschichtglieder der Allgäudecke unmittelbar an die Basis des Hauptdolomit-Streifens herantreten (linker Bildteil), bilden die Aptychenschichten die Unterlage dieses Dolomites. Die Vilser Stirnschuppe ist also über eine im Jura faziesmäßig unterschiedene, aufrechte Serie der Allgäudecke überschoben.

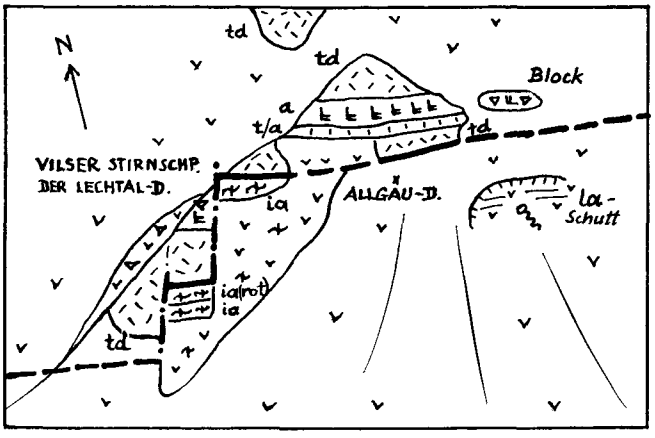


Abb. 21: Unmaßstäbliche Skizze der Lagerungsverhältnisse am Nordrand des Fensterinhaltes der Allgäudecke im Bleckenauer Kessel, etwa 200 *m* SW der Bennaköpfe (Kote 1596). Gesamtlänge der Aufschlußstrecke etwa 40 *m*.

Daß auch die Verhältnisse, wie sie in der erwähnten Arbeit über östlichere Abschnitte des Bennadeckenfensters angeführt sind, nicht den Gegebenheiten entsprechen, wurde schon 1970 c, S. 99 f. ausgeführt. Das Sattelprofil NE des Hohen Straußberges z. B. zeigt trotz nur mehr ganz geringer erosiver Trennung der beiden Flügel der Lechtaldecke über dem steil aufgewölbten Inhalt des Benna-Halbfensters, die auf der Scheitelstrecke nur mehr 30 *m* beträgt, kein Zusammentreffen gegeneinander gerichteter Faltenscharniere, die ja bei dieser derart weitgehenden Erhaltung der Deckplatte zumindest noch in Ansätzen erkennbar sein müßten. Auch sind entgegen der Darstellung von V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL (1960, S. 108) keine Faziesdifferenzen

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

im Partnachschichten-Anteil (Hornsteinkalk und Partnachschiefer) der beiden erosiv getrennten Ränder vorhanden, sodaß eine direkte Verbindung durch nichts gestört ist.

Grundsätzlich abzulehnen ist ferner die Interpretation der Situation am Ostende des Bennadecken-Halbfensters, die V. JACOBSHAGEN & C. W. KOCKEL 1960 (S. 108 f.) vorgenommen haben, da die Annahme eines Herausstreichens des Halbfenster-Inhaltes vor dem Niederen Straußberg den sichtbaren Gegebenheiten widerspricht. Das eindrucksvolle Verschwinden der Obertrias des Halbfenster-Inhaltes unter dem Mitteltriasgewölbe des Rahmens aus Partnachschichten und Wettersteinkalk N vom Niederen Straußberg und Gabelschrofen lassen sich, da die Situation in der Natur unmittelbar überschaubar ist, nicht bestreiten. Man vergleiche hierzu nur die treffende Darstellung Abb. 22, die aus der Arbeit von C. W. KOCKEL et al. 1931 entnommen ist und der nach Neukartierung des Gebietes nur die Spezialfaltung der Partnachschichten im Gewölbekern des mächtigeren Südflügels im Schwangauer Kessel hinzuzufügen ist (W. ZACHER 1963, Prof.-Taf. zu Blatt Füssen, Fig. 2; 1964, S. 86 f. Abb. 21). An der Existenz eines „von E her tadellos aufgeschlossen heranstreichenden Untertriassattels" (gemeint ist Mitteltriassattel) hat auch C. W. KOCKEL nach Umdeutung des Deckenbaues der westlichen Kalkalpen (1956, S. 210) nicht vorbeikönnen. Auch hier fehlen trotz Neukartierung durch W. ZACHER (1962 Kt.) die geforderten großen Querstörungen mit gewaltiger Heraushebung des Ostflügels.

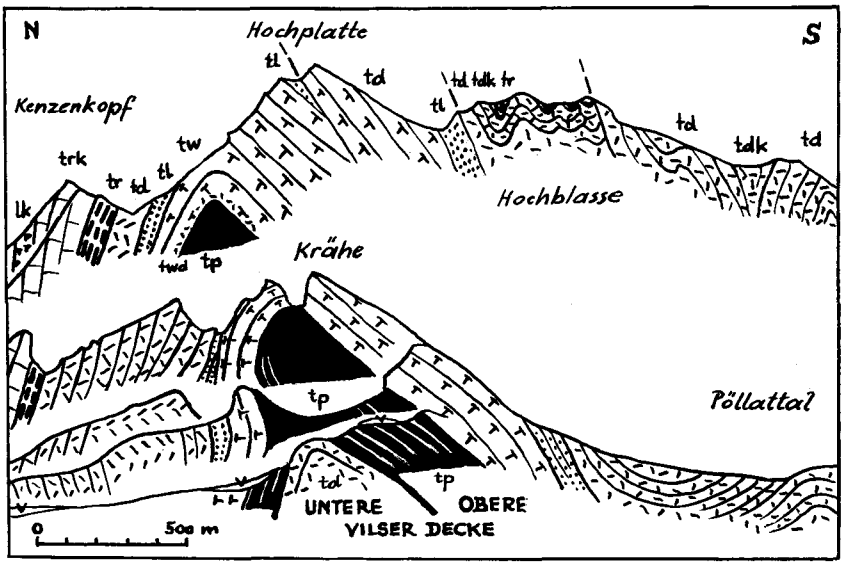


Abb. 22: Das Ostende des Benna-Deckensattels nach C. W. KOCKEL et al. (1931, Prof.-Taf., Ausschnitt aus Fig. 22—23). Die Untere Vilser Decke entspricht der Vilser Stirnschuppe, die Obere Vilser Decke der Lechtaldecke in der hier gehandhabten Nomenklatur. Das Bild zeigt das Verschwinden des Hauptdolomites der Vilser Stirnschuppe im Kern einer hoch aufragenden Falte der Lechtaldecke.

2. Vilser Alpen

In der Westfortsetzung der Bennadecken-Sattelzone ist durch A. Kl. BORNHORST (1958, S. 21) ein tektonischer Zusammenhang zwischen Unterer und Oberer Vilser Decke NE Oberpinswang angenommen worden, u. zw. zwischen dem Wettersteinkalk und den Raibler Schichten des Kitzberges (Vilser Stirnschuppe) und dem SE davon liegenden Hauptdolomit (Lechtaldecke). Diese Auffassung bildete einen Angelpunkt in der Umdeutung der Vilser Alpen im Sinne relativer Autochthonie, wie zahlreiche,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sich darauf beziehende Publikationen zeigen. Vor allem hat auch W. ZACHER, von dem die neue Karte 1 : 25.000, Blatt Füssen, stammt, in den Erläuterungen (1964, S. 87) diese Deutung übernommen. Seine Karte zeigt einen hart bis vor den Sattel an der Staatsgrenze östlich des Kitzberges heranreichenden Raibler Schichtenstreifen, auf dem eine schmale Zone von Hauptdolomit und eine Juramulde störungsfrei auflagern, im Profil (1964, Abb. 22) wird eine kleine Störung zwischen Karn und Hauptdolomit auf der Kitzberg-SE-Seite eingetragen. Die Verhältnisse liegen aber so, daß auf der ganzen SSW—NNE verlaufenden Linie zwischen dem Wettersteinkalk des Kitzberges und Resten von Raibler Schichten — wesentlich kleiner als auf der Karte dargestellt — und dem Hauptdolomit-Juragebiet andererseits in Richtung 140° eine vielfach aufgeschlossene Blattverschiebung mit 70° steilem Einfallen hinzieht, von kleineren parallelen Störungen begleitet. Die Situation in diesem tektonisch zerstückelten Bereich an der Landesgrenze sind auf Abb. 23 wiedergegeben. Es läßt

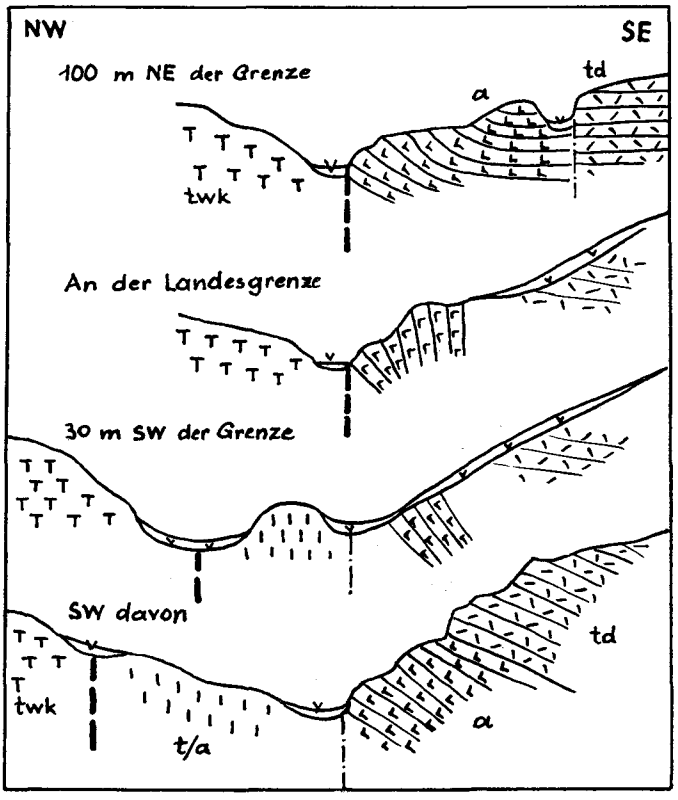


Abb. 23: Die Grenzverhältnisse zwischen Lechtaldecke (Wettersteinkalk) und den Obertrias-Lias-Gliedern der Vilser Stirnschuppe östlich des Kitzberges, 2 *km* NE Oberpinswang. Es liegt kein reduzierter Faltenbau vor, sondern die beiden Einheiten grenzen bruchtektonisch aneinander.

sich kein faltenförmiger Zusammenhang der beiden Schollen erkennen. Nach den Verhältnissen am NE-Rand der Wiesenbucht NE Oberpinswang, wo in diesem Störungsbündel mächtigeres Karn scheinbar unter den Hauptdolomit einfällt, würde man bei lokaler Betrachtung tatsächlich nur eine geringe Wirksamkeit der Störungszone annehmen. Bei ausgreifendem Studium hingegen zeigt sich, daß hier die Grenze der Lechtaldecke und ihrer Stirnschuppe von NE kommend hereinläuft und von steil stehenden Störungen überlagert wird. Ein normaler Zusammenhang der Serien beiderseits der vielfach gut aufgeschlossenen Störungsfläche ist nicht gegeben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Ein nächster Punkt von besonderem tektonischem Interesse ist der „Wettersteinkalkzug" der Kote 1199, 2·5 *km* östlich von Oberpinswang gelegen. Er wurde von A. Kl. Bornhorst (1958) kartierungsmäßig erfaßt, auf der geologischen Karte von Füssen 1 : 25.000 (W. Zacher 1963) detailliert abgegrenzt und nimmt nach der Meinung von W. Zacher (1964, S. 82) eine verbindende Stellung zwischen dem Hauptdolomit der Vilser Stirnschuppe unserer Nomenklatur und der überschobenen Lechtaldecke des Mitteltrias-Areals im Raum Pilgerschrofen ein, indem der zuoberst gelegene „Wettersteinkalk", angebliche Spuren von Raibler Schichten westlich davon und der Hauptdolomit des Sockels zu einer normalen Serie, zu einem aus dem Untergrund emporgepreßten Pilzsattel zusammengezogen werden.

Aus den regionalen Verhältnissen dieses Gebietes habe ich 1970 c, S. 103 — damals noch ohne persönliche Kenntnis dieser Lokalität — gefolgert, daß die nach den bisherigen Aufnahmen dem Hauptdolomit-Untergrund auflagernde Kalkscholle bei einer Zugehörigkeit zum Wettersteinkalk einen Teil des im Osten anschließenden überschobenen Verkehrtschenkels der Lechtaldecke bilden würde. Zur Entscheidung dieser Frage wurde damals auf die Notwendigkeit der Prüfung des Aufrecht-Verkehrt-Gefüges durch orientierte Schliffe aufmerksam gemacht.

Im Sommer 1970 bot sich nun die Möglichkeit zur Prüfung der Verhältnisse im Gelände. Hierbei ergab sich eine noch wesentlich einfachere Lösung des Problems, das sich aus dem angeblichen Zusammenhang von „Wettersteinkalk" der Scholle und Hauptdolomit des Sockels eingestellt hatte: Es war nämlich im Felsrücken der Kote 1199 vom Liegenden zum Hangenden statt einer Folge von Hauptdolomit, Raibler Schichten und Wettersteinkalk eine normale, synklinal gelagerte Serie von Hauptdolomit, Kössener Schichten, oberrhätischem Korallenriffkalk und rotem Liaskalk anzutreffen, also eine Situation, wie sie ganz analog in dem nur 300 *m* weiter im SE folgenden nächsten Muldenstreifen vorhanden ist. Eine Verbindung von Vilser Stirnschuppe, der diese Serie angehört und dem Wettersteinkalk, der erst nahe östlich davon als Bestandteil der Lechtaldecke auflagert, ist demnach nicht vorhanden, Rhät-Lias-Mulde und Mitteltriasserie des Pilgerschrofens haben nichts miteinander zu tun.

Im einzelnen liegen die Verhältnisse der verschiedenen Glieder des Zuges Kote 1199 folgendermaßen.

a) Der Hauptdolomit am Südsaum des auflagernden Kalkzuges ist gefaltet, taucht aber hart an der Grenze zum Kalk jeweils mit Werten zwischen ss 010—015°/40—70° steil nördlich unter diesen ab. Das Gefüge des gut gebankten Hauptdolomites zeigt im Schliff an Hand von Sandfang in unvollkommen ausgefüllten Hohlräumen durchaus aufrechte Lagerung (Proben SW und WSW von Kote 1199: S 953, S 955, S 957, S 959).

b) Zwischen dem Hauptdolomit und dem massigen Kalk des Felsrückens Kote 1199 stellt sich auf der SW-Seite dieses Kalkzuges eine nur lokal und geringmächtig (1—2 *m* hoch) aufgeschlossene dünnschichtige, ebenflächige bis knollige, bräunlich bis rötliche, tektonisch reduzierte, im Hangenden z. T. leicht schräg abgeschnittene Serie ein. Sie ist 35 und 50 *m*, 100 *m* und 250 *m* östlich der Spaltenquelle des SW-Randes dieses Kalkzuges erschlossen. Nach vereinzelten Korallenfunden und der lithologischen Ausbildung sind darin Kössener Schichten zu erblicken. Sie liegen, wie die Gefügeprüfung in Schliff R 95—R 97 ergab, durchwegs aufrecht. Reste von Raibler Schichten, wie auf der geologischen Karte von Füssen 1 : 25.000 angegeben, sind in dem schutterfüllten Areal W des Massenkalkzuges hingegen nicht anzutreffen. Es sind vielmehr die Kössener Schichten für die Quellbildung über dem Hauptdolomit verantwortlich.

c) Darüber baut sich bis zur Kammlinie bzw. zum Gipfel Kote 1199 der wandbildende, helle, bisher als Wettersteinkalk bezeichnete Kalkzug auf. Sein Gefüge lagert wiederum, wie Schliffe vom Südrand (R 97 a, R 98, R 101) zeigen, aufrecht. Seine Natur als Oberrhätkalk ist aber schon im Gelände durch den Reichtum an stockbildenden Thecosmilien zu erkennen, die von 2/3 der Gesamtmächtigkeit des Zuges

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

an empor auf der Südseite bis fast zum Gipfel hinauf gesteinsbildend werden. Die Thecosmilienstöcke lassen durch ihre Wuchsform und Verzweigung ebenfalls die aufrechte Serie erfassen. Außerdem enthält der Kalk eine für Dachsteinkalk und Oberrhätkalk bezeichnende Foraminiferenfauna. Die Proben R 101—R 104, knapp S unter dem Gipfel der Höhe 1199 aus korallenfreien Partien entnommen, enthalten:

Triasina hantkeni MAJZON
Aulotortus sinuosus WEYNSCHENK
Variostoma cochlea KRISTAN-TOLLM.
Trocholina (Trochonella) crassa KRISTAN
Tetrataxis inflata KRISTAN

Der tiefere, relativ fossilarme Teil des Oberrhätkalkes wies am südlichen Unterrand in einer Reihe von Proben nur in Schliff S 960 SW von Kote 1199 Skelettelemente von Schwebcrinoiden (Roveacrinidae) auf.

d) Schließlich ist dieser Oberrhätkalk auch dadurch einstufbar, daß er WNW unterhalb des Gipfels in den hier darüber in Resten erhaltenen roten Liaskalk allmählich übergeht. Dessen Alter ist in Probe S 962 durch eine Mikrofauna mit *Saccocoma*, Ostracoden, Lageniden und mit triaxonem Spongiennadelgerüst, charakteristisch für bestimmte Typen der Liasrotkalke, belegt.

Eine weitere kritische Stelle der Westfortsetzung der Bennadeckensattelzone bildete in jüngerer Vergangenheit die Region der Hundsarschscharte 3 *km* SSW Vils. Aus dieser Sattelregion, über die ein schmaler verschleppter Jungschichtenstreifen

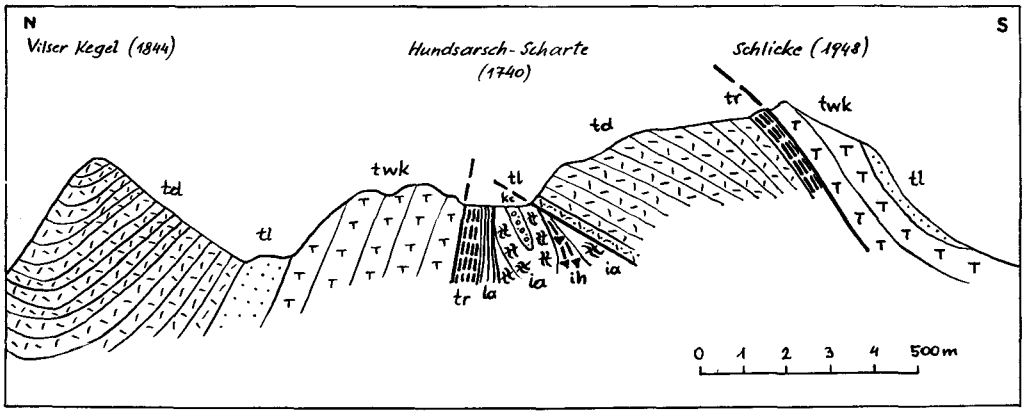


Abb. 24: Profil durch den Hundsarschsattel (= — scharte) 3 *km* SSW Vils nach W. ZACHER (1963, Prof.-Taf., Fig. 4). Das Profil soll den Zusammenhang zwischen Kössener Schichten der ehemaligen Unteren Vilser Decke und den Jungschichten (der Allgäudecke) in Form einer normalen Serie in der Sattelregion zeigen.

der Allgäudecke in einem Schlitzhalbfenster verläuft und von verschieden stark reduzierten Teilen der Vilser Stirnschuppe sowie der Lechtaldecke überlagert wird, hat W. ZACHER in neuerer Zeit wiederholt (1962, S. 400, S. 405; 1963 Prof.-Taf. zu Bl. Pfronten, Fig. 4; 1966, S. 153—155) einen Zusammenhang von Unterer Vilser Decke (Vilser Stirnschuppe) und Allgäudecke angegeben und gezeichnet (Abb. 24). Seiner Meinung nach seien die Kössener Schichten der Scharte ihrerseits sicherer Bestandteil der ehemaligen „Unteren Vilser Decke", andererseits normales Glied einer bis in die Aptychenschichten und in die Kreide weiterlaufenden Serie der „Allgäudecke".

Die genaue Beobachtung der Verhältnisse in der Region der Hundsarschscharte sowie in dem von W. ZACHER ebenfalls für die Frage als wesentlich bezeichneten Ab-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

schnitt westlich der Scharte hat bei viermaliger Begehung und jeweiligen Zwischenkontrollen durch Prüfung der Schliffproben aber ein von der Darstellung bei W. ZACHER abweichendes Bild ergeben. Das Profil in der Scharte selbst ist etwas weniger gut erschlossen als die Region W unterhalb der Scharte.

Das Sattelprofil zeigt nun zunächst folgende Verhältnisse (vgl. Abb. 25). Im tiefsten Abschnitt der Scharte erscheinen die Jungschichten des Jura und der Kreide,

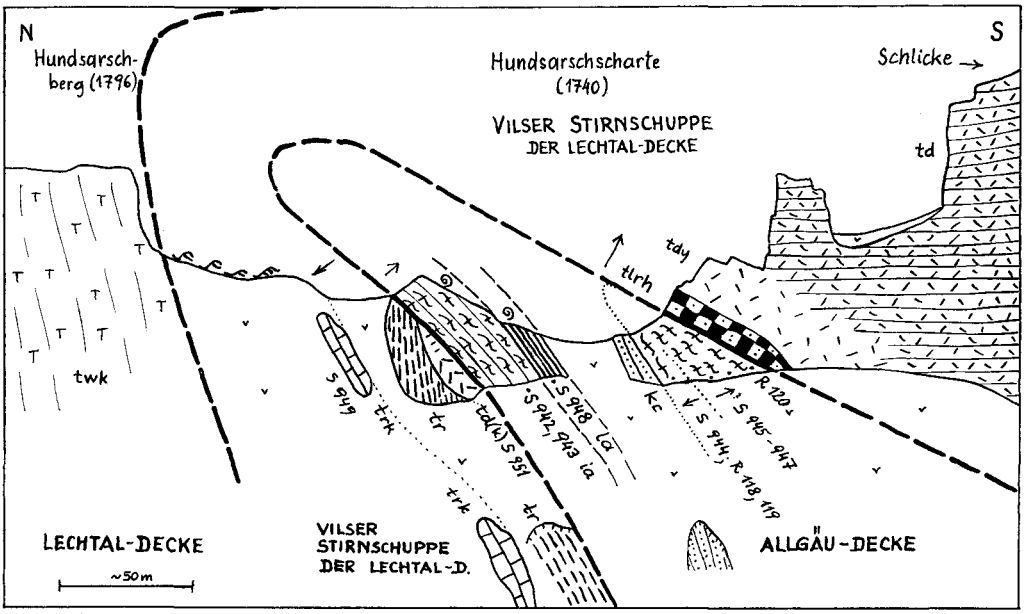


Abb. 25: Profil durch den Hundsarschsattel nach eigener Beobachtung. Die Kössener Schichten bilden ein Glied einer sekundär überkippten und daher verkehrt lagernden Serie der Vilser Stirnschuppe und stehen nicht in normalem Zusammenhang mit dem auch intern gestörten, im Süden folgenden Jura- und Kreidepaket der Allgäudecke.

in denen wir durch die regionale Verfolgung von Westen her die aufgepreßten Jungschichtglieder der Allgäudecke wiederfinden. Sie werden im Süden und Norden durch die primär aufrechte Schichtfolge der Vilser Stirnschuppe (ehemals Untere Vilser Decke) überschoben. Im Süden setzt diese Schuppe hier mit Obertrias aus Rauhwacke, mylonitisiertem und geschichtetem Hauptdolomit und weiter im Süden mit einem Streifen Kössener Schichten auf. In dem sekundär leicht überkippt gelagerten Nord-Gegenflügel dieser Schuppe N der Scharte läuft die Schichtfolge mit einem Span aus z. T. kalkigem Dolomit (dol. Plattenkalk?, im Schliff S 951 Glomospiren enthaltend), von Kössener Schichten und nördlich davon Oberrhätkalk (mit *Triasina hantkeni* MAJZON in Schliff S 949) von der Jura-Kreide-Serie der aufgepreßten Allgäudecke der Schartenregion weg. Sie verbindet sich demnach nicht, wie von W. ZACHER angegeben, mit diesem Jura-Kreide-Streifen der Scharte zu einer normalen, zusammenhängenden, etwa synklinal eingefalteten Serie. Die Jungschichtenregion der Scharte selbst (Allgäudecke) ist außerdem nicht synklinal gebaut. Sie ist vielmehr durch die eminente tektonische Beanspruchung bei der Aufpressung ganz zerrissen und in Späne zerlegt worden: Die an Radiolarien und an *Calpionella alpina* LORENZ reichen Aptychenschichten im Süden zeigen eine aufrechte südliche und eine verkehrt lagernde nördliche Partie, dann schließt gegen Norden mittlere Kreide an, hierauf stellt sich ein Span von Allgäuschichten in Form von Liasfleckenmergeln ein (S 948), nach der Lithologie, der Mikrofazies und auf Grund eines gerade- und einfachrippigen Ammonitenabdruckes

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

von Neokom-Fleckenmergel unterscheidbar. Der Nordrand der Jungserie der Allgäudecke schließlich wird durch ein Aptychenkalkpaket gebildet, das makroskopisch und im Schliff Lamellaptychen erkennen läßt, Radiolarien- und Calpionellen-reich ist und im Schliff S 943 ein gegen Süden aufsteigendes Aufrecht-Gefüge zeigt. Das bedeutet, daß die Lagerung der Aptychenkalke entgegengesetzt jener der N anschließenden Obertrias der Vilser Stirnschuppe ist. Die Vilser Stirnschuppe wird ihrerseits wiederum von Wettersteinkalk der Lechtaldecke überschoben: Die Überlagerung im Norden ist im Profil noch miterfaßt, die Überschiebung im Süden ist im Zug Schlicke—Hahnenkamm eindrucksvoll sichtbar: Imposant baut sich die helle Wettersteinkalkstufe über der Hauptdolomit-Kössener Serie im Hahnenkamm auf.

Noch klarer als im Scharten-Profil werden die Verhältnisse in dem gegen Westen anschließenden, sich verbreiternden Abschnitt. Dort zeigt sich in etwa 250 *m* Entfernung von der Scharte folgendes Bild (Abb. 26). Die Schichtglieder der Allgäudecke (Aptychenkalk, Kreide) formen, als Ganzes genommen, trotz innerer Komplikation eine Antiklinale, tauchen mit Apytchenkalk gegen Süden ab und verschwinden an einer Störung gegen Norden unter Rhät und Hauptdolomit (Randblöcke von Hauptdolomit sind noch tektonisch eingewalzt bzw. unterlagert). Die Vilser Stirnschuppe bildet im Profil-Nordteil die Nordhälfte eines darüber lagernden Gewölbes, im Süden durch Störungen zerschnitten. Man erkennt in dieser Einheit vom Kern weg eine Schichtfolge von Hauptdolomit, fossilreichen Kössener Schichten, Oberrhätkalk, schmächtigem Lias-Rotkalk und mächtigen Allgäuschichten (Liasfleckenmergel). Der Hauptdolomit — in dieser Region in den bisherigen Karten noch nicht erfaßt, lagert aufrecht (Schliff R 111), der Oberrhätkalk ist mikrofossilreich und enthält in Probe R 109 (Lage s. Abb. 26) eine hierfür typische Mikrofauna mit

Triasina hantkeni Majzon
Aulotortus sinuosus Weynschenk
Glomospira tenuifistula Ho
Glomospira sp.

Die Struktur dieses grobbankigen Oberrhätkalkes zeigt, von SW her betrachtet, prächtig den Antiklinalbau dieser Zone, unvereinbar mit einer autochthonen Einfaltungshypothese. Die Streichrichtung der Achse dieser Antiklinale liegt hier NW—SE orientiert, analog jener in den umhüllenden Allgäuschichten. Die aufrechte Lagerung des Oberrhätkalkpaketes zeigt sich auch durch die Verbindung mit rotem Liaskalk im Scheitelabschnitt des Gewölbes. Letzterer führt in Punkt R 110 eine reiche Mikrofauna mit

Trocholina (Trocholina) turris Frentzen
Trocholina (Trocholina) granosa Frentzen
Involutina turgida Kristan
Spirophthalmidium sp.
Lenticulina sp. sp.
Nodosaria sp.
Dentalina sp.
Echinodermenreste.

Der gleiche Antiklinalkern im Kössener Rhät des anschließenden Kulissenprofiles (Abb. 26) zieht ungefähr in W—E-Richtung dahin (080°). Die die Obertrias einhüllenden Liasfleckenmergel sind durch den Fund eines Arietitiden mit gut erhaltenen Rippen und Lobenlinien altersmäßig gesichert, die Schliffe daraus zeigen Radiolarien-reiche Mikrofaunen. Die Liasfleckenmergel verschwinden nach Norden mit steiler Überkippung unter dem Wettersteinkalk der Lechtaldecke. Nicht nur die Gesamtstruktur der gegen Norden überkippten Antiklinale zeigt das gegen Norden steil aufwärts gerichtete Empordrängen der tieferen Einheiten, sondern auch die sekundäre Zerscherung und Schleppung in den Liasfleckenmergeln kündet vom weiter andauernden gleich gerichteten nördlichen Aufdrängen der tieferen Elemente (Abb. 26, links unten) — alles gegen die Mulden-Einfaltungs-Hypothese von W. Zacher sprechend.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

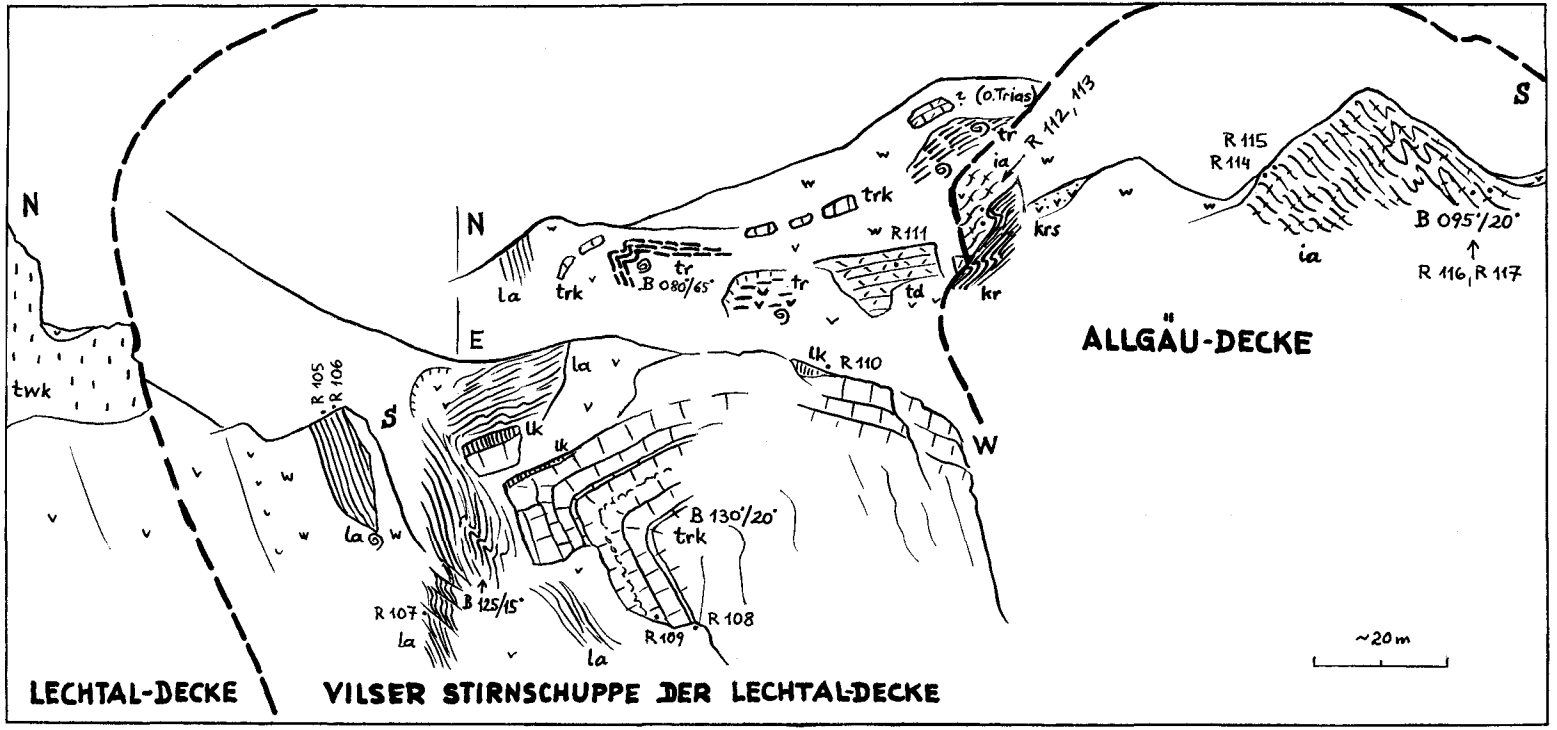


Abb. 26: Parallelprofil zu jenem des Hundsarschsattels, 250 *m* westlich davon. Ansicht von drei aneinandergrenzenden Teilstücken. Zutiefst kommt im Süden wiederum die Tithon-Kreide-Serie der Allgäudecke mit W—E-Achsen an die Oberfläche, gegen Norden hin an aufgeschlossener Störung unter die Hauptdolomit-Rhät-Lias-Folge der Vilser Stirnschuppe abtauchend. Diese selbst bildet darüber ein Halbgewölbe mit NW—SE-Achse, ihrerseits vom Wettersteinkalk der Lechtaldecke (Norden) überschoben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Profilen im Raum der Hundsarschscharte und Beobachtungen in dem westlich anschließenden Abschnitt folgendes Bild. Zutiefst liegt ein in sich arg gepreßter, verfalteter und zerschuppter Jungschichten-Streifen, der gegen Westen hin in die Allgäudecke fortsetzt und in nordvergenter Preßtektonik als Schlitzfensterinhalt hochgeschleppt erscheint. Die darüber lagernde Einheit bildet die im Scheitel abgetragene, aber an den Flügeln noch eindeutig als nordvergent überschlagene Antiklinale erkennbare Vilser Stirnschuppe, selbst wiederum von der Mitteltrias der Lechtaldecke überwältigt. Die Hauptdolomitpfeiler des Hahnenkamm und Schlagstein, die den Jungschichten-Aufbruch flankieren und jeweils noch an den Außenseiten des Gesamtgewölbes — also am Süd- und Nordrand — von Kössener Schichten und auch jüngeren Gliedern überlagert werden, sind stolze Zeugen der Vilser Stirnschuppe in dem an die Scharte westlich anschließenden Raum, die der einstigen Auflast der Lechtaldecke ihre starke Mächtigkeitsschwankung im Streichen verdankt. Eindrucksvoll und klar kann die tektonische Reduktion des Hauptdolomites dieser Schuppe im Streichen z. B. im Schlagstein und dessen Fortsetzung gegen Osten abgelesen werden: Jenseits östlich des Vilseralptales ist der Hauptdolomit bereits schmächtig, kann aber an Hand neu entdeckter Reste bis nahe an die Hundsarschscharte heran verfolgt werden. Mächtigkeitsschwankungen im Streichen und quer dazu dürfen bei tektonisch derart beanspruchten Einheiten nicht als Argument gegen die Zusammengehörigkeit von Nord- und Südflügel beiderseits des Allgäudecken-Aufbruches verwendet werden, da man sie ja auch in sicher zusammengehörigen Elementen im Streichen auf kurzer Distanz beobachten kann. Auf das eigenartige Auftreten eines Allgäu-Schichtzuges im Hangenden des Nordflügels der Vilser Stirnschuppe ist hingegen aufmerksam zu machen, da ja in dieser Einheit ebenso wie in der übrigen Lechtaldecken-Stirnzone der Lias in Form von Rotkalken vorliegt, sodaß diese fazielle Abweichung — wohl zu Unrecht — auch schon durch tektonische Hilfsannahmen wie Einschleppung der Zone als Schürfling aus dem südlich benachbarten Allgäudecken-Aufbruch zu erklären versucht worden war.

Im Vorhergehenden wurden die markanten Stellen des mittleren der drei parallelen schmalen Streifenfenster bzw. Halbfenster der Vilser Alpen beschrieben, die in jüngster Zeit sämtliche durch gebundene Tektonik erklärt hätten werden sollen. Dabei zeigt es sich, daß unzutreffende Feldbeobachtungen die Grundlage für die Umdeutungen gebildet haben, daß nach Revision aber gerade an diesen Stellen die tektonischen Kontakte nun besser als zuvor erfaßt werden können. Die beiden anderen Streifenfenster sind hingegen nicht auf Grund von analogen Detailbeobachtungen in Frage gestellt, sondern nur in mehr theoretischer Art zu Beutelmulden umgedeutet worden. Zur Pilzfaltenhypothese muß hier noch eine weitere Hilfsannahme in zweiter Phase, die Hypothese der bedeutenden sekundären Querverschiebung des Oberbaues kommen, da Auspressungsnarben unter den erosiv begrenzten Enden der langen Klippen und Halbklippen nirgends zu sehen sind. (Man darf ja nicht die heute gerade sichtbare zufällige Begrenzung der Klippen und Halbklippen nach all der äonenlang wirkenden Erosion jener zur Zeit der Orogenese gleichsetzen! Heute wären längst vielfach solche Narben erosiv freigelegt.) Auch für die Annahme eines so bedeutenden, alles verdeckenden Ostwestschubes in den Vilser Alpen fehlen entsprechende Belege. Die nur lokal und untergeordnet auftretenden N—S orientierten Kleinfaltenachsen, wie wir sie aus allen Hauptabschnitten der Kalkalpen kennen, künden wohl von einer generellen Quereinengung, sind aber für die geforderten distinkten großen Westschübe keine zureichenden Hinweise. Die Hauptfalten-Längsstrukturen aber sprechen unmittelbar dagegen. Der basale Schrägzuschnitt der Lechtaldecke, der in der Längsrichtung der Gesamtdecke in den Teilabschnitten verschieden hoch auf- und absteigend emporgreift, darf natürlich nicht — wie auch versucht worden ist — als Beweis für den bei autochthoner Erklärung in den Vilser Alpen erforderlichen Ostwestschub des Oberbaues herangezogen werden, da dieses regional verbreitete Phänomen in keiner Beziehung zum sekundären Querschub steht.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Ein direkter Gegenbeweis gegen die Pilzfaltenhypothese in den Vilser Alpen läßt sich unter anderem wieder durch Prüfung der Bewegungsrichtung am Südrand der langen Halbklippen erbringen. Eigenartigerweise ist die Vergenzrichtung zur Zeit, als man die schmalen Halbklippen zu Pilzfalten umdeutete, gar nicht untersucht bzw. bekanntgegeben worden, obgleich man gerade dadurch die neue Deutung hätte stützen müssen. Eine nunmehr vorgenommene stichprobenweise Prüfung der Vergenz auf der Südseite der Einstein-Halbklippe — die durch ihre ruhige und flache, nicht überkippte Lagerung für eine solche Beobachtung am geeignetsten erschien — brachte den Beweis für den transversalen Einschub der Scholle durch die beherrschende Nordvergenz auch unter ihrem Südrand.

Während ein großer Teil der Jungschichten-Unterlage unter dem Südrand des Einstein nördlich des Tannheimer Tales entweder zu schlecht erschlossen (Mitte) oder durch Bergsturzmaterial verdeckt ist (Osten), ragt südlich vom Einstein-Westende von 1500 *m* Höhe an aufwärts eine mehrere Zehnermeter hohe Wandstufe der Schollen-Unterlage aus dem Wald empor, aus Radiolarit, Diphyakalk und Tithon-Aptychenkalk in aufrechter Lagerung bestehend. Die Verfaltung und Zerscherung im Aptychenkalk ist so stark, daß ein rascher Überblick unmöglich wird: Hauptelement sind Faltenachsen mit B 090/15°—110/15°, Querachsen mit flachem B um 160°—170° und schräge Achsen um 060° usf. treten hinzu. Die Zerreißung und Zerscherung der Falten lassen die Vergenz schwer abschätzen. Anders hingegen hat der unterlagernde Radiolarit reagiert, der ganz im Westen und dann weithin im Ostteil der Wandstufe

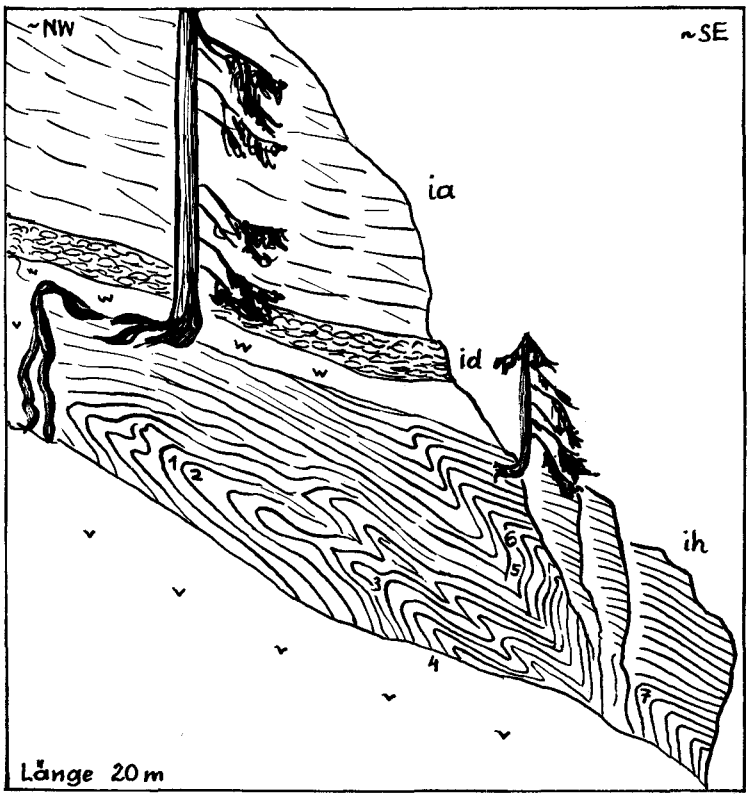


Abb. 27: Nordvergenz anzeigende Schleppfaltung im Radiolarit der Unterlage am Südrand der Einstein-Halbdeckscholle, 2·3 *km* N Tannheim. Die Stelle liegt im Ostabschnitt der aus dem Wald aufragenden Wand aus höherem Jura. Die Achsenlagen bei den Ziffern 1—7 zeigen folgende Werte (Reihenfolge ab 1): 110/15°, 125/30°, 110/35°, 090/20°, 080/00°, 080/00°, 085/05°.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

auftaucht: Er verhält sich bekanntlich plastischer, zerreißt unter diesen Bedingungen nicht und hat im Faltenwurf sehr schön überblickbar die einstige Beanspruchung festgehalten. Sie erweist sich, besonders deutlich im östlichen Radiolaritvorkommen, bei einer durchschnittlichen Faltenachsenorientierung von 080°—110° und stark einseitig gegen N überkippter und verschleppter Faltenstruktur als klar nordvergent (Abb. 27). Analoge Bilder stellen sich in der östlichen Fortsetzung des Radiolaritzuges ein.

Eine andere Möglichkeit zum Nachweis der Vergenz in diesem aufgeschlossenen Sockelstück südlich des Einstein-Westteiles liegt in der Art der Ineinanderfaltung und Verschleppung der Schichtglied-Grenzen begründet. An drei Stellen des Wandzuges (westlicher Radiolaritstreifen, Abschnitt knapp östlich Abb. 26, östlich anschließender Teil bei Höhle) wird die Bewegung als „Hangendes gegen Norden verschleppt" durch die entsprechend gerichtete Einfaltung des Diphyakalkes in den Radiolarit dieser aufrechten Serie angezeigt (Abb. 28).

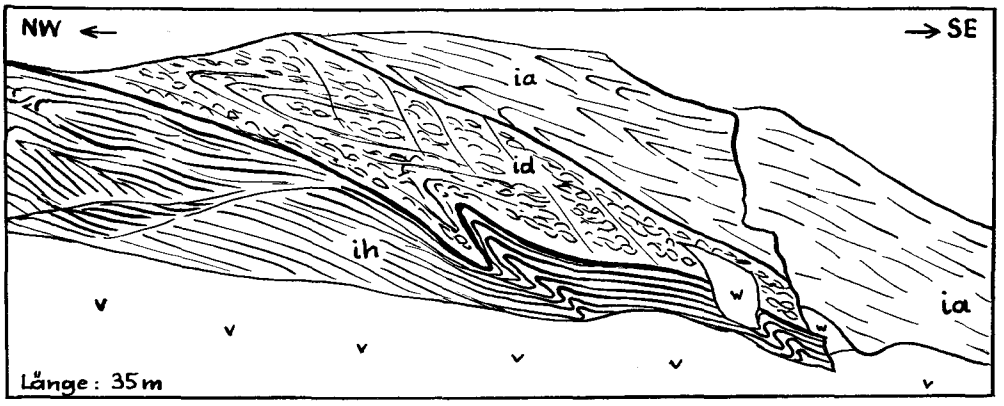


Abb. 28: Durch die gegen Norden überschlagene Einfaltung der Diphyakalke in den Radiolarit zeigt der Aufschluß am Westrand der Wandstufe 2·3 *km* N Tannheim ebenfalls die nordgerichtete Bewegung des Hangenden an — wesentlich für die Kenntnis der Transportrichtung der nördlich darüber aufragenden Einstein-Halbklippe. Die Achse der Einfaltung in der Bildmitte streicht flach in Richtung 075°.

Die Prüfung der Vergenz am Südrand der Falkenstein-Deckscholle ist schwierig, da dessen Unterlage im Osten durch die Alluvionen des breiten Vilstales verhüllt ist und die Scholle gegen Westen hin bald durch zusätzliche sekundäre Nordvergenz in die Jungschichten der Unterlage eingewickelt wird. Im Mittelabschnitt liegen die gut aufgeschlossenen Grenzstücke bereits saiger (z. B. Bachrinne WSW der Fallmühle 5 *km* SW Pfronten), sodaß hier nur ein allseitiges Ausweichen des Materials entlang der steilstehenden Grenzfläche im Gefolge der sekundären Einwicklungspressung ablesbar ist (näheres bei A. Tollmann 1971, S. 382).

Die allochthone Lagerung des Falkensteinzuges als ganzes wird ja jüngst auch wieder von Vertretern der gebundenen Kalkalpen-Tektonik betont (M. Richter 1970, S. 614). Richter beschreibt dort das eindrucksvolle Ausheben des Ostendes der Deckscholle in der Hornburg. Die in dieser Darstellung bei M. Richter nunmehr versuchte vermittelnde Deutung zwischen Deckenlehre und Autochthonie durch Annahme eines Transportes in Form einer sedimentären Gleitklippe entbehrt des Beleges: Die als Beweise herangezogenen Cenomanbrekzien liegen ja auf dem Hauptdolomit des Falkensteinzuges und bilden nicht eine für Schollenschüttung sprechende Unterlage, die allein durch Olistholith-Gehalt Hinweise auf einen derartigen Transport von darüber lagernden Klippen gäbe. Vielmehr fehlt in der Unterlage des Falkensteinzuges am Südrand das Cenoman überhaupt weitgehend.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Gräben auf der Südseite der Gehrenspitz-Halbklippe werden bei näherer Prüfung wohl ebenfalls die Vergenzrichtung der Hauptbewegung zu erkennen geben. Eine Kontrolle im Gröbenbach und in der nächstwestlicheren Schlucht zeigte unmittelbar unter der Mitteltrias der Vilser Stirnschuppe Radiolarit und kaum gebankten Vilser Kalk, ersterer zwar mit guter enger Schichtung, aber nur flachwelliger, sehr schwacher Faltung ohne erkennbare Vergenz. Eine systematische Begehung aller Gräben wird aber auch hier zweifellos diesbezüglich aussagekräftige Stellen finden lassen.

Die ganze Unwahrscheinlichkeit der Umdeutung der Vilser Alpen im Sinne der gebundenen Tektonik ersieht man an der Profilserie, die H. Reum (1962, Abb. 10, S. 532) in einer der Autochthonie konsequent folgenden Denkrichtung erstellt hat

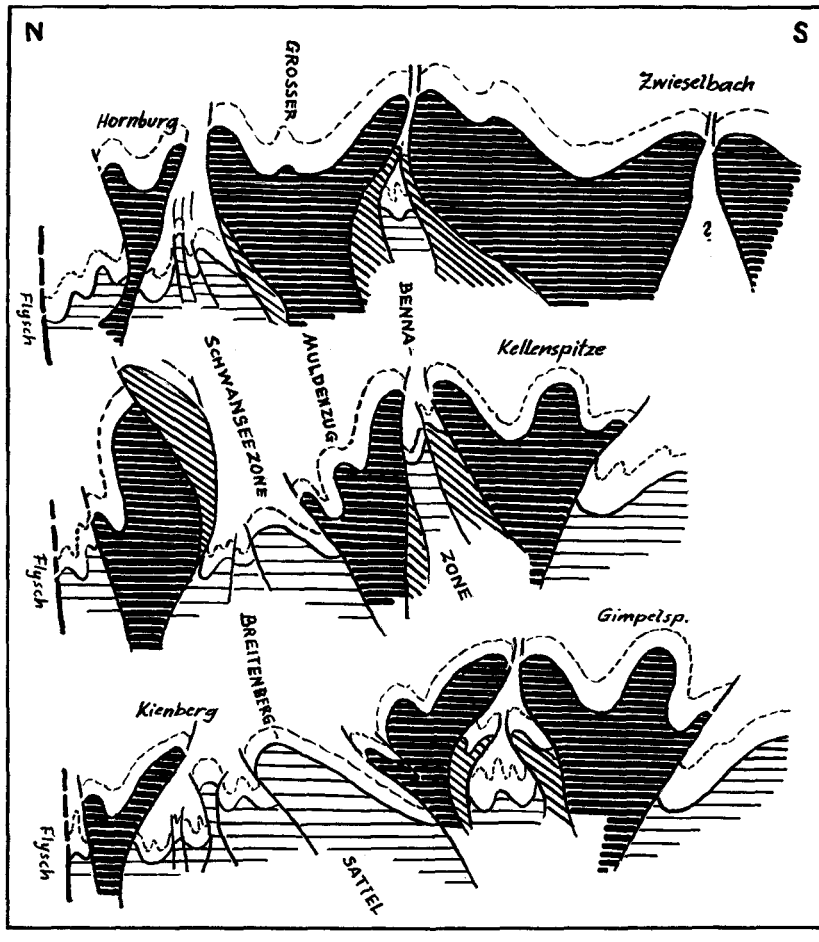


Abb. 29: Strukturschema der Vilser Alpen nach H. Reum (1962, S. 532, Abb. 10 pp). Auf der Abbildung werden die drei übereinanderliegenden großtektonischen Einheiten Allgäudecke, Vilser Stirnschuppe und Lechtaldecke in Pilzsättel und Beutelmulden zerlegt. Die angenommenen Narbenzonen sind unter den gegen W achsial aushebenden Halbklippen der Lechtaldecke (dunkle Horizontalschraffur) nirgends zu beobachten.

(Abb. 29). Beim Anblick der Aneinanderreihung von schmalen, steilen Pilzen, deren Stiele ja noch dazu überwiegend in einem zusätzlichen „Futteral" stecken, nämlich der Vilser Stirnschuppe, die jeweils zwischen Allgäu- und Lechtaldecke mehrweniger ausgequetscht erscheint, fragt man sich, was bei einer solchen Vorstellung, die die

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Komplikation der regelmäßig immer wieder auftretenden Ineinanderfaltung von drei z. T. faziesverschiedenen Einheiten auf sich nimmt, gegenüber der einfachen, heute ja als Gebirgsbauprinzip nicht mehr irgendwie in Frage stehenden Deckenlehre gewonnen ist. Abb. 30 zeigt die tektonische Deutung des Vilseralpen-Querschnittes im Sinne der Deckenlehre durch den Verfasser — vgl. hierzu auch Taf. 12.

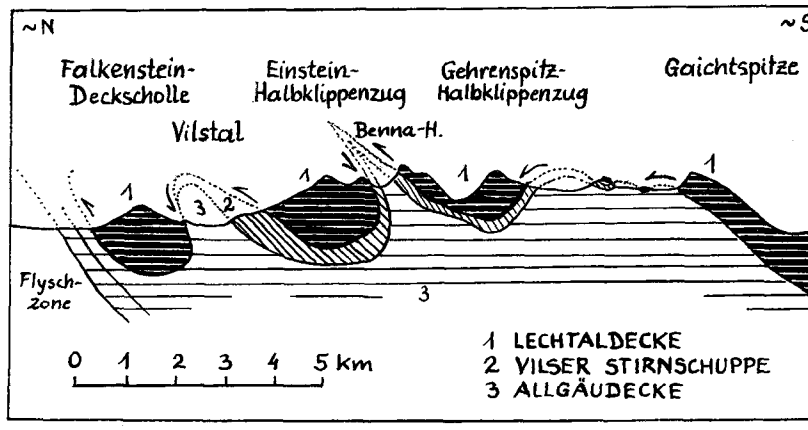


Abb. 30: Profil durch die Vilser Alpen im Sinne der Deckenlehre nach eigener Auffassung.

Weitere Gründe für die tektonische Gliederung der Vilser Alpen in die drei erwähnten großtektonischen Einheiten, die auf Abb. 18 in ihrer Verbreitung dargestellt sind, wurden 1970 c, S. 101—108 angeführt.

3. Der Vorarlberger Abschnitt

Neben dem Abschnitt in den Vilser Alpen und in den Allgäuer Alpen im Raum beiderseits des Hochvogelmassivs bildete auch das Gebiet am obersten Lech im östlichen Vorarlberg im Bereich von Warth und Lech eine vieldiskutierte Region im Grenzbereich zwischen Allgäu- und Lechtaldecke. Hier war man, auch von der neuzeitlichen Ablehnung der Deckenstruktur abgesehen, nie zu einer sicheren Grenzziehung zwischen den Großeinheiten gekommen. Fünf verschiedene Deutungen waren für den Grenzverlauf in dieser Region E der Braunarlspitze in Erwägung gezogen worden, seitdem A. Rothpletz (1902, S. 74) als erster die Überschiebungsfläche profilmäßig erfaßt hatte. Eine Zusammenstellung über diese in historischer Hinsicht interessanten Auffassungen wurde 1970 c, S. 108 f gegeben.

Eckpfeiler der großen Überschiebung an der Front der Lechtaldecke sind hier im E der Biberkopf, bis zu dem die Allgäuer Hauptkammschuppe vom E her zweifellos durchläuft und im W die Stirn der stets mit Recht als Bestandteil der Lechtaldecke gewerteten Wandfluhschuppe im „Roß" SW Schröcken (Abb. 31). Auf der 13 *km* weiten, dazwischenliegenden Strecke sind fast alle Bewegungsflächen, selbst jene die bald in Falten auslaufen, im Laufe der Zeit als Verbindungslinien zwischen diesen beiden Eckpfeilern verwendet worden. Auch die Pioniere der Deckenlehre der westlichen Kalkalpen, O. Ampferer und W. Heissel (1958, S. 114 und Taf. 1) haben den Grenzverlauf in diesem Abschnitt offen gelassen, O. Ampferer seitdem er 1930 (S. 138) die Fortsetzung der Allgäuer Hauptkammschuppe der Lechtaldecke in den obertriadischen Faltenkernen der Allgäudecke im Höllenspitz—Mittagspitz-Westsockel SE Warth gesehen hatte. Seit 1955 erschien dann auch späteren Bearbeitern die Suche nach einer Deckengrenze auf dieser schwierigen Strecke endlich überflüssig zu sein, da M. Richter (1955, S. 57 ff.; 1956, Taf. 12) die Vorstellung des Deckenbaues für diesen Abschnitt überhaupt aufgegeben hatte. So fand z. B. M. Schid-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

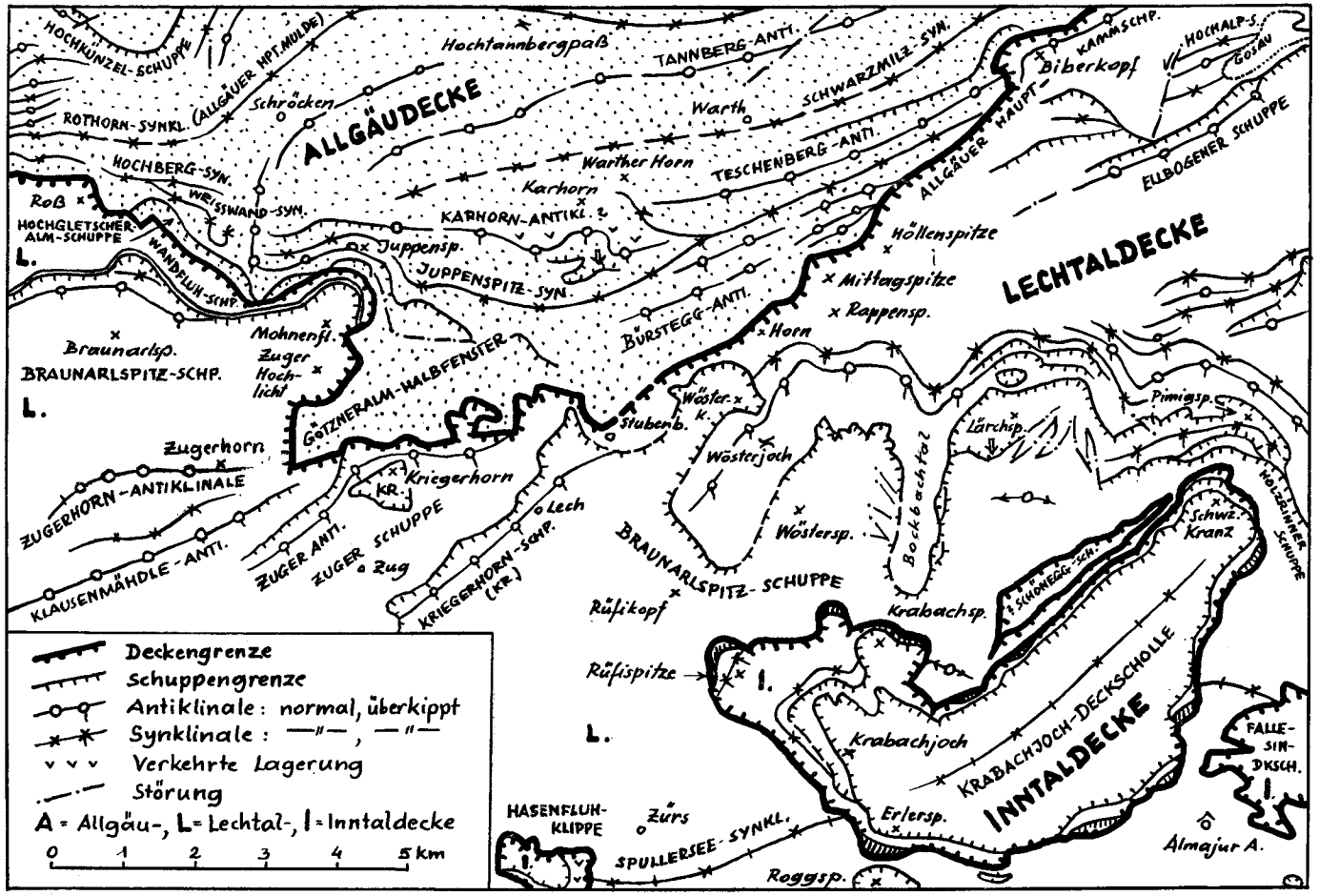


Abb. 31: Tektonische Skizze der Region am oberen Lech im Grenzbereich zwischen Allgäu- und Lechtaldecke. Vom Komplex der Inntaldecke kann neuerdings mit guten Gründen wiederum die Krabachjochdecke abgegliedert werden (s. S. 348 ff.).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

LOWSKI (1961, S. 161), der den Westteil der noch offenen Strecke untersucht hatte, daß hier jeder Versuch, die Vielfalt der vorhandenen tektonischen Elemente zu höheren Einheiten zusammenzufassen, willkürlich sei und eine deckentektonische Einteilung entschieden abgelehnt werden müsse. Auch W. STENGEL-RUTKOWSKI (1962, S. 541, Abb. 2), der den östlichen Abschnitt dieser Region neu untersucht hatte, hat die Deckengliederung aufgegeben.

Die Neuuntersuchung der erwähnten Region im Sommer 1969 gemeinsam mit E. KRISTAN-TOLLMANN hat aber eine ganze Anzahl von Beobachtungen erbracht, die die Existenz einer Überschiebungsfläche zwischen Allgäu- und Lechtaldecke auch für diesen Abschnitt bestätigen. Zu den 1970 c, S. 111 ff. hierzu Angeführtem sei im folgenden auf Grund einer Reihe von Abbildungen mehr über die kritischen Stellen ausgesagt.

Von Osten kommend quert die Deckengrenze SW vom Biberkopf steil das tiefe Lechtal und läuft als Bewegungsfuge erkennbar gegen SW oberhalb der Doppel-Antiklinale der Allgäudecke am rechten Lechtalgehänge SE Warth vorbei, wo ja O. AMPFERER seit 1930 (S. 138) eine Verbindung zwischen den verschiedenen Elementen gesehen hatte. Diese Auffassung, der sich M. RICHTER (1955, S. 57; 1956, Taf. 12) und R. SCHÖNENBERG (1959, S. 17) angeschlossen hatten, ist zu Recht von B. HÜCKEL et al. (1960, S. 92—93, Taf. 4) und W. STENGEL-RUTKOWSKI (1962, Abb. 2, S. 540) aufgegeben worden, die das Durchlaufen der Bewegungsfläche gegen SW erkannt haben. Die Verbindung war insoferne nahegelegt worden, als im „Schwand" östlich der „Hohlen Wand" der Hauptdolomit der Lechtaldecke an eine steilstehende Serie von Kössener Schichten und Oberrhätkalk des Faltensystems der Allgäudecke so angepreßt ist, daß neben diskordanten Abschnitten auch konkordante Gleichschlichtung zu beobachten ist. Es liegt hier bei der Überschiebung von ähnlichem, basal tektonisch reduziertem Schichtbestand auf ähnlich Altes wiederum einmal der Fall vor, daß beiderseits einer Bewegungsfläche zusammenpassende Glieder vorübergehend zueinanderfinden. So ist es erfreulich, daß trotz der Täuschungsmöglichkeit hier bereits die letztgenannten Autoren den Tatbestand des Durchlaufens der Überschiebung erkannt haben. Diese Überschiebung setzt ja dann hinter der Kante der Mittagspitze gegen SW auch mit prächtigem basalem Schrägzuschnitt weiter fort, Hauptdolomit, Kössener Schichten und Oberrhätkalk kommen nacheinander an die Basis der Überschiebung heran (Abb. 32).

Die zweite kritische Stelle liegt im SW anschließenden Abschnitt, E von der Göldebodenalm (Abb. 32). Durch den weiterhin gleichsinnig gegen SW im Streichen aufsteigendem Basalzuschnitt endet hier der Triasanteil der Lechtaldecke mit Megalodonten-reichem Oberrhätkalk in der Unteren Göldeglaich. Am Ende der steiferen Triasplatte kam es unter Querfaltenbildung zur stärkeren Stauchfaltung, sodaß dort der Oberrhätkalk durch eingefalteten roten Adneter Liaskalk mit (Probe S 929, S 930) *Involutina liassica* (JONES), *Involutina turgida* KRISTAN, *Trocholina (Trocholina) granosa* FRENZEN und triaxonen Schwammnadeln (S 926) sichtbar steil verkehrt unterlagert wird. Auch das Sedimentgefüge zeigt die verkehrte Lagerung an (S 928). Ebenso machen die anschließenden Unteren Allgäuschichten diese Querfaltung mit, wie eine große, basal abgeschnittene Falte mit Verkehrtschenkel im Gelände anzeigt. Eine Probenreihe in den Allgäuschichten des an N—S-Achsen quer eingerollten Liegendschenkels hat in Schliff S 976 ebenfalls die verkehrte Lagerung durch nur halb mit Sediment erfüllte und verkehrt orientierte Radiolarien erkennen lassen. Nach dieser kurzen Aufbäumung des Endes der Triasplatte steigen die überlagernden Älteren Allgäuschichten der Lechtaldecke mit mittlerem bis steilem SW-Fallen (210°—230°/40°—65°) an die Zone der schwarzen manganreichen Mittleren Allgäuschichten herab, die hier lokal einen gut verfolgbaren Leithorizont an der Obergrenze der Allgäudecke bilden. In der Rinne SW der Göldebodenalm, wo sie nun ohne Zwischenschaltung von

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

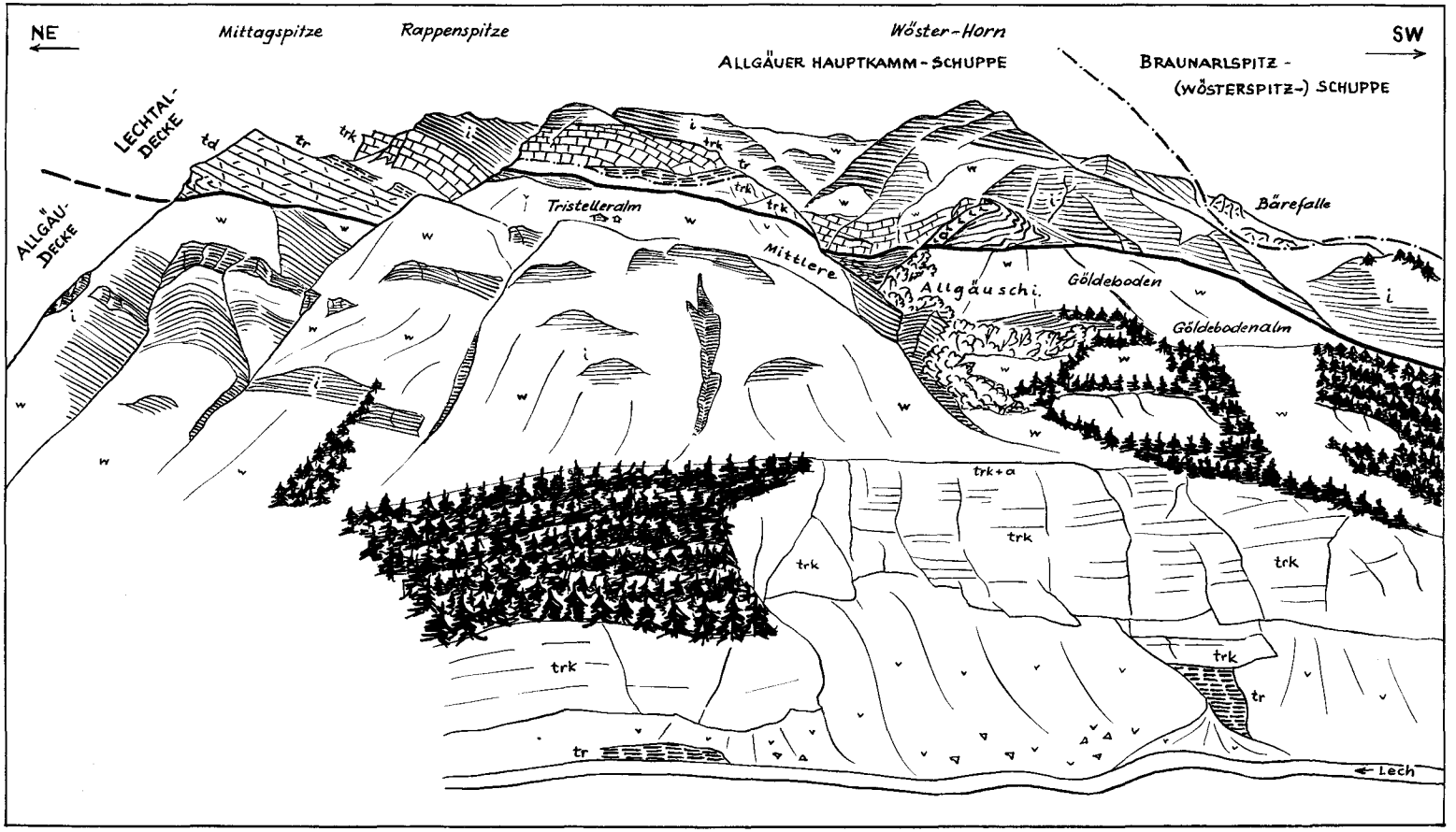


Abb. 32: Ansichtsskizze des rechten Gehänges des Lechtales unterhalb von Stubenbach. Es zeigt die Überschiebung der Lechtaldecke mit basal, gegen SW aufsteigendem Schrägzuschnitt über den Jungschichten der Allgäudecke. Im SW ragt bei der Bärefalle noch ein Rest der Braunarlspitz-Wösterspitz-Schuppe der Lechtaldecke in den Bildausschnitt. Das Ende der steiferen Obertriasplatte hat — unter Beteiligung von Querfaltung — eine lokal starke Stauchung des Lias der Lechtaldecke bewirkt. Die Zone der Mittleren Allgäuschichten der Allgäudecke läuft darunter ungestört durch.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Trias in Kontakt mit den Mittleren Allgäuschichten treten, liegt demnach noch immer Älteres auf Jüngerem, u. zw. tektonisch diskordant: über dem mächtigen dunklen Mergelschieferpaket der Mittleren Allgäuschichten der Allgäudecke lagert zunächst, 180°/50° einfallend, eine 5 *m* mächtige Kieselkalkpartie, die bereits stark linsig zerschert ist. Dann folgt darüber, diskordant die Kieselkalke abschneidend, flach aufgeschoben der 200°/25° einfallende *dm*-geschichtete mittel- bis hellgraue Mergelkalk und Kalkmergel der Älteren Allgäuschichten der Lechtaldecke. Der Deutung von B. HÜCKEL et al. (1960, S. 92 und Taf. 5, Fig. 1) für das Göldeglaich-Profil als einfacher nordvergenter Sattel kann daher nicht zugestimmt werden. Auch noch weiter im SW, wo die Triasbasis der Lechtaldecke bereits vollkommen abgeschert ist, ist Älteres über Jüngerem überschoben.

Diese Situation mit Älteren Allgäuschichten, aufgeschoben auf Mittlere Allgäuschichten, läßt sich noch ein Stück weiter bis nördlich von Unterstubenbach verfolgen, wo die flachen Talhänge durch Moränenschutt verhüllt sind. Zugleich steigt die Basis der höheren Hauptschuppe der Lechtaldecke, der Braunarlspitz-Wösterspitz-Schuppe, zum Talboden herab. NW von Unterstubenbach, wo die Mitteltrias-Gesteine dieser Schuppe wiederum unter der Moränenverhüllung emportauchen, ist die mit den Älteren Allgäuschichten hier einsetzende Folge der zuvor besprochenen Basisschuppe der Lechtaldecke (Fortsetzung der Allgäuer Hauptkammschuppe) bereits vollkommen überwältigt und ausgequetscht, sodaß die Mitteltrias auf die Jungschichten des tektonisch hier arg zerrissenen Rückens der Allgäudecke aufgeschoben vorliegt. Die Darstellung der betreffenden Region südlich des Gaisbaches ist hier gegenüber der Karte von O. AMPFERER revisionsbedürftig: Auf die Mittleren Allgäuschichten folgen im Westen mächtige Aptychenschichten bis knapp unter den Guggiskopf, im Osten schieferig-sandig-feinkonglomeratische Kreide. Eine Vertretung der Basisschuppe der Lechtaldecke ist nicht mehr vorhanden.

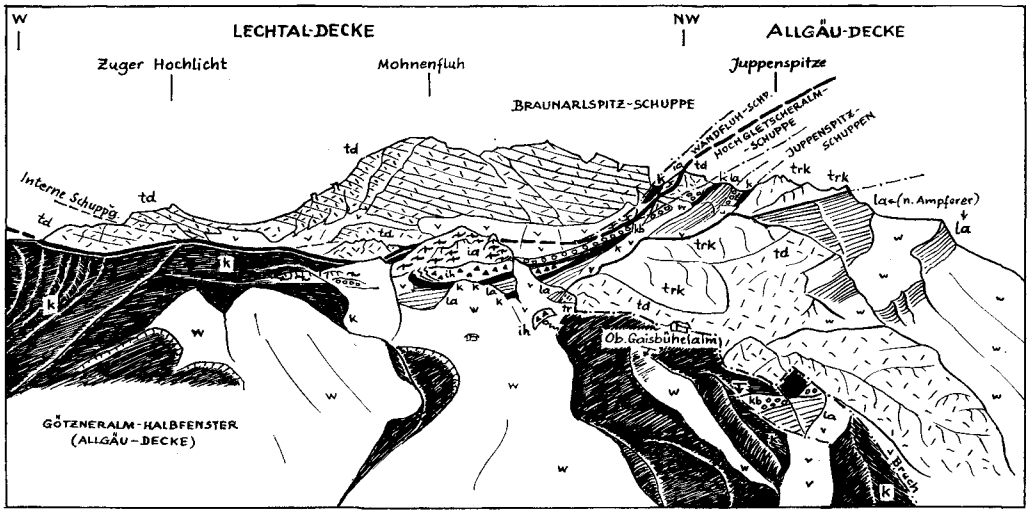


Abb. 33: Ansichtsskizze des Westteiles vom Götzneralm-Halbfenster mit Blick vom Osten. Die Abbildung zeigt die weite Überschiebung des Hauptdolomites der Braunarlspitz-Schuppe der Lechtaldecke mit dem Zuger Hochlicht und der Mohnenfluh auf die Kreidebucht der Allgäudecke. Im N tauchen tiefere Schichtglieder der Allgäudecke entlang von Aufschuppungen im Bereich der Juppenspitze auf. Ihr oberster Span, der Hauptdolomitkeil der Hochgletscheralm-Schuppe, sowie die Jungschichtenausläufer der Wandfluhschuppe sind in der Juppenspitz-Sattelzone noch sichtbar.

Die Verhältnisse entlang des Südrandes der weiten, von Kreideschiefern erfüllten, von O. AMPFERER (1931, S. 206) als Götzneralm-Halbfenster bezeichneten Bucht bis hinüber zur Mohnenfluh liegen klar: Trias der Braunarlspitzschuppe ist unter Aus-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

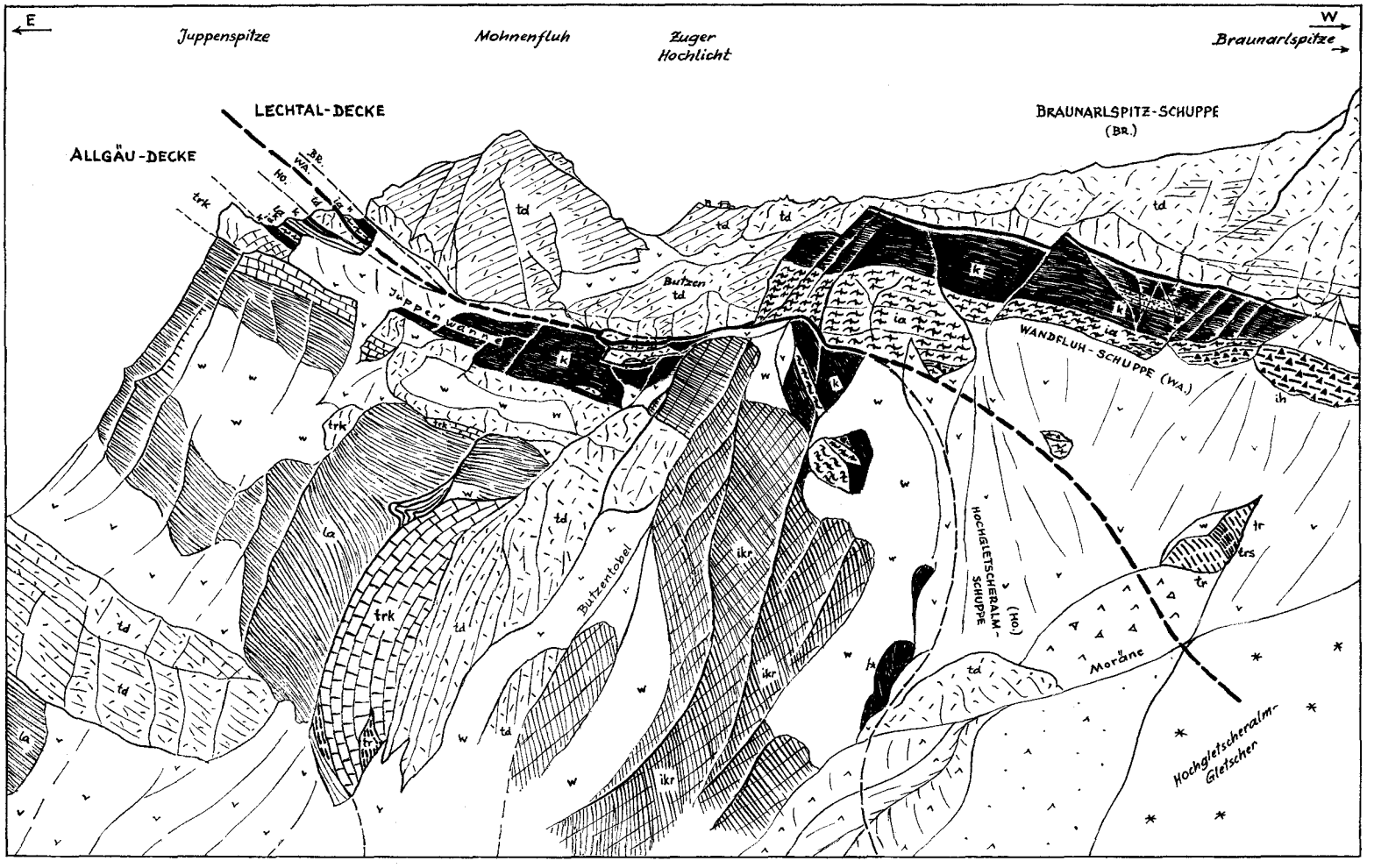


Abb. 34: Ansichtsskizze des Braunarlspitz—Mohnenfluh—Juppenspitzzuges im Grenzbereich der Allgäu- und Lechtaldecke mit Blickrichtung von Norden.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

quetschung der basalen Schuppe der Lechtaldecke unmittelbar auf die Jungschichten der Allgäudecke überschoben (Abb. 33). Erst dort im Westen unter der Mohnenfluh erhebt sich mit dem Wiederauftauchen einer Reihe von tektonisch ganz ausgewalzten Schuppen zwischen den beiden genannten Großeinheiten erneut die Frage der Zuordnung dieser Späne, die nur durch ihre Weiterverfolgung gegen Westen, wo sie an Umfang zunehmen, beantwortet werden kann.

Abb. 34 zeigt, von Norden her gesehen, die Ansicht der Region Mohnenfluh—Hochgletscheralm, wo sich das Auslaufen der im Westen mächtigeren Schuppen gegen Osten hin vollzieht. Den Hintergrund bildet die aus einer gewaltigen liegenden Falte hervorgegangene Braunarlspitzschuppe der Lechtaldecke, die die Mohnenfluh mitumfaßt und mit prächtiger Diskordanz gebankten Hauptdolomit den Jungschichten der Unterlage aufschiebt. Unzweifelhaft den Bestandteil des unterlagernden Falten-Schuppensystems der Allgäudecke bildet andererseits die Juppenspitzschuppe, die von der Juppenspitze mit verkehrter, oben abgescherter Serie in den Mittel- und Vordergrund des Bildabschnittes zieht. Dazwischen bleibt eine enge, stark zerrissene Schuppenzone, die folgende Elemente enthält: Im höheren Abschnitt kommt vom Westen her eine in neuerer Zeit von allen Deckentektonikern mit Recht einhellig als Frontalschuppe der Lechtaldecke aufgefaßte Einheit, die Wandfluhschuppe, heran. Sie besteht in ihrem Hauptabschnitt aus einer aufrechten Folge mit Spuren von Raibler Schichten, mächtigem Hauptdolomit und einer Jungschichtenzone, die bis in die Kreide reicht — so z. B. im Abschnitt Ochsenköpfe NW der Braunarlspitze, wie die Karten von O. Ampferer (1932) und von M. Schidlowski (1961, Taf. 1) zeigen. Unzweifelhaft die gleiche Jungschichtenzone, noch in die Kreide reichend, erscheint am Fürggelesattel SE der Lagerzunalm vor der verfalteten Stirnumbiegung der Braunarlspitzschuppe mit ihrer Folge aus Hauptdolomit, Plattenkalk und Kössener Schichten (M. Schidlowski 1961, Abb. 2, S. 429). Diese Fortsetzung der Wandfluhschuppe läßt sich mit ihrem älteren, hier schon durch Schrägzuschnitt reduzierten Schichtanteil, besonders in Form der Kössener Schichten unter der Jungschichtenzone, nach der Karte von M. Schidlowski (1961, Abb. 1, S. 428) bis zu den Kössener Schichten NW und SW der Hochgletscheralm verfolgen, ist dort aber noch nicht zu Ende, sondern streicht um die Jura-Kreideserie, wie Abb. 33 zeigt, unter der Braunarlspitzschuppe bis zur Ostseite der Mohnenfluh weiter.

Noch tiefer aber als diese Jungschichtenzone der hier im Osten basal bereits stark reduzierten Wandfluhschuppe und zugleich im Hangenden der Juppenspitzschuppe taucht noch eine Hauptdolomit-, Linsen- und Schollenreihe südlich vom Hochberg unter dem nächsten Kreidestreifen, der die Unterlage der Mohnenfluhschuppe bildet, auf. M. Schidlowski (1961, Abb. 1, S. 428), der diese Zone auch noch zur Wandfluhschuppe dazugeschlagen hatte, hat die Hauptdolomit-Schollenreihe mit Spuren von Kössener Schichten sowie die überlagernde Kreide bis zur Hochgletscheralm verfolgt und darin das Ende der Wandfluhschuppe erblickt (S. 427). Aber auch diese tiefere Schollenreihe setzt sich weiter gegen Osten fort. In der Juppenwanne nördlich unterhalb des Butzenplateaus (Abb. 35) finden wir zunächst kleinere Hauptdolomitschollen, die mit der Basis der Wandfluh-Jungschichtenzone verschuppt sind und dann eine große Scholle, vorwiegend aus Hauptdolomit, zwischen den Kreideschiefern der Unterlage und den Jungschichten der Wandfluhschuppe. Die Hauptdolomitzone wird von Resten von Kössener Schichten und Älteren Allgäuschichten im Hangenden und, verkehrt lagernd, im Liegenden gesäumt, sodaß man noch die Entstehung dieser Schollenreihe aus einer Faltenanlage erkennen kann. Auch bei M. Schidlowski (1961, Abb. 1) wird diese Kössener Begleitung im Liegenden des Hauptdolomites in der NW-Fortsetzung dieser Schollenreihe erfaßt. Nach vorübergehend vollkommener Abquetschung erscheint eine nächste Hauptdolomitscholle dieser Reihe noch in der Sattelregion

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

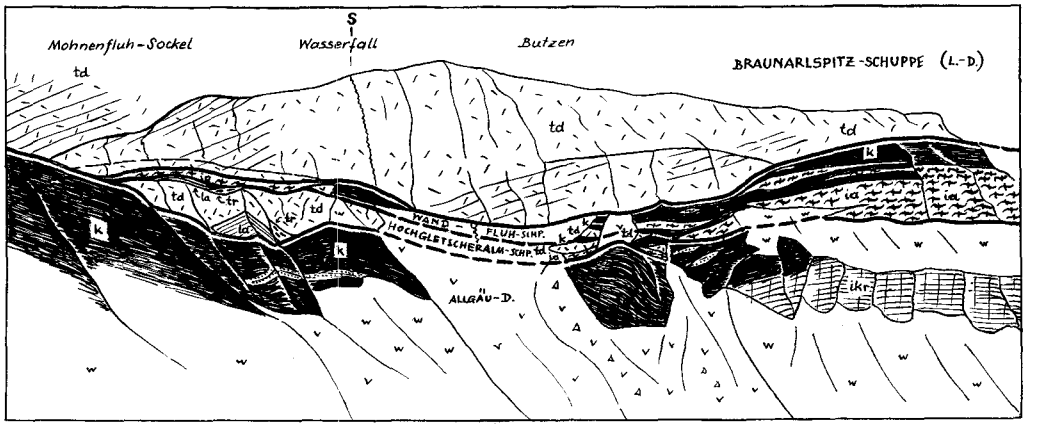


Abb. 35: Die Fortsetzung von Wandfluhschuppe und der Schollenreihe der Hochgletscheralm-Schuppe in der Juppenwanne nördlich der Mohnenfluh.

zwischen Juppenspitze und Mohnenfluh in ganz gleicher tektonischer Position (Abb. 36) und endet nahe SE davon auf der Ostseite der Mohnenfluh (Abb. 37).

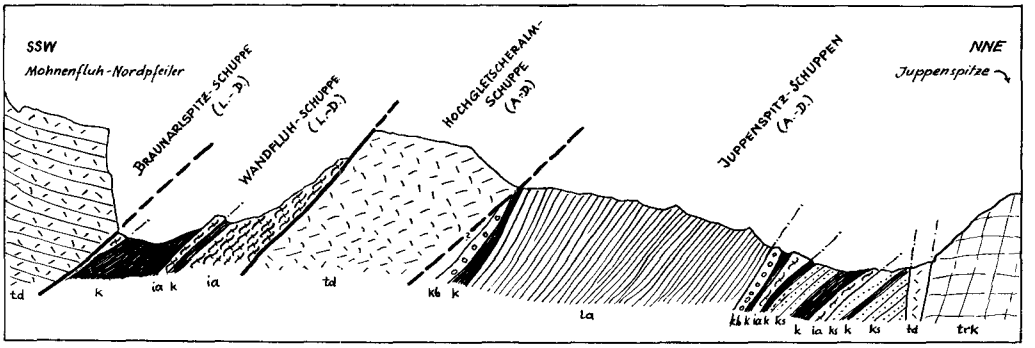


Abb. 36: Das Profil durch die Juppenspitz-Sattelzone zeigt die unter der Wucht der Überschiebung der Hauptmasse der Lechtaldecke außerordentlich zerrissene Serie der Stirnschuppe der Lechtaldecke (Wandfluhschuppe) und die Dachschuppen der Allgäudecke.

Zur Stellung dieser tieferen Hauptdolomit-Schollenreihe und ihrer Jungschichten-Begleitung zwischen Hochberg und Mohnenfluh-Ostseite, die ich auf den Abbildungen als Hochgletscheralmschuppe bezeichnet habe, sind folgende drei Gesichtspunkte in Erwägung zu ziehen: 1. die Schuppe hängt nirgends mit der Wandfluhschuppe zusammen und ist an ihrem Westende nicht die streichende Fortsetzung des Hauptdolomites der Wandfluhschuppe, sondern liegt auch dort im Bereich des Hochberges darunter, durch eine Kreideserie getrennt (M. SCHIDLOWSKI, 1961, Abb. 1). Während die Wandfluhschuppe als Vorderteil der als Abscherungsdecke angelegten Lechtaldecke eine aufrechte, lokal mit Raibler Schichten einsetzende Schichtfolge zeigt — von dem isolierten Obertriasspan mit Faltennatur N vom Fürggele abgesehen —, läßt die Hochgletscheralmschuppe vielfach ihre Faltenanlage mit Resten von verkehrtem Schenkel erkennen. Die enorme Zerreißung, die den Beginn des Stadiums einer tektonischen Moräne anzeigt, ist gut durch die Position an der Hauptüberschiebungsfläche unter der Lechtaldecke erklärbar. 3. Die grobklastischen Anteile der Kreidehülle dieser Schuppe zeigen — z. B. NW der Hochgletscheralm — den

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Typus der Cenomanbrekzie mit exotischen Geröllen und Phyllit-Komponenten, wie man ihn ebenso aus der unmittelbaren Unterlage, etwa in der Kreide-Brekzienzone am Oberrand der Hauptmasse der Allgäudecke östlich der Mohnenfluh kennt (Abb. 36 und 37), nicht aber aus der durch eine wesentlich homogenere Tonmergel-Schieferserie gekennzeichneten Kreide der Wandfluhschuppe (V. JACOBSHAGEN & O. OTTE 1968, S. 104). Zusammenfassend betrachtet, kann demnach in der Hochgletscheralmschuppe nur ein oberstes, unter der Wucht der Lechtaldecke ganz zerrissenes, aufgeschlepptes Element der Allgäudecke gesehen werden.

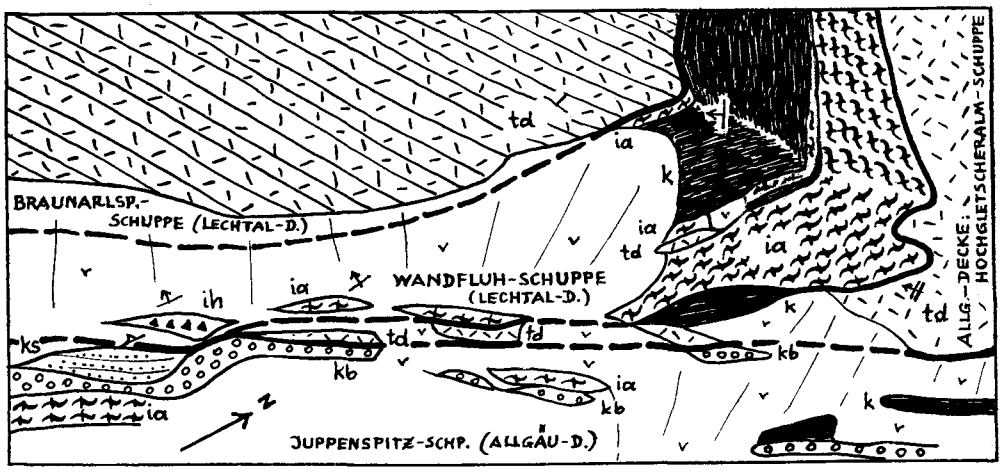


Abb. 37: Unmaßstäbliche Skizze des Verlaufes der Gesteinszüge unter dem NE-Sockel der Mohnenfluh. Die Skizze zeigt das Enden der Wandfluh- und der Hochgletscheralm-Schuppe gegen Osten.

In Beantwortung der Hauptfrage nach dem Verlauf der Deckengrenze zwischen Allgäu- und Lechtaldecke westlich des Götzneralm-Halbfensters läßt sich demnach zusammenfassen: Analog den Verhältnissen östlich dieses Halbfensters, an dessen Südrand ja die höhere Braunarlspitzschuppe unter Überwältigung der Randelemente der Lechtaldecke unmittelbar auf den Jungschichten der Allgäudecke aufruht, kommt auch im W wiederum allmählich die Basalschuppe, hier als Wandfluh-Stirnschuppe bezeichnet, unter der Braunarlspitzschuppe hervor. Zunächst ist sie östlich der Mohnenfluh auf einen schmalen Streifen arg zerschuppter Jungschichten reduziert, dessen Verfolgung unter dem Schuttfuß der Mohnenfluh gezeigt hat, daß er stets über den Elementen der Hochgletscheralmschuppe hinzieht, die ihrerseits sich wiederum über der mächtigen, tektonisch ebenfalls in Form des Juppenspitz-Schuppensystems äußerst zerrissenen Jungschichtenzone der Allgäudecke lagert (Abb. 37). Die Jungschichtenzone der Wandfluhschuppe nimmt bereits südlich der Hochgletscheralm gegen W hin bedeutend an Umfang zu und erhält ab der Lagerzun ihre Triasbasis. So ließ die genauere Kenntnis der Region im Vorland von Braunarlspitze und Mohnenfluh erkennen, daß hier nicht, wie früher angenommen, die Grenze der Lechtaldecke etwa in das Karhorn- oder Juppenspitz-Falten- und Schuppensystem hinausläuft und sich dort innerhalb der Strukturen der Allgäudecke verliert, sondern daß sich den Grenzen bis zur Ostseite der Mohnenfluh nachgehen ließ und die Stirnschuppe dort von der Hauptmasse der Decke überwältigt wird. Dabei ist es für diese Fragestellung belanglos, ob man etwa im Gegensatz zur obigen Darstellung die Hochgletscheralmschuppe noch im Sinne von M. SCHIDLOWSKI als Fortsetzung der Wandfluhschuppe auffassen würde, da diese ebenso und in der gleichen Region wie die Jungschichten der Wandfluhschuppe selbst unter der Braunarlspitze ausgequetscht wird.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Der Westrand der Inntaldecke und die im Westen vorgelagerten Deckschollen

1. Der Westrand

Im Anschluß an die Ausführungen von 1970 c, S. 115 ff. über die so sehr umstrittene Grenze der Inntaldecke sollen hier ergänzend noch einige Skizzen der wichtigsten Beobachtungspunkte vorgebracht werden. Die Deckennatur der Inntaldecke als Ganzes, zuerst anhand der so eindrucksvollen und klaren Karwendel-Überschiebung im Osten erfaßt, hat sich ja nach neuer Aufnahme der umstrittenen übrigen Abschnitte, wie etwa Puitentalzone zwischen Wetterstein- und Miemingergebirge durch eine durchlaufende tektonische Abgrenzung bestätigen lassen. Nur die Westbegrenzung war weiterhin problematisch geblieben, seit O. AMPFERER seine ursprüngliche Auffassung (1911, S. 668 und Taf. 34; 1912, S. 203 usw.) von der Grenzführung östlich des Parseiertales verlassen hatte und die Grenze zum Kaisertal nach Westen verschoben worden war (1932, S. 98 f.; 1944, Abb. 8), seit E. SPENGLER (1951, S. 181, Abb. 2; S. 190) die Grenze noch weiter nach Westen über die Braunarlspitzschuppe bis N vor den Rhätikon verlagert hat, seit R. SCHÖNENBERG (1955, S. 74; 1959, S. 15) die Existenz einer solchen Grenze und damit der Inntaldecke überhaupt geleugnet und seit M. SARNTHEIN (1962, S. 169) trotz spezifischer tektonischer Fragestellung im Raum der Memmingerhütte keine Grenze sondern einen Übergang gefunden hatte.

Angelpunkt der Beurteilung von allochthoner oder autochthoner Stellung des Westrandes der als „Inntaldecke" bezeichneten Einheit bildet am Westrand Nachweis oder Widerlegung der in klassischer Zeit als Halbklippe aufgefaßten Ruitelspitzmasse (Abb. 38). Diese liegt nach der Kartierung (1932) und Darstellung von O. AMPFERER (1932, S. 96 und beigefügte Taf.) mit einer Breite von 3 *km* und relativ ruhigem Innenbau allseits der Jungschichtenzone des Umlandes auf. Wenn diese Auffassung zutrifft, so kommt man mit Rücksicht auf die nordvergente Bewegung dieser Masse bei Zurücknahme gegen Süden mit dem Südrand der Ruitelspitz-Halbklippe bereits in das Gebiet der Memmingerhütte, weit hinter den ebenfalls umstrittenen Raum der dazwischen gelegenen Alblitalm zurück. Wenn die Meinung der Allochthonie dieser großen NW-Scholle der Inntaldecke zurecht besteht, dann ist demnach absolut logisch-kausal kein Zusammenhang der Decke in dem unmittelbar südlich gelegenen Bereich von Alblit und Memmingerhütte möglich, sondern das Ende der Überschiebung könnte mindestens erst ein Stück weit südlich der Breite der abgewickelten Ruitelspitz-Halbklippe gelegen sein. Die Frage der Stellung der Ruitelspitze ist demnach zugleich der Schlüssel für die Beantwortung der beiden übrigen damit verbundenen diskutierten Abschnitte — ganz analog wie durch das Hornbach-Halbfenster die Entscheidung in der Frage nach der Überschiebung der Lechtaldecke gebracht wird.

R. SCHÖNENBERG hatte (1955, S. 74; 1959, S. 15) im Zuge der allgemeinen Tendenz der Umdeutung des Deckenbaues durch deutsche Bearbeiter in den westlichen Kalkalpen die Einwurzelung der Halbklippe vorgenommen. Beweisend für die Entstehung der Scholle aus einem beiderseits aus den Fleckenmergeln (der Allgäudecke) ausgeschobenen Sattel sei das Abtauchen des Hauptdolomites der Scholle an ihrem Westrand mit einem auf der Südseite noch stratigraphisch vollständigen Sattelschenkel zu den dort auflagernden Fleckenmergeln der „Allgäudecke" NE der Grießlalm südlich vom Madautal. Auf einer Detailskizze (Abb. 17, 1955; Abb. 8, 1959) werden die Verhältnisse von R. SCHÖNENBERG in der geschilderten Weise festgehalten. Die Prüfung der Lokalität, die durch die Skizze eindeutig wieder aufzufinden war, hat aber konträre Verhältnisse ergeben. Der Oberrand des Hauptdolomit-Gebietes der Ruitelspitzmasse ist in diesem Abschnitt nicht von Schutt bedeckt oder von Fleckenmergel überlagert, sondern in einer Rinne, die im entscheidenden Abschnitt über den Oberrand des Hauptdolomites hinaus den Fels oberhalb des Hauptweges zur Grießl-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

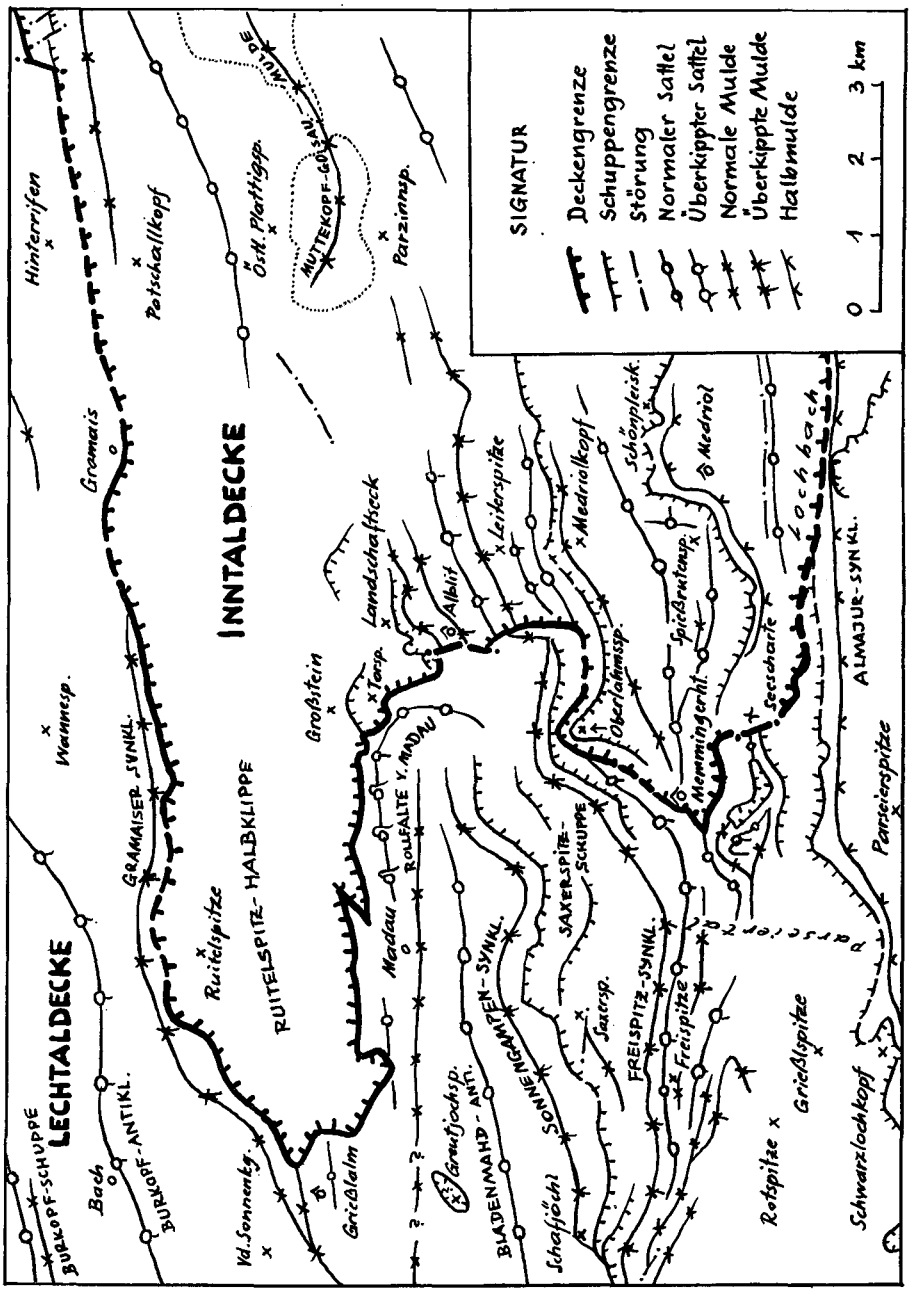


Abb. 38: Tektonische Skizze des Westrandes der Inntaldecke im Bereich Madau- und Parseiertal. Die Skizze stellt einen Ausschnitt aus der Karte des Verfassers 1970 a, Taf. 3, dar. Auf Grund weiterer Daten erscheint heute die Zugehörigkeit des auch hier schon tektonisch weit eingegrenzt gezeichneten Spornes SW der Seescharte S der Memminger Hütte besser als Bestandteil der Inntaldecke zu fungieren, wie S. 337 begründet wird.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

alm freilegt, ist das Ausheben des Dolomites über der unterlagernden Jungschichtenmasse eindeutig zu sehen (Abb. 39). Der Dolomit hebt an einer durch Mylonit begleiteten Störung aus, die tektonisch in der Nähe der Überschiebung stark zerscherte

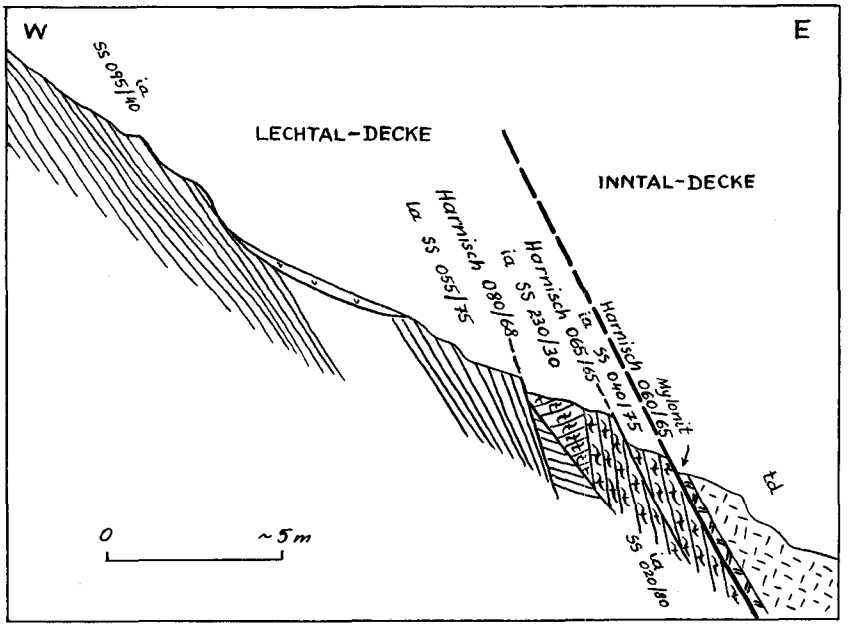


Abb. 39: Das Rinnenprofil durch den Westrand der Ruitelspitz-Halbklippe NE der Grießlalm im Madautalgebiet zeigt entgegen der Darstellung der autochthonen Auffassung ein klares, durchgehend aufgeschlossenes Ausheben des Hauptdolomites der Klippe über einer unterlagernden, aufrechten Serie, die bis zu den Aptychenschichten führt. (Die Abkürzung für Allgäuschichten links oben soll la, nicht ia lauten.)

Untergrundserie fällt gegen den Hauptdolomit ein und liegt aufrecht, mit Aptychenschichten über den Allgäuschichten an den tektonischen Kontakt herantretend. Die Stelle beweist das Gegenteil von dem, was R. SCHÖNENBERG gefordert hatte.

Ebenso klar ist das Ausheben des Hauptdolomites der Ruitelspitzmasse in dem an die erwähnte Stelle NE der Grießlalm östlich anschließenden Abschnitt im Talgrund des Grießltales selbst zu überblicken. Dort fallen die Allgäuschichten 30—50° steil gegen NE unter den nach SW aushebenden Hauptdolomit ein, wobei die Situation bereits von der Straße aus etliche Zehnermeter weit empor zu überblicken ist.

Aber auch der übrige Umblick über die Lagerungsverhältnisse der Ruitelspitzmasse besagt eindeutig, daß es sich bei ihr um eine von Süden her eingeschobene fremde Scholle handelt. Blickt man vom Bereich der Madauer Brücke auf den Westrand der Halbklippe (Abb. 40), so erkennt man in modellartig schöner Weise die generelle Nordvergenz der Bewegung der Scholle, nicht nur unter ihrem Nordabschnitt, sondern auch im zentralen Teil, wo ja die Vergenzrichtung andernfalls bereits umkehren sollte. Die ganze unterlagernde Jungschichtenmasse ist von der Kreide angefangen über Aptychenschichten bis tief hinunter in die Allgäuschichten in enge, nordüberschlagene, in diese Richtung geschleppte Falten gelegt. Von der Südseite der Ruitelspitz-Halbklippe, wo die Auffassung der gebundenen Tektonik gerade Südvergenz fordert, ist ja schon seit O. AMPFERER (1932, S. 95 f.) durch Erfassung der großartigen Struktur der Rollfalte von Madau die Nordvergenz der Gesamtformung erwiesen — worüber bei der Deutung im Sinne der gebundenen Tektonik hinweggegangen worden war.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

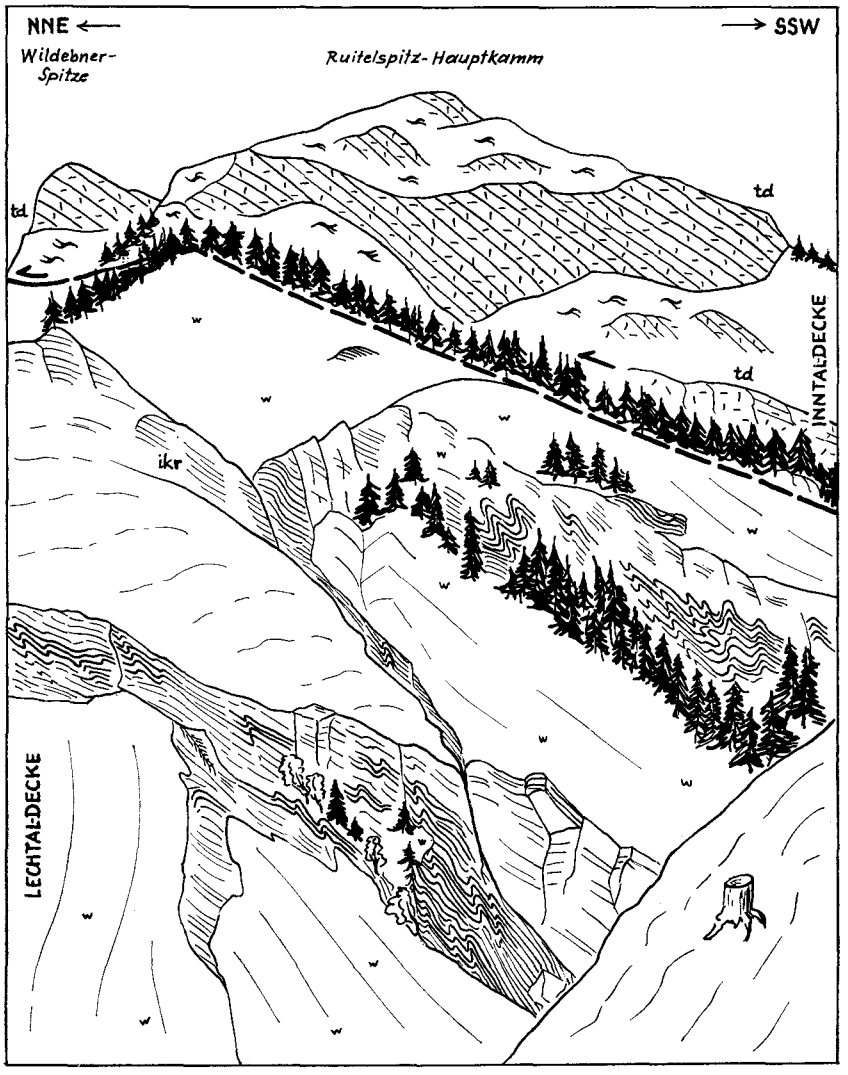


Abb. 40: Am Westrand der Ruitelspitz-Halbklippe zeigt der Anschnitt der Jungschichtenunterlage von der Kreide bis zu den Allgäuschichten abwärts auch unter dem zentralen Teil der Klippe im Madautal heftige nordvergent verschleppte Faltung, die eindeutig die nordvergente Überschiebung der zur Inntaldecke gehörigen Ruitelspitz-Halbklippe belegt.

In neuerer Zeit stehen weitere Beobachtungen über die Vergenz am Südrand der Halbklippe zur Verfügung, da D. BANNERT (1964) Detailskizzen dieser Region lieferte — vgl. Abb. 41. Auch diese Abbildung vom rechten Hang des Sillebaches nördlich Madau zeigt in Übereinstimmung mit allen übrigen Fakten die nordvergente Verformung des Untergrundes unter dem Südrand der großen Hauptdolomitschubmasse. Es kann nach allem nicht der geringste Zweifel bestehen, daß die auch landschaftlich so gut überblickbare, der Allgäudecke auflagernde Ruitelspitz-Halbklippe fernüberschobener Bestandteil der Inntaldecke ist — mit allen sich daran knüpfenden Folgen, die schon oben angedeutet worden sind. Wiewohl in der Diskussion von D. BANNERT (1964, S. 130), einem Schüler C. W. KOCKELS, der Ruitelspitzzug als „Sattel" bezeichnet

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

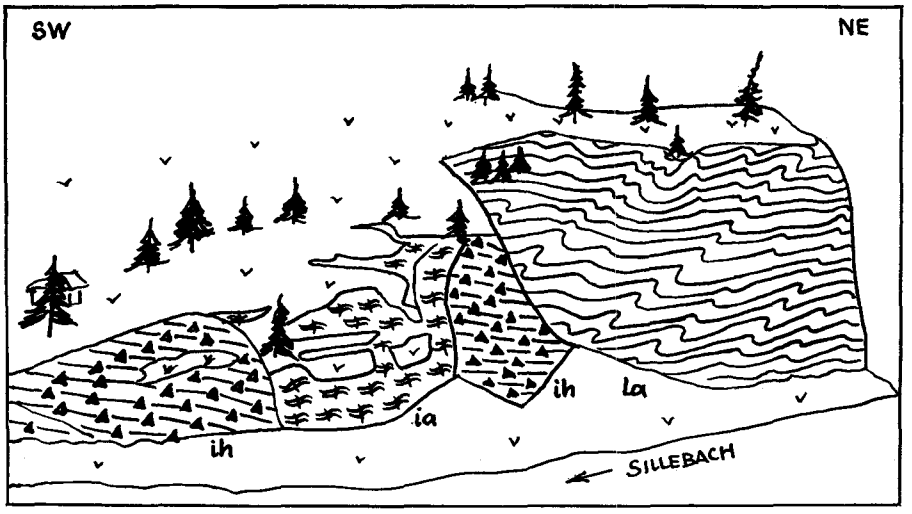


Abb. 41: Die Aufschlüsse auf der rechten Seite des Sillebaches nördlich von Madau nach Abb. 11 von D. BANNERT (1964, S. 65). Die unter der Wucht der überschobenen Ruitelspitzmasse geformte Jungschichtenunterlage zeigt eindrucksvoll die in nördliche Richtung weisende Vergenz der Kleinfaltung der Allgäuschichten mit Achsen um 075°/10° auch unter dem Südrand der Halbklippe.

wird, wird er andererseits von diesem Autor profilmäßig zutreffend als gegen unten begrenzte, freischwimmende Masse gezeichnet (Taf. 2). D. BANNERT hatte ja auch schon die den Hauptdolomit unterlagernden Aptychenschichten bei der Grießlalm gesehen (S. 133).

Im Zusammenhang mit der Frage nach der Vergenz der Ruitelspitz-Halbklippe bzw. dieses Abschnittes der Inntaldecke darf nicht die altberühmte, seit O. AMPFERER (1932, S. 95 f.) gut bekannte Rollfalte vom Madau vergessen werden, die mit ihrem nordgerichteten Faltenschluß des tauchenden Antiklinalkopfes gerade unter dem Südrand der Halbklippe einen klaren Beweis für den nordvergenten Einschub der den Untergrund derartig bedeutend beeinflussenden Decke gibt. Obgleich D. BANNERT in einer neueren Arbeit bei autochthonem Konzept die Rollfalte auf Grund innerer Fältelungen der Allgäuschichten dieser Struktur auf südvergent umdeuten möchte (1970, S. 91), zeigt die von ihm selbst gelieferte Profiltafel 8, S. 93, gegenüber den aus diesen Verfaltungen konstruierten Luftsätteln ganz eindeutig und anschaulich das nordgerichtete Schließen der Großstruktur der Rollfalte in den nicht abgetragenen Teilen der Gehängeanschnitte (Profil g, Rinne 2).

Der zweite diskutierte Abschnitt ist durch die Neubearbeitung von M. SARNTHEIN (1962) wieder ins Gesichtsfeld gerückt worden. Im Bereich westlich der Alblitalm konnte SARNTHEIN (1962, S. 167) keine Fortsetzung der von der Torspitze eindrucksvoll gegen SE herunterziehenden Überschiebungsfläche von Hauptdolomit über Jungschichten der Lechtaldecke finden. Die Auffassung hat insoferne Berechtigung, weil keine flache Deckengrenze im Anschluß an die von NW und von S herankommende Überschiebung W der Alblitalm vorhanden ist. Die Überprüfung dieses Abschnittes zeigte aber, daß das von E aus dem Inneren der Inntaldecke kommende, mehrfach eingefaltete Rhät streckenweise rechtwinkelig an dem im Alblittal heraufziehenden Hauptdolomit der Lechtaldecke abstößt, sodaß kein Zweifel an der Existenz einer hier als „Alblit-Störung" zu bezeichnenden Bruchlinie bestehen kann (Abb. 42). Wo

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

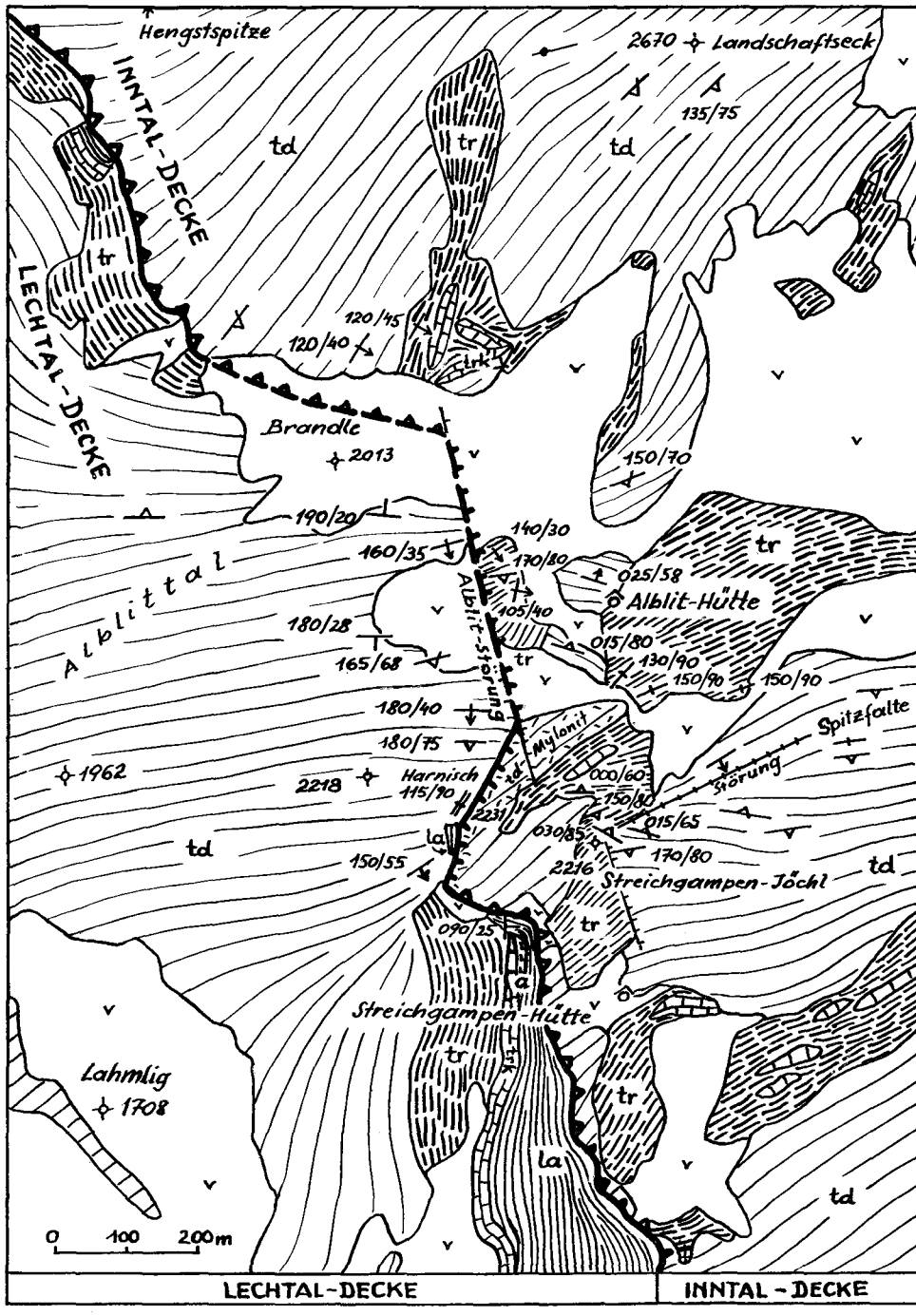


Abb. 42: Geologische Skizze der Verhältnisse im Alblit im Röttal—Madautal-Quellgebiet nach der geologischen Karte von M. SARNTHEIN (1962, Taf. 9) unter Hinzufügung der Fallzeichen. Die Grenze zwischen Lechtal- und Inntaldecke westlich der Alblit-Hütte wird eine Strecke weit durch zwei stumpfwinkelig aufeinanderstoßende Brüche überlagert.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sie in Fortsetzung gegen S den Hauptdolomitriegel quert, wird sie durch die starke Gesteinszertrümmerung sichtbar, der westliche Ast wird durch eine Harnischfläche und eine wiederverkittete Mylonitzone besonders markiert. Daß dieser Bruch einerseits eine bedeutende Sprunghöhe hat, andererseits die zuerst tieflagernde, westliche Hauptdolomitmasse der Lechtaldecke aufgeschleppt und dabei in gleiche Höhe wie den Hauptdolomit der höheren Einheit gebracht hat, zeigt der gerade noch am Südrand des Plateaus des Höhenzuges Kote 2218—2231 erhaltene Hornsteinjura-Span der Jungschichtenhülle der Lechtaldecke. So spricht der sich aus den lokalen Verhältnissen im NW zwingend ergebende Fernschub der Ruitelspitz-Torspitzmasse in gleicher Weise wie der Lokalbefund gegen einen Zusammenhang von Lechtal- und Inntaldecke im Raum des Alblit.

Die Verhältnisse im dritten Problemabschnitt am Westrand der Lechtaldecke im Bereich der Memmingerhütte sind bereits 1970 c, S. 122 f. zur Sprache gekommen. Hier lag ja im Bereich der östlich der Memmingerhütte auftretenden intensiven Faltenregion, in der Obertrias und Lias (der Inntaldecke) enorm verknetet sind, eine der strittigen Stellen in bezug auf die Abgrenzung der Inntaldecke gegen Westen. Hier hatte E. SPENGLER (1957, S. 208) nach der ersten Mitteilung von R. SCHÖNENBERG (1955, S. 67 ff.) über den angeblichen Zusammenhang zwischen Inntal- und Lechtaldecke die Deckengrenze ins Innere dieses Faltensystems verlegen wollen, u. zw. zwischen den Hauptdolomit des Oberlahms-Jöchls und die Hauptdolomitschollen bei der Memmingerhütte — zu unrecht, wie R. SCHÖNENBERG (1959, S 8 f.) ausführte. Aber auch die Annahme von R. SCHÖNENBERG (1955, S. 71), daß der Hauptdolomitkamm Kleinbergspitze—Seeschartenspitze E ober der Memmingerhütte sowie seine im Westen bei der Memmingerhütte noch sichtbaren Auslieger nicht eine auf der Freispitzmulde schwimmende Inntaldecke, sondern den „bei der Memmingerhütte nach E auftauchenden Untergrund der Freispitzmulde selbst" darstelle, widerspricht ganz den sichtbaren Gegebenheiten, nämlich dem eindrucksvollen regionalen Abtauchen des Jura der Freispitzmulde unter den Hauptdolomit NW der Memmingerhütte. Hier hat bereits M. SARNTHEIN (1962, Taf. 9) ganz richtig die Fortsetzung der tektonischen Grenze zwischen Freispitzmulde und dem Hauptdolomit der Oberlahmsspitze W der Memmingerhütte vorbei gegen SW ziehend eingetragen. Nach eigener Beobachtung zieht die Deckengrenze ohne Zweifel von der flachen, weithin sichtbaren Überschiebung des Hauptdolomites auf der Oberlahmsspitze am Unterrand der intern hier stark mit Rhät und Lias verfalteten Hauptdolomitmasse, immer über dem unterlagernden Fleckenmergelzug verbleibend, knapp westlich der Memmingerhütte durch und schwenkt nach dem Vorsprung im Alplig 500 *m* SW der Memmingerhütte gegen Osten bis zum Mittleren Seewi See zurück, tektonisch von der ihn begleitenden Jungschichtenzone (Seeköpfl, Kote 2408 usw.) stets abgegrenzt. Die Umgebung des Hauptdolomit-Spornes im Alplig durch Kössener Schichten der Jungschichtenzone hat M. SARNTHEIN (1962, S. 153) verleitet, hier eine Verbindung zwischen den Einheiten anzunehmen und diesen Hauptdolomit als Antiklinalkern zu betrachten. Aber die Ansicht des gegen Westen achsial aushebenden Hauptdolomitzuges von Westen her (Abb. 43) zeigt deutlich, daß es sich hier nicht um einen aus der Tiefe empordringenden Antiklinalkern handelt, sondern, wie aus der Gesamtsituation bereits mit Sicherheit zu erwarten war, um einen auflagernden Lappen, der von den Kössener Schichten der Unterlage durchgehend unterteuft wird. Die streckenweise gut erkennbare Bankung des Hauptdolomites zeigt die diskordante tektonische Auflagerung gegenüber der Kössener Basis an. Durch späteren Nachschub aus Süden wurde die Halbklippe leicht in die Unterlage eingefaltet. Die innere Struktur der Scholle ist durch eine NNW—SSE-Faltung (M. SARNTHEIN 1962, Kt.-Deckblatt) gekennzeichnet.

Die Fortsetzung der Grenze bzw. des Hauptdolomitlappens des Alplig führt eindeutig gegen Osten über die aus dem Schutt ragende Hauptdolomitscholle S Unterer Seewi-See zum schmalen Dolomitzug N vom Seeköpfle, der in gleicher Position eben-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

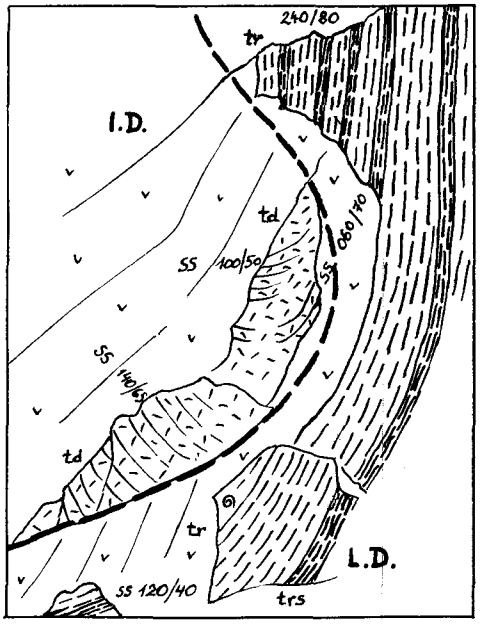


Abb. 43: Die Ansicht des Hauptdolomitsporns der Inntaldecke im Alplig 500 *m* SW der Memmingerhütte zeigt von Westen gesehen im gut aufgeschlossenen Gelände deutlich die Auflagerung dieser Masse über den unterteufenden Kössener Schichten.

falls noch leicht eingewickelt ist. E Kote 2435 schwenkt die Westgrenze der Hauptdolomitmasse der Inntaldecke gegen Süden: Der Dolomit überlagert, steil SE fallend, diskordant im Westen basal abgeschnitten, die ostfallende Lias-Rhätfolge beim Mittleren Seewi-See. Bis hierher sind die Verhältnisse, von der Ruitelspitze bzw. dem Decken-Nordrand kommend, eindeutig.

Die Frage ist nun, wie sich die basale Überschiebung der Inntaldecke weiter gegen Süden fortsetzt. In einer Breite von 8 *km* vom Stirnrand in der Ruitelspitzgruppe bis hierher überlagert die Hauptdolomitplatte der Inntaldecke samt jüngeren, eingemuldeten Gliedern das Faltensystem der Lechtaldecke, das hauptsächlich mit Jura- und Kreide-Schichten an der Überschiebung darunter eintaucht. Der regionalen Nordbewegung, der Gesamterstreckung der überschobenen Inntaldecke in E—W-Richtung und dem Hauptverlauf der Großfaltenzonen entsprechend, muß die Inntaldecke bei einer Abwicklung von der Stirn bis hierher um 8 *km* zurückgenommen werden, d. h. sie kann in dem betrachteten Raum hier im Süden mit Sicherheit nicht in das Faltensystem der Lechtaldecke übergehen, wie die Kartenaufnahmen durch die Fortsetzung des Hauptdolomitzuges des Seeschartenkopfes gegen WSW anzuzeigen scheinen, wo die WSW-Fortsetzung des Dolomitzuges über ein normal auflagerndes Rhät zum Jura des Lechtaldecken-Faltensystems verbunden ist. Auf der Strecke zwischen Mittlerem Seewi-See und dem Raum W der Bärenscharte muß sich vielmehr eine Grenze finden lassen, um die erforderliche 8 *km* weite Mindest-Zurücknahme der Inntaldecke gegenüber dem Untergrund vollziehen zu können.

Nach Prüfung der Verhältnisse im Geländer erschien (1970 c, S. 124) die schon aus der Karte von O. Ampferer hervorgehende bruchtektonische Störungszone SW der Seescharte die am ehesten mögliche Strecke für die Fortführung der Deckengrenze hinüber ins Oberlochtal, von wo ja die Überschiebungsfläche an der Südgrenze der Inntaldecke zweifellos über das Silberjoch und Starkenbach/Inn weiterläuft.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Diese Lösung ist nicht sehr befriedigend, da wiederum ein Bruchsystem in den Grenzverlauf einbezogen werden muß. Die Hauptstörung verläuft, von Harnischen begleitet, 050°—070°/65°—80°. An ihr stehen sich verschiedene Typen von Hauptdolomit gegenüber, u. zw. heller, dickbankiger, algenführender höherer Hauptdolomit im E und dunkler, dünngebänderter Unterer Hauptdolomit im W.

M. SARNTHEIN hat gegenüber der angegebenen Grenzziehung SW der Seescharte brieflich protestiert. Ich akzeptiere seinen Einwand. Auf der Suche nach einer klareren Stelle der Deckentrennung findet man, gerade unter Benützung der Karte von M. SARNTHEIN (1962, Taf. 9) etwas weiter im SW, im Abschnitt 400 *m* W der Bärenscharte, den Hauptdolomit des Hauptkammes mit seiner karnischen Unterlage im Süden über dem westlich davon schon sicher der Lechtaldecke angehörigen Hauptdolomitzug gegen W hin aushebend. Dieser tektonisch tiefere, westliche Hauptdolomitzug ist auch mit den nördlich begleitenden Jungschichten (der Lechtaldecke) verbunden, während der Hauptdolomit östlich der durch Karn markierten tektonischen Fuge im Bereich der Bärenscharte (der demnach nun zur Inntaldecke gestellt wird) im Norden schlagartig diskordant den Jungschichten auflagert. Die jüngst erschienene Kartendarstellung von W. MÜLLER-JUNGBLUTH (1970, Taf. 2) weist übrigens ganz in die gleiche Richtung: Der Hauptdolomit (der Inntaldecke) stößt SE der Memmingerhütte gegen Süden hin mit immer älter werdenden Partien an den (tektonischen) Rhät-Lias-Rahmen im Westen; westlich der Bärenscharte ist nach der erwähnten Darstellung schließlich auch der Untere Hauptdolomit zwischen Karn im S und den Jungschichtgliedern im N ganz abgequetscht, sodaß sich hier eine ungezwungene Abtrennung bietet. J. WESTRUP (1970, S. 100 ff., Abb. 20, Taf. 1) hat schließlich im Abschnitt westlich der Bärenscharte als erster eine bedeutende Querstörung erkannt, die er als Grießmutte—Seekopf-Störung bezeichnet hat.

Ein gemeinsamer Besuch dieses Abschnittes mit M. SARNTHEIN im Sommer 1971 und weitere eigene Beobachtungen zeigten, daß entgegen den älteren Vorstellungen hier tatsächlich eine bedeutende Überschiebungsfläche das Westende des Obertriaszuges Seescharte—Bärenscharte — also der Inntaldecke — von der Obertrias des Grießlspitzzuges der Lechtaldecke trennt (Abb. 49). Die Überschiebungsfläche stellt entgegen der Auffassung von J. WESTRUP (l. c.) keine steilstehende Blattverschiebung dar, sondern bildet im Abschnitt W der Bärenscharte eine mittelsteil südfallende Überschiebungsfläche, an der Karn und Unterer Hauptdolomit des Bärenschartenzuges über ebenso steilstehendem Oberem Hauptdolomit, Rhät und Lias des Untergrundes nordvergent überschoben sind, wie an den im folgenden erwähnten Rhätschürflingen, der nordgerichteten Aufschleppung des Hauptdolomites des Untergrundes und in der großen nordvergent geschwungenen Faltenumbiegung des hangenden Hauptdolomites ersichtlich ist. (Eine Quereinengung ist — wie vielerorts in den Lechtaler Alpen und darüber hinaus — hier neben den Längsachsen mit 110°/15° an einer schönen Wellung der Karnschieferbänder mit Achsen um 000°/50° erkennbar.) Die Überschiebung hat eine beträchtliche Deformation bewirkt: Das Karn der hangenden Einheit wird an seiner Untergrenze kräftig zerschert und zerlinst, der Hauptdolomit der liegenden Einheit wurde aus seiner steil nordfallenden Lagerung in einem Zehnermeter breiten Saum gegen Norden eingeschleppt (ss 175°/50°), Oberrhätkalk wurde losgerissen und weit nach Norden als Schürfling verschleppt (Abb. 49). Gegen Süden setzt die Fläche unter Steilerwerden und knickendem Einschwenken in die SW-streichende Störung zwischen Kreide und Hauptdolomit der Lechtaldecke im Parseierspitz-NW-Sockel fort. Obgleich, wie M. SARNTHEIN bei gemeinsamer Begehung zurecht betonte, diese die steilen Schichtverbände trennende nordaufsteigende Bewegungsfläche nur auf den jüngsten Akt der Gebirgsformung zurückgeht und bei Rückverlegung der letzten, daran etwa 1 *km* weit reichenden Bewegung die heute tektonisch gut getrennten Obertriaszüge der beiden Einheiten übereinander zu liegen kommen, sodaß man bei lokaler Betrachtung die beiden hierdurch ineinander überführen könnte, ergibt sich die Bedeutung

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

der Überschiebung unter Berücksichtigung der älteren ablesbaren Phasen erst aus der Gesamtsituation bis hinüber zur frei lagernden Ruitelspitz-Halbklippe: Durch deren Abwicklung ergibt sich zwingend auch eine sehr bedeutende Rücknahme der übrigen, damit zusammenhängenden Teile der Inntaldecke in älteren Phasen. Wesentlich für unsere Frage ist, daß der bei O. AMPFERER, E. SPENGLER und M. SARNTHEIN angenommene ungestörte Zusammenhang des südlichsten Hauptdolomitzuges der höheren Einheit (Inntaldecke) mit dem Grießlspitzzug der Lechtaldecke nicht gegeben ist, sondern zwischen den beiden — wie bereits theoretisch gefordert — hier eine bedeutende Überschiebung durchzieht. Für die erste Phase der Überschiebung wird man gerade auch in diesem Abschnitt entweder mit einer Reliefüberschiebung oder einer beträchtlichen tektonischen Abquetschung höherer Partien der überschobenen Lechtaldecke zu rechnen haben.

Zur Stellung der einer Deckscholle ähnlichen Hauptdolomit-Gipfelkappe des Vorder-Seekopfes ist zu sagen, daß er nach der Darstellung von M. SARNTHEIN (1962, S. 151) ein internes Element des hier zur Lechtaldecke gestellten Faltensystems bildet. Er stellt demnach zusammen mit dem darunter selbständig werdenden Oberrhätkalklappen gegen Norden gerichtete Roll- bzw. Tauchfalten in der Jungschichtenhülle dieser Decke dar.

Zur Gesamtsituation am Westrand der zusammenhängenden Inntaldecke ist zu bemerken, daß man zur Erklärung der tektonischen Superposition der beiden Großeinheiten, die so augenscheinlich und landschaftlich eindrucksvoll besonders in der Ruitelspitz-Halbklippe und im Röttal-Halbfenster, aber auch in den südlicheren Abschnitten streckenweise zum Ausdruck kommt, den Leitelementen der tektonischen Formung entscheidende Bedeutung zubilligen muß: Der nordvergente Schub der Ruitelspitze z. B. wird eindeutig durch die Dominanz der Längsfaltenelemente im frei schwimmenden Teil der Halbklippe sowie durch die durchgreifend nordvergente Verformung des Untergrundes belegt (S. 332 f.), wo die Querfaltung vollkommen hinter das im Durchschnitt übliche Maß zurücktritt. Die Querfaltung aber, die im Inneren der Inntaldecke als ein jüngeres Element gegenüber den großen Längsfaltenstrukturen auftritt, schneidet an der Basis der Inntaldecke ab und erweist sich daher als transportierte Struktur. Die Basis der Decke hat ganz analog jener der Lechtaldecke in den Allgäuer Alpen (vgl. Abb. 9) bei dem weiteren nordvergenten Hauptschub (Längsachsen des Untergrundes!) eine Basalabscherung erlitten. Die gegenüber diesem letzten Hauptschub älteren, mittransportierten Schräg- und Querstrukturen der Inntaldecke können entgegen M. SARNTHEIN (1962, S. 171) nicht dem Überschiebungsvorgang der Decke zugeordnet werden, dessen korrelate Kleinstrukturen in der durchgreifenden nordvergenten Faltung des kräftig deformierten Sockel-Oberteiles so auffällig in Erscheinung treten.

2. Die Deckschollen in den westlichen Lechtaler Alpen

Einige Anmerkungen sind noch zur Stellung der Deckschollengruppe im Flexenpaßgebiet in den westlichen Lechtaler Alpen vonnöten (Abb. 44). Zur Zeit als die Inntaldecke nicht als solche anerkannt worden war, war automatisch auch die Existenz von Deckschollen dieser Decke, die ihr gleichsam als tektonische Zeugenberge, als Auslieger im Westen vorgelagert schienen, hinfällig geworden. Konsequenterweise wurden damals von den Anhängern der Autochthonie all die eindrucksvollen Deckschollen beiderseits des Flexenpasses eingezogen und durch Pilzfalten extremer Formgebung ersetzt (R. HUCKRIEDE & V. JACOBSHAGEN 1958, W. STENGEL-RUTKOWSKI 1958, K. KOCH 1966). Diese Umdeutung hatte aber bei einer anderen Gruppe von Kennern des Gebietes keinen Anklang gefunden (F. HIRSCH 1966, S. 72; K. POLL 1967, S. 1107; W. HARSCH 1968, S. 21, 30 usw.) oder war durch genaue Beobachtungen zur Vergenz der Bewegung direkt widerlegt worden (B. ENGELS 1960, S. 336 ff.).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

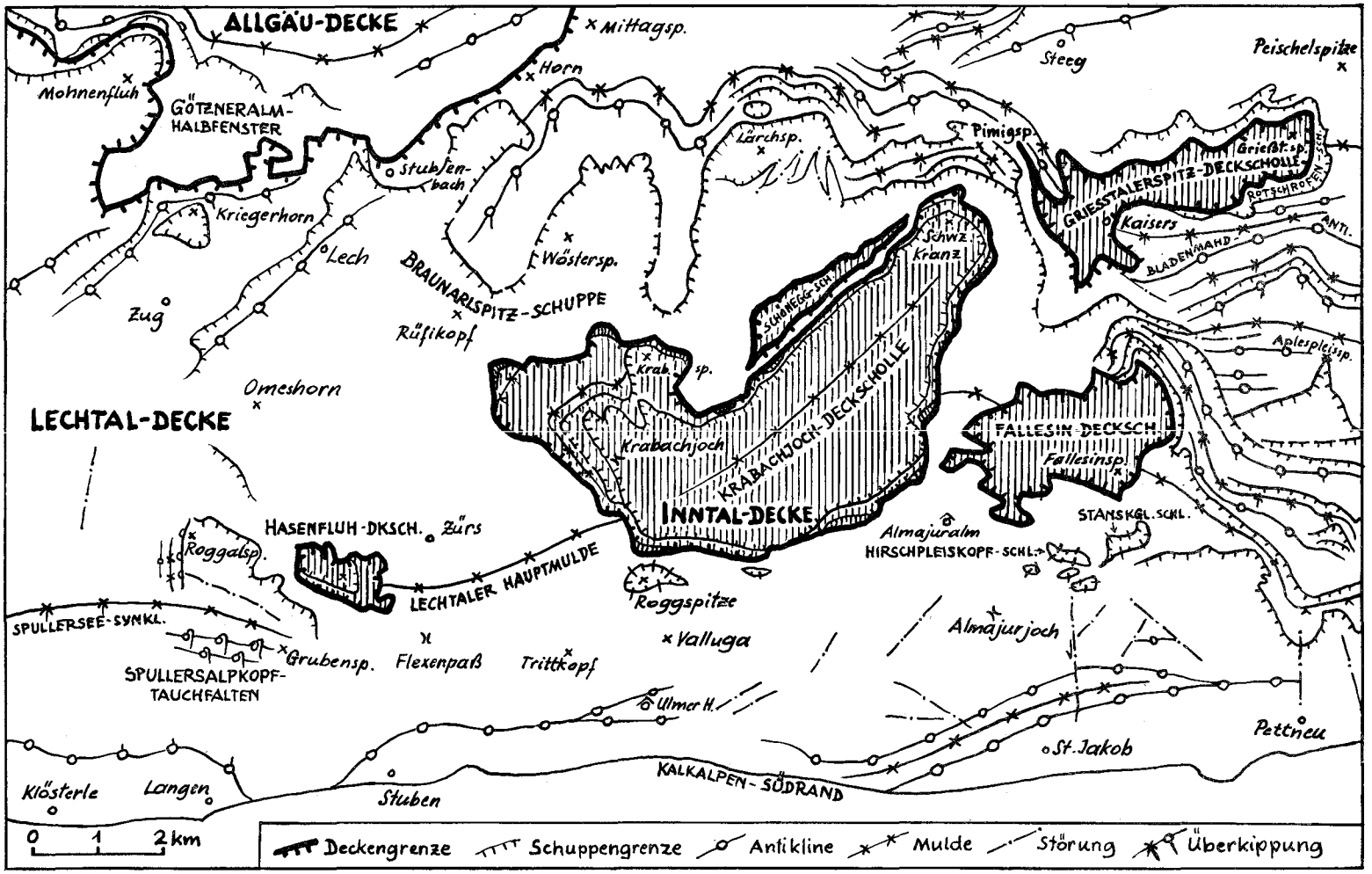


Abb. 44: Die Deckschollengruppe der Inntaldecke und Krabachjochdecke (vertikal schraffiert) im Flexenpaßgebiet.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Es steht nun heute außer Zweifel, daß die im Kern der Lechtaler Hauptmulde allseits frei schwimmenden schüsselförmigen Deckschollen wie Fallesin, Krabachjochscholle und Hasenfluh echte, seitlich eingeschobene Deckschollen darstellen: Die Art der Lagerung, die extrem verwalzten basal durchgehenden Lamellen, der Faziesgegensatz zum Untergrund (F. HIRSCH 1966, S. 72), die Mächtigkeitsverhältnisse gegenüber jenen des Sockels (Karn: W. HARSCH, 1968, S. 21, 30), die primäre Nordvergenz der Südrand-Unterlage, vor allem aber auch der erneute Nachweis der Existenz einer Inntaldecke und Krabachjochdecke im Osten, als deren Auslieger diese Deckschollen zu deuten sind, zeugen allesamt für die Allochthonie dieser Schollen, wie bereits 1970 a, S. 144 ff. und 1970 c, S. 127 f. vom Verfasser näher ausgeführt worden ist.

Die beweisenden direkten Vergenzbeobachtungen über nordvergente Verformung in den obersten Partien der tektonisch beanspruchten Unterlage unter den Südrändern der Schollen liegen durch B. ENGELS nicht nur von der Hasenfluh vor (1961, S. 336 ff.), sondern heute auch von der Krabachjoch-Deckscholle (1970, S. 171 f.), wobei allerdings Abb. 4, S. 173, dieser Arbeit als weiterer Vergenzbeweis für die Krabachscholle wegfällt, weil diese Zeichnung die Grießtalerspitz-Deckscholle betrifft. Übrigens sprach ja auch schon die schöne NW-gerichtete Verkeilung des Hauptdolomites der Hasenfluh-Südseite, die W. STENGEL-RUTKOWSKI (1958, S. 199, Abb. 8) gezeichnet hat, gegen einen Südschub der Hasenfluh-Südseite.

Verlangt der Nachweis dieser drei großen Deckschollen heute wohl wirklich keiner weiteren Beweisstücke mehr, so weisen die beiden zuäußerst gelegenen, zeitweise als Deckschollen angesehenen Klippen — die Roggalspitze im Westen und die Grießtalerspitzscholle im Osten zunächst eine problematische Struktur und Position auf, sodaß es sich lohnt, näher auf deren Bau einzugehen. Auf Grund der im Sommer 1970 gesammelten Erfahrungen soll hierzu Stellung genommen werden, nachdem die Position der beiden Schollen zuvor (1970 c, Abb. 1) noch als problematisch dargestellt werden mußte.

Der Zug der Roggalspitze—Wildgrubenspitzen bildet eine langgestreckte, WNW—ESE orientierte Kulisse aus Obertrias-Karbonaten, die über Jurakalken und vor allem weichen Kreideschiefern des Umlandes östlich vom Spullersee in Vorarlberg aufragt. Rein morphologisch sieht dieser Zug damit einer Klippe gleich. Hinzu kommt, daß südlich davon Tauchfalten der Lechtaldecke im Spullersalpkopf von O. AMPFERER (1925, S. 382, Abb. 12) beschrieben worden sind, die eine darüber hinweggegangene Schubmasse, in der hier die Inntaldecke erblickt werden kann, verlangen würden. So liegt der Schluß nahe, daß die Roggalspitzgruppe eben Teil ist jener zu fordernden einstigen Inntaldecken-Überlagerung dieses Raumes.

Die Beurteilung der Roggalspitze hat im Laufe der Zeit mehrfach gewechselt: O. AMPFERER (1925, S. 381, Abb. 11) hat sie ursprünglich als eine aus der Tiefe, der Lechtaldecke kommende antiklinale Aufragung gewertet, später (1932, S. 107) unter dem Eindruck der Meinung von Herrn Stephan MÜLLER als einen gegen Westen überschlagenen Teil der Inntaldecke bzw. (1934, S. 50) als Deckscholle der Krabachjochdecke betrachtet. Durch E. KRAUS (1949, S. 45 ff.) wurde dann diese Scholle als erste „Deckscholle" der Flexenpaßgegend eingezogen und wieder im Untergrund verwurzelt, wobei zugleich auch die südlich davon gelegenen, einst als Tauchfalten beschriebenen, eng gepreßten Falten des Spullersalpkopfes zu aus der Tiefe kommenden Schubbrettern umgedeutet worden waren (S. 42—45) — zu Unrecht, da der Faltencharakter dieses Systems unzweifelhaft besteht. Jüngst schließlich hat D. HELMCKE (1970, S. 535 f.) nochmals auf die Sattelnatur der Roggalspitze aufmerksam gemacht und zugleich die Faltenstruktur des Spullersalpkopfes nicht als Tauchfalten-Bündel, sondern als steilachsiges Faltensystem beschrieben.

Zur Klärung der Verhältnisse der Roggalspitzscholle ist nicht so sehr der Nordrand, wo Hauptdolomit die Kreide überschiebt, von Interesse, da zahlreiche Lokal-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

schuppen derartige nordgerichtete Überschiebungen zeigen, sondern besonderes Augenmerk muß wiederum dem Südrand und hier außerdem dem Westrand der Scholle zugewendet werden. Die Überprüfung erbrachte nun, daß es sich bei dieser „Klippe" zweifelsfrei um eine Aufragung aus dem Untergrund, aus der Lechtaldecke und nicht

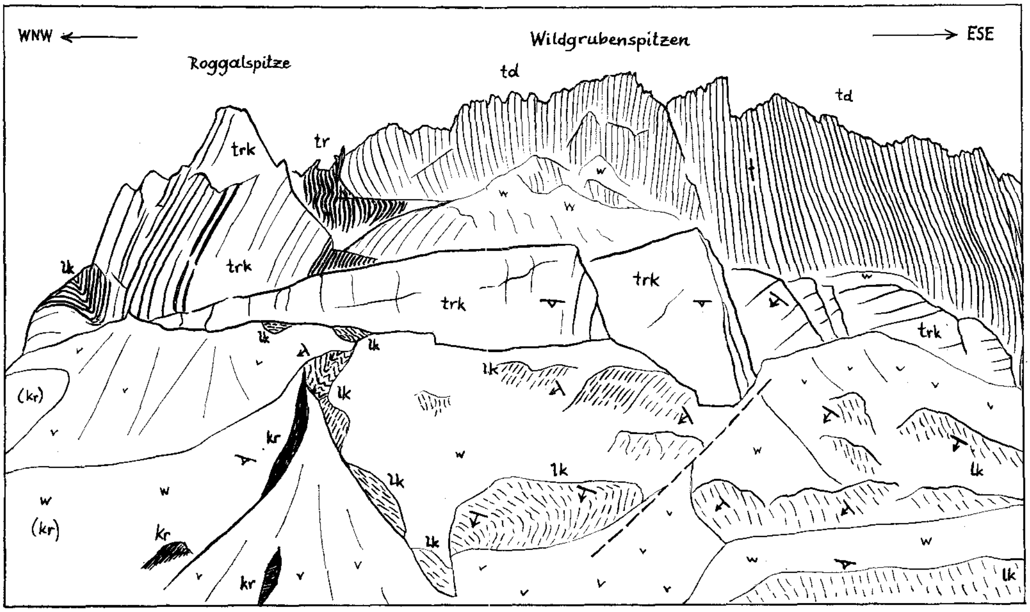


Abb. 45: Ansicht des Roggalspitz—Wildgrubenspitzkammes von SW. Der durch Westschub querstehende Hauptdolomit des Wildgrubenkammes bildet den Kern einer gestörten Antiklinale der Lechtaldecke, der im dargestellten Abschnitt schalenförmig von jüngeren, gegen außen hin wegfallenden Gliedern ummantelt wird, u. zw.: tr — Kössener Schichten, trk — Oberrhätkalk, lk — Liaskalk, Liashornsteinkalk, Crinoidenkalk, kr — dunkle Kreideschiefer.

um eine Deckscholle handelt (Abb. 45). Die umgebenden Kreideschiefer fallen im Westen und Süden der Berggruppe steil gegen SW von der Roggalspitz—Wildgrubenspitz-Masse weg, der nächstinnere Ring aus Jurahornsteinkalken und Liaskalken zeigt ebensolches allseitiges Abtauchen vom Triaskern weg: Im Süden (ober der „Eng") steil SSW bis SW, im Westen (Roßkopf) steil gegen W, im Norden (Obere Wildgrubenspitze) steil gegen N — schon von der Ravensburger Hütte aus sichtbar. Auch das nächstältere Schichtglied, der dickbankige Oberrhätkalk, bildet wiederum einen unvollkommenen, vom Kern nach außen fallenden Ring um den Wildgrubenspitz—Roggalspitzzug: Am Westrand der Scholle taucht er in der Roggalspitze steil gegen Westen ab, am Südrand fällt er, durch eine Störung vom Hauptdolomit-Kössener-Kern getrennt, steil gegen SSW unter die jüngeren Glieder am Fuß des Zuges ein. Die einzige, allerdings auffällige Komplikation ist die durch einen kräftigen Westschub bewirkte Isolation des Hauptdolomit-Kernes von der jüngeren Hülle entlang der ausgequetschten Kössener Schichten. Hierdurch wurde der dickbankige Hauptdolomit der Wildgrubenspitzen saiger und quer gegenüber den im Süden begleitenden zugehörigen jüngeren Schichtgliedern aufgerichtet. Der Westschub hat auch noch die querstreichende Lagerung des Oberrhätkalkes der Roggalspitze sowie die an deren Westabfall eindrucksvoll mit N—S streichender Achse hinziehende Liaskalkmulde bewirkt.

Jüngst hat R. Oberhauser (1970, S. 482 f.; Taf. 1, Prof. 5—6) für die Ableitung verschiedener Schollen der Flexenpaßgegend in Analogie zum Rhätikon eine Theorie

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

aufgestellt, durch welche er die Schollen Wildgrubenspitze, Hasenfluh und Krabachmasse durch Überfaltung aus dem steilstehenden Schichtverband des Kalkalpen-Südrandes ableiten möchte. Als Stütze der Theorie wird angenommen, daß die Wildgrubenspitz-Masse eine Deckscholle darstelle, in der der Dolomit verkehrt lagere, ferner wird das Spullersalp-Faltensystem im alten Sinn als Tauchfaltenhaufen aufgefaßt, der durch ebendiese Verformung für eine solche Überfaltung spräche. Diese Annahmen aber treffen nicht zu: Die Wildgrubenspitze ist Antiklinale und nicht Deckscholle und zeigt durch Westschub aufgerichteten, steilstehenden Hauptdolomit, keine Invers-Lagerung. Das Spullersalp-System fällt nach der Untersuchung von D. Helmcke (1970) durch die steilstehenden Achsen als Tauchfaltensystem aus. Auch die Suche nach einer engen Strukturparallele zwischen Hasenfluh und Krabachjoch-System zur Deutung durch die Südrand-Überfaltungstheorie bleibt erfolglos: Die Hasenfluh stellt eine liegende Faltenstruktur dar, die Krabachjochmasse besteht, wie S. 350 näher ausgeführt wird, aus drei unabhängigen aufrecht übereinanderlagernden Elementen: dem Jura-Kreide-Schürflingsteppich an der Basis, der Rüfikopf-Deckscholle vorwiegend aus Hauptdolomit (Inntaldecke) und der eigentlichen Krabachjoch-Deckscholle. Diese drei unabhängigen Elemente mit jeweils aufrechter Folge sind nicht aus dem heute steilstehenden Südrandschichtverband durch Überfaltung auf invers abzuleiten. Der flache Einschub der Deckschollen im Flexenpaßgebiet wie Hasenfluh, Krabachmasse, Fallesin usw. in der mediterranen, vorgosauischen Phase und die wesentlich spätere Steilstellung des Kalkalpen-Südrandes vor der sekundär nachdrängenden mittelostalpinen Kristallinmasse der Zentralalpen in Form der Ötz—Silvrettadecke haben nichts miteinander zu tun.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Beurteilung der Grießtalerspitzscholle bei Kaisers, die tief unter dem Ostrand der Krabachjoch-Deckscholle am Gehänge des Kaiserstales ansetzt und gegen Osten ins Sulzeltal hinüberzieht. Die Betrachtung der Grießtalerspitze von Osten her, die mit Hauptdolomit flach und frei über dem Kreidesockel und der Jura-Zwischenschuppe aufragt, hat die Bearbeiter von O. Ampferer (1911, Taf. 33) an bis zu M. Richter (1930, Taf. 2, S. 33), E. Spengler (1951, S. 192, Abb. 1) und O. Reithofer (1956, S. 225) bewogen, darin eine Deckscholle der Inntaldecke zu erblicken. Zur Zeit der Umdeutung der Deckenstrukturen aber wurde auch diese Scholle gleich wie die übrigen Deckschollen der Inntaldecke verwurzelt — entweder als autochthone Klippe (M. Richter 1955, S. 62) oder als Pilzsattel (R. Huckriede 1958, S. 381).

Die Stellung dieser Scholle ist insoferne problemreicher, da sie nicht allseits frei schwimmt, sondern an ihrem Westrand scheinbar mit dem Faltensystem der Lechtaldecke, das in den Ostabfällen von Pimigspitze—Schwarzer Kranz tief unter der Krabachjoch-Deckscholle hinzieht, zusammenhängt. Der Verdacht lag bereits auf Grund der Karte von O. Ampferer (1932) nahe, auf der man den Hauptdolomit der SW-Spitze der Scholle in Richtung Almajurtal unter dem Lias der Lechtaldecke verschwinden sieht und man in den beiden Spitzen am Westrand im Walchner Teil (Mitte) und am Hundskopf (NW-Rand der Scholle) nach der Karte und nach der Abbildung bei Ampferer (1932, bei S. 104) antiklinalen Bau und Einbindung in der Umgebung vermuten könnte. Dieser Verdacht wird ferner bestärkt durch die Darstellung von K. E. Koch (1966), der nach Neuuntersuchung den Rhät-Ausläufer der „Deckscholle", der sich vom Walchner Teil gegen NE fortsetzt (Taf. 6), tatsächlich als Antiklinale zeichnete (Taf. 5, Prof. A) und analog einen vom Abschnitt Hundskopf—Walser Böden gezeichneten Rhätfortsatz (Taf. 6) als Antiklinale zwischen Liasschiefern eintrug (Prof. A).

Besondere Beachtung verdient ferner der zwischen der Hauptdolomit-Schubmasse der Grießtalerspitze und dem Kreidesockel sich einschaltende Aptychenkalk, der im Sinne der Deckenlehre entweder (E. Spengler 1951, S. 192) als Verkehrtschenkel der als Faltendecke aufgefaßten Inntaldecke gedeutet oder aber (O. Reithofer 1956,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

S. 220) als tiefere Schuppe dieser Decke angesehen worden war. Beide Deutungen sind aber bereits mit dem Kartenbild bei O. AMPFERER (1932) nicht vereinbar, auf dem die Fortsetzung dieses Aptychenkalkzuges über den Hahnleskopf streicht, das Kaisertal quert, in dem Faltensystem der Lechtaldecke ober der Pimigalm einmündet und daher auf diese Art die „Inntaldeckscholle" ebenfalls mit dem Untergrund verbunden wäre. So habe ich 1970 c, Abb. 1 und S. 128 angesichts dieser Schwierigkeiten die Stellung der Scholle als fraglich bezeichnet und sie zunächst ohne nähere persönliche Kenntnis der Verhältnisse als parautochthonen Bestandteil der Lechtaldecke belassen.

Ein mehrfacher Besuch der verschiedenen Abschnitte dieser Scholle im Sommer 1970 aber hat diese Schwierigkeiten durch neue Beobachtungen Stück um Stück abbauen lassen. Wenden wir uns zunächst dem Ostabschnitt der Scholle im Sulzeltal zu. Von hier hatte auch R. HUCKRIEDE (1958, S. 381) ausgeführt, daß der Hauptdolomit dieser von ihm als „Grießtaler Sattel" bezeichneten Scholle „von E, vom Sulzeltal aus, den Eindruck einer frei auf Jura und Kreide schwimmenden Deckscholle macht ... M. RICHTER erkannte einen allerdings stark reduzierten stratigraphischen Verband vom Hauptdolomit über Kössener Schichten und Fleckenmergel zum Aptychenkalk der ‚Lechtal-Decke'. Die Neukartierung wies diesen stratigraphischen Verband fast rings um den nach W abtauchenden und nach E jüngeren Gesteinen aufgeschobenen Sattel nach. Von einer unten gänzlich abgequetschten autochthonen Klippe (RICHTER in RICHTER & SCHÖNENBERG 1954, S. 62) kann man hier ebensowenig sprechen wie von einer Deckscholle".

Die Überprüfung der Lagerungsverhältnisse der Grießtaler Spitze im Bereich des Sulzeltales und auch im Westen aber hat derartig konträre Ergebnisse gegenüber dieser Darstellung erbracht, daß hier nur eine Nichtbegehung wichtiger Abschnitte dieses Gebietes der mißlichen Darstellung bei HUCKRIEDE zugrunde liegen kann. Bereits bei O. AMPFERER, Blatt Parseier Gruppe, erkennt man, daß von einem stratigraphischen Verband der Hauptdolomitkappe des Grießtalerspitzstockes im Norden, Osten und Süden, also an drei Seiten, keine Rede sein kann (gegen Westen setzt ja die Deckscholle weiter fort, s. u.). Es trennt vielmehr eine, nach dieser Karte am besten als liegende, vom Untergrund gegen Norden abgerollte Falte zu deutende Struktur mit Radiolarit im Kern und jüngeren Aptychenschichten im Hangenden und Liegenden die diskordant stehende Hauptdolomit-Deckscholle vom Kreide-Untergrund.

Die Geländebeobachtungen zeigen nun, daß die Trennung von Deckscholle und Kreide-Untergrund des muldenförmig gebauten Sockels durch das Auftreten einer Reihe weiterer, von O. AMPFERER noch nicht erfaßter Schichtglieder noch eindeutiger, noch unzweifelhafter wird. Zunächst schaltet sich im Liegenden der Radiolarit-Aptychenkalk-Zone des Rotschrofen-Falten-Schuppensystems unter der Rotschrofenspitze ein diskordant zugeschnittener mächtiger Keil von Hauptdolomit ein, auch schon von der gegenüberliegenden Talseite als solcher erkennbar (Abb. 46, Pkt. 1). Er besteht aus einem gut gebankten, 55—70° steil gegen Norden (340—020°) einfallenden Dolomit, der basal in dunkelgrauen bis schwarzen, z. T. gebänderten, an Muschelgrus reichen (karnischen?) gebankten Dolomit übergeht. Der Keil bildet eine weitere, tiefere Schuppe, die sich mit scharfer tektonischer Grenze im Liegenden und Hangenden als weiteres selbständiges, trennendes Element einschiebt. Der überschobene Aptychenkalk mit B 315/10° ist basal extrem beansprucht. Ein weiterer Span dieser Schuppe findet sich unter dem NE-Sockel des Grießtalerspitz-Oberbaues, wo weitere Hauptdolomitschollen auch noch innerhalb des zerschlitzten Aptychenkalk-Radiolarit-Gürtels aufscheinen (Pkt. 4 der Abb. 46, auf der die weitere Gliederung dieser Zone gegen N nicht ausgeführt ist).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

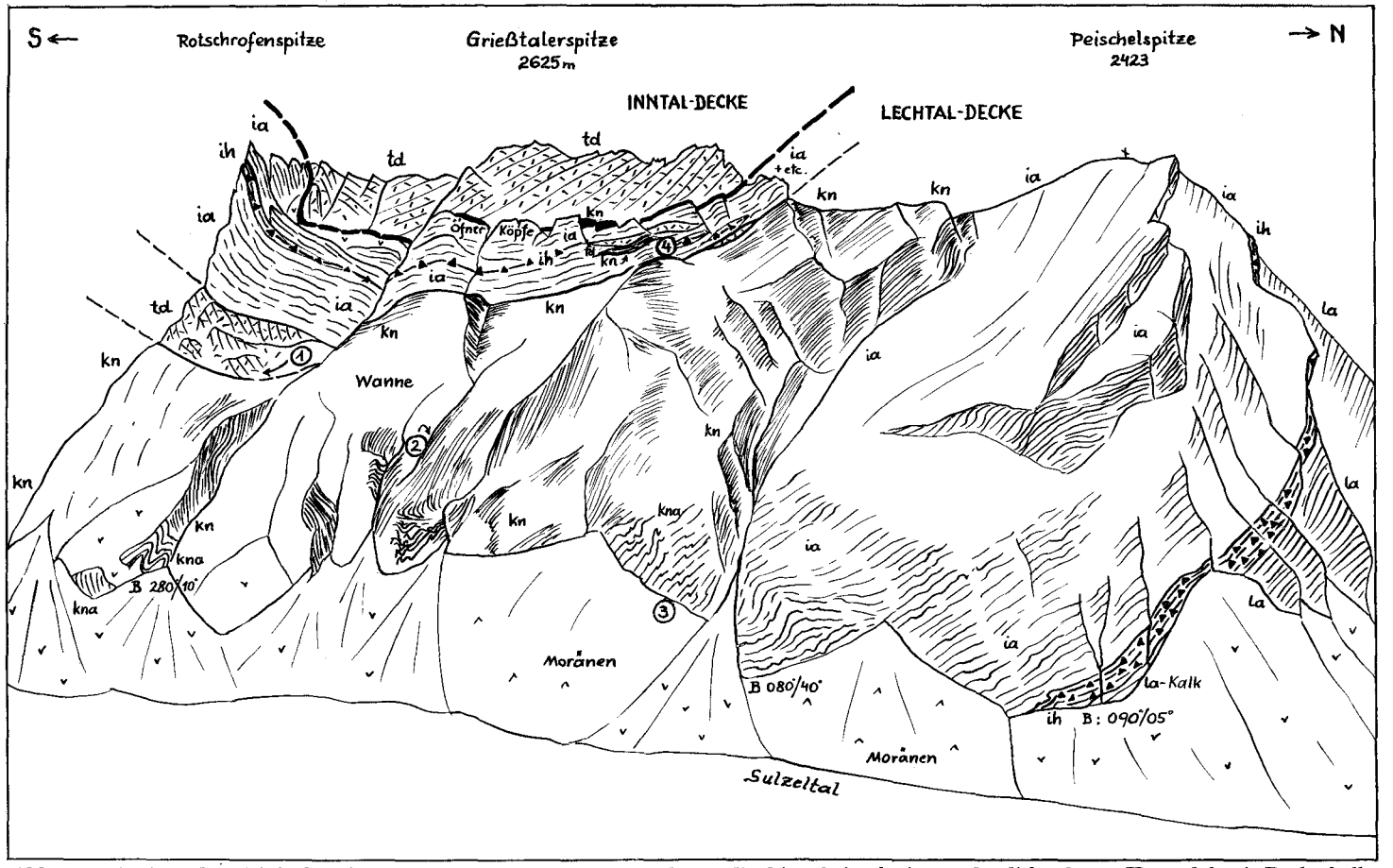


Abb. 46: Ansicht der Grießtalerspitz von Osten. Man erkennt zuoberst die hier frei schwimmende diskordante Hauptdolomit-Deckscholle der Inntaldecke, darunter die in sich intensiv verfaltete und verschuppte Dachschuppe der Lechtaldecke (Rotschrofenschuppe), basal die mächtige Kreide der Lechtaldecke (kn — Kreideschiefer, kna — neokome Aptychenschichten). Die Rotschrofen-Schuppenserie vermittelt keineswegs zwischen Inntal- und Lechtaldecke, sondern führt hangend noch Kreideschiefer (kn), liegend Hauptdolomit, sodaß hierdurch die Trennung verdeutlicht wird.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Als weiteres Argument gegen die Annahme eines stratigraphischen Verbandes von Deckscholle und Sockel sind die über dem Radiolarit-Aptychenkalkgürtel der Rotschrofen-Schuppenzone aufgefundenen Kreideschiefer der Öfner Köpfe („kn" auf Abb. 46) hervorzuheben, da sie sich unmittelbar unter dem diskordant überschobenen Hauptdolomit des Gipfelaufbaues einstellen.

Die Lagerungsverhältnisse in der Grießtalerspitz—Rotschrofenspitz-Gruppe zeigen demnach deutlich, daß die Grießtalerspitzscholle nicht als Sattel gedeutet werden kann, daß sie nicht durch einen verkehrt liegenden Flügel zum Untergrund verbunden ist, sondern die gesamte Basis eine diskordante Überschiebungsfläche bildet und daß sich darunter ein in der ganzen Breite der Scholle mitgeschlepptes, kompliziertes, vom Untergrund (Lechtaldecke) stammendes Falten-Schuppen-System der Rotschrofen-Zone befindet. Der Herkunftsort dieses Systems muß zufolge der dominierenden Nordvergenz und der heute unmittelbar darunter folgenden mächtigen Kreideschieferzone weiter aus dem Süden, etwa vom Falmedonzug bzw. der Blahdenmahd-Antiklinale abgeleitet werden. Dabei hat kein aktiver Prozeß diese Falte aus der ihrer Struktur nach nicht hierzu geeigneten Antiklinale herausgepreßt, sondern sie ist durch das Abziehen der Haut, des Mantels der Antikline durch die darüber hinwegbewegte Decke mitgenommen und ausgewalzt worden.

Betreffs der Bewegungsrichtung und Faltenprägung springt als Hauptelement auch hier zunächst die gegen Norden überschlagene, geschleppte Falte mit W—E-Achse ins Auge — besonders im Jungschichtenanteil des zur Tajaspitzmulde gehörigen Sockels. Mit steilem achsialem Westfallen sinkt dieser Muldenzug rasch gegen Westen unter die Rotschrofen-Schuppenzone und Grießtalerspitz-Deckscholle ab. Die Streichwerte dieser W—E ziehenden Faltenstränge streuen etwas, ihr Schwerpunkt liegt zwischen (070) 080—100° bzw. 260—280°.

Markant aber ist hier auch die starke Wirkung einer deutlich gegenüber dieser Längsfaltung älteren, schrägen Faltungsphase, die Achsen um 035—040° bzw. 220—225° geprägt hat. Diese Strukturen können als prächtige, große schräge Falten entwickelt sein (Punkt 2 der Abb. 46). Vielerorts erkennt man ihr relatives Alter, indem sie von den W—E-Falten umgeprägt werden. Kräftige liegende Falten der älteren Richtung sind komplett zusammengeklappt und in der neuen Richtung abermals zu liegenden Falten verformt. Besonders schöne Beispiele sind bei Pkt. 3 und 4 der Abb. 46 sichtbar (Pkt. 3: ältere Achse 035°, jüngere 070/40°; Pkt. 4: älteres B 220/50°, jüngeres 100/40°).

Während demnach die Deckschollen-Natur der Grießtalerspitzscholle in ihrem Ostabschnitt nicht in irgendeiner Form in Frage steht, liegt ein scheinbar schwieriges Problem im Westabschnitt der gleichen Scholle vor. Die Frage lautet hier: Binden die beiden Zungen beim Hundskopf und im Walchner Teil tatsächlich durch antiklinalen Bau die „Deckscholle" mit dem Faltensystem des Untergrundes, wie oben angedeutet? Keinesfalls. Wie Abb. 47 zeigt, ist bereits im Grunde des Kaisertales das Ausheben des Hauptdolomites der Hundskopfzunge am Aufschwung des nördlichen Faltenschenkels der letzten, nördlichsten Hauptdolomitfalte zu sehen. Über die Walser Böden und die dahinter liegende Gamsweide aber zieht keine Fortsetzung von Kössener Schichten, wie nach K. E. Koch (1966, Taf. 6) anzunehmen gewesen wäre, der hierdurch die Scholle mit dem Faltensystem des Untergrundes bindet. Aptychenkalke stehen in der entsprechenden Zone an.

Noch eindrucksvoller ist das Ausheben der Grießtalerspitzscholle mit ihrem westlichen Zipfel, jenem im Walchner Teil. Der Hauptdolomit und das damit verbundene Kössener Rhät eines reduzierten verkehrten Schenkels heben eindrucksvoll über dem

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

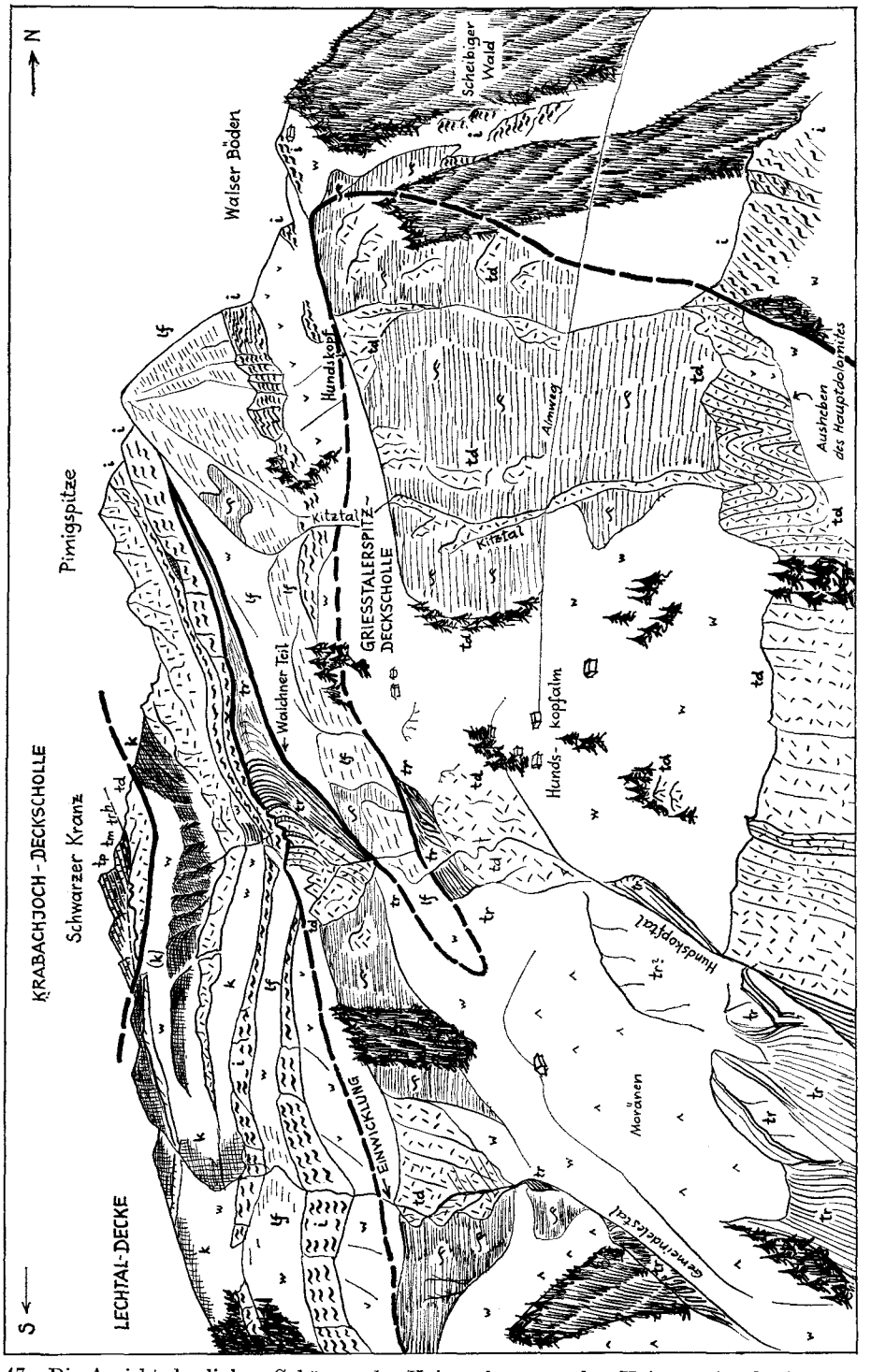


Abb. 47: Die Ansicht des linken Gehänges des Kaisertales gegenüber Kaisers zeigt das Faltensystem der Lechtaldecke, das vom Tirolikum überschoben wurde. Dieses liegt heute noch geschuppt in Form der Krabachjoch-Deckscholle im „Schwarzen Kranz" auf, erscheint aber noch in einem zweiten Lappen, der Grießtalerspitz-Deckscholle, tief versenkt und im SW eingewickelt, die aber bereits am West- und Nordwestrand (Walchner Teil, Hundskopf) aushebt. Abkürzungen wie üblich — abgesehen von „i", womit Aptychenkalk und Juraradiolarit hier zusammengefaßt sind.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

aus Aptychenschichten bestehenden Untergrund aus, wie bereits die Übersichtsskizze Abb. 47, besser noch das Detail dieser Stelle, Abb. 48, erkennen läßt. Die Kössener

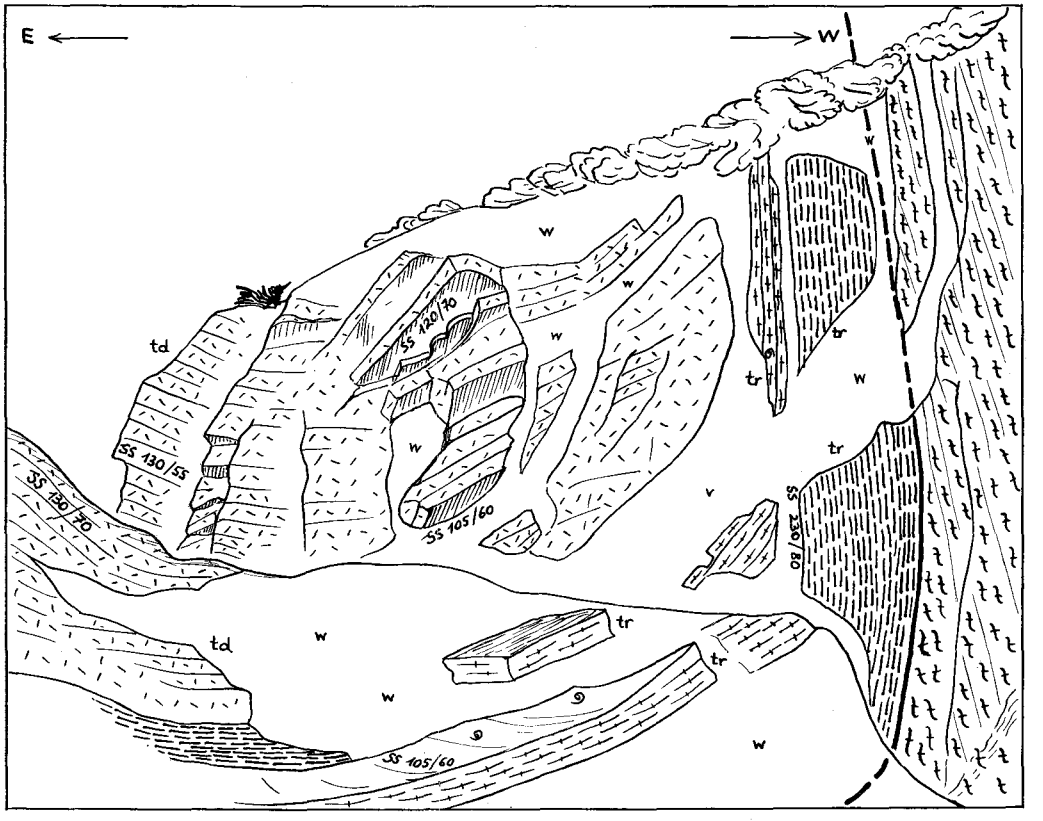


Abb. 48: Detail zur vorigen Abbildung, das muldenförmige Ausheben der Hauptdolomit-Rhät-Serie der Grießtalerspitz-Deckscholle im Walchner Teil über Aptychenschichten (rechts) der Lechtaldecke zeigend. Blick von Norden, Bildlänge etwa 60 *m*.

Schichten heben in vorbildlicher Mulde aus, der Hauptdolomit im Zentrum kommt nicht als Antiklinale aus der Tiefe, sondern liegt im Muldenkern, ebenfalls synklinal gebaut, auf. Von hier zieht tatsächlich ein langer Span von Kössener Schichten, wie bei K. E. Koch dargestellt, in Richtung Pimigspitz-Osthang im Wiesengelände weiter und kann nach den abgebildeten Lagerungsverhältnissen nur als eingewickelter Sporn gewertet werden.

Der dritte Fortsatz der Scholle aus Hauptdolomit im Almajurtalgrund verschwindet zufolge seines SSE-Fallens tatsächlich unter dem Jura der Lechtaldecke, sodaß hier entgegen den beiden anderen Stellen ein Abtauchen der gleichen, im Westen und Nordwesten aushebenden Masse vorliegt.

Bei Betrachtung der Gesamtkontur der Scholle ergibt sich für diese Hauptdolomit-Rhät-Masse besonders unter Berücksichtigung der klaren Überschiebung der Grießtalerspitze selbst eindeutig der Charakter einer Deckscholle, die im SE, E, N, im NW und W generell über dem Untergrund aushebt und nur im SW-Zipfel von der Unterlage eingewickelt wird.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Einwicklung der Deckscholle im SW aber, ferner ihre eigenartige Tiefschaltung gegenüber der aus der gleichen Einheit entstammenden Krabachjoch-Deckscholle erfolgte durch eine sekundäre Schuppung des Deckenpaketes, durch einen Einwicklungsvorgang großen Stils, wie bereits O. AMPFERER (1932, S. 73) und E. SPENGLER (1951, S. 193 f.) formuliert haben. Durch die neueren Untersuchungen der Region Kaisers—Pettneu ist auch die nähere Ursache für diese Einwicklung im Almajurtal und die Höherschaltung der westlicheren Scholle klargelegt worden: Hier zieht die große, nach dem nordvergenten Überschiebungsbau in jüngerer Phase entstandene „Schrägzone von Kaisers" (Schrägzone von Steeg—Pettneu) durch, an der die Quertektonik wichtige, schuppenförmig übereinandergestapelte Elemente bildete, gegen NE vordrang und die älteren W—E-Strukturen umprägte oder abschnitt (R. HUCKRIEDE 1958, S. 382; R. FELLERER 1966, S. 853) oder eben einwickelte.

Die Grießtalerspitzscholle ist demnach zusammenfassend als eine Deckscholle der Inntaldecke zu werten, die im SE, E, N und W frei aushebt, durch lokale Kössener Schichtreste unter dem Hauptdolomit einen reduzierten Liegendschenkel andeutet, unter sich als Walzfalte einen Juralappen der Lechtaldecke mitgenommen hat und im SW in der jüngeren Schrägaufschiebungszone von Kaisers tiefgeschaltet und eingewickelt worden ist. Die Scholle gibt ein schönes Beispiel für kompliziertes alpines Geschehen, das sich aber durch die gute Aufgeschlossenheit der Region insoferne befriedigend durchschauen läßt, als nunmehr allen beobachtbaren Gegebenheiten Rechnung getragen werden kann.

Nördlich der Krabach-Schubmasse steckt in den unterlagernden Kreideschiefern der Lechtaldecke wurzellos der tektonisch extrem beanspruchte und komplizierte Triasspan der Lärchspitze—Pimigspitze eingekeilt. Von O. AMPFERER (1932, S. 44, 104) und E. SPENGLER (1953, S. 28) wurde dieser Span als Fortsetzung der Wösterspitzschuppe gewertet, aber zur Inntaldecke gerechnet — während heute die Wösterspitzschuppe eindeutig als Element der Lechtaldecke anzusehen ist. K. E. KOCH (1966, S. 631) hat die Scholle als eine aus dem Untergrund ausgepreßte Sattelstruktur gedeutet. Da ich zur Prüfung der Frage im Gelände ursprünglich keine Gelegenheit hatte, beließ ich auf Abb. 44 diese Einheit im bisherigen Sinne (Wösterspitzschuppe) beim bajuvarischen Untergrund, während eine andere Taxierung der Verhältnisse auch darin ebenso wie bei der südlich benachbarten Schönegg-Scholle und bei der östlich unterhalb eingekeilten Grießtalerspitz-Scholle ein an Teilästen der erwähnten Schrägzone von Kaisers eingewickeltes Element der Inntaldecke erkennen lassen könnte.

Die Prüfung der Frage im Gelände hat ergeben, daß der Lärchspitzzug als genaues Gegenstück zur Hauptdolomitschuppe über der Kreide auf der Westseite des Bockbachtales (Wösterspitzschuppe) wohl zurecht als Fortsetzung dieser Einheit und nicht als eingewickelte Deckscholle zu werten ist: Einerseits heben die Kreideschiefer S davon steil gegen Norden über dem Lärchspitzzug aus, andererseits keilt die Obertriasplatte der Wösterspitzschuppe im Hintergrund des Bockbachtales unter rascher Mächtigkeitsabnahme lang geschwänzt in den Kreideschiefern aus und markiert eine Reihe von Obertriasspänen in dieser Kreide die einstige Bewegungsbahn des heute abgerissenen Triaskernes der Lärchspitze in den Jungschichten.

Die Krabachjochdecke

Im Jahre 1914 hatte O. AMPFERER (S. 322) auf Grund der Krabachjochscholle und Larsennscholle eine weitere, über der Inntaldecke auflagernde großtektonische Einheit, die Krabachjochdecke, aufgestellt. Sie fiel im Zuge der Umdeutung des Deckenbaues zu gebundener Tektonik am ersten der Uminterpretation durch C. KOCKEL (1954) zum Opfer. Dadurch, daß vom östlich benachbarten Tschirgant her ein Gewölbe gerade

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

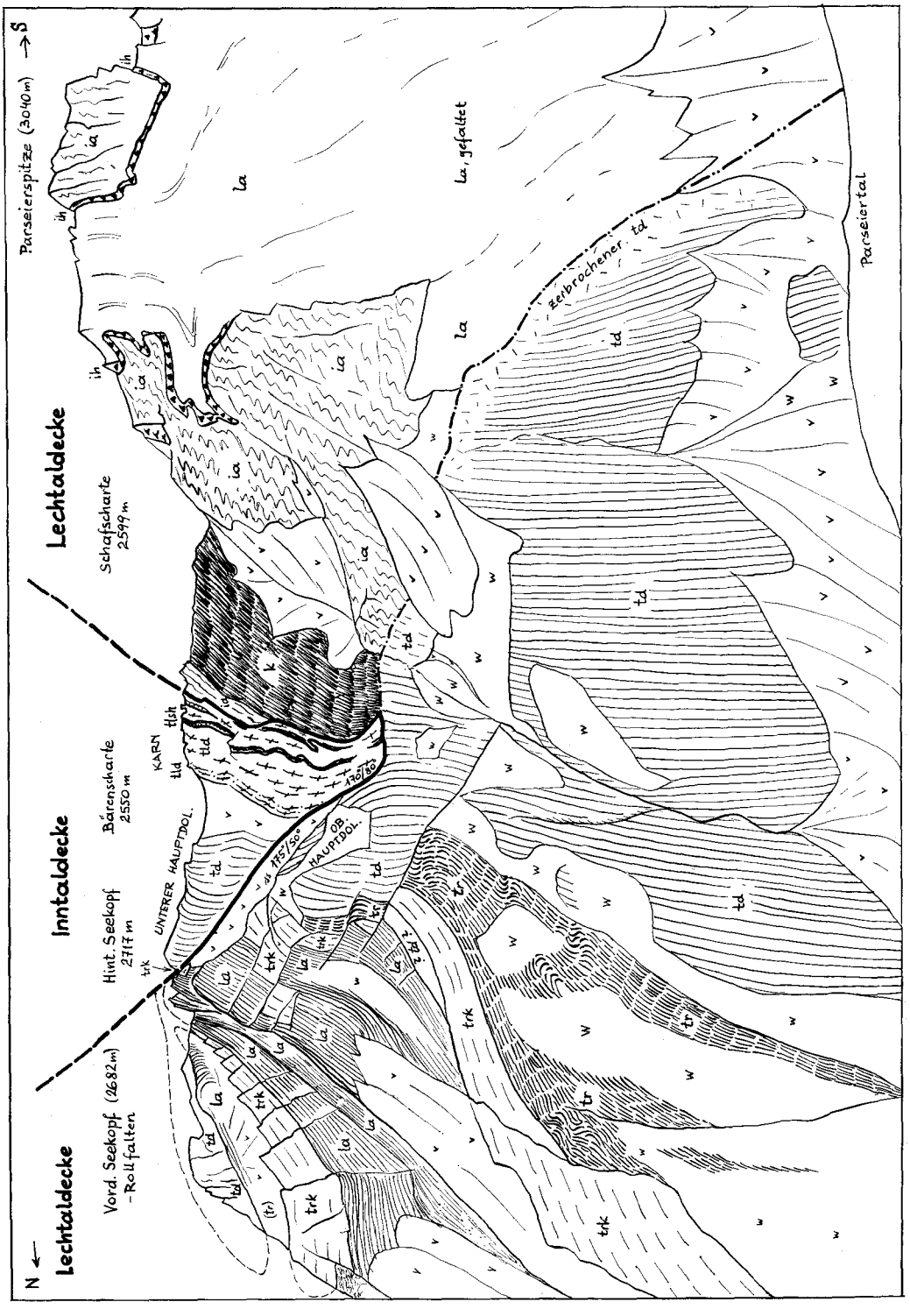


Abb. 49: Das SW-Ende der Inntaldecke N der Parseier Spitze, von W gesehen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

in Richtung Larsennscholle nach W zieht und diese Scholle auch faziell gut zum Tschirgant paßt, war die Umdeutung des Ostabschnittes der Krabachjochdecke bald auch von den österreichischen Geologen anerkannt worden. Die im Westen gelegene Krabachjochmasse selbst wurde hingegen zwar meist nicht im Sinne der Pilzfaltentheorie wie von K. Koch (1958, S. 206) gedeutet, wohl aber oft einfach als lokales Teilelement der Inntaldecke aufgefaßt. Nun aber läßt sich auf Grund der Auswertung neuester Beobachtungen verschiedener Autoren auch in diesem letzten, noch in Schwebe gewesenen großtektonischen Fragenkomplex der Westkalkalpen eine Entscheidung fällen, die wiederum — wie bei den übrigen revidierten Bereichen — zugunsten O. Ampferers ausfällt. Derart ist auch die Darstellung auf Taf. 11—12 zu modifizieren.

Was zunächst die Larsennscholle betrifft, so hat in neuerer Zeit L. Renatus (1968) durch Neukartierung die alte, bis zur Zeit C. Kockels herrschende Darstellung beträchtlich revidiert und gezeigt, daß keine verkehrte Serie den Wettersteinkalk der Scholle über Raibler Schichten zum Hauptdolomit des Untergrundes bindet, sondern die Scholle allenthalben, wo aufgeschlossen, mit aufrechter Serie mit Muschelkalk an der Basis einsetzt. Allerdings blieb auf seiner Karte ein eigenartiger, weithin zwischen Scholle und Hauptdolomit-Untergrund eingeschalteter Streifen karnischer Gesteine. Durch eine weitere Kartierung (W. Müller-Jungbluth 1970, Taf. 2) wurde aber auch dieser Streifen bis auf Späne im SE und NW reduziert, die Überschiebung des Muschelkalkes erfolgte im Westen und Süden (die NE-Seite ist ja durch Verschüttung verhüllt) auf Unteren und Mittleren Hauptdolomit. Damit fallen alle älteren tektonischen Gesichtspunkte, die für eine Einbindung in den Untergrund sprechen, weg. In fazieller Hinsicht muß bei Rücknahme an den südlichsten Rand der Kalkalpen dann nochmals eine Wetterstein-Faziesschwelle hinter einem Partnachtrog, der noch im Südrandbereich der Inntaldecke liegt, angenommen werden.

Eine weitere Entdeckung bestätigt nun vollends die Existenz einer solchen höheren Schubmasse über der Inntaldecke im Raum der Larsennscholle. 3 *km* W davon wurde am Gipfel des Bergwerkkopfes über dem muldenförmig gebauten Hauptdolomit eine Deckscholle von Wettersteinkalk entdeckt (W. Müller-Jungbluth 1970, S. 275 und Taf. 2; J. Westrup 1970, S. 126 und Taf. 1—2). Die Deckscholle zeigt nach letztgenanntem Autor aufrechtes Geopetalgefüge und kann nach den klaren Lagerungsverhältnissen einerseits nur als Gegenstück zur Larsennscholle, andererseits aber nur als freischwimmende Klippe gedeutet werden. Auch im zwischenliegenden Abschnitt ist eine vermittelnde, allerdings an Brüchen eingesenkte Wettersteinkalkscholle („Tagkarscholle") durch J. Westrup gefunden worden. Damit ist die Existenz der Krabachjochdecke in diesem Abschnitt außer durch die Larsennscholle auch durch die Tagkar- und Bergwerkskopf-Klippe belegt.

Die tektonische Zweiteilung der allochthonen (s. o.) Krabachjochmasse zeigt aber, daß die Krabachjochdecke auch im Westabschnitt vertreten ist. In dieser Schubmasse folgt über dem in reicheren Profilen als tektonisch von der Krabachmasse unabhängig und aufrecht lagernd (K. E. Koch 1966, Abb. 10—19 und Taf. 5) erkennbaren Schürflingsteppich aus Jura- bis Unterkreidespänen zunächst eine tiefere große Deckscholle mit vorwiegend Hauptdolomit, stark ausgedünnt, gefaltet und nur im NW im Rüfikopf zu großer Mächtigkeit anschwellend („Rüfikopf-Deckscholle"). Sie lagert ebenfalls normal, wie die Symbole im Hauptdolomit bei K. E. Koch (1966, Abb. 15, 17 und Profile Taf. 5) sowie die in den Mulden im NW erhaltenen jüngeren Schichtglieder anzeigen. Diese Scholle nimmt die Position der Inntaldecke ein. Darüber aber folgt, wiederum aufrecht lagernd, die Krabachjochdeckscholle s. str. mit ihrer Serie vom Buntsandstein bis zum Hauptdolomit als westlicher Repräsentant der gleichnamigen Decke. Die Deutung des unteren Stockwerkes als verkehrter Schenkel einer liegenden Falte, dessen jüngere Glieder in den Schürflingen zu sehen seien, ist damit hinfällig, die beiden Hauptstockwerke sind aufrecht lagernde Stücke übereinanderliegender selbständiger Decken.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

In der weiten dazwischenliegenden Region hat eine im Quer-Streifen O. Stockach—Flirsch verlaufende flache und weitspannige jüngere Queraufwölbung nicht nur die Abtragung der Krabachjochdecke, sondern auch der Inntaldecke bis auf den Lechtaldecken-Untergrund bewirkt.

So ist auch die Anis-Scholle S vom Hintersee-Jöchl SE des obersten Kaisertales, die von M. RICHTER (1930, S. 53) und O. AMPFERER (1932, S. 78) noch als Rest der Krabachjochdecke angesehen worden war, im Sinne von R. HUCKRIEDE (1958, S. 382) nur als Fortsetzung der Altschichtglieder der Kaisertalschuppe, also als Bestandteil der Lechtaldecke anzusehen. Der Besuch der Scholle zeigte, daß ihr basaler Anisdolomit mit *Dadocrinus gracilis* BUCH gegen Westen noch unter den Hauptdolomit der Lechtaldecke ein Stück untertaucht. Ihre isolierte Lage gegenüber letzterem kommt durch eine 285°/65° steile bruchtektonische Störung zustande. Die Unterbrechung der direkten Fortsetzung zwischen der älteren Trias der Kaisertalschuppe und dieser Scholle durch den im teilweise schuttverdeckten Kridlonseekar sichtbaren Hauptdolomit ist z. T. durch das auch weiter im Westen erfaßbare Blattverschiebungssystem erklärbar.

Die Entwicklung der Vorstellungen vom Bau der Westkalkalpen und die Grundlagen der Idee einer gebundenen Tektonik

Nach Revision der für die Frage des Deckenbaues der westlichen Kalkalpen wesentlichen Stellen, von denen zuvor einige markante Abschnitte zur Sprache gekommen sind, zeigt sich, daß die Auffassung vom tektonischen Bau, wie sie in den Grundzügen O. AMPFERER früher gegeben hat, zurecht besteht. Deckenstruktur beherrscht den Bau dieses Gebirgsabschnittes.

Der Baustil könnte kurz folgendermaßen charakterisiert werden (vgl. Taf. 1). Die Allgäudecke zeigt mit ihrer der Trias auflagernden mächtigen mergelreichen Jura-Kreide-Serie auf weiten Strecken einen engen, nordvergent überkippten Faltenbau, auch einige nicht ganz untergeordnete Schuppen. Der Bau der Lechtaldecke ist im allgemeinen etwas ruhiger, großzügiger Faltenbau beherrscht weite Teile dieser Einheit zwischen Innquertal und Lech. Auch die Region Klostertal und Rhätikon ist nicht so intensiv gefaltet, sondern ist jung in Schollen zerrissen, aber auch Strecken mit sehr steilen, eng gepreßten Falten, die bis zur Bildung autochthoner Klippen führen können, sind vertreten, so z. B. östlich von Lech und vor allem zwischen dem Kaisertal und dem Parseiertal, also einem Abschnitt, der einst zum Großteil von der hier nur in Schollen erhaltenen Inntaldecke überfahren worden war. Tauchfaltenstrukturen im Rücken der Decke sind die unmittelbaren Zeugen für die Kraft der darüber hinweggeschobenen höheren Masse (Madau- und Seekopf-Tauchfalten unter dem Inntaldecken-Westrand, Schlepp- und Tauchfalten und -schollen S Fallesin und S Krabachjochscholle). Von Interesse ist, daß die Platte der Lechtaldecke z. B. im Allgäuer Hauptkamm offenbar bereits während der Überschiebung in teilstirnartige liegende Falten geworfen worden ist, die teils zu Schuppen durchgerissen sind. Die Krabachjochdecke konnte mit neuen Argumenten bestätigt werden.

Aus der Stirnzone der Lechtaldecke verdient die Stirnschuppenbildung in mehreren Abschnitten von der Wendelstein-Stirnschuppe im E angefangen über die Vilser Stirnschuppe bis zur Wandfluh-Stirnschuppe in Vorarlberg hervorgehoben zu werden. In den letztgenannten beiden Fällen blieb die einst aufrecht überschobene Frontalpartie der Decke liegen und wurde von dem aus einer mächtigen Liegendfalte abgescherten Hauptteil der Decke überwältigt, sodaß hier ausgedehnte verkehrte Serien zwischen Stirnschuppe und Hauptkörper der Lechtaldecke, mit letzterem noch verbunden, anzutreffen sind. Eine Steigerung der Komplikation trat gerade in diesen Schollen durch eine sekundäre, weitere Einengung ein, die den Deckenstapel als Ganzes betraf und potenzierte Faltung bewirkte, sodaß hierdurch z. B. lange, schmale Ein-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

schleppungen der Jungschichtenunterlage in Deckensattelkerne erfolgte, die später zufolge der Erosion als überschlagene, verschleppte und auch verschleifte Streifen-Halbfenster in Erscheinung traten. Auch die Inntaldecke zeigt eine Stirnschuppe, u. zw. in Form der mächtigen Karwendel-Stirnschuppe, die bis in die „Vorbergzone" südlich der Puitentalzone reicht. Der Innenbau der Inntaldecke kann ziemlich ruhig (Westteil), relativ regelmäßig und großzügig gefaltet (Ostteil), oder eng und steil bis zum Zerreißen gefaltet sein (Westrand).

Der Deckenbau der Westkalkalpen ist so wie jener in den übrigen Abschnitten dieses Gebirgssystems in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts erkannt, erforscht und in zahllosen Detailarbeiten anhand von schönen, gut erschlossenen Strukturen überzeugend belegt worden.

Um die Jahrhundertwende hatte sich mit der Anwendung der Deckenlehre auf die Ostalpen durch P. Termier (1903, S. 711 ff.) und auf den Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen durch E. Haug & M. Lugeon (1904, S. 892 ff.) der Umbruch in der Vorstellung vom Gebirgsbau vollzogen, der sich in unmittelbarer Folge auch in der Erklärung der tektonischen Strukturen der westlichen Kalkalpen geltend machte. Doch schon knapp zuvor waren die beiden tieferen Hauptelemente des Deckenbaues der Westkalkalpen durch A. Rothpletz erfaßt (1902, S. 46, Abb. 16) und als Allgäuer- und Lechtaler Schubmasse bezeichnet worden. Schon durch A. Rothpletz wurde die flache, allerdings von ihm als westvergent gedeutete, regionale Überschiebung der in der Folge als Decken bezeichneten Schubmassen in einer auch später im wesentlichen gültig bleibenden Abgrenzung zutreffend erkannt, beschrieben und kartenmäßig dargestellt (1905, Taf. 5 und geol. Kt.).

Auch im Südteil der Kalkalpen war die große Überschiebung am Nordrand der später als Inntaldecke bezeichneten Einheit, die Karwendel-Überschiebung, von O. Ampferer bereits vor dem Durchbruch der Deckenlehre in den Ostalpen, nämlich im Jahr 1901 erkannt und 1902, S. 276, beschrieben worden. O. Ampferer war es dann, der in vierzigjähriger Aufnahmsarbeit in Tirol und Vorarlberg den Bau der westlichen Kalkalpen in einer an Leistungsumfang und an Geschlossenheit der Aufnahme nicht zu überbietenden Art im Detail und in den Großstrukturen geklärt hat. Auf rund 30 Aufnahmsblättern im Maßstab 1 : 25.000 der österreichischen Spezialkarte sind seine Kartierungsergebnisse im Manuskript festgehalten, auf 11 Blättern der geologischen Spezialkarte ist die Umzeichnung im Druck erschienen. Aus diesem monumentalen Kartierungswerk, auf der Basis der genauen Kenntnis der Struktur des Gesamtraumes erwuchs bei O. Ampferer die klare Vorstellung vom deckenförmigen Bau dieses Gebirgssystems aus Allgäu-, Lechtal-, Inntaldecke (1911, S. 681) und noch kleineren Schollen, die als Krabachjochdecke (1914, S. 307) zusammengefaßt worden waren. Nicht theoretische Erwägungen, sondern Anschauung und Einfühlungsvermögen haben so ein Strukturbild erstehen lassen, das sich auch durch die übrigen österreichischen Forscher und im bayrischen Anteil besonders durch die Arbeiten der deutschen Geologen aus der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen bestätigen ließ. Kennzeichnend für diese Zeit der Forschung auf deutschem Boden ist etwa die Monographie über das Ammergebirge von C. W. Kockel, M. Richter und H. G. Steinmann aus dem Jahre 1931.

Umso überraschender erschien daher zu Beginn der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts der zunächst vorsichtig und schrittweise, dann aber rapid um sich greifende Umschwung in der Denkweise der deutschen Geologen, die in den westlichen Kalkalpen arbeiteten u. zw. in Richtung auf die gebundene Tektonik. Die Initiative in dieser Denkrichtung ging von E. Kraus, C. W. Kockel und M. Richter aus, also von Forschern, die selbst jahrzehntelang zuvor Wesentliches zur Klärung des Deckenbaues der westlichen Kalkalpen beigetragen hatten. Die Umdeutung des Deckenbaues hatte mit den Ausführungen von E. Kraus bei dem Kolloquium des Münchner

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Geologischen Institutes in Bezug auf die „Inntaldecke" begonnen (Publikationen hierüber von K. Beurlen 1944, S. 239 ff. und E. Kraus 1949, S. 31 ff.), wurde durch C. W. Kockel (1954, S. 531) mit der Umdeutung der Larsennscholle westlich von Imst fortgesetzt und durch M. Richter & R. Schönenberg (1955) zu tiefgreifender Wirkung verholfen. Rasch vollzog sich der Siegeszug der neoautochthonen Auffassung in Kreisen deutscher Forscher und die anfangs geäußerten Einwände einiger österreichischer Geologen — zunächst noch O. Ampferer selbst, dann W. Heissel, E. Spengler, O. Reithofer u. a. — sowie von B. Engels, der durch kleintektonische Untersuchungen die Unrichtigkeit der Doppelfaltentheorie erkannt hatte, verstummten bald, sodaß schließlich auch von österreichischer Seite allmählich an der Existenz eines Deckenbaues in den westlichen Kalkalpen zu zweifeln begonnen worden war. Auch B. Engels sprach später seine Zweifel aus, von kleintektonischen Strukturen auf die Großformung schließen zu dürfen (Diskussion S. 179 in W. Schwan 1964, erschienen 1970).

Dabei aber besteht die Vorstellung vom Deckenbau der Kalkalpen aus der klassischen Zeit der Deckenlehre vollkommen zurecht, wie die eigenen, teils hier, teils in den Arbeiten 1970 a und c vorgelegten neuen Beobachtungen an all den in Zweifel gezogenen Stellen in klarer Weise gezeigt haben. So verdient die Tatsache, daß durch etwa 15 Jahre hindurch ein durch die Deckenlehre überwundenes Denkschema wiederum mit solcher Gewalt hervorbrechen konnte und rasch geschlossen ganze Schulen, die hier arbeiteten, erfassen konnte, auch im Hinblick auf die historische Entwicklung der Eigenart der geologischen Forschung besonderes Interesse und es sollen daher noch einige Gedanken diesem Thema gewidmet werden.

Die Grundlage für alle Umdeutungen entgegen der Deckenlehre bildet nach wie vor die Tatsache, daß wir uns das großartige Geschehen der Überschiebung dünner Gesteinsdecken über viele Zehner von Kilometern hin mechanisch nicht vorstellen und erklären können, es sei denn in Form eines Gleittransportes, der allerdings nur in ganz wenigen Fällen zur Erklärung herangezogen werden kann. Es ist zweifellos diese Denkschwierigkeit, die nicht nur die theoretischen Konzepte prägt, sondern auch die Art der Geländebeobachtung und die Art der Wiedergabe des Geschauten beeinflußt, wie an einer Reihe konkreter Beispiele erläutert werden kann. Hierzu muß man sich aber stets vor Augen halten, daß auch in anderen Wissenschaften, wie in der Mathematik, Physik, Astronomie u. dgl. zahlreiche Erscheinungen in ihrem Wesen noch immer nicht letztlich durchdrungen sind oder ihre Ursachen jenseits der Vorstellbarkeit liegen und wir doch auf Grund der Erscheinungen und Auswirkungen hier mit Realitäten rechnen müssen. Das hat W. Schwan (1966, S. 189 f.) in seiner Stellungnahme zur Problematik des Deckentransportes zutreffend dargestellt. Deckenbau ist das beherrschende Element in vielen Kettengebirgen der Erde und wir können in Deckengebirgen die komplizierten Strukturbilder wie etwa Doppelfenster u. a. bei Berücksichtigung des Deckenbaues wesentlich besser verstehen.

Worin liegen nun die konkreten Ursachen für die Fehleinschätzung der Gesamtstruktur, wenn wir von den normalen, überall mitspielenden Fehlerquellen, wie einfache Kartierungsfehler, zu lockerem Begehungsnetz, Außerachtlassen von Lagerungsdetails oder ablesbaren Vergenzrichtungen u. dgl. absehen. Es sind einige Strukturtypen, die wiederholt und nicht nur hier Fehlbeurteilungen bewirken können.

1 a. Die Ausbildung einer „Scheinserie", wie ich das tektonisch bedingte Zusammentreffen mehrweniger gut zueinanderpassender stratigraphischer Profilstücke verschiedener Einheiten nennen möchte. Bei Überschiebungen in sedimentären Schichtfolgen sind in Bezug auf das Aufeinandertreffen von Schichtgliedern an der Überschiebungsfläche grundsätzlich drei Fälle möglich, die auch sämtliche realisiert sind: Älteres kann über Jüngerem überschoben lagern, gleich Altes auf Gleichem und Jüngeres auf Älterem. Tritt der Fall zwei ein und wird eine Schichtfolge mit Basalzuschnitt so auf eine darunter liegende überschoben, daß Gleiches zu Gleichem kommt

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

und die zwei Serien sich dann in diesem Punkt, wenn sie gleichsinnig gelagert sind, gleichsam zu einer weiter fortlaufenden Serie vereinigen, so ist die erste sehr bedeutsame Fehlerquelle gegeben. Aus lokaler Sicht, bei ausschließlicher Betrachtung der Strecke des Zusammentreffens der sich ergänzenden Serienstücke erscheint hier die Annahme einer großen Bewegungsbahn dann unnötig, wenn durch tektonische Gleichschlichtung die Schichten parallel oder subparallel liegen und Bewegungsmerkmale ähnlicher Art auch allenthalben in den benachbarten, naturgemäß tektonisch auch beanspruchten Schichtgliedern aufscheinen. Bei weiterer Verfolgung einer aus regionaler Sicht in solchen Abschnitten etwa zu erwartenden Überschiebungsfläche zeigt sich dann meist, daß beiderseits dieses Abschnittes der Altersunterschied der an die Überschiebungsfläche herankommenden Glieder sich vergrößert. Dies ist dann der Fall, wenn das lokale Zueinanderfinden stratigraphisch benachbarter Schichtglieder einem basalen Schrägzuschnitt der Decke in Längsrichtung (biseautage basale) oder einem Hangendzuschnitt des Untergrundes (biseautage sommitale) in Längsrichtung seine Entstehung verdankt — also einer sehr häufigen Erscheinung im alpinen Deckenland. Die Chance, daß zueinanderpassende Schichtglieder aufeinandertreffen, ist in dem Fall hoch bis sehr hoch, in dem die im Spiel befindlichen Einheiten insgesamt aus nur wenigen Schichtgliedern bestehen bzw. im Beispiel der Kalkalpen der basale Schrägzuschnitt schon hoch, etwa bis zum Hauptdolomit emporgegriffen hat (Beispiel: Westrand der Inntaldecke, Lechtaldecke im Hochvogelgebiet usw.). Die Situation wird natürlich dann noch eher autochthon gedeutet werden, wenn zwei verkehrte Serien „passend" aufeinandertreffen, was selten, aber doch gelegentlich der Fall ist (Luitpoldzone).

Ein ausgezeichnetes, früher vielfach mißdeutetes Beispiel einer Scheinserie liegt auch, wie S. 322 beschrieben, am Höllenspitz-Nordsockel SE Warth am oberen Lech vor, wo der Hauptdolomit der Lechtaldecke das Rhät-Lias-Faltensystem der Allgäudecke derart bis zu den im Kern auftretenden Kössener Schichten durchschert, daß er auf der Strecke S der „Hohlen Wand" tektonisch parallel geschlichtet über Kössener Schichten und Oberrhätkalk scheinbar in den Jura weiterleitet.

Eine sichere Entscheidung, ob in solchen Fällen Hangend- und Liegendeinheit nur gering bewegt und noch fast verbunden sind oder eine bedeutende Überschiebung durchzieht, ist stets nur aus der regionalen Situation erkennbar: teils etwa im Hochgebirge im näheren Bereich, wenn man die diskordante, abgeschnittene Lagerung der Serien im gut aufgeschlossenen Gelände im Terrain hinter oder unter der Scheinseriennaht überblicken kann (vgl. Abb. 12) oder aber besonders dann, wenn im Meridian der Bewegungsrichtung noch im wurzelnäheren Teil ein Fenster erscheint, oder vor der Front — ebenfalls natürlich im Meridianstreifen — Deckschollen der höheren Einheit erscheinen, sodaß die Überschiebungsweite erfaßbar wird.

Es ist also ganz verfehlt, wenn ohne Rücksicht auf die tektonischen Aussagen, die sich aus der regionalen Situation ergeben, aus dem größeren oder kleineren stratigraphischen Altersabstand der Glieder von Decke und Untergrund auf einen größeren oder kleineren Überschiebungsbetrag, auf eine Zu- oder Abnahme der Überschiebungsweite geschlossen wird, wie dies wiederholt in neuerer Zeit im Sinne der autochthonen Deutung geschah (z. B. W. Zacher 1966, S. 154).

1 b. Gleiche oder ähnliche Bilder einer „Scheinserie" stellen sich gelegentlich dort ein, wo ein Bruch Deckengrenzen überlagert und Ähnliches aneinanderbringt. Auch hier ist die Chance, daß eine solche Situation eintritt, keinesfalls gering, da zahlreiche Deckenabschnitte in den Kalkalpen weithin oft nur aus einer Hauptdolomitplatte mit einigen Rhät-Juragliedern bestehen und im Untergrund oft auch die jüngeren Glieder, Obertrias und Jüngeres, in Antiklinalen an die Oberfläche, in die Nähe der Überschiebung kommen können. Ein treffliches Beispiel liefert die Bruchüberlagerung am Westrand der Inntaldecke im Bereich der Alblitalm über die Deckengrenze im Gebiet nordöstlich der Memmingerhütte (vgl. Abb. 38, 42). Wiederum

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

wird die Bedeutung der Bruchstörung als ein deckengrenzüberlagerndes Element nur aus der tektonischen Gesamtsituation ablesbar sein, etwa an einem davor noch weithin wurzellos schwimmenden Abschnitt der Decke, der zur weiten Abwicklung über diese bruchtektonisch mit dem Untergrund „verbundenen" Stellen hinweg zwingt. Erscheinen im günstigen Fall aus dem Untergrund emporgeholte Klemmspäne an der Fuge, so wird auch der Lokalbefund diese regionale Forderung unterbauen.

1 c. Steilstehenden Störungen zwischen Gesteinen ähnlichen Alters wird man im allgemeinen mit Recht keine große Förderweite zumuten. In jenen Fällen aber, wo sie regional als Zwischenstück zwischen flachen, weithin weiterverfolgbaren Überschiebungsbahnen aufscheinen, ist die Meinung von einer in der Tiefe auf flach umschlagenden Überschiebungsbahn berechtigt. Wiederum sind es besonders Schürflinge von jüngeren Gesteinen der tektonischen Unterlage, die an einer solchen steilen Fläche eingeklemmt, konkrete Hinweise auf den tektonisch fremden Untergrund und die bedeutende Förderweite trotz des letzten steilstehenden Stückes anzeigen können. Ein Musterbeispiel bietet die vordere und rückwärtige Begrenzung der Karwendel-Stirnschuppe der Inntaldecke von der Puitentalzone im N und der Bewegungsfläche südlich der „Vorbergzone" der Mieminger Kette im W angefangen bis zu ihrem Ostende (vgl. A. Tollmann 1970 a, S. 136 ff.).

2. Die Überschiebungsweite einer Decke kann nur seitlich relativ rasch auslaufen, sie kann aber nicht entgegen der Bewegungsrichtung, also meist senkrecht zum Stirnrand nach hinten sich rasch ändern, wenn Fenster oder Klippen in diesem Meridian der Decke eine bedeutende Überschiebungsweite erkennen lassen. Es ist altbekannt, daß man zwischen tektonischer Überlagerung (minimum breadth) und der oft bedeutend kleineren wahren Schublänge (net slip) unterscheiden muß, die den kürzesten Abstand zwischen zwei einst beieinander gelegenen Punkten in der Überschiebungsfläche gemessen angibt (vgl. P. B. King 1951, S. 130). Überdeckt in den Nordkalkalpen etwa eine Triasdolomitmasse ein stark verfaltetes, unter dem Vormarsch im Klein- und Großgefüge einheitlich nordvergent geprägtes Juraland — wie am Beispiel der Hochvogelmasse in den Allgäuer Alpen ersichtlich — so gibt es keine Denkmöglichkeit, am Vorderrand eine wenig gestörte Verbindung von Decke und Untergrund zu sehen. Wenn die überschobene Dolomitmasse viele Kilometer weit nach S hinter das Jurafaltenland zurückgenommen werden muß — in unserem Falle also die Hochvogelmasse (und übrigens noch weitere, nördlichere Deckschollen der Lechtaldecke bis zum Falkensteinzug) hinter den Hornbachfensterinhalt — dann kann man nicht etwa durch Summierung kleiner Überschiebungsbeträge innerhalb von Decke oder innerhalb vom Untergrund auf eine einheitliche, distinkte Schubfläche gedanklich verzichten, da ja verschiedene Elemente des Untergrundes hintereinander an die Schubflächenbasis des Hauptdolomites herankommen. Ein baldiges Ausklingen einer Überschiebungsfläche wäre hier theoretisch nur in entsprechender Entfernung gegen das seitliche Ende der Decke, nicht aber in meridionaler Richtung möglich.

3. Es ist bei Umdeutung der Deckenstruktur in den westlichen Kalkalpen ferner modern geworden, in verkehrten Serien im Bereich der Überschiebungsflächen stets Hinweise auf eine lokale Verbindung zwischen oberem und unterem Stockwerk, gerade an der Stelle, wo uns die Erosion einen Einblick auf die unterlagernde verkehrte Serie gewährt, anzunehmen. Die Entstehung dieses Gedankens mag mit der Aussage von O. Ampferer zusammenhängen, daß die großen Decken der westlichen Kalkalpen Abscherungsdecken ohne Liegendschenkel seien, sodaß diese verkehrten Serien daher nicht zum bisherigen Konzept der Deckenlehre zu passen schienen.

Besonders die Reste verkehrter Serien unter den großen Deckschollen der Inntaldecke im Flexenpaßgebiet waren für eine solche lokale Bindung mit dem Untergrund herangezogen worden, aber auch sonst hatte man allenthalben danach gesucht und

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

glaubte in verkehrten Schenkelresten Hinweise auf gebundene Tektonik zu erhalten. Dies ging so weit, daß z. B. V. JACOBSHAGEN & O. OTTE jüngst (1968, S. 103) durch Entdeckung von Resten eines inversen Faltenschenkels unter der Zitterklapfenschuppe der Allgäudecke einen primären Faltenverband zur darunter liegenden Arosazone vermuteten; zur Arosazone, die aus den Zentralalpen aus einem ganz anderen Heimatgebiet stammt und deren Schollen als Schürflinge verschleppt die Kalkalpen noch weithin nach NE an der Basis unterlagert. Man erkennt, welche unbrauchbaren Aussagen solchen Resten verkehrter Serien im Zuge des autochthonen Kalkalpenkonzeptes zugemutet worden sind.

Ich habe hingegen bereits im Zusammenhang mit der Erläuterung der tektonischen Karte der östlichen und mittleren Kalkalpen (1967; 1969) mehrfach erwähnt, daß neben Abscherungsdecken auch Überfaltungsdecken den Kalkalpen nicht fremd sind (z. B. Totengebirgsdecke) und es ist selbstverständlich, daß grundsätzlich verkehrte Serienreste auch bei später zu Abscherungsdecken ausgestalteten Strukturen, die etwa aus Antiklinalen hervorgingen, vorhanden sein können. Ausgedehnte verkehrte Serien in den westlichen Kalkalpen stellen sich besonders aber an der Basis von großen, aus liegenden Falten hervorgegangenen Schuppen der Deckenkörper ein, etwa in der Lechtaldecke im Hauptkörper hinter der Vilser Stirnschuppe (Bennafenster usf.) oder in der Braunarlspitzschuppe hinter der Wandfluh-Stirnschuppe. So sagen verkehrte Serienreste an sich, ohne Betrachtung des Zusammenhanges, nichts aus über Allochthonie oder relative Autochthonie.

4. Abwegig schließlich ist auch die in neuerer Zeit aufkommende Gedankenrichtung etlicher Tektoniker, daß aus den Ergebnissen der kleintektonischen Analysen, aus Statistiken und Diagrammen über Faltenachsenlagen, Scherflächenlagen usw. nicht auf (korrelate) tektonische Großstrukturen rückgeschlossen werden darf; daß groß- und kleintektonische Formen unabhängig voneinander geprägt würden und in keinem Kausalzusammenhang stünden (neuerdings B. ENGELS, H. G. WUNDERLICH usw.). Es ist dies genau die konträre Entwicklung gegenüber jener, die man vor kurzem erlebt hat, bei der bei jeder noch so klaren großtektonischen Überlagerung und Deckenstruktur die Prüfung der Kleingefügedaten als unerläßliche Voraussetzung für die Glaubwürdigkeit dieser Bauformen verlangt worden war. Die neue Strömung ist in den Westkalkalpen modern geworden, als man den Deckenbau bestritten hatte, obgleich er gerade durch eine große Zahl von kleintektonischen, besonders vergenzanzeigenden Strukturen bestätigt wird. Es sind auch bei der Umdeutung des Großbaues dieser Region verschwindend wenige gefügekundliche Arbeiten mit der so umstrittenen Fragestellung durchgeführt worden, nachdem bereits die ersten gründlichen derartigen Studien (B. ENGELS 1961) Resultate im Sinne der Deckenlehre gezeitigt hatten. In ganzen Gebirgsgruppen (Vilser Alpen usw.) sind trotz guter Erschlossenheit und trotz ausgezeichneter Erhaltung vielsagender Kleingefüge diese — in ihrer Vergenzaussage übrigens frappant gegen die gebundene Tektonik sprechend — nicht erwähnt bzw. nicht untersucht worden. Hier soll nur auf den grundsätzlichen Irrtum aufmerksam gemacht werden, daß Großprägung und Kleingefüge nicht in kausalem Zusammenhang stünden. Natürlich können gelegentlich die bei älterer Großstrukturprägung gleichzeitig entstandenen Kleinfalten später überprägt werden, können durch spätere, andere Einspannungsverhältnisse von jüngeren Kleinelementen überlagert werden. Zu weitgehender oder vollständiger Auslöschung der den großtektonischen Hauptelementen orientierungsmäßig zugeordneten Kleinformen durch spätere Überprägung — wie man dies etwa in tektonisch tief liegenden Stockwerken wie im zentralen Teil des Tauernfensters findet, kommt es in den Westkalkalpen mit ihrer Oberflächentektonik nicht. Ferner können natürlich auch bei einem nächsten, schwächeren Bewegungsstoß anderer Richtung, bei dem es nicht mehr zu Großstruktur-Bildung kam, noch Kleinelemente geformt werden, zu denen dann die Makrokorrelate fehlen. Aber es wäre ganz verfehlt, daraus den umgekehrten Schluß von einem Mangel

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

an Beziehung zwischen Groß- und Kleinformen zu ziehen. Es muß hingegen noch sorgfältiger auf die Mehrphasigkeit, auf die Altersbeziehung der sich überlagernden und überformenden Kleinelemente, zugleich aber auf die Zuordenbarkeit zu den großtektonischen Leitrichtungen geachtet werden, wie dies etwa in neuerer Zeit W. SCHWAN mit Nachdruck betont und u. a. an Beispielen aus den Zentralalpen gezeigt hat.

5. Vermeidung des Schematismus bei der Erklärung tektonischer Strukturen hilft ebenfalls mit bei der Ausschaltung von Fehlerquellen. Die Tendenz möglichst alles mit unitarischem Prinzip zu erklären, wohnt dem menschlichen Denken inne. Die Existenz von echten autochthonen Klippen — sei es noch im Zusammenhang mit dem Untergrund, sei es weitgehend abgelöst — auch in den Nordkalkalpen sowie das Vorhandensein von beiderseits zugeschobenen Mulden, wie etwa der Ostabschnitt der Almajurmulde oder weiter im E die Puitentalzone nördlich des Mieminger Gebirges, hat dazu verleitet, allmählich alle weiteren Klippen der näheren und weiteren Umgebung des oberen Lechgebietes ebenfalls als autochthon zu deuten, obgleich sie freischwebende Formen anderen tektonischen Stiles bilden und vor allem bereits lokal der Nordvergenznachweis am Südrand geführt worden ist. Hier muß man sich zur Aufgabe stellen, formmäßig mehr oder weniger analoge Strukturen erst nach gründlicher Untersuchung auch als wirklich homologe Gebilde zu erklären. Mit R. SCHWINNER ist eine solche Trennung von Analogien und Homologien im tektonischen Bau anzustreben. Nur eine detaillierte Beobachtung der entscheidenden Stellen in untrennbarer Verbindung mit den ebenso wesentlichen Argumenten der regionaltektonischen Aussage sowie die vergleichende Baustilforschung kann hier zur Vermeidung von Fehlern beitragen.

Ich empfinde die geologische Forschung in den westlichen Kalkalpen gerade deshalb so reizvoll, da diese durch ihren oft ziemlich komplizierten und vor allem in vielen Abschnitten sehr individualisierten Bau jeden vergleichenden Bearbeiter dazu führen muß, ganz besonders auf die Individualität der Erscheinungen zu achten und nicht zu generalisieren. Trotz Deckenbau hat sich manche alte „Deckscholle" kleineren oder größeren Ausmaßes als autochthone Struktur erwiesen (Roggalspitze, Kaisergebirge ?), manche als Fenster angesprochene Zone als mehrweniger zugeschobene Mulde (Medriolfenster, Puitentalzone) und zeigen die echten Deckschollen selbst in jedem Einzelfall einen spezifischen Charakterzug — können abgerollte liegende Falten darstellen (Hasenfluh) oder aufrechte Schollen (Krabachjochscholle) mit mehr oder weniger reduziertem Verkehrtschenkel (Halbklippen der Lechtaldecke im Bereich der Vilser Alpen), sie können einfache, aufrechte Überschiebungsschollen (Kanzberg) oder verkehrte Schubschollen (Teufelstättkopf-Deckscholle in den Ammergauer Bergen), in tektonische Moränen verwandelte Schollensysteme (Hahnenkamm, Ussernalp) und in ein vermutetes Relief eingeschobene Trümmerhaufen bilden (Ochsenkopf im Karwendel), sie können eine Sohle aus mitgeführtem Dachschuppensystem des Untergrundes besitzen (Grießtalerspitzscholle) oder selbst als einfache parautochthone Schleppschollen mit Tauchcharakter (Hirschpleis-, Stans-Scholle, Roggspitze) in Erscheinung treten, können eingewickelt werden (Rappenspitz-Nordrandscholle, Grießtalerspitz-SW-Teil), oder sogar als Schürfling aus dem tektonischen Untergrund hochgerissen und noch über die nächsthöhere Einheit passiv verschleppt werden (Rappenspitze, Dristköpfl-E, Karnschollen bei Bädenbaderalm im Ostkarwendel) usf. Daß all diese komplizierten Bauformen und auch jene, durch potenzierte Faltung und umfangreiche Beteiligung von Verkehrtserien noch verwickelteren Strukturen (Luitpold, Bärgündele) durchschaubar und in der Mehrzahl der Fälle eindeutig deutbar werden, verdankt man aber besonders der die übrigen Abschnitte der Kalkalpen um ein Vielfaches übertreffenden Aufgeschlossenheit dieses vor allem tektonisch so interessanten Gebirgsabschnittes.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Literaturverzeichnis

AMPFERER, O.: Bericht über die Neuaufnahme des Karwendelgebirges. — Verh. Geol. R. A., *1902*, 274—276, 1 Abb., Wien 1902.

—: [In:] AMPFERER, O. & HAMMER, W.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. — Jb. Geol. R. A., *61*, 531—710, 50 Abb., Taf. 32—34, Wien 1911.

—: Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. — Verh. Geol. R. A., *1912*, 197—212, 4 Abb., Wien 1912.

—: Geologische Spezialkarte ..... Österr. 1 : 75.000, Blatt 5045, Lechtal. — Wien (Geol. R. A.) 1914.

—: Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. — Jb. Geol. R. A., *64*, 307—326, 4 Abb., Taf. 14, Wien 1914.

—: Zur Tektonik der Vilseralpen. — Verh. Geol. St. A., *1921*, 117—124, 5 Abb., Wien 1921.

—: [In:] AMPFERER, O. & ASCHER, H.: Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullerseewerkes. — Jb. Geol. B. A., *75*, 365—420, 27 Abb., Taf. 3—10, Wien 1925.

—: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales. — Jb. Geol. B. A., *80*, 103—146, 36 Abb., Taf. 3—4, Wien 1930.

—: Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. — Jb. Geol. B. A., *81*, 25—48, 10 Abb., Wien 1931 a.

—: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales und des Großen Walsertales. — Jb. Geol. B. A., *81*, 177—216, 30 Abb., Wien 1931 b.

—: Geologische Karte der Lechtaler Alpen. 4 Blätter 1 : 25.000. — Wien (Geol. B. A.) 1932.

—: Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. — 125 S., 28 Abb., Wien (Geol. B. A.) 1932.

—: Über das Westende der Inntal- und Krabachjochdecke in den Lechtaler Alpen. — Jb. Geol. B. A., *84*, 41—54, 12 Abb., Wien 1934.

—: Über die tektonische Selbständigkeit der Inntaldecke. — Ber. Reichsamt Bodenforsch. Zweigst. Wien, *1944*, 57—73, 8 Abb., Wien 1945.

BANNERT, D.: Die Geologie der Ruitel-Spitzen und der Umgebung von Madau in den zentralen Lechtaler Alpen. — Diss. Phil. Fak. Univ. Marburg, 166 S., 56 Abb., 8 Taf., 3 Beil.-Taf., Marburg (Fotodruck Mauersberger) 1964.

—: Der Westrand der „Inntaldecke" bei Madau (Lechtaler Alpen, Nördliche Kalkalpen). — Z. dt. geol. Ges., *120* (1968), 85—106, 5 Abb., 12 Taf., 1 Tab., Hannover 1970.

BERTLE, H., LEIN, R. & PIRKL, H.: Der Deckenbau in Luitpoldzone und Bärgündele. — Mitt. Geol. Ges. Wien, *62* (1969), 1—10, 3 Taf., Wien 1970.

BEURLEN, K.: Zum Problem der Inntal-Decke. — Sitzber. bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., *1943*, 239—264, München 1944.

BLUMENTHAL, M.: Die Allgäudecke in den Bergen des Großen Walsertales (Vorarlberg). — Ecl. geol. Helv., *29*, 449—479, 4 Abb., Taf. 26—27, Basel 1936.

BORNHORST, A. Kl.: Geologie des Kalkalpenbereiches zwischen Vilser Alpen, Thaneller und dem Plan-See in Tirol. — Diss.-Auszug Fak. Allg. Wiss. Techn. Hochschule München. 27 S., 2 Taf., München 1958.

CORNELIUS, H. P.: Zur Frage der Bewegungsrichtung der Allgäuer Überschiebungsdecken. — Verh. Geol. R. A., *1919*, 305—317, Wien 1919.

ENGELS, B.: Ergebnisse kleintektonischer Untersuchungen in den nördlichen Kalkalpen. I. Hasenfluh- und Hornbachgebiet usw. — Z. dt. geol. Ges., *112* (1960), 334—357, 17 Abb., Hannover 1961.

—: Strukturgeologische Untersuchungsergebnisse im Bereich der Krabach-Masse (Lechtaler Alpen). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., *56*, 168—180, 7 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1970.

FELLERER, R.: Zur Geologie des Südrandes der nördlichen Kalkalpen zwischen Schnann und Arlberg (Lechtaler Alpen). — Z. dt. geol. Ges., *116* (1964), 832—858, 4 Abb., Taf. 12—13, Hannover 1966.

HAMANN, P. J. & KOCKEL, C. W.: Luitpoldzone, Bärgündele und das Ende der Lechtaldecke. — Geol. Rdsch., *45* (1956/57), 204—213, 4 Abb., Stuttgart 1957.

HANIEL, C. A.: Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgern bis zum Wilden. — Z. dt. geol. Ges., *63* (1911), 1—37, 2 Abb., Taf. 1—4, Berlin 1911.

HARSCH, W.: Lithofazielle usw. Untersuchungen in den Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen zwischen Fernpaß und Rhein usw. — Auszug Diss. Fak. Allg. Wiss. TH München, 37 S., 3 Taf., München (Photodruck) 1968.

HAUG, E. & LUGEON, M.: Sur l'existence dans le Salzkammergut de quatre nappes de charriage superposées. — Comptes rend. Acad. Sci., *139*, 892—894, Paris 1904.

HELMCKE, D.: Erfassung steilachsiger Faltenstrukturen aus dem Luftbild am Beispiel der östlichen Klostertaler Alpen (Vorarlberg). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1970*, 527—542, 6 Abb., Stuttgart 1970.

HEISSEL, W.: Geologie der Vilser Alpen. — Jb. Geol. B. A., *87*, 235—273, 1 Tab., Taf. 11—12, 1 geol. Kt., Wien 1937.

—: Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, *50* (1957), 95—132, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1958.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

HIRSCH, F.: Etude stratigraphique du Trias moyen de la région de l'Arlberg. — Thèse Fac. Sci. Univ. Zurich, 87 S., zahlr. Abb. u. Taf., Zurich (Offset-Expreß Genève) 1966.

HÜCKEL, B., JACOBSHAGEN, V. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Über den Bau des Allgäuer Hauptkammes und der Hornbachkette (Nördliche Kalkalpen). — Z. dt. geol. Ges., *112* (1960), 91—104, 5 Abb., 2 Taf., Hannover 1960.

HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Ein Querschnitt durch die Nördlichen Kalkalpen (Oberstdorf—Pettneu). — Z. dt. geol. Ges., *109* (1957), 373—388, 6 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Hannover 1958.

JACOBSHAGEN, V.: Der Bau der südöstlichen Allgäuer Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *113*, 153—206, 11 Abb., 5 Beil., Stuttgart 1961.

—: Vom geologischen Aufbau der Allgäuer Kalkalpen. — Jb. dt. Alpenver., *91*, 38—48, 5 Abb., München 1966.

JACOBSHAGEN, V. & KOCH, K. E.: Verkeilung als Richtungsanzeiger an Überschiebungen. Mit Beispielen aus dem Allgäuer und Lechtaler Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1959*, 65—72, 6 Abb., Stuttgart 1959.

JACOBSHAGEN, V. & KOCKEL, C. W.: Überprüfung des „Benna-Deckensattels" in den Hohenschwangauer Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1960*, 99—110, 7 Abb., Stuttgart 1960.

JACOBSHAGEN, V. & OTTE, O.: Zur Stellung der Arosa-Zone im Allgäu und im Bregenzer Wald (Ostalpen). — Geologica et Palaeont., *2*, 97—107, 5 Abb., Marburg 1968.

KING, P. B.: The tectonics of middle North America. — 202 S., Princeton (Princeton Univ. Press) 1951.

KOCH, K. E.: Zur Tektonik der Krabachmasse und ihrer Umgebung (Lechtaler Alpen). — Z. dt. geol. Ges., *116* (1964), 620—650, 27 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Hannover 1966.

KOCKEL, C. W.: Der Falkensteinerzug im östlichen Allgäu — eine Deckenmulde. — Geol. Rdsch., *26*, 153—154, 2 Abb., Stuttgart 1935.

—: Beobachtungen im Hornbachfenster (Lechtaler Alpen). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *96*, 339—356, 2 Abb., 2 Beil., Stuttgart 1953.

—: Die Larsenn-Scholle bei Imst (Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1953*, 520—533, 2 Abb., Stuttgart 1954.

—: Der Umbau der nördlichen Kalkalpen und seine Schwierigkeiten. — Verh. Geol. B. A., *1956*, 205—214, Wien 1956 a.

— : Der Zusammenbruch des kalkalpinen Deckenbaues. — Z. dt. geol. Ges., *108* (1956), S. 264, Hannover 1956 b.

—: Vom Sattel zur Klippe. — Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. III, *1960*, 40—47, 9 Abb., Berlin 1960.

KOCKEL, C. W. & RICHTER, M.: Über die Tektonik der Vilser und Hohenschwangauer Alpen. — Verh. Geol. B. A., *1924*, 82—92, 4 Abb., Wien 1924.

—: Deckengrenzen in den Vilser Alpen. — Jb. Geol. B. A., *81*, 331—351, 11 Abb., Taf. 8—9, Wien 1931.

KOCKEL, C. W., RICHTER, M. & STEINMANN, H. G.: Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. Dt. Österr. Alpenver., *10*, 231 S., 57 Abb., 17 Taf., Innsbruck 1931.

KRAUS, E.: Die Entstehung der Inntaldecke. — N. Jb. Miner. Geol. Paläont. Abh., Abt. B, *1949*, 31—95, 29 Abb., 6 Taf., Stuttgart 1949.

MÜLLER-JUNGBLUTH, W.: Sedimentologische Untersuchungen des Hauptdolomites der östlichen Lechtaler Alpen, Tirol. — Festbd. Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 255—308, Abb. 26—31, Taf. 3—8, Innsbruck 1970.

OBERHAUSER, R.: Die Überkippungs-Erscheinungen des Kalkalpen-Südrandes im Rhätikon und im Arlberg-Gebiet. — Verh. Geol. B. A., *1970*, 477—485, Taf. 1, Wien 1970.

POLL, K.: Die Diskussion des Deckenbaues in den Nördlichen Kalkalpen. — Zbl. Geol. Paläont., I *1967*, 889—916, 1079—1116, Stuttgart 1967.

REITHOFER, O.: Referierende Bemerkungen über neuere Arbeiten aus den Lechtaler Alpen. — Verh. Geol. B. A., *1956*, 213—226, Wien 1956.

—: Zum Bau der Ruitelspitzen (Lechtaler Alpen). — Verh. Geol. B. A., *1957*, 244—249, 2 Abb., Wien 1957.

REUM, H.: Zur tektonischen Stellung des Falkensteinzuges am Nordrand der östlichen Allgäuer Alpen. — Z. dt. geol. Ges., *113* (1961), 507—534, 10 Abb., Hannover 1962.

RICHTER, D.: Zum geologischen Bau der Berge östlich des oberen Osterachtales (Allgäu). Der synsedimentäre Ursprung einer tektonischen Decke. — Z. dt. geol. Ges., *109* (1957), 519—549, 11 Abb., Hannover 1958.

—: Über eine Mangan-Vererzung im Hauptdolomit der Bärgündele-Zone im südlichen Allgäu. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1968*, 370—375, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1968.

RICHTER, M.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. — Samml. geol Führer, *24*, 224 S., 30 Abb., 7 Taf., Berlin (Borntraeger) 1924.

—: Die Struktur der nördlichen Kalkalpen zwischen Rhein und Inn. — N. Jb. Miner. usw., Beil.-Bd., *63*, Abt. B, 1—62, 7 Abb., Taf. 1—3, Stuttgart 1930 a.

—: Der ostalpine Deckenbogen. Eine neue Synthese zum alpinen Deckenbau. — Jb. Geol. B. A., *80*, 497—540, 7 Abb., 1 Taf., Wien 1930 b.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

RICHTER, M.: Die Aroser Decke (Arosa-Zone) in Vorarlberg und im Allgäu und ihre Fortsetzung im bayrischen Alpenrand. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1970*, 605—631, 4 Abb., Stuttgart 1970.

—: Allgäuer Alpen. — Samml. geol. Führer, *45*, 189 S., 54 Abb., 1 geol. Kt., Berlin (Borntraeger) 1966.

RICHTER, M. & SCHÖNENBERG, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. — Z. dt. geol. Ges., *105* (1953) 57—79, 21 Abb., Hannover 1955.

ROTHPLETZ, A.: Geologischer Führer durch die Alpen. I. Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen usw. — Samml. geol. Führer, *10*, 256 S., 81 Abb., Berlin (Borntraeger) 1902.

SARNTHEIN, M.: Beiträge zur Tektonik der Berge zwischen Memminger- und Württembergerhütte (Lechtaler Alpen). — Jb. Geol. B. A., *105*, 141—172, Taf. 9—12, Wien 1962.

SCHIDLOWSKI, M.: Zur Revision des ostalpinen Deckenbaues im Allgäu-Vorarlberger Grenzraum. — Z. dt. geol. Ges., *113*, 161—175, 5 Abb., 1 Taf., Hannover 1961 a.

—: Das Ostende der Wandfluh-Schuppe in den Vorarlberger Kalkalpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., *1961*, 426—432, 3 Abb., Stuttgart 1961 b.

—: Über das westliche Ende der Allgäuer Hauptmulde im Hinteren Bregenzerwald (Vorarlberger Kalkalpen). — Verh. Geol. B. A., *1962*, 49—63, 4 Abb., 1 Taf., Wien 1962.

—: Ergebnisse geologischer Neuaufnahmen im Allgäu-Vorarlberger Grenzraum. — Jb. Vorarlberger Landesmuseumsver., *1966*, 311—323, 5 Abb., Bregenz 1966.

SCHMIDT-THOME, P.: Geologische Karte von Bayern 1 : 100.000, Blatt 662 Füssen. — München (Bayer. Geol. Landesamt) 1960.

SCHÖNENBERG, R. *1955*: s. u. RICHTER, M. & SCHÖNENBERG, R.

SCHÖNENBERG, R.: Die Tektonik im Gebiet der Memmingerhütte und ihre Bedeutung für den Bau der Lechtaler Alpen. — Festschr. 90 Jahre Deutscher Alpenver., 3—22, 9 Abb., Memmingen 1959.

SCHWAN, W.: Zur Definition und Deutung des Strukturtyps „Decke". — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *124*, 168—219, 3 Abb., Taf. 22, Stuttgart 1966.

—: The principal types of orogenesis in the Variscian and Alpidic mountains of Central Europe. — Report 22 d sess. int. geol. congr. India 1964, *11*, 162—180, 10 Abb., New Delhi 1970.

SPENGLER, E.: Die Nördlichen Kalkalpen usw. — S. 202—294, 18 Abb. [In:] Geologie der Ostmark (Hg. F. X. SCHAFFER), 1. Aufl., 599 S., 77 Abb., 4 Ktn., Wien (Deuticke) 1943.

—: Zur Verbreitung und Tektonik der Inntal-Decke. — Z. dt. geol. Ges., *102* (1950), 188—202, 2 Abb., Hannover 1951.

—: Zur Frage des Deckenbaues der Nördlichen Kalkalpen. — Verh. Geol. B. A., *1957*, 201—212, 1 Abb., Wien 1957.

SPENGLER, E.: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen. — Jb. Geol. B. A., 1. Teil: *96*, 1—64, 8 Abb., Taf. 1—2, Wien 1953; 2. Teil: *99*, 5 Abb., 1—74, Taf. 1, Wien 1956; 3. Teil: *102*, 5 Abb., 193—312, Taf. 4, Wien 1959.

STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Zur Geologie der Hasenfluh bei Zürs am Arlberg (Lechtaler Alpen). — Notizbl. hessisch. L.-A. Bodenforsch., *87*, 192—201, 8 Abb., Wiesbaden 1958.

—: Der Bau des Gebirges um Lech (Vorarlberg). — Z. dt. geol. Ges., *113* (1961), 535—556, 7 Abb., Hannover 1962.

TERMIER, P.: Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes. — Bull. Soc. géol. France, (4) *3*, 711—765, 4 Abb., Taf. 22—23, Paris 1903.

TOLLMANN, A.: Potenzierte Faltung in den Ostalpen. — Geotekton. Forsch., *29*, 60—80, 11 Abb., Stuttgart 1968.

—: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 1. Teil: *59* (1966), H. 2, 231—253, Taf. 1—2, 1967; 2. Teil: *61* (1968), 124—181, Taf. 1, 1969; 3. Teil: *62* (1969), 78—170, Taf. 1—3, Wien 1970 a.

—: Für und wider die Allochthonie der Kalkalpen sowie ein neuer Beweis für ihren Fernschub. — Verh. Geol. B. A., *1970*, 324—345, 2 Abb., Wien 1970 b.

—: Der Deckenbau der westlichen Nordkalkalpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *136*, 80—133, 1 Abb., Stuttgart 1970 c.

—: Betrachtungen zum Baustil und Mechanismus kalkalpiner Überschiebungen. — Verh. Geol. B. A., *1971*, 358—390, 12 Abb., Wien 1971.

WESTRUP, J.: Geologie der südlichen Lechtaler Alpen zwischen Schnann und Imsterau (Tirol). — Diss. Natwiss. Fak. Univ. Marburg/Lahn, 152 S., 27 Abb. Anh., 2 Taf., Marburg/L. (Fotodruck E. Symon) 1970.

ZACHER, W.: Zur tektonischen Stellung der Vilser Alpen. — Z. dt. geol. Ges., *113* (1961), 390—408, 6 Abb., Hannover 1962.

—: Erläuterung zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Nr. 8430 Füssen (ersch. 1963 mit Profiltaf.). — 151 S., 31 Abb., 4 Taf., 2 Beil., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1964.

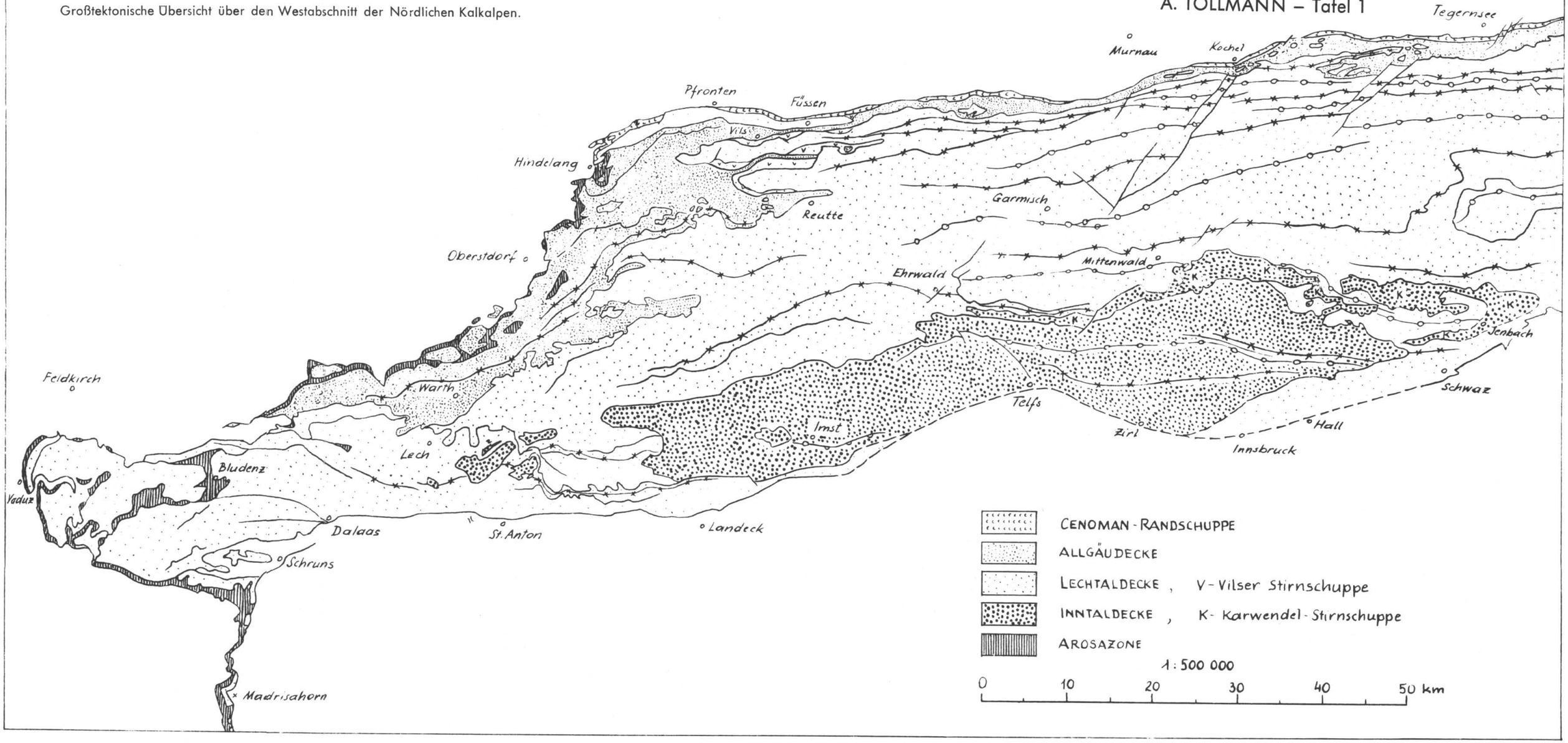
—: Geologische Karte des Osterach-Gebietes 1 : 25.000 (Beilage bei CUSTODIS, A. et al. 1965). — München (Bayer. Landesst. Gewässerkd.) 1964.

—: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 8429 Pfronten (ersch. 1963 mit Profiltaf.). — 208 S., 44 Abb., 4 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-A.) 1966.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Großtektonische Übersicht über den Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen.

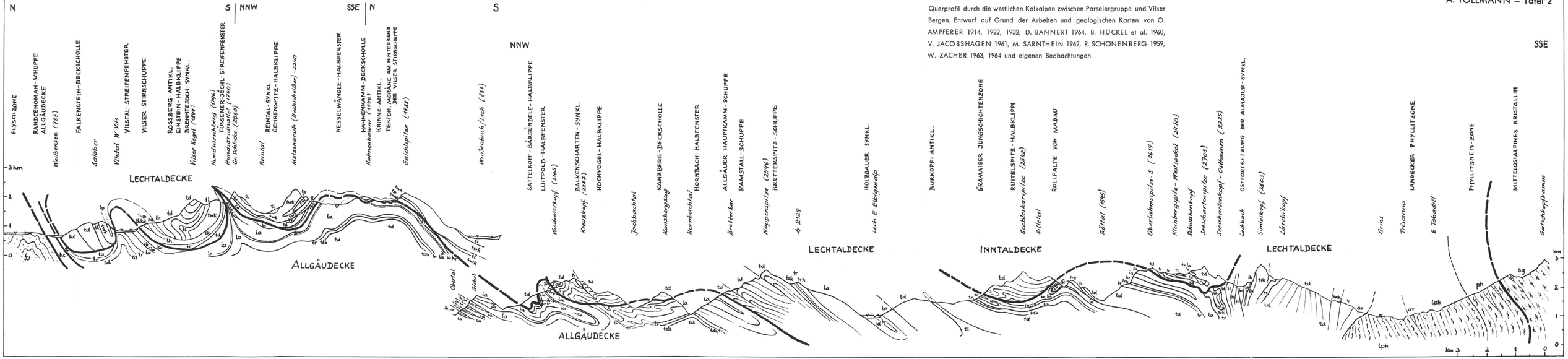
A. TOLLMANN – Tafel 1



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

A. TOLLMANN – Tafel 2

Querprofil durch die westlichen Kalkalpen zwischen Parseiergruppe und Vilser Bergen. Entwurf auf Grund der Arbeiten und geologischen Karten von O. AMPFERER 1914, 1922, 1932, D. BANNERT 1964, B. HÜCKEL et al. 1960, V. JACOBSHAGEN 1961, M. SARNTHEIN 1962, R. SCHÖNENBERG 1959, W. ZACHER 1963, 1964 und eigenen Beobachtungen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: 114

Autor(en)/Author(s): Tollmann Alexander

Artikel/Article: Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen 273-360