

## Neues zur Deckentektonik im nördlichen Karwendel

von G. HeiBel<sup>+)</sup>

### Zusammenfassung

In mehrmonatiger Geländearbeit (1974, 1975) konnten im nördlichen Karwendel (nördlich von Innsbruck, Österreich) neue Erkenntnisse gewonnen werden.

Die Deckentektonik ist überall offensichtlich. Gebundene (autochthone) Tektonik konnte nirgends nachgewiesen werden. Tiefgreifende Überschiebungsbahnen und Schürflinge der unterlagernden Decke (Lechtaldecke) beweisen den Fernschub der einzelnen Decken (Lechtaldecke, Inntaldecke). Die "Karwendel-Stirnschuppe" der Inntaldecke läßt sich im Raum zwischen Scharnitz-Mittenwald und dem Johannestal in drei Schuppen der Inntaldecke gliedern. Hinzu kommt noch eine Schuppe der Lechtaldecke (aus älterer Trias) sowie die ebenfalls von ihrem Untergrund losgetrennte "Jungschichtenzone der Lechtaldecke" (obertriadische und jurassische Gesteine).

<sup>+)</sup>  Anschrift des Verfassers: cand.geol. Gunther HeiBel, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck

## Summary

Due to field work in the northern range of the Karwendel (north of Innsbruck, Austria) during various months (1974, 1975) new knowledge could be gained.

The nappe tectonics is apparent everywhere. Autochthonous tectonics could not be detected anywhere. Deeply reaching overthrust planes and dislodged slices of the underlying nappe ("Lechtaldecke" = "Lech Valley nappe") give proof of the net slip of the individual nappes ("Lech Valley nappe", "Inn Valley nappe"). The "Karwendel-Stirnschuppe" ("Karwendel frontal lobe") of the "Inntaldecke" ("Inn Valley nappe") may be divided into three lobes of the "Inn Valley nappe" in the area around Scharnitz-Mittenwald and the Johannestal (Johannes Valley). To these lobes there are to be added a lobe of the "Lech Valley nappe" (lower triassic rocks) as well as the "Jungschichtenzone der Lechtaldecke" ("young strata zone of the Lech Valley nappe") (lobe with upper triassic and jurassic rocks), which zone has been separated from its underlying rocks.

## Inhalt

1. Einleitung
  - 1.1. Thema und allgemeine Problemstellung
  - 1.2. Die Verteilung des von mir bearbeiteten Gebietes
  - 1.3. Die Problemstellung im hier behandelten Gebiet
2. Die Tektonik
  - 2.1. Einleitende Erklärungen
  - 2.2. Detaillierte Erläuterungen der Tektonik
3. Conclusion

Beilagen im Anhang

Literatur

Zitierte geologische und tektonische Karten sowie geologische Profiltafeln

Für die Bereitstellung eines Druckkostenzuschusses sei der Tiroler Landesregierung gedankt.

## 1. Einleitung

### 1.1. Thema und allgemeine Problemstellung

Im Frühjahr 1974 habe ich am Geologischen Institut der Universität Innsbruck unter der Betreuung von Univ.-Prof. Dr. H. MOSTLER und in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für den Wasserhaushalt von Karstgebieten, Dir. OR. Dr. F. BAUER (Wien), meine Dissertation begonnen.

Meine Aufgabe dabei ist es, die Hydrogeologie eines Großteils des Karwendel zu bearbeiten. Nachdem in meinem Gebiet bisher genaue Kartierungen fehlen, besteht für mich die erste wichtige Aufgabe in einer neuen Kartierung dieses Gebietes. Als bisherige geologische Kartenwerke sind folgende zu erwähnen: Geologische Karte des südlichen Karwendelgebirges 1:50 000, O. AMPFERER & W. HAMMER, Wien 1898; Geologische Spezialkarte Blatt "Zirl-Nassereith" 1:75 000, O. AMPFERER, Th. OHNESORGE, Wien 1912; Geologische Spezialkarte Blatt "Innsbruck-Achensee" 1:75 000, O. AMPFERER & Th. OHNESORGE, Wien 1912; Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Mittenwald, H. JERZ & R. ULRICH, 1966.

Die Geologische Karte des östlichen Karwendel und des Achenseegebietes 1:25 000, AMPFERER 1950, reicht nicht mehr in mein direktes Arbeitsgebiet, dient aber selbstverständlich ebenfalls als Arbeitsunterlage.

Meine neuen Kartierungsarbeiten erfolgen auf den Grundlagen der beiden Karten des Ö. und D. AV, Karwendel West (1:25 000) und Karwendel Mitte (1:25 000), sowie im Süden auf der Umgebungskarte Innsbruck (1:25 000), herausgegeben vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, 1974.

Erst durch diese genaue Kartierung ist ein Versuch sinnvoll, die sehr komplizierten tektonischen Verhältnisse und mit ihnen die nicht minder komplizierten hydrogeologischen Verhältnisse im Karwendel in den Griff zu bekommen. Besonders im Geländesommer 1975 mußte ich dabei feststellen, daß meine gesammelten Erkenntnisse nur noch zum Teil mit denen bisheriger Veröffentlichungen übereinstimmen. Diese Arbeit soll nun meine Auffassungen mit denen anderer Bearbeiter dieses Gebietes vergleichen und sie gegenüberstellen.

Während O. AMPFERER (1903, 1929, 1931, 1942, 1944), W. HEISSEL (1950, 1958) und A. TOLLMANN (1970, 1971, 1973) zumindest zu ähnlichen Erkenntnissen kommen, sind die Ergebnisse der Münchener Schule kaum noch mit meinen Auffassungen in Einklang zu bringen (H. FRISCH 1964, H. JERZ & R. ULRICH 1966).

Meine Ausführungen beziehen sich also auf den Raum Karwendeltal-Kleiner Ahornboden. Die E-W-Erstreckung verläuft demnach etwa von Scharnitz bis zum Johannestal. Im N enden meine Erläuterungen, sobald die eindeutige Lechtaldecke erreicht ist, gegen S enden sie meist, sobald wir im Hauptkörper der Inntaldecke sind. Ich werde aber im folgenden hin und wieder auf weiter südlich gelegene tektonische Einheiten und Elemente Bezug nehmen müssen, erstens um die Zusammenhänge besser darlegen zu können, zweitens, um zumindest teilweise auch hier entdeckte Fehlmeinungen früherer Bearbeiter am Rande mitzubehandeln.

Auf hydrogeologische Probleme und Erkenntnisse wird in dieser

Arbeit - die als ein Vorbericht verstanden werden soll - nicht eingegangen.

### 1.2. Die Verteilung des von mir bearbeiteten Gebietes

Von dem im folgenden behandelten Gebiet (Raum Karwendeltal-Kleiner Ahornboden) kann ich mich auf meine fertige Kartierung des Karwendeltales und der angrenzenden nördlichen und südlichen Bergkämme von der Linie Kirchlspitz - Mündung des Kirchlbaches im W bis zur Linie Kuhplatte-Hochalmsattel im E stützen. Im Kirchlkarr, Rontal, Tortal, Johannestal und Laliderertal wurden von mir aber bereits intensive Arbeiten durchgeführt. (Hydrologisch ist in diese Untersuchungen auch der Raum Engtal noch mit einbezogen). Von den in dieser Arbeit nur am Rande gestreiften Gebieten ist die Kartierung im Raum des gesamten Hinteraltales (also mit Roßloch und Halleranger) bereits beendet, im Gebiet des Gleierschtales und der Nordkette sind meine Arbeiten bereits relativ weit gediehen. Das Gebiet des östlichen Karwendel (allerdings nicht in derselben Ausdehnung der Karte 1:25 000 von O. AMPFERER, 1950) wird von meinem Kollegen R. ECKART nach denselben Gesichtspunkten bearbeitet. Es wird also in der Tat fast das ganze Karwendel neuen, sehr genauen Untersuchungen unterzogen, und ich bin auch sicher, daß sich nach der (in naher Zukunft zu erwartenden) Beendigung dieser Dissertationsarbeiten das Bild über den Aufbau dieses Gebirges einigermaßen gewandelt haben wird.

### 1.3. Die Problemstellung im hier behandelten Gebiet

Es sind hier zwei Probleme anzuführen. Das erste, nämlich die Abgrenzung der Inntaldecke von der Lechtaldecke, ist nicht neu. Besondere Schwierigkeiten bereiten die bei der Deckenüberschiebung an der Deckenstirn ausgebildeten Schuppen (Stirnschuppen). Von den Geologen, die sich bisher mit diesem Problem zum Teil sehr eingehend beschäftigt haben, seien hier angeführt: A. ROTHPLETZ (1888), O. AMPFERER (1903, 1929, 1931, 1942, 1944), O. AMPFERER & W. HEISSEL (1950), W. HEISSEL (1958) sowie A. TOLLMANN (1970, 1971, 1973). Dabei ist noch zu erwähnen, daß man sich vor dem Erkennen der Decken durch O. AMPFERER (1911) natürlich nur mit den Schuppen als solchen beschäftigen konnte. Spätestens seit O. AMPFERER (1911) sollte das zweite (wesentlich leichter zu beantwortende) Problem eigentlich keines mehr sein. Es handelt sich dabei um die Frage, ob gebundene Tektonik oder der Fernschub von heute übereinanderliegenden Decken angenommen werden sollte (H. JERZ & R. ULRICH 1966: 95). Daß diese Fragestellung in diesem Gebiet neu aufgetaucht ist, ist den (z. T. eben angeführten) Arbeiten der Münchener Schule (H. FRISCH 1964, zitiert in: H. JERZ & R. ULRICH 1966 et al.) zuzuschreiben. So kann ich also nicht umhin, auch darauf einzugehen. Ich darf aber gleich vorwegnehmen, daß derjenige, der das erste Problem auch nur einigermaßen richtig löst, sich mit Sicherheit für die Deckentektonik im Sinne von O. AMPFERER (1911, 1929, 1931, 1942, 1944), W. HEISSEL (1950, 1958), A. TOLLMANN (1970, 1971, 1973) et al. entscheiden wird.

## 2. Die Tektonik

### 2.1. Einleitende Erklärungen

Es hat sich gezeigt, daß Arbeiten in kleinen Gebieten (H. FRISCH 1964) bei der Auflösung der Tektonik nicht zielführend sein können. Dadurch, daß solchen Arbeiten der Blick für große tektonische Zusammenhänge ganz zwangsläufig fehlt, werden hier die Verhältnisse nicht richtig gesehen und das tektonische "Puzzlespiel" wird falsch zusammengesetzt, obwohl eigentliche Kartierungsfehler (unrichtiges Ansprechen von Gesteinen) kaum nachgewiesen werden können. Gewisse Unachtsamkeiten können hingegen relativ leicht aufgezeigt werden: den aufmerksamen Betrachter der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Mittenwald, wird beispielsweise die fast mit dem Lineal gezogene Gesteinsgrenze am Südhang der Larchetfleckspitze (Lerchfleckspitze) bei etwa 1500 m zwischen Reichenhaller Schichten und Muschelkalk stören. Daß es solche Gesteinsgrenzen in der Natur nicht geben kann, dürfte klar sein. Ich werde also im folgenden besonders auf die Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Mittenwald, die dazugehörige Profiltafel und auf die Erläuterungen zu Blatt Mittenwald (alle drei: H. JERZ & R. ULRICH 1966, darin des Öfteren zitiert: H. FRISCH 1964) eingehen. Nachdem A. TOLLMANN (1970, 1971, 1973) auf den Arbeiten der Münchener Schule aufbaut (obwohl er einer der größten Befürworter der Deckentektonik ist), werde ich auch seine Ergebnisse in meine Betrachtungen einbeziehen. Auch die Arbeit von W. HEISSEL (1958) ist für unsere Betrachtungen wichtig, auch wenn gerade in dem hier im Gespräch stehenden Gebiet nicht sehr auf die Probleme eingeht. Auch ist seine Übersichtskarte der Tektonik der Nördlichen Kalkalpen (1958) im Maßstab zu klein, um die hier auf engstem Raum beisammenliegenden Elemente zur Darstellung zu bringen. Für diesen Zweck wäre hingegen die Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen (Westabschnitt) von A. TOLLMANN (1970) im Maßstab ausreichend, zeigt aber im betreffenden Gebiet eigentlich kaum mehr als die Karte von W. HEISSEL (1958). Natürlich wird hier auch auf die Arbeiten und Meinungen von O. AMPFERER eingegangen. Freilich muß noch betont werden, daß O. AMPFERER die Tektonik überhaupt in einem anderen Licht gesehen hat. Er versucht sehr viel mit Reliefüberschiebungen zu lösen, was meines Erachtens zwar für die klassische Stelle am Staner Joch am Platz sein mag, im hier behandelten Gebiet aber wohl nirgends in Frage kommt.

### 2.2. Detaillierte Erläuterung der Tektonik

Anhand von 18 Profilen von W nach E und ihrer ausführlichen Beschreibung sollen nun meine gewonnenen Erkenntnisse dem Leser dargeboten werden. Die ersten 7 Profillinien wurden dabei absichtlich gleich gewählt, wie auf der Profiltafel zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Mittenwald (=Profiltafel Mittenwald), denn so kann man leichter und besser Vergleiche zwischen meinen Auffassungen und denen der Münchener Schule ziehen. Es entsprechen also meine Profile 1 bis 7 den Profilen 7 bis 1 auf der Profiltafel Mittenwald. Nachdem die Profilschnitte N-S der Profiltafel Mittenwald allerdings sehr ungünstig sind, habe ich dazwischen auch eigene Profile gelegt,

wobei darauf geachtet wurde, daß die Schichten stets etwa senkrecht zu Ihrem Streichen angeschnitten werden. Diese Profile wurden aber, genauso wie neun weitere Profile im östlichen Abschnitt des hier behandelten Gebietes, aus platz- und kostensparenden Gründen nicht in die Profiltafeln aufgenommen.

#### Profil 1 (7-Mittenwald)

Die nördlichste Einheit wird von der Lechtaldecke gebildet, die bereits Ansätze zu einer späteren Schuppe zeigt. Die Lechtaldecke bildet hier ein Gewölbe, in dessen Kern Reichenhaller Schichten, am Nordflügel Muschelkalk und Wettersteinkalk sind, während im S nur noch Muschelkalk erhalten ist. Von S her wird nun diese "Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale" - sie ist gleichzusetzen mit der Schartenkopf-Leitersteig-Antiklinale von A. TOLLMANN (1973: 153) - vom Hauptkörper der Inntaldecke und von (vorläufig) einer ihrer Schuppen überfahren.

Ganz im S ist der Hauptkörper der Inntaldecke zu sehen. Er wird an der Oberfläche von Wettersteinkalk gebildet, der Muschelkalk ist allerdings recht oberflächennahe zu vermuten, da er - zwar diskordant - im Graben S vom Brunnsteinegg zusammen mit einem Juraschubspan aus Aptychenschichten an einer tiefgreifenden Bewegungsfläche zutage tritt. Diese Bewegungsfläche findet ihre Fortsetzung gegen E vorerst in der Roßlehn und trennt den Hauptkörper der Inntaldecke von einer ihrer Schuppen, und zwar von der (im hier besprochenen Gebiet) 3. Schuppe der Inntaldecke nach der Abfolge des Transportes von S. Diese 3. Schuppe der Inntaldecke besteht wieder aus Wettersteinkalk bzw. einem tektonisch stark reduzierten Muschelkalk sowie in der Tiefe aus Spänen von Reichenhaller und Schubspänen von Kössener Schichten sowie Bunten Liaskalken. Die Überschiebungsbahn im W sieht man deutlich im Profil 9-Mittenwald in der Riedbergscharte; gegen E führt sie zum Gamsangerl.

#### Profil 2 (6-Mittenwald)

Das Bild hat sich kaum gewandelt. Die Verhältnisse in der Lechtaldecke sind noch ähnlich wie im Profil 1, aber an deren Südeinde zeichnet sich bereits die Bildung einer Schuppe (=Schuppe der Lechtaldecke=S.LD) ab. Sie zeigt sich in einer steilstehenden Störung, aus der gegen E hin sich von nun an völlig diskordant Muschelkalk, später dann Reichenhaller Schichten, nördlich der Grabenkarsspitze Reichenhaller Schichten, Muschelkalk und Wettersteinkalk, und in den Torwänden letztlich Muschelkalk und Wettersteinkalk entwickeln. Diese Störung ist sozusagen der Beginn einer gegen E hin immer mächtiger werdenden Schuppe - im bearbeiteten und hier behandelten Gebiet dem Bewegungsablauf nach - der 1. Schuppe der Inntaldecke. Während die 3. Schuppe der Inntaldecke von der Porta Claudia bis zum Bäralpl normal gelagert ist und nur an ihren südlichen Rändern sich stellenweise (Kirchlschattseite, Hirschgrübl, unteres Larchetkar) überkippt, ist die 1. Schuppe der Inntaldecke von Anfang an invers gelagert. Zwei frühere Autoren haben hier andere Auffassungen vertreten. W. HEISSEL (1958) zeichnet von der Porta Claudia bis N der Raffelspitze (2324 m) diese - meine 1. Schuppe der Inntaldecke - nicht, sieht aber von hier gegen E ebenfalls eine invers

gelagerte Schuppe der Inntaldecke. Hingegen bezeichnet A. TOLLMANN (1970) die eben behandelte Einheit E des Bäralpls als inverse Schuppe der Lechtaldecke, W des Bäralpls (=N der Raffelspitze) fehlt allerdings die ohne Zweifel vorhandene Schuppe völlig.

Der Hauptkörper der Inntaldecke ist sozusagen gleich geblieben, an der tektonisch reduzierten Basis der 3. Schuppe der Inntaldecke sind nun auch die Reichenhaller Schichten aufgeschlossen und mit diesen der Schubspan aus Kössenern und Bunten Liaskalken.

#### Profil 3 (5-Mittenwald)

Waren meine Profile 1 und 2 und die Profile 7 und 6 der Profiltafel Mittenwald fast gleich und zeigten sie höchstens in ihrer Ausdeutung Verschiedenheiten, so ist dies von nun an anders.

Die Profillinie führt nun entlang dem Bergkamm von der Nördlichen Lindenspitze über das Gamsangerl nach S. Dadurch treffen wir auf eine weitere tektonische Einheit, die in den Profilen 1 und 2 (tieferer Profillinien) ja bereits erodiert ist.

Im N sehen wir Hauptdolomit, Raibler Schichten und Wettersteinkalk der Lechtaldecke, S der Viererspitze (2053 m) ist ein steil südfallender Span von Muschelkalk, und in der Tiefe können Reichenhaller Schichten angenommen werden. Dies ist wieder die 1. Schuppe der Inntaldecke. Daran schließt gegen S die abgescherte Antiklinale aus älterer Trias (Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale) der Lechtaldecke an (A. TOLLMANN 1973: 153, Abb. 76 unten). Ihr aufgelagert ist nun eine 2. Schuppe der Inntaldecke. Sie ist normal gelagert, ihre starke Faltung bildet mit Reichenhaller Schichten und Muschelkalk die Gamsanger - Antiklinale (vgl. A. ROTHPLETZ 1888: 445, Fig. 11; O. AMPFERER 1903: 238, Fig. 49; 1929: 140, Fig. 1; 1944: 35, Fig. 18; A. TOLLMANN 1973: 153, Abb. 76 unten). Auf der Gamsanger - Antiklinale (2. Schuppe der Inntaldecke) liegt nun die 3. Schuppe der Inntaldecke, und zwar mit Reichenhaller Spänen in der Tiefe (sie sind im folgenden Profil 4 wieder aufgeschlossen), einem tektonisch reduzierten Muschelkalk, und auf diesem liegt Wettersteinkalk. Der Hauptkörper der Inntaldecke folgt im Süden mit Wettersteinkalk, getrennt von der 3. Schuppe der Inntaldecke durch eine steile Bewegungsbahn, die gegen E über das Brunnsteinkarl zum Kirchlbach führt.

Bemerkenswert ist, daß A. TOLLMANN (1973: 153, Abb. 76 unten) wohl von einer abgescherten Antiklinale der Lechtaldecke spricht, man aber durch das unglücklich gewählte Nordende des Profils eine solche Abscherung nicht erkennen kann. Zu erwähnen wäre noch, daß im selben Profil der Muschelkalk der Gamsanger - Antiklinale auf kürzeste Distanz (!) im Nordflügel des Sattels viel mächtiger ist als im Südflügel. H. FRISCH (1964), H. JERZ & R. ULRICH (1966) behelfen sich auf dem Profil 5-Mittenwald mit einer untergeordneten Störung. Obwohl aber A. TOLLMANN (1970: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen, der Westabschnitt) die Gamsanger-Antiklinale (mit Recht) zur Karwendel-Stirnschuppe der Inntaldecke zählt, ist die von ihm gezeichnete tektonische Zäsur (A. TOLLMANN 1973: 153, Abb. 76 unten) nur ein maximal 470 m (!) tief reichender Bruch mit geringem Versetzungsbetrag. Diese Widersprüche bei A. TOLLMANN haben allerdings ihre Ursache

in der falschen Ausdeutung der Tektonik durch H. FRISCH (1964), H. JERZ & R. ULRICH (1966), die ohne eine Schuppe auszukommen versuchen. Sie sehen zwischen dem Gatterl und dem Gamsangerl einen gefalteten "Lappen" der Inntaldecke (H. JERZ & R. ULRICH 1966: 101). (Es handelt sich hierbei um meine 2. Schuppe der Inntaldecke). Merkwürdig bei dieser Deutung von JERZ & ULRICH ist nur, daß von diesem "Lappen" in keinem anderen Profil etwas zu sehen ist. - Aber zurück zum Problem der Überschiebungsbahn, zurück zu jener Trennfläche, die nach A. TOLLMANN nur 470 m Tiefgang und somit Bruchcharakter hat (siehe oben). Hiezu möchte ich folgendes festhalten: TOLLMANN (1973) postuliert den tiefgreifenden Charakter der Überschiebungsbahn und begründet diesen mit dem Auftreten von Jungschichten-Schubspänen. Dies trifft aber auch für die von TOLLMANN nur mit Bruchcharakter dargestellte Zäsur zu, wie die Schubspäne südlich des Brunnsteineggs be weisen.

#### Profil 4 (4-Mittenwald)

Die Profilinie verläuft von der Kreuzwand (2132 m) gegen S über das Brunnsteinkar ins Karwendeltal. Nach H. FRISCH (1964), H. JERZ & R. ULRICH (1966) soll sich die Tektonik - nach ihrem ersten Wechsel in Profil 5-Mittenwald - nun zum zweiten Mal völlig ändern, und das auf eine E-W-Erstreckung von 500 m. Der "Lappen" der Inntaldecke ist völlig verschwunden. Was in Profil 5-Mittenwald nur eine untergeordnete Störung war (und bei A. TOLLMANN 1973: 153, Abb. 76 unten, überhaupt ungestört blieb), ist nun wieder eine Deckengrenze geworden. Daß H. JERZ & R. ULRICH 1966 auf Seite 95 diese Deckengrenze zwar nur als Überschiebungsstörung von begrenzter Länge beschreiben, tut im Augenblick nichts zur Sache, denn immerhin trennt auch bei ihnen diese Überschiebungsgrenze die Lechtaldecke von der Inntaldecke. Nachdem sie die Deckentheorie bezweifeln, setzen sie die Begriffe Inntaldecke und Lechtaldecke auch unter Anführungszeichen. Nun, die auf Profil 4-Mittenwald dargestellte Deckengrenze ist eine Überschiebungsbahn, die sehr an Reliefüberschiebungen erinnert. Darunter scheinen drei (!) Schuppen der Lechtaldecke aufzutauchen. Die Tektonik ist somit nicht nur in der Inntaldecke eine völlig andere geworden, sondern auch in der darunterliegenden Lechtaldecke. Merkwürdig ist wiederum, daß auch von diesen drei Schuppen der Lechtaldecke in allen anderen Profilen der Profiltafel Mittenwald keine Spur zu sehen ist. (Dasselbe Phänomen kennen wir allerdings schon von dem Inntaldecken-"Lappen" am Gamsangerl). Nur am Rande soll hier erwähnt sein, daß das Einfallen der Schichten des Muschelkalks in Profil 4-Mittenwald keineswegs mit den auf der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Mittenwald, eingetragenen Fallzeichen übereinstimmt. - Genauso, wie in Profil 5-Mittenwald, gibt es auch in diesem Profil keine Erklärung für den Muschelkalk-Span, der in Wirklichkeit zwar nicht senkrecht, so doch aber sehr steil nach S einfällt und S der Kreuzwand mitten in Wettersteinkalk der Lechtaldecke eingeklemmt ist. Eine solche Erklärung ist leider auch in den Erläuterungen zu Blatt Mittenwald und in der dazugehörigen Beilage 2, Tektonische Karte zu Blatt Mittenwald, unterlassen worden. Nach meiner Auffassung verhält sich dagegen die Tektonik wie folgt: N der Kreuzwand (2132 m) ist die ungestörte Lechtaldecke

vor uns. Im Graben W des Vorderen Dammkares - d.h. S der Kreuzwand - ist steil nach S einfallend Muschelkalk der 1. Schuppe der Inntaldecke eingeklemmt; Reichenhaller Schichten können wieder in der Tiefe angenommen werden. Daran anschließend kommen Wettersteinkalk, Muschelkalk und Reichenhaller Schichten als Fortsetzung der Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale (also die Schuppe der Lechtaldecke) und an ihr aufgelagert ist im S die normale Fortsetzung der Gamsanger-Antiklinale (2. Schuppe der Inntaldecke). S davon treten tektonisch stark reduziert Reichenhaller Schichten und Muschelkalk, und auf diesen der Wettersteinkalk der 3. Schuppe der Inntaldecke auf. Diese 3. Schuppe der Inntaldecke bewegte sich natürlich über die vorher erwähnten Einheiten hinweg. Den ersten Beweis hierfür sehen wir von W kommend in diesem Profil, und zwar im Gipfelaufbau der Westlichen Karwendelspitze (2385 m). Er besteht aus denselben tektonisch reduzierten Reichenhaller Schichten und Muschelkalcken wie die Basis der 3. Schuppe der Inntaldecke im S. - An der steilen Überschiebungsfläche im Brunsteinkarl ist letztlich der Hauptkörper der Inntaldecke auf die zuvor beschriebenen fünf Einheiten (nämlich Lechtaldecke, 1. Schuppe der Inntaldecke, Schuppe der Lechtaldecke, 2. Schuppe der Inntaldecke, 3. Schuppe der Inntaldecke) aufgeföhren. Im Gelände bei richtiger Beleuchtung ist diese Überschiebungsbahn, obwohl Wettersteinkalk an Wettersteinkalk grenzt, auch vom Karwendeltal aus sehr gut zu sehen.

#### Profil 5 (3-Mittenwald)

Im Profil 3 der Profiltafel zu Blatt Mittenwald soll sich nun abermals nach weiteren 600 m gegen E die Tektonik gänzlich geändert haben. Das bedeutet, daß der Charakter der Überschiebung von Profil 6 bis 3 (alle Profile siehe Profiltafel zu Blatt Mittenwald), also auf einer E-W-Erstreckung von etwa 1700 m, dreimal gewechselt haben soll. Meiner Meinung nach bleibt der Charakter der Tektonik aber von Anfang an gleich. Die einzelnen Bauelemente streichen zwar gegen W hin - verursacht durch die Erosion - teilweise in die Luft aus und gehen so zum Teil für den Beobachter verloren. Gegen E hin werden sie dagegen immer mehr von der mächtiger werdenden 3. Schuppe der Inntaldecke überfahren und verdeckt.

Aber zurück zu Profil 5:

Der Span der 1. Schuppe der Inntaldecke, der zwischen der Lechtaldecke und deren Schuppe eingekeilt ist, besitzt nun neben dem Muschelkalk sicher auch bereits Reichenhaller Schichten, die man bei den folgenden Profilen dann auch schon anstehend vorfindet. Leider liegt nun diese 1. Schuppe der Inntaldecke völlig verdeckt unter dem Karschutt des Vorderen Dammkares. Dies hat H. JERZ & R. ULRICH (1966) dazu bewogen, die Schuppe in Profil 3-Mittenwald auch nicht mehr einzuzuzeichnen. Hätte man sie allerdings wenigstens angedeutet, so wären wahrscheinlich einige (weitere) Fehler in der Ausdeutung der Tektonik vermieden worden. Denn daß dieser Muschelkalkspan, nur weil man ihn an dieser Stelle unter dem Karschutt gerade nicht sieht, schlagartig zu existieren aufhört, ist nicht anzunehmen. Dagegen spricht alles für eine weitere Existenz dieser 1. Schuppe der Inntaldecke in Form des Reichenhaller Bandes N des Predigtstuhls (1920 m) und NE des Bärälpls (siehe die nächsten Profile).

Die 3. Schuppe der Inntaldecke überfährt nun die 2. Schuppe der Inntaldecke auf einer relativ flachen Schubbahn vollends und die 2. Schuppe der Inntaldecke bleibt von nun an in dem hier beschriebenen Gebiet verborgen. Daß sie aber nicht hier endet, sondern zumindest noch ein Stück weit im Untergrund vorhanden ist, darf angenommen werden. Wie weit und in welcher Ausbildung man sie allerdings noch in der Tiefe vermuten darf, vermag ich derzeit noch nicht zu sagen. Von der Schuppe der Lechtaldecke ist nur noch die steile Nordwand aus Wettersteinkalk der Lokalität "Auf dem Damm" aufgeschlossen, alles andere wurde ebenfalls schon von der 3. Schuppe der Inntaldecke überfahren. Die Reichenhaller Schichten der Lokalität "Auf dem Damm" gehören also demnach zur 3. Schuppe der Inntaldecke. - Im S in der Nähe der Kirchlbachklamm zieht die Grenze zwischen der 3. Schuppe der Inntaldecke und dem Hauptkörper der Inntaldecke vom Brunnsteinkarl herab. Auch hier wird wieder Wettersteinkalk von Wettersteinkalk getrennt.

#### Profil 6 (2-Mittenwald)

Das Profil 2 der Profiltafel zu Blatt Mittenwald ist auch bei A. TOLLMANN 1973: 153, Abb. 76 oben, abgebildet. A. TOLLMANN bietet dabei einen besseren Einblick in den Tiefgang der Tektonik. Auf seinem Profil sieht man im N wieder die Lechtaldecke. Auf ihr liegt der Gipfelaufbau der Larchetfleckspitze (=Lerchfleckspitze) und des Predigtstuhls. Es handelt sich bei diesem Gewölbe aus Reichenhaller Schichten, Muschelkalk und Wettersteinkalk eindeutig um die östliche Fortsetzung der Gamsanger-Antiklinale. Genau hier aber verstrickt sich A. TOLLMANN in ganz fundamentale Widersprüche. Während er diese Gamsanger-Antiklinale (wie bereits zuvor erwähnt) auf seiner tektonischen Karte der Nördlichen Kalkalpen (1970) zur Karwendel-Stirnschuppe zählt, ist in beiden Profilen 1973: 153, Abb. 76, davon nichts mehr zu sehen. Denn eine 470 m tiefreichende Störung kann man beim besten Willen nicht als Grenze zwischen einer Decke und ihrer eigenen, früher wahrscheinlich sogar völlig überfahrenen Stirnschuppe deuten! Nun, bei der Übernahme der Profile der Münchener Schule hat A. TOLLMANN offenbar nicht beachtet, daß H. JERZ et al. (1966) eine solche Stirnschuppe (allerdings zu Unrecht) nirgends annehmen. Wenn aber in den beiden Profilen von A. TOLLMANN (1973: 153, Abb. 76) diese Stirnschuppe nicht ersichtlich wird, drängt sich schon die berechnete Frage auf, wo hier überhaupt noch von einer Karwendel-Stirnschuppe der Inntaldecke im Sinne von A. TOLLMANN (1970) gesprochen werden kann! (Ich habe dieses Problem mit zum Teil anderen Argumenten schon bei den Erläuterungen zu Profil 3 beleuchtet; siehe Profil 3). Fahren wir nun aber in den Betrachtungen des oberen Profils (1973: 153, Abb. 76 oben) fort und nehmen wir weiters auch an, es handelt sich im Gipfelaufbau der Larchetfleckspitze tatsächlich um eine Schuppe der Inntaldecke, die - von S herangeschoben - der Lechtaldecke aufliegt (als Schuppe will sie A. TOLLMANN zweifelsohne ja auch verstanden wissen, selbst wenn dies nicht aus dieser Abbildung hervorgeht). Der Gipfel des Predigtstuhls (1920 m) besteht aus Muschelkalk dieser Schuppe. Zwischen diesem Muschelkalk der Schuppe der Inntaldecke und dem Wettersteinkalk der Lechtaldecke befindet sich ein (schon vorhin erwähntes) schmales Band aus

Reichenhaller Schichten. A. TOLLMANN bezieht dieses Band (genauso wie H. JERZ et al. 1966) aus den dahinterliegenden Reichenhaller Schichten der Schuppe der Inntaldecke. Wenn dem so wäre, hätte es aber sicherlich nicht nur die Reichenhaller dermaßen ausgewalzt, sondern auch den darüberliegenden Muschelkalk. Aufgrund der heutigen Streich- und Fallrichtung des Muschelkalks sieht man aber eindeutig, daß ihm nichts passiert ist. Ich kann mir also, obwohl Reichenhaller Schichten sehr mobile Gesteine darstellen, eine solche Art des Transports kaum vorstellen. Ich bin jedoch ebenfalls der Meinung, daß es sich bei diesem Band um einen "abgeschürften" Teil eines mächtigeren Reichenhaller Vorkommens handelt. Ich sehe den Ursprung für diesen Gleitteppich der 3. Schuppe der Inntaldecke allerdings in den Reichenhaller Schichten der 1. Schuppe der Inntaldecke. Daß es bei einer Überschiebung zu einem solchen Abtrennen und Abschürfen kommen kann, ist eigentlich klar. Und in der Tat wurde ja nun die 1. Schuppe der Inntaldecke von der 3. Schuppe der Inntaldecke völlig überfahren. Die weitere Existenz der 1. Schuppe der Inntaldecke beweist aber eben dieses Reichenhaller Band, das wir nun gegen E bis in die Wörnergrube verfolgen können, wo es zwar zunächst ebenfalls von der 3. Schuppe der Inntaldecke überfahren wird. Im Gebiet des Hohen Wörner (2476 m) und der Hochkarspitze (2484 m) erreicht die 3. Schuppe der Inntaldecke heute ihren nördlichsten Punkt, weshalb es eigentlich nicht verwundern sollte, daß gerade hier ammeisten von den darunterliegenden Einheiten verdeckt ist. Aber die 1. Schuppe der Inntaldecke ist damit nicht endgültig in den Untergrund geraten. Vielmehr tritt das charakteristische Reichenhaller Band am unteren Ende des Glaidsteiges (Gjaidsteig) NE der Raffelspitze als sichtbarer Teil der 1. Schuppe der Inntaldecke wieder auf. Als Schuppe entwickelt sich diese Einheit gegen E nun immer eindeutiger und mächtiger, bis sie im hier beschriebenen Arbeitsgebiet im Gelände der Tälespitze (2104 m) ihre größte aufgeschlossene Ausbildung erreicht (O. AMPFERER 1903: 230, Fig. 40). Bereits A. ROTHPLETZ (1888: 448, Fig. 13) hat diesem Reichenhaller Band große Bedeutung beigemessen und so ist es umso verwunderlicher, daß A. TOLLMANN (1970: Tekt. Karte der Nördlichen Kalkalpen, der Westabschnitt) dieses Band NW des Bärälpls nicht eingezeichnet hat. W. HEISSEL (1958), H. JERZ & R. ULRICH (1966) stellen dagegen die Existenz dieses markanten Reichenhaller Streifens NW des Bärälpls nicht in Frage.

Auf meinem Profil 6 werden also von der 3. Schuppe der Inntaldecke alle anderen, bisher erwähnten Schuppen überfahren, teilweise sogar die Lechtaldecke. Von der 1. Schuppe der Inntaldecke sieht man - wie schon gesagt - nur einen Schubspan aus Reichenhaller Schichten. Der entscheidende Fehler zwischen den Profilen 2 und 3 der Profiltafel zu Blatt Mittenwald besteht also in der falschen Verbindung der Reichenhaller Schichten des Predigtstuhls mit denen N der Kirchlspitze (2250 m). Erstere muß man hingegen zur 1. Schuppe der Inntaldecke - und damit zum Muschelkalkspan der Kreuzwand zählen, letztere gehören der 3. Schuppe der Inntaldecke an. Die Grenze des Hauptkörpers der Inntaldecke zur 3. Schuppe der Inntaldecke ist am Kirchlbach anzunehmen. Sie übersetzt nun den Karwendelbach gegen SW und zieht dann bis auf etwa 1550 m Seehöhe bei der Lokalität Kirchlshattseite hinauf. Auf

dieser (orographisch linken) Seite trennt sie nun aber nicht mehr Wettersteinkalk von Wettersteinkalk, wie seit ihrem Eintritt ins Karwendel S der Brunnsteinköpfe, sondern von nun an gegen E werden Reichenhaller Schichten und Muschelkalk der 3. Schuppe der Inntaldecke von Wettersteinkalk des Hauptkörpers der Inntaldecke getrennt.

#### Profil 7 (1-Mittenwald)

Auf Profil 1 der Profiltafel zu Blatt Mittenwald, und damit auch auf der geologischen Karte selbst, wurde wohl einer der schwerwiegenden Fehler in Bezug auf die Auflösung der Tektonik gemacht. Die Profillinie zieht sich über den Grat der Großkarspitzen zu der im S gelegenen Lokalität Hirschgrübl. Gerade hier liegt einer der entscheidenden Aufschlüsse für die ganze Decken- und Schuppen-tektonik dieses Abschnittes des nördlichen Karwendel. Auf diesem Profil 1-Mittenwald sieht man also Muschelkalk und Wettersteinkalk der Großkarspitzen bis fast auf den Hauptdolomit der Lechtaldecke aufgeschoben. Ein dünnes Raibler Band (in der Lechtaldecke) wird mit Recht unter dem Karschutt vermutet und auch eingezeichnet. Daß man den Muschelkalkspan der Kreuzwand unter dem Schutt des Vorderen Dammkares in Profil 3-Mittenwald aber ebensogut hätte zeichnen können, sei hier nur am Rande erwähnt. - Der Muschelkalk, der jedenfalls bis fast an den Hauptdolomit heranreicht, kommt im S unter dem Wettersteinkalk am Fuße des Tiefkares wieder an die Oberfläche. Darunter, weiter gegen das Karwendeltal sind auch Reichenhaller Schichten sehr schön aufgeschlossen. Daran anschließend kommen die Talschuttbildungen der Larchetalm, die keine Aufschlüsse bieten. Auf der Talsüdseite stehen wieder Muschelkalke an und zwischen diesen und dem Wettersteinkalk der Nordhänge des Pleisenspitzgebietes steckt ein allseits gestörter Keil von Reichenhaller Schichten, der natürlich in das von den Bearbeitern H. FRISCH (1964), H. JERZ & R. ULRICH (1966) angestrebte Bild eines stratigraphischen Fensters überhaupt nicht hineinpaßt (JERZ & ULRICH 1966: 104). Es wird hier der Versuch unternommen, den Wettersteinkalk der Pleisenspitze mit dem der Großkarspitzen zu verbinden. Die Reichenhaller Späne seien demnach an einer steilen Störung eingeklemmt, wobei die eben erwähnten Verfasser nicht nur einem gewaltigen Irrtum unterliegen, sondern sogar soweit gehen, mit einem Satz die tektonische Situation bis zum Karwendelhaus nach diesem Schema zu erklären. Daß man es sich hier aber wohl etwas zu leicht gemacht hat, und die Situation keineswegs so unkompliziert ist, daß man sie mit einem einzigen Satz erklären könnte, glaube ich mit meinen weiteren Ausführungen nachweisen zu können. Ähnlich, wenn nicht gleich, wie die eben erwähnte Ausdeutung mit Hilfe eines stratigraphischen Fensters ist die von O. AMPFERER (1903: 246). O. AMPFERER zählt ebenso diese ganze Schuppe von Scharnitz bis zum Bäralpl zum Hauptkörper der Inntaldecke und läßt das Schuppensystem erst E des Bäralpls beginnen. Wohl aber hat er die Existenz der nördlichen Schuppe - gleichzusetzen mit meiner 1. Schuppe der Inntaldecke - bereits weitgehend vermutet. - Einen weiteren Beweis für das gewaltsame Einpressen von geologischen Fakten in das unrichtige Bild eines stratigraphischen Fensters liefert die Geologische Karte von Bayern, Blatt Mittenwald, selbst: Bei 1300 m in der dem Hirschgrübl benachbarten

Lokalität Kirchlschattseite sieht man ungestörte Reichenhaller Schichten unter dem Muschelkalk, die Reichenhaller Schichten bei ungefähr 1500 m sind dagegen allseits gestört.

Wenn man davon absieht, daß ich im Untergrund nach wie vor meine 1. Schuppe der Inntaldecke annehmen muß und daß ich die Schuppe der Lechtaldecke und die 2. Schuppe der Inntaldecke immer noch annehmen kann, so stimme ich in meinem Profil 7 mit dem Profil 1-Mittenwald von N bis zum Karwendeltal hin überein. In der Lokalität Hirschgrübl, im dazugehörenden unteren Larchetkar und auch in der Kirchlschattseite sieht man aber ganz deutlich das Umbiegen der normalen Lagerung der Schichten in eine inverse. Es wird also hier auf der Südseite des Karwendeltales eine überkippte Mulde gebildet, in deren Kern der Muschelkalk liegt, umhüllt von Reichenhaller Schichten, die an der Überschiebungsgrenze zum Wettersteinkalk natürlich tektonisch stark reduziert sind. Ich darf noch betonen, daß das Umbiegen der Schichten sowohl im Muschelkalk, als auch in den Reichenhaller Schichten zu sehen ist. Es haben diese eben gemachten Feststellungen nun sehr weitreichende Konsequenzen: Das direkte Verbinden des Wettersteinkalkes der Pleisenspitze mit dem der Großkarspitzen wird dadurch unmöglich. Nachdem die 3. Schuppe der Inntaldecke vor der Überschiebung des Hauptkörpers der Inntaldecke wohl die letzte Schuppe gewesen sein kann, wäre ein Zusammenziehen der beiden Wettersteinkalkvorkommen erst möglich, wenn man an die Mulde des Hirschgrübls und des unteren Larchetkars noch eine (bereits erodierte) Antiklinale setzt, von der allerdings im gesamten hier zur Diskussion gestellten Untersuchungsraum jede Andeutung fehlt. Ob es freilich nur bei einer Antiklinale bleiben würde, oder ob ein wesentlich komplizierteres Sattel-Mulden-System einerseits der Überschiebung, andererseits der Erosion zum Opfer gefallen ist, entzieht sich natürlich völlig meinem Abschätzungsvermögen. - Weiters liefert uns diese kleine Muldenbildung den Beweis der Zusammengehörigkeit der normal gelagerten Schuppe W des Bäralpls und der invers gelagerten Schuppe E des Bäralpls, die aus dem inversen Südrand der 3. Schuppe der Inntaldecke hervorgeht. Ihre schrittweise Ausbildung zu ihrer gesamten Mächtigkeit, die im Gebiet des Bäralplkopfes (2323 m) erreicht ist, kann im Gebiet E der Larchetalm beobachtet werden. Freilich stellt dies eine gewaltige tektonische Veränderung dar, die in der großen Bäralpl-Störungszone zum Ausdruck kommt. In Profil 7 wird die Synklinale im südlichen Teil der 3. Schuppe der Inntaldecke mit einer in der Luft angedeuteten Störung versehen. Sie ist zwar weder nachweisbar, noch wird sie hier vorhanden sein. Mir geht es mit dieser "optischen" Maßnahme lediglich darum, die tektonische Schwächezone zu markieren, an der unweit E des Profils 7 der inverse Teil der 3. Schuppe der Inntaldecke vom nördlicher gelegenen normal gelagerten Teil derselben Schuppe abgetrennt wird. Gegen E hin erfolgt also ein völliges Durchtrennen des Muldenkernes. Dieser "Riß" ist der Beginn der Bäralpl-Störungszone. Aus dem südlichen inversen Rest der durchtrennten Mulde geht dann die im E mächtig ausgebildete inverse 3. Schuppe der Inntaldecke hervor. - Daß man dieses Umbiegen in eine inverse Lagerung erst in Profil 7 sehen kann, hat zwei Gründe. Erstens

sind daran die (wie bereits gesagt) sehr ungünstigen N-S-Schnitte der Profiltafel Mittenwald schuld. Hätte man die Profillinien annähernd senkrecht auf das Streichen der Schichten ausgerichtet, könnte man das Umbiegen bereits bei den Profilen 5 und 6 (3 und 2 der Profiltafel Mittenwald) beobachten. Zweitens macht die Grenze zwischen dem Hauptkörper der Inntaldecke und seiner 3. Schuppe nur bei den Lokalitäten Kirchlschattseite, Hirschgrübl und unteres Larchetkar eine Einbuchtung nach S. Das heißt, daß diese Mulde auch nur hier zu sehen und erhalten sein kann, weil überall sonst der Hauptkörper der Inntaldecke weiter vorgerückt ist, und so diese Synklinale gar nicht mehr erhalten ist. Diese beiden Ausbuchtungen gegen Süden führe ich auf Stauchfaltungen, durch E-W-Einengung hervorgerufen, zurück.

Es beginnt nun meine eigene Profilserie und damit die Abkehr von den ungünstigen schleifenden N-S-Schnitten. In den Profilen 8 bis 15 gilt nun unsere ganze Aufmerksamkeit der Entwicklung des inversen Teiles der 3. Schuppe der Inntaldecke und der Ausbildung der Bäralpl-Störungszone, die ihrerseits wiederum den normal gelagerten Teil der 3. Schuppe der Inntaldecke gegen E immer mehr beeinflußt. Dieser Einfluß wird sogar so stark, daß dadurch der normale Teil im Gebiet der Raffelspitze sein Ende findet.

#### Profil 8

Das charakteristische Reichenhaller Band, das die Lechtaldecke von der 3. Schuppe der Inntaldecke abtrennt, war zuletzt bei der Lokalität Steinklippe anstehend. Von der Steinklippe ostwärts taucht es zuerst unter den Karschutt der Wörnergrube (siehe dieses Profil) und anschließend unter den Wettersteinkalk des Hohen Wörner (3. Schuppe der Inntaldecke), um erst am unteren Beginn des Glaidsteiges wieder aufzutauchen. Wie aus diesem Profil sehr deutlich zu sehen ist, handelt es sich bei diesem Band um den von den Reichenhaller Schichten der 1. Schuppe der Inntaldecke teilweise "abgeschürften" Gleitteppich der 3. Schuppe der Inntaldecke. Der Aufschub der 3. Schuppe der Inntaldecke bewirkt überdies in der Lechtaldecke eine zumindest oberflächen-nahe starke tektonische Reduzierung besonders der Raibler Schichten, aber auch des Wettersteinkalks (H. JERZ & R. ULRICH 1966: 103). Das Nordende der 3. Schuppe der Inntaldecke mit seinem an der Basis durch die Überschiebung stark reduzierten Muschelkalk und dem darauf liegenden Wettersteinkalk fällt anfangs mittelsteil nach S ein und wird in der Gegend des Mittleren Tiefkares wieder flacher, um dann neuerlich steiler gegen S abzutauchen. Dies ist der Beginn einer Antiklinale, die Ndes durchgesicherten Muldenkernes liegt (siehe weiter unten). Sie ist als ein (vergeblicher) Versuch der Schuppe zu werten, durch plastische Verformung ein Durchscheren des Muldenkernes zu verhindern. Diese Antiklinale wird gegen E vorerst immer ausgeprägter, was sich auf den hier noch S-fallenden Nordteil der Schuppe im folgenden auswirken wird. Der Nordteil wird nämlich durch diese Aufwölbung von S her immer mehr hochgehoben, was letztlich ein relativ steiles N-Fallen (siehe Profil 12) bewirkt. Sowohl der Übergang aus der Antiklinale in die hier bereits durchtrennte Synklinale und diese selbst sind vom Talschutt verdeckt. Erst die steil

aufragenden Wettersteinkalkwände der Larchetkarspitze (2541 m), die bereits dem Hauptkörper der Inntaldecke zuzuordnen sind, sind S des Talschuttes des Schafstallbodens wieder aufgeschlossen. Dieser Wettersteinkalk wird in Talnähe teilweise brecciös, was auf die geringe Entfernung zur (wegen des Talschuttes nicht aufgeschlossenen) Grenze zwischen dem Hauptkörper der Inntaldecke und ihrer 3. Schuppe hinweist. Näheres zu dieser "Überschiebungsbreccie" jedoch in den Erklärungen zu Profil 9. In den folgenden Profilen sind nun die tektonischen Umwälzungen in der 3. Schuppe der Inntaldecke, die aus der hier noch größtenteils normalen Lagerung nun in eine zur Gänze inverse Lagerung übergeht, zu beachten. Ausgangsgebiet für diese totale Veränderung ist die in diesem Profil noch relativ unbedeutende Störung, die die Synklinale (Fortsetzung der aufgeschlossenen Mulde S der Larchetalm) zerrissen hat, und die sich nun gegen E zur großen Störungszone (Bäralpl-Störungszone) ausweitet. Ferner zeigen die nun folgenden Profile die direkten Auswirkungen dieser Störungszone auf den Nordteil der 3. Schuppe der Inntaldecke (Bildung einer Antiklinale = Raffelspitz-Antiklinale).

#### Profil 9

Im N ist der normal gelagerte Teil der 3. Schuppe der Inntaldecke mit Wettersteinkalk bis zu den Raibler Schichten der Lechtaldecke aufgeföhren (ich meine damit natürlich nur die heutige, durch die Erosion bedingte Situation). Die 1. Schuppe der Inntaldecke sowie die Schuppe der Lechtaldecke befinden sich nun im Untergrund, von der 3. Schuppe der Inntaldecke vollkommen überfahren. Die 2. Schuppe der Inntaldecke, für die (wenn sie überhaupt noch vorhanden ist) ganz dasselbe gilt, wollen wir von nun an gänzlich aus unseren Betrachtungen streichen. Es ist ihre weitere Existenz im hier behandelten Gebiet weder zu beweisen, noch zu widerlegen. - Im Gebiet des Talbodens des Karwendeltales sieht man - zwar vom Schutt verdeckt - nun den zerrissenen Muldenkern und damit (wie bereits erwähnt) den Beginn der Bäralpl-Störungszone. Gleich S daran befindet sich die entstehende inverse Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke, deren Reichenhaller Schichten im Bereich der steilen (meist etwa 80°S fallenden) Überschiebungsbahn des Hauptkörpers der Inntaldecke auf ebendiese Schuppe wieder aufgeschlossen sind. Sehr interessant ist die von hier gegen E bis in den Schlauchkargraben hinein verfolgbare "Überschiebungsbreccie". Sowohl der Wettersteinkalk des aufgeschobenen Hauptkörpers der Inntaldecke, als auch die Reichenhaller Schichten der überfahrenen inversen Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke sind in unmittelbarer Umgebung der Überschiebungsbahn brecciös ausgebildet. In den zum Teil sehr mächtigen Reichenhaller Breccien finden sich häufig Wettersteinkalkgerölle jeder Größe. Wesentlich seltener sind hingegen kleine Reichenhaller Bruchstücke im mylonitisierten und brecciösen Wettersteinkalk zu beobachten. Diese Wettersteinkalkbreccie ist auch viel geringer mächtig. Ich möchte an dieser Stelle betonen, daß die inverse Lagerung der Reichenhaller Schichten des eben beschriebenen Gebietes an der Südseite des Karwendeltales (siehe Profil 9 und 10) bereits eindeutig ist, sodaß der westliche Beginn der Bäralpl-Störungszone etwa im Gebiet S des Karwaldes oder des Großen Schafstallbodens

anzunehmen ist, selbst wenn hier die Talschuttbildungen keinen Aufschluß zulassen. Die Überschiebungsgrenze zwischen dem Hauptkörper der Inntaldecke und ihrer 3. Schuppe ist in diesem Profil an der Talsohle aufgeschlossen.

#### Profil 10

Von ihrem nördlichen Beginn bis zur Hochkarspitze (2424 m) ist die Profillinie die gleiche wie in Profil 9. Erst von der Hochkarspitze gegen S verläuft der Profilschnitt E von Profil 9, wodurch sich besonders in dem von der 3. Schuppe der Inntaldecke verdeckten Untergrund praktisch nichts Wesentliches geändert hat. Was nun aber sehr augenscheinlich wird, ist die bereits sehr ausgeprägt gewordene (Raffelspitz)-Antiklinale. Während in Profil 8 der nördlichste Teil der Schuppe noch relativ stark S-fallend war, liegen die Schichten, die den Gipfelaufbau der Hochkarspitze bilden, nun sehr flach. Wie sehr schön zu erkennen ist, konnte die Antiklinale den Bruch der südlich daran anschließenden Synklinale nicht verhindern. Im Gegenteil, die Bäralpl-Störungszone gewinnt hier bereits sehr an Bedeutung. Deutlich sind bereits die später im Bäralpl mächtigen Reichenhaller Breccien, Kalke und Dolomite zu sehen, und mit diesen der aus dem geborstenen Muldenkern stammende Muschelkalk, der später im Bäralpl-graben völlig diskordant anstehend zu betrachten ist. Der inverse abgescherte Südflügel der gebrochenen Mulde, also die entstehende inverse 3. Schuppe der Inntaldecke ist mit Reichenhaller Schichten wieder aufgeschlossen. Dabei ist das Kuriosum erwähnenswert, daß Wettersteinkalk des Hauptkörpers der Inntaldecke in einem kleinen Bereich (siehe auch Profil 11 und 12) von seiner Einheit fast gänzlich abgetrennt wurde, und so im N, S und E von Reichenhaller Schichten der inversen 3. Schuppe der Inntaldecke umrahmt wird. Was den Untergrund betrifft, so möchte ich hier nur erwähnen, daß man unter dem Hauptkörper der Inntaldecke nun immer mehr mit der sogenannten Jungschichtenzone der Lechtaldecke zu rechnen hat, nachdem diese schon unweit E des Hochalmsattels anstehend vorliegt. Auf das Problem der Jungschichtenzone soll in dieser Arbeit zu einem späteren Zeitpunkt noch genauer eingegangen werden. Was den Hauptkörper der Inntaldecke selbst betrifft, so ist A. TOLLMANNs (1970) sogenannte Ödkar-Antiklinale (wie aus meinen Profilen ersichtlich ist) im wesentlichen zu bestätigen.

#### Profil 11

Was hier sofort ins Auge sticht, ist die gewaltige Ausbildung der Antiklinale S der Raffelspitze (daher Raffelspitz-Antiklinale), die nun bereits ein ausgeprägtes N-Fallen des nördlichen Teiles der normal gelagerten 3. Schuppe der Inntaldecke bewirkt. Ich möchte hiezu betonen, daß man das beginnende Umbiegen, also den Sattel selbst, innerhalb der Reichenhaller Schichten beobachten kann, da die (in diesem ganzen Gebiet leider sehr ausgedehnten) Hangschuttbildungen nicht so hoch hinaufreichen. Eine weitere Tatsache ist, nachdem wir nun zum ersten Mal E des Hochkares sind, daß der Muschelkalk in diesem Profil erst bei 1700 m über den Reichenhaller Schichten ansteht, während er W des Hochkares (aufgeschlossen) bei 1500 m bereits in den Wettersteinkalk übergeht. Dafür gibt es folgende Erklä-

rung: Hervorgerufen durch die Aufwölbung in eine Antiklinale haben wir nun durch den geringeren Platzverbrauch im Gebiet dieser starken Stauchung eine ausgeprägte Versetzung des Komplexes nach N. Dieser Nordversatz wird selbstverständlich gegen N mit zunehmender Entfernung von der Störungszone immer geringer. Die "Versetzungsstörung" ist durch das Hochkar zu ziehen. Auffallend ist weiters die geringe Mächtigkeit des Muschelkalkes; die Ursache dafür ist eine tektonische Reduzierung. Die Reichenhaller Schichten hingegen können sehr mächtig angenommen werden, wobei auch dafür der Grund ein tektonischer ist. Diese große Mächtigkeit ist zwar nicht direkt ersichtlich (siehe Profil 11), kann aber getrost angenommen werden, nachdem eine ähnliche Mächtigkeit (ebenfalls tektonische Ursache) im unweit östlich gelegenen Bärälpl von jedem als aufgeschlossene Tatsache angesehen werden muß. Der Südflügel der Antiklinale der an und für sich normal gelagerten Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke ist nun auch invers anzunehmen, sodaß wir in der Tiefe wieder Muschelkalk und Wettersteinkalk vermuten können. Was hier - zugegebenermaßen - nur theoretisch vorhanden ist, sollte allerdings keineswegs als etwas Unmögliches gewertet werden, denn auch diese beiden Gesteine werden wir E der Raffelspitze in ebendieser - ohne Zweifel sehr komplizierten - Lagerung anstehend vorfinden (siehe dazu die weiteren Erläuterungen). - Südlich der Bärälpl-Störungszone, die von zwei hier noch steil NW-, später etwa N-fallenden großen Störungen eingefasst ist, liegt die (nur im allersüdlichsten Teil aufgeschlossene) inverse Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke. Ihre verkehrte Lagerung ist in diesem Profil bereits völlig außer Diskussion zu stellen. Die dabei von mir unter dem Talschutt angenommenen Muschelkalke und Wettersteinkalke sind ebenso als sicher zu betrachten, denn im Gebiet der Angeralm und des Bärälpkopfes sind beide in voller Ausbildung von jedermann zu betrachten. Daß sie bis zu ihrem Auftauchen aus dem Talschutt im gerade erwähnten Gebiet eine Entwicklung durchmachen mußten, liegt auf der Hand, denn aus dem Nichts sind sie sicher nicht entstanden. Eine ähnliche Entwicklung ist ja auch bei der 1. Schuppe der Inntaldecke sehr schön zu beobachten: Aus dem kleinen Muschelkalkspan S der Kreuzwand, zuerst in der Nähe der Mittenwalder Hütte überhaupt nur mit einer Störung beginnend, entwickelt sich im Gebiet S des Tortales eine Schuppe von beeindruckender Mächtigkeit.

Auf den vom Hauptkörper der Inntaldecke und der 3. Schuppe der Inntaldecke verdeckten Untergrund weiter einzugehen, glaube ich, ist nicht nötig, da das Profil (wie ich hoffe) alles auszudrücken vermag, und sich eigentlich gegenüber dem vorherigen Profil kaum etwas geändert hat.

#### Profil 12

Sehr schön ist wieder die S der Raffelspitze gelegene Antiklinale zu sehen (von N bis zur Raffelspitze sind die Profillinien 11 und 12 identisch). Durch die immer mächtiger werdende Bärälpl-Störungszone wird nun allerdings diese Antiklinale immer mehr eingeengt. Ihre größte Ausbildung hatte sie in Profil 11. Die inverse 3. Schuppe der Inntaldecke ist mit ihren Reichenhaller Schichten nun schon sehr schön aufgeschlossen. Zu beachten ist auch, daß die 1. Schuppe der Inntaldecke mit ihren Reichenhaller

Schichten bereits sehr bald wieder aufgeschlossen sein wird, wir müssen daher den teilweise "abgeschürften" Reichenhaller Gleit-teppich schon sehr oberflächennahe annehmen.

### Profil 13

Mit Profil 13 erreichen wir das tektonisch vielleicht komplizier-  
teste Gebiet des Raumes Karwendeltal. Ich meine damit das Bäralpl  
und seine unmittelbare Umgebung. Eine genauere Erläuterung er-  
scheint mir deshalb unerlässlich.

Von N ausgehend sehen wir (seit langem) erstmals wieder Wetter-  
steinkalk der unterlagernden Lechtaldecke anstehend. Dies ist  
bereits ein Zeichen, daß wir wieder (das erste Mal seit Profil 8)  
besseren Einblick in die Verhältnisse der Tiefe erwarten können,  
da die 3. Schuppe der Inntaldecke - bedingt durch die Erosion -  
nicht mehr so weit nach N reicht. Und in der Tat ist nun das  
Reichenhaller Band in seiner meist brecciösen Ausbildung sehr  
schön zu sehen (A. ROTHPLETZ 1888: 448; O. AMPFERER 1912, Geol.  
Karte; W. HEISSEL 1958: Tekt. Karte; H. JERZ & R. ULRICH 1966:  
13). Nachdem dieses Reichenhaller Band N des Bäralplkopfes (2324 m)  
zum Teil schon sehr an Mächtigkeit gewinnt, können wir annehmen,  
daß es sich dabei nicht mehr bloß um einen "abgeschürften" Gleit-  
teppich (wie bisher) handelt, sondern daß es bereits zumindest  
als Übergang zum normalen - freilich tektonisch beanspruchten -  
Schichtpaket gewertet werden darf. Man beachte auch in der Tiefe  
die zunehmende Mächtigkeit der 1. Schuppe der Inntaldecke, mit  
der unbedingt gerechnet werden muß, da eine noch größere Mächtig-  
keit dieser Schuppe zwischen Tortal und Tälelespitze eine un-  
bestreitbare Tatsache ist. Die Annahme, daß bereits seit geraumer  
Zeit (etwa ab Profil 11) Wettersteinkalk als unterstes, natürlich  
tektonisch stark reduziertes Schichtglied der inversen 1. Schuppe  
der Inntaldecke vorhanden sein muß, ist also durchaus nicht un-  
gegründet. Im Untergrund, auf die 1. Schuppe der Inntaldecke auf-  
geschoben, ist die Schuppe der Lechtaldecke anzunehmen. Freilich  
ist - zumindest beim derzeitigen Stand der Kenntnisse - über  
ihren internen Bau keine Aussage möglich. Die weiteren Unter-  
suchungen müssen überhaupt erst zeigen, ob sie im östlichen  
Karwendel wieder auftaucht oder nicht. Auf die 1. Schuppe der  
Inntaldecke und die Schuppe der Lechtaldecke ist die 3. Schuppe  
der Inntaldecke aufgeföhren. In diesem Profil zeigt sie am besten,  
wie zerrüttet sie aufgrund der in ihr aufgetretenen tektonischen  
Umwälzungen geworden ist. Ihr normal gelagerter Teil ist voll-  
kommen zertrümmert und sein baldiges Ende kündigt sich bereits  
sehr drastisch an. Der inverse Teil der 3. Schuppe der Inntal-  
decke wird immer mächtiger und seine Ausbildung geht ohne große  
Störungen vor sich. Die Bäralpl-Störungszone ist nun schon ein  
ganz bedeutendes Element dieser 3. Schuppe geworden. Die Profil-  
linie wurde absichtlich so gewählt, daß man die Beeinflussung  
der Störungszone auf den normalen Teil der 3. Schuppe der Inntal-  
decke in zweifacher Weise sehen kann: Ich habe bereits zuvor  
gesagt, daß die steilen Störungen, die die Bäralpl-Störungszone  
umrahmen, aus dem zuerst NW-Fallen in ein nahezu westliches Ein-  
fallen umschwenken, das heißt, daß das generelle Streichen der  
ganzen Störungszone die NE-SW-Richtung verläßt und gegen N (im  
Bäralpl selbst) einschwenkt. Nachdem durch dieses Abbiegen nach  
N aber die bisher zu beobachtende normale Einheit der 3. Schuppe

der Inntaldecke abgeschnitten wird, bedeutet dies, daß die Bär-alpl-Störungszone einen enormen Einfluß auf diese normale 3. Schuppe ausgeübt haben muß. Und dieser Einfluß ist im Gelände auch tatsächlich in überaus eindrucksvoller Weise zu sehen: E des Bäralpls ragen steile Wände auf. Sie bestehen aus N-S(!) streichendem, praktisch saiger stehendem Wettersteinkalk, an den gegen W ebenfalls N-S-streichender und senkrecht stehender Muschelkalk anschließt (diese Streichrichtung ist der Grund, daß man in dem N-S-Profil 13 natürlich genau auf eine einzige Schichtfläche des Muschelkalkes sieht). Dieser Muschelkalk bildet sogar einen Gipfel, P-2072, E der Raffelspitze. Die beiden völlig diskordant gelagerten Gesteinspakete (Wettersteinkalk und Muschelkalk) sind sehr stark tektonisch reduziert und gehen beide gegen die Tiefe zu aus ihrer senkrechten in eine flachere Lagerung über, was im Gelände sehr gut zu beobachten ist. Gegen W schließt an den Muschelkalk des P-2072 an einer steilen N-S-Störung schließlich der Wettersteinkalk der normal gelagerten 3. Schuppe der Inntaldecke an. Dieser baut den Gipfel der Raffelspitze auf. Es liegt also - vom Bäralpl mit seinen Reichenhaller Schichten kommend - folgende diskordante Abfolge vor uns: Wettersteinkalk, Muschelkalk, Wettersteinkalk. Für diese in der Tat sehr außergewöhnliche Abfolge gibt es allerdings eine sehr einfache Erklärung: Denn die diskordanten Muschelkalke und Wettersteinkalke E der Raffelspitze haben wir schon in den Profilen 11 und 12 in der Tiefe angenommen. Dort bildeten sie den überkippten Südflügel der S der Raffelspitze gelegenen Antiklinale, deren Sattel - um es nochmals zu betonen - in den im Kern befindlichen Reichenhaller Schichten aufgeschlossen ist. Das Streichen dieses Südflügels in Profil 11 und 12 ist ähnlich dem der Bäralpl-Störungszone anzunehmen. Mit dem Umschwenken dieser Störungszone gegen N im Bäralpl selbst, wird auch die Raffelspitz-Antiklinale in ein N-Streichen gleichermaßen hineingezwungen. Dies hat erstens eine kräftige Einengung zur Folge (der mobile Reichenhaller Kern wird ausgequetscht) und zweitens bewirkt dies das sonderbare N-S-Streichen und die Saigerstellung von Muschelkalk und Wettersteinkalk. Wir sehen also in Profil 13 in der 3. Schuppe der Inntaldecke nun genau erklärt folgende Einheiten: Deutlich erkennbar ist der N-S-streichende und saigere Gipfelaufbau aus Muschelkalk des P-2220 und des P-2072. Unmittelbar darunter gegen S ist der noch nicht völlig N-S-streichende und noch nicht ganz senkrechte Wettersteinkalk zu sehen. Diese beiden Gesteinskomplexe sind also die von der Bäralpl-Störungszone abgedrängten Schichtpakete des ehemaligen überkippten Südflügels der Raffelspitz-Antiklinale. Der Profilschnitt gestattet uns gleichzeitig einen Blick auf den direkt S daran anschließenden Rest des Nordteiles derselben nun schon auf ein Minimum tektonisch reduzierten Antiklinale. Begreiflicherweise ist hier der Südteil der Raffelspitz-Antiklinale nicht mehr zu sehen, weil er ja gegen N gleichsam "abgedrängt" wurde, wie gerade eben erklärt wurde. An einer steilen Störung, die sicherlich so tiefgreifend ist, daß sie bis zur Überschiebungsbahn über die 1. Schuppe der Inntaldecke reicht, schließt nun die Bäralpl-Störungszone an. Daran fügt sich gegen S an einer gleichwertigen zweiten großen Störung die praktisch ungestörte inverse Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke.

## Profil 14

Dieses Profil spiegelt nun die tektonischen Verhältnisse in einem N-S-Schnitt durch das Bäralpl wider. Die normal gelagerte Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke ist verschwunden, sie hat durch den immer größer gewordenen Druck, den die Bäralpl-Störungszone auf sie ausgeübt hat, aufgehört zu existieren. Wir sehen (aufgeschlossen!) die gewaltigen Dimensionen der Reichenhaller Schichten des Bäralpls. Daß diese Mächtigkeit, wie schon O. AMPFERER (1903: 235) anführt, tektonischen Ursprungs ist, glaube ich mit meinen bereits gemachten Feststellungen bestätigt zu haben. Eine einheitliche Streich- und Fallrichtung innerhalb der Reichenhaller Schichten ist nur für sehr begrenzte Teilbereiche feststellbar. Neben den Breccien, die oberflächlich zu Rauhwacken verwittern, sind zum Teil recht mächtige Kalk-Dolomit- und Mergellagen, lokal noch schön in ihrem Schichtbestand erhalten, zu beobachten. Das Bäralpl ist übrigens eine der wenigen Stellen im Karwendel, wo O. AMPFERER unrichtiges Kartieren nachgewiesen werden kann. Dies ist wohl auch die Ursache für seine falsche tektonische Ausdeutung (1903: 235, 236).

- Der von mir bereits seit einigen Profilen unter dem Talschutt angenommene Muschelkalk am Südende der Störungszone (bzw. im Bäralpl selbst bereits am Südost- bis Ostende) steht nun - zwar sowohl intern, als auch gegenüber seiner Umgebung diskordant gelagert - im Bäralplgraben sehr schön an. Die orographisch linke Steilwand, die diesen Graben begrenzt, besteht bereits aus dem Wettersteinkalk der nun praktisch voll ausgebildeten inversen Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke. Die zuerst südliche und nun östliche Grenze der Störungszone ist im Bäralplgraben somit aufgeschlossen und ihre Verlängerung gegen N wird von der steilen Wettersteinkalk-Westwand des Bäralplkopfes (2326 m) deutlich angezeigt. Daß meine bisherige Annahme, den Wettersteinkalk der inversen Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke bereits seit einigen Profilen zu zeichnen, richtig war, zeigt nun das Profil 14. Er ist hier bereits schön erschlossen. Zwischen dem Wettersteinkalk und den ebenfalls aufgeschlossenen Reichenhaller Schichten fehlt nur noch der Muschelkalk, der zwar hier noch vom Talschutt verdeckt ist, der aber nur unweit E von Profil 14 in Profil 15 bei den Kälberböden (E der Angeralm) ansteht. Zur Verdeutlichung der Situation ist hier hinter Profil 14 bereits ein Teil von Profil 15 gezeichnet, wodurch man all das eben Behauptete bereits sehen kann. Zu beachten ist hier schon in diesem Teilprofil 15, daß das charakteristische Reichenhaller Band der 1. Schuppe der Inntaldecke sichtbar ist. Zu dieser 1. Schuppe muß aber noch mehr gesagt werden: Sie wird nämlich aufgrund der mächtigen Schuttbildungen im nördlichen Teil des Bäralpls (Bergsturz- und Moränenmaterial sowie Hangschutt) noch einmal verdeckt. Die Reichenhaller Schichten tauchen also als Band zwischen dem Wettersteinkalk der Lechtaldecke und dem der 3. Schuppe der Inntaldecke im nordöstlichen Bereich des Bäralpls etwa bei der Staatsgrenze unter den Schutt ein. Aufgeschlossen bleibt lediglich die eben genannte, tektonisch stark reduzierte Wettersteinkalkwand der Lechtaldecke. Mit ihrem Einfallen gegen S ist auch ungefähr die Überschiebungsbahn markiert. NW des Bäralpls, etwas S von P-2006, kommt das Band wieder ans Tageslicht

(siehe Profil 15) und ist nun weit gegen E verfolgbar (H. JERZ & R. ULRICH 1966: 13). Es scheint mir keineswegs vermessend, das Reichenhaller Band NW des Bäralpls mit dem NE des Bäralpls gleichzusetzen, genauso wie es vor mir A. ROTHPLETZ (1888), O. AMPFERER (1903, 1912), W. HEISSEL (1958) sowie H. JERZ & R. ULRICH (1966) bereits getan haben. Lediglich A. TOLLMANN (1970) hat - wie bereits gesagt - dieses markante Reichenhaller Vorkommen nicht richtig eingezeichnet. Und wenn man diese beiden Reichenhaller Bänder ein- und demselben System zuordnet, so scheint mir der Schritt, sie unter dem Schutt des Bäralpls (also zwischen dem Wettersteinkalk der Lechtaldecke im N und den Reichenhaller Schichten der Bäralpl-Störungszone im S) zu verbinden, kein großer zu sein. Genau dies habe ich in Profil 14 getan - und durch das dahinterliegende Teilprofil 15 auch gleichzeitig die soeben beschriebene Fortsetzung gegen E angezeigt. Ich bin also der Meinung, daß die inverse 1. Schuppe der Inntaldecke (von einer Aufschlußlücke im Wörner-Hochkarspitz-Gebiet abgesehen) von der Kreuzwand im W bis hierher auf alle Fälle zu beobachten ist - und wie wir noch sehen werden, reicht diese 1. Schuppe der Inntaldecke noch mindestens bis ins Johannestal. Nachdem die 1. Schuppe der Inntaldecke mit dem Hauptkörper der Inntaldecke natürlich früher verbunden war, gehe ich mit den Verfassern O. AMPFERER, W. HEISSEL, H. JERZ & R. ULRICH konform (siehe oben), denn auch diese Bearbeiter zählen das Reichenhaller Band in der einen oder anderen Form zur Inntaldecke. Was sich - einmal abgesehen von meiner Zuordnung zur 1. Schuppe der Inntaldecke - diesen Autoren gegenüber ändert, ist hauptsächlich die Ausdehnung nach Westen: O. AMPFERER und vor allem H. JERZ & R. ULRICH ziehen es noch relativ weit gegen W, während W. HEISSEL das Band auf der allerdings dafür im Maßstab sehr kleinen Tektonischen Karte (1958) offenbar nur bis etwa N der Raffelspitze annimmt. Nur A. TOLLMANN (1970) zählt das - für ihn erst NE des Bäralpls beginnende - Reichenhaller Band zu einer weit über das Johannestal hinausreichenden inversen Schuppe der Lechtaldecke (!). Diese Deutung und Zuordnung kann ich allerdings aufgrund meiner bisherigen Untersuchungen absolut nicht stützen.

### Profil 15

Das Bild wird beherrscht von der mächtigen, ungestörten inversen 3. Schuppe der Inntaldecke, die uns nun bis zum Johannestal hin begleiten wird. Gut zu beobachten ist das Reichenhaller Band, das Wettersteinkalk der 3. Schuppe der Inntaldecke und Wettersteinkalk der Lechtaldecke voneinander trennt, und das uns weiterhin die Existenz der 1. Schuppe der Inntaldecke beweist. Unter dem Hauptkörper der Inntaldecke muß die Jungschichtenzone der Lechtaldecke bereits als sehr bedeutend angenommen werden. Einer der Gründe für diese Annahme ist der E des Hochalmsattels auftretende Muschelkalk des Hauptkörpers der Inntaldecke, der demnach auch hier schon in entsprechend geringer Tiefe unter dem Wettersteinkalk anstehen muß. Unter diesem Muschelkalk sind die Reichenhaller Schichten als gesichert zu betrachten, während Buntsandstein ziemlich fraglich ist. Damit ist aber auch die Schichtfolge des Hauptkörpers der Inntaldecke beendet, womit man zwangsläufig mit etwas Neuem zu rechnen hat, in diesem Fall

eben mit der Jungschichtenzone. Nachdem diese ohnehin unter den Reichenhaller Schichten und dem Muschelkalk des Hauptkörpers der Inntaldecke bereits unweit E des Hochalmsattels zu sehen ist, glaube ich - sind die in diesem Profil 15 angedeuteten Verhältnisse kaum noch zu verwerfen. Mit Profil 15 sind wir also in einen neuen tektonischen Abschnitt getreten, und zwar in den von Scharnitz kommenden vierten und letzten Abschnitt. Wollen wir nun aber nochmals kurz die Ereignisse im kompliziertesten Abschnitt der 3. Schuppe der Inntaldecke zusammenfassen. Dies soll anhand meiner tektonischen Karte geschehen (s. Beil.). Sie soll vor allem zeigen, was im Anstehenden zu sehen ist (was also als Tatsache unwiderlegbar ist) und was Deutung bleiben muß (und immer Deutung bleiben wird), nachdem gerade in diesem Abschnitt des Karwendeltales die ausgedehnteste Schuttbedeckung des ganzen Gebietes die Geländearbeit sehr erschwert. Tatsache ist also, daß der Muschelkalk N des Karwaldes bei 1500 m bereits in Wettersteinkalk übergeht, während er im Hochkar bei 1700 m über den Reichenhaller Schichten erst beginnt. Weiters ist die Sattelstruktur innerhalb der Reichenhaller Schichten S der Raffelspitze zu sehen. Nicht zu bezweifeln sind auch die N-S-streichenden Muschelkalke und Wettersteinkalke zwischen dem etwa E-W-streichendem Muschelkalk der Raffelspitze und den Reichenhaller Schichten des Bäralpls. Prachtvoll aufgeschlossen sind die wirr gelagerten mächtigen Reichenhaller Schichten des Bäralpls und gegen E an diese anschließend die nicht minder tektonisch beanspruchten Muschelkalke des Bäralplgrabens. Darauf folgt (wieder gegen E) die mächtige inverse Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke, deren verkehrte Lagerung bereits unweit E der Spritz eine Tatsache ist. Letztlich ist auch das in den S der Larchetalm gelegenen Lokalitäten zu beobachtende Umbiegen der normalen 3. Schuppe der Inntaldecke in die inverse Lagerung eindeutig. Das sind also die Fakten, die zusammen mit dem im Untergrund (Schuttbedeckung) Vermuteten - nochmals kurz erwähnt - folgendes tektonisches Gesamtbild ergeben: Der im Gebiet der Larchetalm noch intakte Muldenkern zerreißt etwa im Raum S des Schafstallbodens. S der von hier aus einer Störung entstehenden ausgeprägten Störungszone entwickelt sich nun bald die sehr mächtige inverse Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke. N davon versucht die normale Einheit der 3. Schuppe der Inntaldecke der immer größer werdenden Platzeinengung durch zunächst plastische Verformung (Bildung eines Sattels = Raffelspitze-Antiklinale) Herr zu werden, was ihr allerdings nicht gelingt. Die immer stärker werdende Einengung verursacht vorerst eine lokale Nordversetzung der Schichten (die Störung zieht durch das Großkar). Mit dem Einschwenken der Bäralpl-Störungszone in nördliche Richtung werden auch die Bauelemente der normalen 3. Schuppe der Inntaldecke gegen N gedreht und teilweise abgequetscht. Dadurch wird letztlich sogar die Existenz der ganzen normalen 3. Schuppe der Inntaldecke gewaltsam beendet. Die (zwar durch das Abquetschen) teilweise unterbrochene Verbindung von Muschelkalk und Wettersteinkalk des unter dem Schutt verborgenen inversen Südflügels der Raffelspitze-Antiklinale mit dem anstehenden Muschelkalk und Wettersteinkalk E der Raffelspitze wird dadurch offenkundig. Die Muschelkalke des Bäralplgrabens haben ihre Herkunft aus dem zerrissenen Muldenkern,

die Mächtigkeit der Reichenhaller Schichten des Bäralpls selbst ist nur durch tektonische Anschoppung erklärbar. Ich habe vorhin das Karwendeltal in vier tektonisch wichtige Abschnitte gegliedert. Von Scharnitz kommend durchläuft das Tal vorerst den Hauptkörper der Inntaldecke und zwar etwa in Richtung N30E. Nun gelangt man in die normale 3. Schuppe der Inntaldecke, die Talrichtung verläuft etwa N50E. Vom Schafstallboden bis etwa zum Koatwaldleger ist die Richtung N60E, was genau der Anfangsrichtung der Bäralpl-Störungszone entspricht (diese biegt ja erst etwa hier beim Koatwaldleger in ein N-S-Streichen ein). Der vierte und letzte Abschnitt des Tales ist innerhalb der inversen 3. Schuppe der Inntaldecke. Hier herrscht ungefähres E-W-Streichen vor.

#### Profil 16

Unter der 1. Schuppe der Inntaldecke ist im N die Lechtaldecke zu sehen. Aufgeschlossen sind ihre Gesteine vom Hauptdolomit bis zu den Partnachschichten, die aber den Wettersteinkalk nur in seinen tieferen Teilen vertreten. A. TOLLMANN (1973: 39, Abb. 16) und auch schon frühere Bearbeiter nehmen an, daß es sich hierbei um einen zum Teil überkippten Nordschenkel einer Antiklinale handelt. Dies ist auch in der Tat anzunehmen; ich will diese Antiklinale nach drei markanten Gipfeln Kreuzwand-Torkopf-Stuhlkopf-Antiklinale nennen. Von ihr wurde im Westen ja auch die Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale abgeschert. Während letztere die Schuppe der Lechtaldecke bildet, wird schon in meinen ersten Profilen im W deutlich aufgezeigt, daß die 1. Schuppe der Inntaldecke den Sattelbau der Kreuzwand-Torkopf-Stuhlkopf-Antiklinale durch ihren Aufschub zerstört, genauso wie sie es auch hier tut. Die 1. Schuppe der Inntaldecke ist mit Reichenhaller Schichten und Muschelkalk aufgeschlossen. Ihr Wettersteinkalk wird unweit östlich sichtbar. In der 3. Schuppe der Inntaldecke ergeben sich nun aufgrund der Tektonik neue, sehr gut zu beobachtende Tatsachen. Ihre im S gelegenen Reichenhaller Schichten und Muschelkalke sind sehr schön aufgeschlossen. Wenn man nun - der Profillinie folgend - durch das Schlauchkar nach N geht, wird man ringsum von Wettersteinkalk umgeben. Wegen der inversen Lagerung geht man überdies vom Älteren ins Jüngere. Und trotzdem gewahrt man bei etwa 2250 m am Fuß des Grabenkarturmes (2440 m) mitten im Wettersteinkalk ein in seinen Ausmaßen zwar sehr kleines, in seiner Bedeutung jedoch sehr wichtiges Vorkommen von Reichenhaller Breccie. Sehr gut sichtbar ist auch die praktisch senkrechte Störung, in die das Reichenhaller Vorkommen eingepreßt liegt und weiters beweist das gänzlich verschiedene Schichtfallen des Wettersteinkalkes nördlich dieser Störung und südlich der Störung deren Bedeutung. Der gesamte südliche Wettersteinkalkblock fällt relativ steil gegen S ein, nördlich der Störung ist flache Lagerung der Schichten beobachtbar. Diese flache Lagerung des Wettersteinkalks ist am besten im Gipfelaufbau des Grabenkarturmes (2440 m) sichtbar, wo flache dünnbankige Kalke (vermutlich unterster Wettersteinkalk) die letzten Meter zum Gipfel bilden. In der Tat ähnliche Verhältnisse sind auch N der Grabenkartürme aufgeschlossen (siehe d. Profil). Was ist nun der Grund für diese seltsamen Verhältnisse? Beim Aufschub der 3. Schuppe der Inntaldecke über die 1. Schuppe der

Inntaldecke kam es im Gebiet der Grabenkartürme an der Stirn der 3. Schuppe der Inntaldecke zu einem Zerbrechen der Schuppe, wobei sich der mittlere gebrochene Teil (Grabenkartürme) über den nördlichsten, und der südlichste über den mittleren zerbrochenen Teil geschoben hat. Aus der Tiefe wurden den Reichenhaller Schichten der 1. Schuppe der Inntaldecke bei dieser Überschiebung Teile entrissen und als Gleitteppich von zum Teil sehr begrenzter E-W-Erstreckung mißbraucht. Es handelt sich hierbei also um bereits relativ bedeutende Bewegungsbahnen, deren tiefreichender Charakter durch die Reichenhaller Schubspäne bewiesen wird. Freilich wurde die Profillinie so gewählt, daß diese durch besondere tektonische Beanspruchung entstandene Tatsache durchschnitten wird. Im folgenden, östlicher gelegenen Profil sieht man bereits das Abklingen dieser Erscheinung und ebenso ist eine solche gegen W im Gelände beobachtbar, nur habe ich die dort durchziehenden Profillinien aus Platz- und Kostengründen nicht in die Profiltafeln aufgenommen. Die Überschiebungsbahn des Hauptkörpers der Inntaldecke ist an der Oberfläche nach wie vor steil südfallend. Im Wettersteinkalk ist eine leichte "Wellenbewegung" deutlich sichtbar.

#### Profil 17

Die (aufgeschlossenen) Verhältnisse in der Lechtaldecke sind praktisch dieselben geblieben, wie in Profil 16. Ähnlich verhält es sich mit der inversen 1. Schuppe der Inntaldecke, deren Reichenhaller Schichten allerdings nur noch in einem kleinen Rest an der Oberfläche anstehen. Die Tektonik innerhalb der 3. Schuppe der Inntaldecke hat sich weitgehend beruhigt. Die vormals tiefgreifenden Bewegungsbahnen sind nur noch als kleinere Störungen ausgebildet, um weiter gegen E ganz zu verschwinden. Reichenhaller Schubspäne mitten in Wettersteinkalk sind nicht mehr aufgeschlossen. Am Hochalmsattel (1791 m) sind Reichenhaller Schichten und Muschelkalke sehr schön zu sehen. An der zum Beispiel direkt beim Karwendelhaus sehr markant beobachtbaren steilen Überschiebungsbahn ist nun von S der Hauptkörper der Inntaldecke auf die 3. Schuppe der Inntaldecke aufgefahren. Unterhalb des Karwendelhauses (westlich von diesem Profil) konnte ich am Fuß der sogenannten "Blechlahn" einen Schubspan aus Jura ausfindig machen. Der Aufschluß ist lediglich mehrere Quadratmeter groß. Weitere Juraschubspäne (A. TOLMANN 1970) konnte ich nirgends finden. Welche Bedeutung kommt nun diesem auf alle Fälle vorhandenen Schubspan zu? Nachdem bereits unweit E dieser Profillinie (Profil 18) die Jungschichtzone an der Oberfläche ansteht, muß sie auch in diesem Profil in sehr geringer Tiefe angenommen werden. In diesem Fall also (im Gegensatz zu den Schubspänen im Sulzleklammgebiet und beim oberen Brunnsteinegg) ist die Transportweite des Schubspanes selbst sehr gering, er zeigt sozusagen den Beginn der Jungschichtzone an. Diese Tatsache ändert aber nichts am tiefgreifenden Charakter dieser Bewegungsbahnen. Eine weitere Feststellung läßt sich in den Profilen 17 und 18 (und in den vorangegangenen Profilen) machen: Die Jungschichtzone ist auf Teile der Inntaldecke (in diesem Fall auf die 3. Schuppe der Inntaldecke) aufgeschoben. Das bedeutet, daß die Jungschichtzone von ihrem eigenen älteren Untergrund abgerissen wurde. Die Schuld hat der Hauptkörper der

Inntaldecke, der seinerseits auf der Jungschichtenzone der Lechtaldecke liegt. Ein weiterer Aspekt verdient größte Beachtung, und zwar das - bis etwa E des Hochalmsattels - steile Einfallen der Überschiebungsbahn zwischen dem Hauptkörper der Inntaldecke und ihrer 3. Schuppe, und die im östlichen Karwendel durchwegs flache Bewegungsbahn, mit der die Inntaldecke auf ihrem Untergrund aufliegt: H. JERZ & R. ULRICH (1966: 95, 101) sehen im Karwendel bei nach E flacher werdenden Überschiebungsbahn eine deutliche Zunahme der Überschiebungsweite. Aus diesem Satz ist zu schließen, daß die Überschiebungsbahn allmählich flach wird, genauso wie die Zunahme der Überschiebungsweite keine plötzliche ist. Was die Überschiebungsweite betrifft, so ist dieses Problem jedoch sehr komplex und meines Erachtens noch keineswegs gelöst. Ich werde bei der Conclusion aber nochmals darauf kurz zurückkommen. Aber das verschiedene Einfallen der Überschiebungsbahn ist dafür überaus einfach zu erklären. Es fällt nämlich auf, daß die Überschiebungsbahn (in diesem Fall ist es auch eine richtige Deckengrenze) erst flach liegt, sobald die Jungschichtenzone aufgeschlossen ist, daß sie aber überall dort steil (bis überkippt) steht, wo die Jungschichtenzone an der Oberfläche fehlt (Hochalmsattel bis Porta Claudia und weiter gegen W). Die Überschiebungsbahn wird also scheinbar plötzlich flach, eben mit den ersten Aufschlüssen der Jungschichtenzone. Wenn A. TOLLMANN (1970: 136) sagt, daß die Überschiebungsbahn erst westlich der Isar steil bis überkippt wird, östlich der Isar dagegen flach sei, so ist das nicht richtig. Der Hauptkörper der Inntaldecke ist demnach auf der selbst fortbewegten Jungschichtenzone der Lechtaldecke gegen Norden "geritten" und dabei selbst noch über die Jungschichtenzone auf einer zumindest im N flachen Bahn hinbewegt worden. Die Jungschichtenzone selbst bleibt auch gegen E hin steil auf die 3. Schuppe der Inntaldecke aufgeschoben (Profil 18). Die eigentliche Fortsetzung der steilen Bewegungsbahn, die im Karwendeltal den Hauptkörper der Inntaldecke von seiner 3. Schuppe getrennt hat, ist also östlich des Hochalmsattels in der steilen Bewegungsfläche der Jungschichtenzone über die 3. Schuppe der Inntaldecke zu sehen, und nicht in der flachen Deckengrenze zwischen dem Hauptkörper der Inntaldecke und der Jungschichtenzone der Lechtaldecke. Es ist also zumindest ungenau, wenn man sagt, die Überschiebungsbahn ist östlich des Hochalmsattels flach, westlich davon steil. Denn man wirft hier irrtümlich zwei ganz verschiedene Bewegungsbahnen zusammen. Dieser Fehler ist übrigens in allen bisher darüber erschienenen Arbeiten zu lesen. - Die Feststellung, daß die Inntaldecke (=Hauptkörper der Inntaldecke) eine in der Jungschichtenzone der Lechtaler- u. Karwendel-Hauptmulde allseits eingelagerte Decke sei (A. TOLLMANN 1970: 135), kann - wie aus meinen bisherigen Erläuterungen hervorgeht - im Karwendel wohl nur für seinen östlichen Teil Gültigkeit besitzen (östlich des Hochalmsattels). Im mittleren und westlichen Abschnitt sind im Karwendel nirgends mehr Jungschichten aufgeschlossen und die wenigen Schubspäne an den Überschiebungsbahnen im Sulzleklammgebiet usw. beweisen lediglich deren weitere Existenz tief unter dem Hauptkörper der Inntaldecke. Daß der Hauptkörper der Inntaldecke sehr wohl auch auf seiner eigenen Schuppe mit untertriadischen Gesteinen aufliegt, beweisen alle Aufschlüsse im Karwendeltal. Und die

Schuppen der Inntaldecke wiederum liegen beispielsweise auf den untertriadischen Gesteinen der Lechtaldecke (Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale). Diese meine Behauptungen werden weiters gestützt von meinen Beobachtungen, die ich an der Nordkette machen konnte. Die bisher allgemein gültige Meinung über Inntal-Lechtaldeckengrenze, wie sie beispielsweise bei R.v.KLEBELSBERG (1963: 42) dargestellt wird, besagt, daß die Lechtaldecke unterhalb des Niveaus des Buntsandsteins der Vintlalm in das Gebiet oberhalb des Höttinger Bildes herabzieht, um dann im Raum Kerschbuchhof unter den Talschutt des Inntales einzutauchen. Grob gesprochen ist dies tatsächlich der Verlauf der Deckengrenze. Was aber noch niemand erklärt hat, ist die Tatsache, daß beispielsweise im Höttinger Graben die Lechtaldecke mit Partnachschichten, Muschelkalk, Reichenhaller Schichten und Buntsandstein unter der Inntaldecke liegt, während unter dem Buntsandstein der Vintlalm (Hauptkörper der Inntaldecke) Hauptdolomit der Lechtaldecke ansteht. Es wäre verfehlt, des Rätsels Lösung mit dem gemeinsamen Abtauchen der beiden Decken gegen W (und mit ihnen taucht ja auch die Deckengrenze ab), verursacht durch die Auflast der Öztaler Masse, zu erklären, was allerdings bisher versucht wurde. Der Schlüssel für die Erklärung ist wiederum die Jungschichtenzone, die im östlichen Karwendel vorhanden ist, im mittleren und westlichen Abschnitt jedoch fehlt (zum Beispiel im Höttinger Graben und im Karwendeltal). Diese soeben festgestellte Tatsache läßt den Schluß zu, daß die Jungschichtenzone (wie schon gesagt) von ihrer eigenen Decke (Lechtaldecke) abgetrennt wurde und nun im östlichen Karwendel den Hauptkörper der Inntaldecke von Lechtaldecke mit älterer Trias trennt. Im Gebiet der Innsbrucker Nordkette und im Gebiet des Hochalm-sattels keilt die Jungschichtenzone demnach oberflächlich aus, wird aber (die vorhin zitierten Schubspäne beweisen es) in der Tiefe weiterhin gegen W unter dem Hauptkörper der Inntaldecke angenommen werden müssen. Nachdem die Jungschichtenzone eigene Bewegungen durchgeführt hat, muß sie auch diskordant auf ihrer eigenen Restdecke liegen, und dies ist in der Tat der Fall. Diese diskordante Lagerung haben auch schon frühere Bearbeiter festgestellt (O. AMPFERER 1899: 346-350; A. TOLLMANN 1970: 139). Es ist also festzuhalten, daß die unter dem Hauptkörper der Inntaldecke liegende Lechtaldecke auf alle Fälle aus zwei großen Einheiten besteht, die miteinander nur noch tektonischen Kontakt haben. - Noch etwas komplizierter wird die Situation, wenn man die Lechtaldecke nun im N und im S des Karwendel vergleicht. Im ganzen Nordkarwendel sind Partnachschichten lediglich im Gebiet der Torscharte und der Stuhlscharte existent, wären sie beispielsweise im westlichen Nordkarwendel vorhanden, müßten sie in der Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale aufgeschlossen sein; dies ist aber nicht der Fall. Es gab also im heutigen Gebiet der Torscharte und der Stuhlscharte nur einen sehr kleinen Teilbeckenbereich mit Partnachfazies von Wettersteinkalk umrahmt, auf den in den oberen Schichten eindeutig Wettersteinkalkfazies folgte. Im S des Karwendel ist die Sedimentation eine ganz andere gewesen. Man wird in der unteren oder tieferen Einheit der Lechtaldecke, also unter der Jungschichtenzone, keinen Wettersteinkalk finden. Partnach-Beckensedimentation ist überall anstelle des Wettersteinkalkes über dem Muschelkalk anzutreffen. Eine

Verbindung mit der Hoheneggfazies S von Schwaz (H. PIRKL 1961) ist offensichtlich, die wahrscheinlich gleiche Vererzung stützt diese Vermutungen noch zusätzlich. Man kann daraus also schließen, daß auch die Schwazer Trias mit ihrer Hoheneggfazies ein Teil der Lechtaldecke ist und ihre Fortsetzung nach W eventuell in den Aufschlüssen der Pfannenschmiede (die fragliche Stelle kommt schon in den Tektonischen Karten von W. HEISSEL 1950 und A. TOLLMANN 1970 zur Darstellung) am Ausgang des Vomperlochs zu sehen ist. Nach einer Aufschlußlücke aufgrund der Schuttbedeckung des Inntales und seiner Terrassen wird diese untere Einheit der Lechtaldecke wieder eindeutig etwa im Gebiet von Thaur sichtbar und setzt sich im Gebiet des Mühlauer und Höttinger Grabens bis zum Höttinger Bild fort. Westlich des Höttinger Bildes verschwindet diese durch das völlige Fehlen von Wettersteinkalk gekennzeichnete Einheit unter das Inntal, nachdem sie zusammen mit dem Hautkörper der Inntaldecke durch die Auflast der Öztaler Masse zum Abtauchen gezwungen wird. Im Gebiet der Kranewitter Klamm sind jedenfalls bereits alle Gesteine dem Hauptkörper der Inntaldecke zuzuordnen. Aber noch einmal treten gegen W unverkennbare Partnachsichten auf, und zwar am Martinsbühel, E von Zirl. Das Karwendel betreffend ist dies also das westlichste Vorkommen von Lechtaldecke. S von Imst treten dann wieder ähnliche Bedingungen auf und setzen sich in der Folge weit gegen W fort. Ein Verbinden all dieser Gesteine unter der überschobenen Öztaler Masse zum selben tektonischen System (durch die gemeinsame Fazies charakterisiert) scheint mir daher durchaus möglich, jedoch ist es hier und jetzt nicht meine Absicht, darüber mehr zu sagen. Wichtig ist jedoch, daß schon A. TOLLMANN (1970: 139-140) eine Verbindung zwischen Thaurer Schuppe und Hoheneggfazies S von Schwaz sieht. Seine Erklärung, daß in der Lechtaldecke von N nach S ein mehrfacher Wechsel zwischen Riff- und Lagunenfazies (Wettersteinkalkfazies) und Beckenfazies (Partnachfazies, Hoheneggfazies) zu beobachten ist, finde ich sehr einfach und sehr gut (A. TOLLMANN 1970: 139-140). Diese Erklärung macht auch eine von mir anfänglich vermutete neue Decke (=Hoheneggedecke), wie ich heute glaube, absolut überflüssig. Dies ändert aber nichts an der Tatsache, daß die Lechtaldecke im S aus zwei Einheiten besteht, von denen zumindest die obere oder höhere (Jungschichtenzone) nicht mehr auf ihrem ursprünglichen Untergrund ruht. Daß auch die untere bzw. tiefere Einheit (gekennzeichnet durch ihre Hoheneggfazies) ähnliche eigene Bewegungen durchmachte, ist nicht unwahrscheinlich. Abschließend dazu sei noch vermerkt, daß die Grenzziehung zwischen Lechtaldecke und Inntaldecke auf der Tektonischen Karte von A. TOLLMANN (1970) ab dem Gebiet W der Mühlauer Klamm nicht richtig ist. Der Höttinger Graben beispielweise gehört in seinem unteren Abschnitt erwiesenermaßen nicht mehr zum Hauptkörper der Inntaldecke, sondern zur tieferen Einheit der unterlagernden Lechtaldecke. Die zwar höchst komplizierten Verhältnisse sind jedoch gut genug aufgeschlossen, um die Zugehörigkeit dieses Gebietes zur Lechtaldecke zu beweisen. Nachdem ich mich kurz, zwar nicht vom Thema, aber vom Karwendel teilweise entfernt habe, möchte ich zu Profil 17 noch einiges sagen. Dieses und das letzte Profil wurden absichtlich bis auf

den Kamm der Gleierschtalkette (zweite Karwendelkette) verlängert. Damit waren zwei Dinge beabsichtigt:

- die eben erfolgten Erläuterungen, die die Jungschichtenzone betreffen, und

- das Aufzeigen der Verhältnisse im Hauptkörper der Inntaldecke, um das nördlich daran anschließende (Stirn)schuppensystem einmal in weiterem Zusammenhang zu betrachten. Denn, wenn man sich den absolut gerechtfertigten Tiefgang des Hauptkörpers der Inntaldecke vor Augen führt, kann man feststellen, daß der Tiefgang der (Stirn)schuppen von mir sicherlich nicht zu tief angenommen wurde. - Die abschließenden Geländearbeiten werden zeigen, ob die in Profil 17 und 18 vermuteten Partnachschichten der Wirklichkeit entsprechen oder nicht. Es wäre dies allerdings nur der einzige Partnach-Trog in der Inntaldecke im Karwendel mit relativ geringer E-W-Erstreckung.

Im Gebiet der Ödkarspitzen teilt sich die Profillinie. Die östlichere geht durch das Birkkar bis ins Hinterautal und zeigt anschaulich, wie nahe teilweise die Talsohle des Birkkares dem unter dem Wettersteinkalk liegenden Muschelkalk schon sein muß. Die westlichere Profillinie verläuft über den Grat ins Hinterautal und weiters über die Lettenwand und den Zaigerkopf (1962 m) zur Melzerwand (2503 m) empor. Nachdem die hier dargestellten tektonischen Verhältnisse sich ebenfalls nicht mit den Meinungen bisherigen Verfassers decken, will ich in aller Kürze auch darauf eingehen, obwohl man auch über die tektonischen Verhältnisse dieses Gebietes eine ähnlich umfangreiche Arbeit schreiben könnte. Man müßte dabei - im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit, in der ich meine Profile von W nach E gezeichnet habe - mit den Erklärungen von E (Roßblochscharte) nach W (Scharnitz) vorgehen, wie es zweifelsohne in meiner Dissertation in ähnlicher Weise geschehen wird. Auf dem Profil wird deutlich die komplizierte Faltung der Schichten S des Hinterautales auf den Almenhochflächen (Hinterödalm, Kasten-Hochleger, Lafatscher Hochleger), die in krassem Gegensatz zur ruhigen Lagerung der Gesteine an den Südhängen der Hinterautalkette (dritte Karwendelkette) steht, dem Betrachter vor Augen geführt. Die Profillinie durchschneidet eine der markantesten Stellen des ganzen Gebietes, und zwar jene, an der sich zwei Mulden zu vereinigen beginnen (Gebiet Lettenwand bis Zaigerkopf). In der Steilwand des Nordabfalles der Hochkanzel-Sunntiger-Reps-Kette zieht (in der Roßblochscharte bereits deutlich sichtbar) eine mächtige Störung gegen W. Sie trennt die Hochkanzel-Reps-Gumpenwand-Antiklinale von der Antiklinale der dritten Karwendelkette (Hinterautalkette = Ödkar-Antiklinale nach A. TOLLMANN 1970). Aus dieser Störung entwickelt sich in den äußersten Nord- und Westabfällen der Reps bereits eine enggepreßte Synklinale (Roßblochscharte-Jagdgraben-Synklinale) im Wettersteinkalk, die sich rasch erweitert. Dadurch werden im Jagdgraben schon die Raibler Schichten sichtbar und in der Lettenwand ist bereits der erste Span von Hauptdolomit aufgeschlossen. Mit dem Ende der Gumpenwand, die also beides - eine Antiklinale und eine Synklinale beherbergt, vereinigen sich die Raibler Schichten der Überschall-Synklinale mit denen der Roßblochscharte-Jagdgraben-Synklinale. Damit verflacht gleichzeitig die Hochkanzel-Reps-Gumpenwand-Antiklinale zusehends. Während sie S des Zaigerkopfes noch deutlich feststellbar ist, ist sie vom

Gebiet der Hinterödalm an gegen W nirgend mehr feststellbar. Man sieht also deutlich, daß es entgegen bisheriger Meinungen keine Roßloch-Synklinale gibt und auch das Hinterautal erst in seinem Westabschnitt Teil einer Synklinale (Hinterödalm-Hinterautal-Synklinale) wird. Hingegen sind sowohl das Roßloch und der größte Teil des Hinterautales Teil des Südschenkels der Antiklinale der dritten Karwendelkette. Detaillierter will ich auf diese Probleme nicht eingehen, nachdem dies nicht Thema dieser Arbeit ist. Die Gliederung des Hauptkörpers der Inntaldecke im Karwendel wurde bereits von A. TOLLMANN (1970: 139) durchgeführt. Jedoch ist seine Gliederung in drei Antiklinalen und drei Synklinalen nur teilweise zu bestätigen. Nach meiner derzeitigen Auffassung ist folgende Gliederung von N nach S möglich (wobei die Ausdrücke Halb- und Voll-Antiklinale bzw. -Synklinale von A. TOLLMANN übernommen wurden. Das Wort "Halb-" sollte man allerdings nur im Sinne von "Rest-" verstehen, da meist bei einer sogenannten Halbantiklinale der Sattelbau nur gerade noch angedeutet wird):

- A) Halb-Vollantiklinale der dritten Karwendelkette (Hinterautalkette)
- B) Roßlochscharte-Jagdgraben-Halb-Vollsynklinale
- C) Hochkanzel-Reps-Gumpenwand-Halb-Vollantiklinale
- D) Überschall-Vollsynklinale (volle Ausbildung erst etwa vom Überschalljoch gegen W)
- E) Hinterödalm-Hinterautal-Halbsynklinale (entstanden aus der Vereinigung von B) und D) und der damit verbundenen völligen Verflachung von C)
- F) Halbantiklinale der zweiten Karwendelkette (Bettelwurf-Gleierschtalkette)
- G) Stempeljoch-Angerhüttl-Gleierschtal-Halb - Vollsynklinale
- H) Solstein-Antiklinale
- I) Zirler Mähder-Synklinale

Über den "vollen" oder "halben" Erhaltungszustand von H) und I) kann ich zur Zeit noch keine genauen Aussagen machen. Ich darf jedoch anfügen, daß diese eben gemachte Gliederung trotz ihrer größeren Genauigkeit gegenüber der von A. TOLLMANN (1970: 139 und Tekt. Karte) eine sehr großzügige ist. Trotzdem kann bereits damit (wie schon so oft zuvor in dieser Arbeit) aufgezeigt werden, wie "unbekannt" die Geologie des Karwendel bisher gewesen ist.

### Profil 18

Die eingezeichnete Tallinie des Tortales zeigt einmal mehr, was von der Lechtaldecke tatsächlich zu sehen ist und was Interpretation ist und bleibt. Die Mächtigkeit der 1. Schuppe der Inntaldecke ist ebenso eindrucksvoll sichtbar geworden wie ihre Eigenständigkeit. Auch die Verhältnisse in der 3. Schuppe der Inntaldecke sind klar überschaubar. Nur noch von Moränenschutt verdeckt, jedoch unweit östlich der Profillinie klar aufgeschlossen, grenzen - von einer steilen Überschiebungsbahn getrennt - die Jungschichten der Lechtaldecke an die Reichenhaller Schichten der 3. Schuppe der Inntaldecke. Auf die Jungschichtenzone flach aufgeschoben ist der Hauptkörper der Inntaldecke, dessen Muschelkalk fast schon in seiner ganzen Mächtigkeit aufgeschlossen ist. Gegen das Roßloch hin tauchen die Schichtpakete des Wettersteinkalks immer steiler gegen S ab und in der Nordwand ist gut die

- hier noch aus Wettersteinkalk bestehende - eingepreßte Roßlochscharte-Jagdgraben-Synklinale zu sehen. Daran schließen gegen S die Reste der Hochkanzel-Reps-Gumpenwand-Antiklinale an und dieser folgt die Überschall-Synklinale. Der Gipfelaufbau der Bachofenspitze stellt die Reste der Antiklinale der Bettelwurf-Gleierschalkette dar. Sowohl das Roßloch als auch das Hinterautal sind zumindest im Bereich der beiden Profile 17 und 18 als Täler mit tiefen Einschnitten und mächtigen Talverfüllungen anzunehmen. Den in den Hauptkörper der Inntaldecke eingezeichneten, nur kurz behandelten Störungen ist eminente Bedeutung beizumessen, es soll aber auf die tektonische Kompliziertheit dieses Gebietes in dieser Arbeit nicht mehr näher eingegangen werden.

### 3. Conclusion

Nach dieser Betrachtung der 18 Profile muß man feststellen, daß sich das Bild über den Aufbau des nördlichen Karwendel (und des ganzen Gebirgstockes) wesentlich geändert hat. Um die Kompliziertheit dieser Tektonik verstehen zu können, muß man seine Gesamtheit erfassen. Dies war letztlich auch der Grund für die Vergabe eines so großen Dissertationsgebietes. Sehr deutlich ist den Profilen zu entnehmen, daß selbst der, der die Verhältnisse im Gebiet des Westlichen Karwendelspitze richtig sieht, deshalb noch nichts Konkretes über die Tektonik im Raume Hochalmsattel aussagen kann.

Was ist also aus den vorläufigen und in dieser Veröffentlichung beschriebenen Ergebnissen meiner Geländearbeit abzuleiten?

- 1) Der Deckenaufbau im Sinne von O. AMPFERER et al. ist unbestreitbar vorhanden.
- 2) Die Überschiebungsweite der Inntaldecke beträgt mindestens einige Kilometer. H. JERZ & R. ULRICH (1966: 102) geben lediglich eine Überschiebungsweite von mindestens 1,5 km an. Die Angabe von A. TOLLMANN (1971: 367), nach der die Überschiebungsweite der Inntaldecke mindestens 20 km beträgt, ist dagegen bedeutend wahrscheinlicher.
- 3) Die "Karwendel-Stirnschuppe" der Inntaldecke (A. TOLLMANN 1970) (=untere Einheit der Inntaldecke, W. HEISSEL 1950, 1958) ist nicht zu leugnen. Es handelt sich hierbei allerdings um ein System von Schuppen, das erosiv wieder unter dem Hauptkörper der Inntaldecke ans Tageslicht kommt. Im hier besprochenen Gebiet hat die Inntaldecke an der Stirn ihres Hauptkörpers drei Schuppen hintereinander gebildet, wobei die 1. und 3. Schuppe der Inntaldecke auf großer E-W-Erstreckung beobachtbar sind. Die 2. Schuppe der Inntaldecke ist nur im Gebiet Gamsangerl-Kirchlkar sichtbar, weil sie gegen E unter die 3. Schuppe der Inntaldecke gerät und gegen W in die Luft ausstreicht. Die 1. Schuppe der Inntaldecke ist auf ihrer gesamten Länge invers gelagert, die 2. Schuppe der Inntaldecke ist nur in normaler Lagerung aufgeschlossen. Die 3. Schuppe der Inntaldecke ist in ihrem Westabschnitt normal gelagert, zeigt aber an zwei Stellen an ihrem Südrand ein Umkippen in inverse Lagerung. Auf ihrem vollkommen gestörten Mittelabschnitt (Bäralpl-Störungszone) folgt

der östliche, gänzlich invers gelagerte Teil der 3. Schuppe der Inntaldecke. Die inverse Lagerung des Ostabschnittes kommt, obwohl seit A. ROTHPLETZ (1888) bekannt, bei A. TOLLMANN (1970) leider nicht zur Darstellung.

4) Die Kreuzwand-Stuhlkopf-Antiklinale der Lechtaldecke setzt sich (zwar zum Teil tektonisch stark reduziert) mindestens bis zum Johannestal fort (daher auch diese Namensgebung).

5) Im Gebiet der Mittenwalder Hütte bildet sich eine Schuppe aus älterer Trias der Lechtaldecke aus (Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale). Sie überfährt die 1. Schuppe der Inntaldecke (sie ist der nördlichste Teil der Karwendel-Stirnschuppe) und wird ihrerseits von der 2. und 3. Schuppe der Inntaldecke, der Jungschichtzone der Lechtaldecke und letztlich vom Hauptkörper der Inntaldecke überfahren. Die Schuppe der Lechtaldecke ist zwar nur im W des Arbeitsgebietes sichtbar, ihre weitere Existenz ist jedoch wahrscheinlich und ihr neuerliches Auftreten im östlichen Karwendel nicht auszuschließen.

6) Die Jungschichtzone zeigt sowohl am Südrand des Karwendel, als auch im Norden dasselbe Verhalten. Sie ist eine von ihrem eigenen Untergrund losgerissene Einheit, die W des Hochalmsattels und etwa NW von Thaur nirgends mehr ansteht. Ihre weitere Existenz unterhalb des Hauptkörpers der Inntaldecke wird aber durch einige Schubspäne im nordwestlichen Karwendel und in dessen westlicher Fortsetzung bewiesen. Die Jungschichtzone wird - solange man sie in meinem Arbeitsgebiet (ich meine nun nicht das gesamte Gebiet meiner Dissertation) beobachten kann - im nördlichen Karwendel unterlagert und überlagert von Einheiten der Inntaldecke. Als Unterlage dient im Gebiet dieser Arbeit die 3. Schuppe der Inntaldecke; die Überlagerung bildet der Hauptkörper der Inntaldecke. Gegen die Tiefe hin (siehe Profile) liegt die Jungschichtzone der Lechtaldecke dann der Schuppe der Lechtaldecke auf und in der Folge bildet dann ihre eigene Decke, die Lechtaldecke, den Untergrund. Am Südrand liegt auf der Jungschichtzone der Lechtaldecke ebenfalls der Hauptkörper der Inntaldecke, unterlagert wird sie nun aber von einer Zone der Lechtaldecke, die durch Hoheneggfazies gekennzeichnet ist.

7) Diese untere oder tiefere Einheit der Lechtaldecke mit Hoheneggfazies zieht von der Schwazer Trias eventuell über den Tiergarten zwischen Jenbach und Wiesing und über den Ausgang des Vomperlochs, sicher über die unteren Teile der Nordkette (Mühlauer Klamm, Höttinger Graben,.....) bis zum Martinsbühel. Die mögliche Fortsetzung im W sehe ich im Triasstreifen an der Südseite des Inntales bei Imst.

8) Der Hauptkörper der Inntaldecke ist auch einer teilweise sehr komplizierten Tektonik unterworfen. Eine grobe Gliederung in Sättel und Mulden wurde in dieser Arbeit durchgeführt.

9) Der tiefgreifende Charakter der Überschiebungsbahnen (A. TOLLMANN 1973: 153) ist unbestreitbar. Er ist unbedingt nötig, um die gesamte Tektonik zu erklären. Dieser tiefreichende Charakter der Überschiebungsbahnen setzt auch einen dementsprechenden Tiefgang der einzelnen tektonischen Einheiten voraus. Die Überschiebungsbahnen können entweder Einheiten trennen, die verschiedenen

Decken angehören (=Deckengrenze), oder auch Einheiten, die dem gleichen Deckensystem (z.B. Inntaldecke) zuzuordnen sind.

10) Von W nach E können sich sehr wohl tektonische Veränderungen ergeben, sie geschehen aber nie plötzlich (im Gegensatz dazu: Profile Blatt Mittenwald). Es ist stets ein langsamer tektonischer Wandel beobachtbar. Jede tektonische Einheit bietet dafür genügend Beispiele.

11) Die tektonischen Vorgänge im Norden stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit denen im Süden, die Vorgänge im Osten mit denen im Westen. Das Gebiet ist also zuerst als Ganzes zu betrachten, erst danach können Teilauflösungen zielführend sein.

12) Was den Bewegungsablauf betrifft, so kann dieser ohne weiteres stetig und in einer einzigen Phase vor sich gegangen sein. Mehrere Phasen sind andererseits sicherlich auch möglich.

Gleichgültig, ob ein- oder mehrphasig, folgende charakteristische Situationen kennzeichnen heute die Überschiebung der Inntaldecke:

a) Die Lechtaldecke wird von S nach N verfrachtet.

b) Auf sie wird die Inntaldecke aufgeschoben, an deren Stirn es dabei jedoch zu "Komplikationen" kommt.

c) Durch den Aufschub der Inntaldecke wird in der Lechtaldecke eine Aufwölbung gebildet (Kreuzwand-Torkopf-Stuhlkopf-Antiklinale) an der die 1. Schuppe der Inntaldecke sozusagen hängenbleibt und überkippt wird.

d) Die weiter vordringende Inntaldecke schert nun einen Teil der Lechtaldecke ab (Sulzleklamm-Leitersteig-Antiklinale bzw. Schuppe der Lechtaldecke), der sich teilweise über die 1. Schuppe der Inntaldecke schiebt und diese im Westen sogar ganz zwischen sich und die Lechtaldecke einzwängt (S der Kreuzwand).

e) Die 2. Schuppe der Inntaldecke fährt auf die Schuppe der Lechtaldecke auf.

f) Ihr folgt die 3. Schuppe der Inntaldecke.

g) Nun wird die Jungschichtenzone der Lechtaldecke durch den Druck des Hauptkörpers der Inntaldecke von ihrem Untergrund (Lechtaldecke) losgerissen und überfährt zumindest im nordöstlichen Karwendel die 3. Schuppe der Inntaldecke. (Hierin ist vielleicht die von H. JERZ & R. ULRICH 1966 beschriebene Zunahme der Überschiebungsweite von W nach E zu sehen. Bevor man darüber jedoch genauere Aussagen macht, muß zuerst das Problem der Jungschichtenzone selbst einer genauen Lösung zugeführt werden).

h) Der Hauptkörper der Inntaldecke überfährt von S kommend alle bisher beschriebenen Einheiten. Intern liegt er heute in zerbrochenem Zustand vor uns und würde die Bewegung weitergehen, würden auch daraus Schuppen entstehen.

13) Wie weit die Inntaldecke je nach N gereicht hat, wissen wir nicht, genauso wie wohl für immer unbekannt bleiben wird, wie weit im N weitere Stirnschuppensysteme der Inntaldecke gelegen sind. Denn wir müssen uns darüber im klaren sein, daß wir heute nur noch einen Erosionsrest der Inntaldecke vor uns haben, der uns glücklicherweise ein Schuppensystem freigelegt hat (und das befindet sich außerdem noch an der Erosionsstirne des Hauptkörpers). Ebenso unsicher wird für immer bleiben, wieviel am Südrand (Inntalstörung) heute von beiden Decken fehlt. - Es ist demnach zwar möglich, daß wir das einzige Stirnschuppensystem

der Inntaldecke vor uns haben, ebensogut kann es aber auch nur das einzige sein, das uns erhalten geblieben ist.

14) Reliefüberschiebungen sind nirgends zu beobachten.

Ich darf betonen, daß ich meine Profile absichtlich so weit in die Tiefe fortgesetzt habe, um die Verhältnisse anschaulich darzulegen. Die Tektonik des Karwendel ist nur in den Griff zu bekommen, wenn man die in der Tiefe liegenden Bauelemente in die Gedankengänge miteinbezieht. Ich darf darauf verweisen, daß auch schon früher Versuche unternommen wurden, die Profile mit einem entsprechenden Tiefgang auszustatten (z.B. O. AMPFERER 1942, A. TOLLMANN 1973 usf.). Es ist klar, daß das eine oder andere der vorliegenden Arbeit durch die folgende Geländearbeit Änderungen erfahren kann. Diese werden natürlich in meiner Dissertation berücksichtigt. Ich hoffe beispielsweise, den Tiefgang der tektonischen Einheiten sowie deren Bau in der Tiefe noch vervollständigen und präzisieren zu können. Möglich ist auch, daß man die einzelnen Schuppen der Inntaldecke umbenennen wird müssen. Denn - finde ich E des Johannestales zum Beispiel eine Schuppe, die noch vor der hier als 1. Schuppe der Inntaldecke beschriebenen Einheit einzuordnen ist, ändert sich begreiflicherweise die Namensgebung grundlegend.

Ich will diesen Vorbericht meiner Dissertation nicht ohne die Bemerkung schließen, daß es noch ein Vielfaches über all diese Probleme zu sagen gibt, ich erlaube mir jedoch, deren Behandlung für meine Dissertation vorzubehalten.

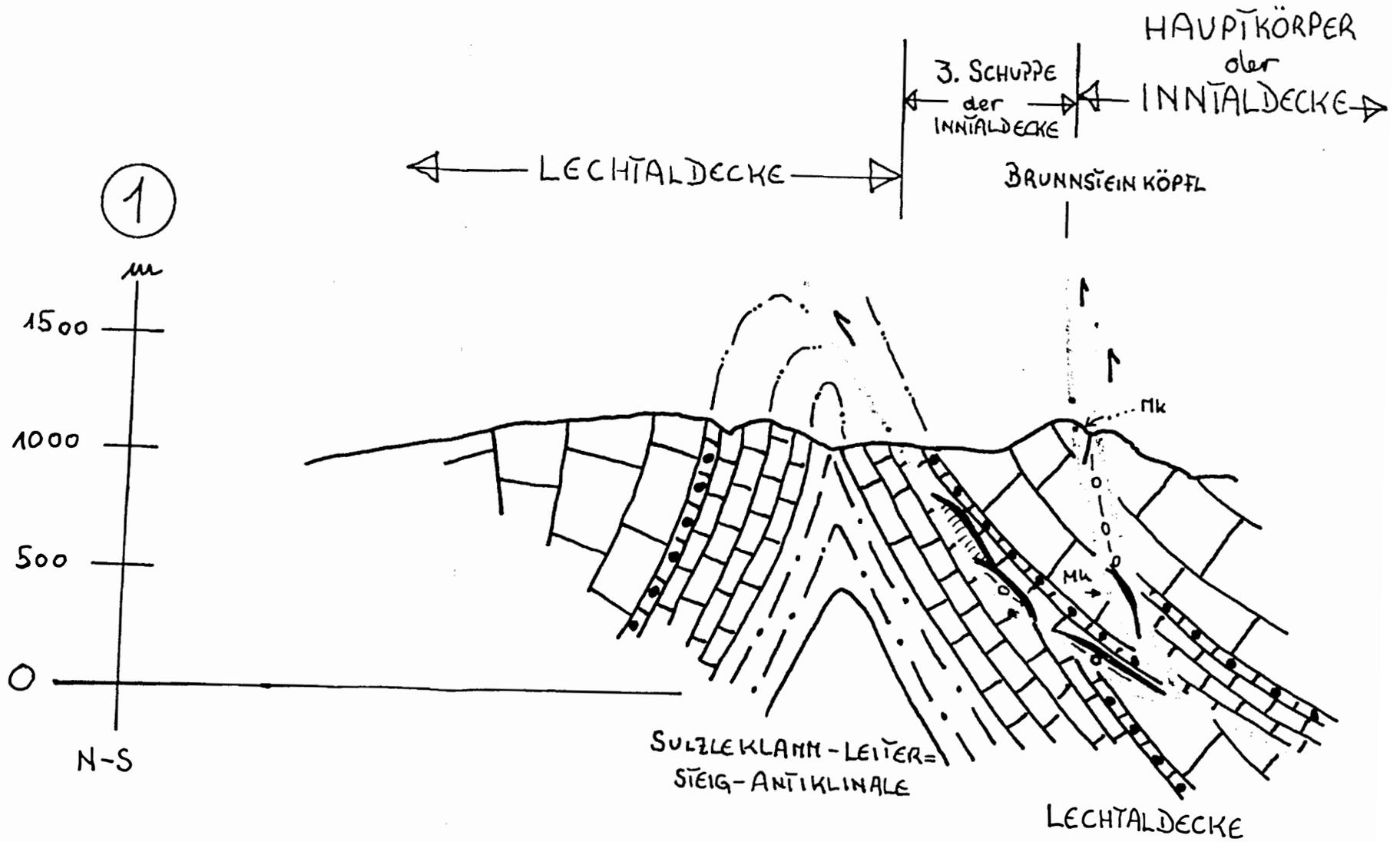
## Literatur

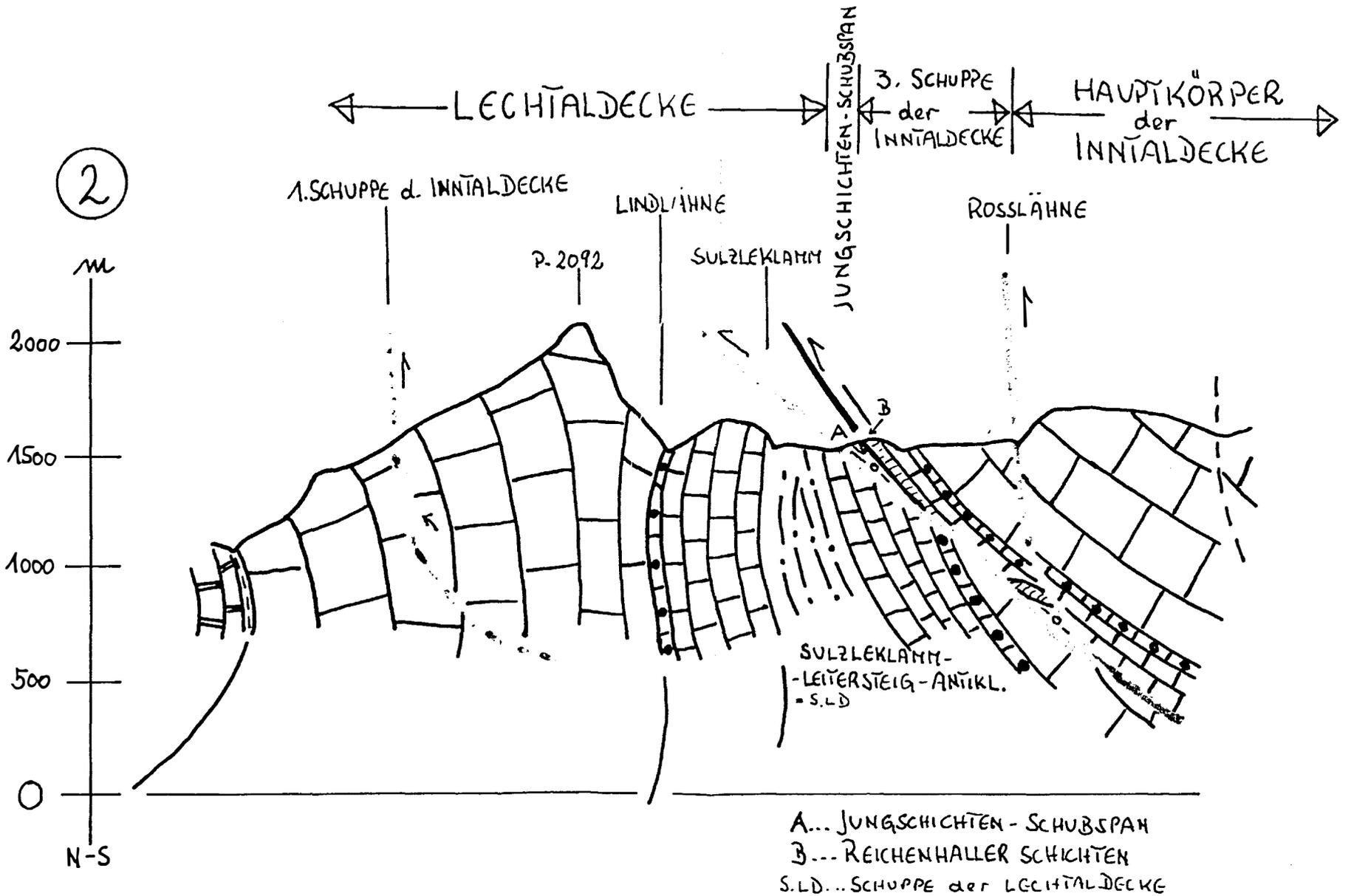
- AMPFERER, O.: Geologische Beschreibung des nördlichen Theiles des Karwendelgebirges. - Jb.Geol.R.-A., 53 (1903), 169-252, 50 Abb., Taf. 9-10, Wien 1903.
- AMPFERER, O.: (In:) AMPFERER, O. & W. HAMMER: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. - Jb.Geol.R.-A., 61, 531-710, 50 Abb., Taf. 32-34, Wien 1911.
- AMPFERER, O.: Über alte Landformen, welche im Schutz von Überschiebungen aufbewahrt wurden. - Zeitschr. Geomorphologie, IV (1929), Gebr. Borntraeger, 139-149, 2 Abb., 5 Fig., Berlin 1929.
- AMPFERER, O.: Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. - Jb.Geol. B.-A., 81, 25-48, 10 Abb., Wien 1931.
- AMPFERER, O.: Geologische Formenwelt und Baugeschichte des östlichen Karwendelgebirges. - Denkschr.Akad.Wiss.Wien, math.-naturw.Kl., 106, 1-95, 103 Abb., Wien 1942.
- AMPFERER, O.: Belastungswirkungen durch die Aufladung der Inntaldecke. - Sitzber.Akad.Wiss.Wien, math.-naturw.Kl., Abt.I, 153, 17-44, 26 Abb., Wien 1944.
- AMPFERER, O. & W. HAMMER: Geologische Beschreibung des südlichen Theiles des Karwendelgebirges. - Jb.Geol.R.-A., 48 (1898), 290-374, 33 Abb., Taf. 8-9 (Ktn.), Wien 1899.
- AMPFERER, O. & W. HEISSEL: Das östliche Karwendel. Mit geol. Karte 1:25 000. - 55 S., 2 Tab., 2 Beil.Taf., Innsbruck (Univ.-Verlag Wagner) 1950.
- HEISSEL, G.: Zur Tektonik im nördlichen Karwendel. - Sitzber. Österr.Akad.Wiss. (in Druck).
- HEISSEL, W.: Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. - Mitt.Geol. Ges.Wien, 50 (1957), 95-132, 2 Abb., 1 Taf., Wien 1958.
- JERZ, H. & R. ULRICH: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 8533/8633 Mittenwald. - 152 S., 21 Abb., 2 Tab., 2 Beil., Bayer.Geol.Landesamt, München 1966.
- KLEBELSBERG, R.v.: Die geologischen Verhältnisse. - Festschrift "Das neue Trinkwasserwerk und Kraftwerk Mühlau der Landeshauptstadt Innsbruck", 1953, Innsbruck 1963.
- PIRKL, H.: Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol). - Jb.Geol.B.-A., 104, Wien 1961.
- ROTHPLETZ, A.: Das Karwendelgebirge. - Z.D.Ö.AV., 19, 401-470, München 1888.
- TOLLMANN, A.: Der Deckenbau der westlichen Nord-Kalkalpen. - N.Jb.Geol.Paläont.Abh., 136, 1, 80-133, Stuttgart 1970.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen 3. Teil: Der Westabschnitt. - Mitt.Geol.Ges.Wien, 62 (1969), 78-170, 3 Taf., Wien 1970.
- TOLLMANN, A.: Betrachtungen zum Baustil und Mechanismus kalkalpiner Überschiebungen. - Verh.Geol.B.-A., 1971, 2, 358-390, 12 Abb., Wien 1971.
- TOLLMANN, A.: Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen. - 170 Abb., Franz Deuticke, Wien 1973.

Zitierte geologische und tektonische Karten sowie geologische  
Profiltafeln

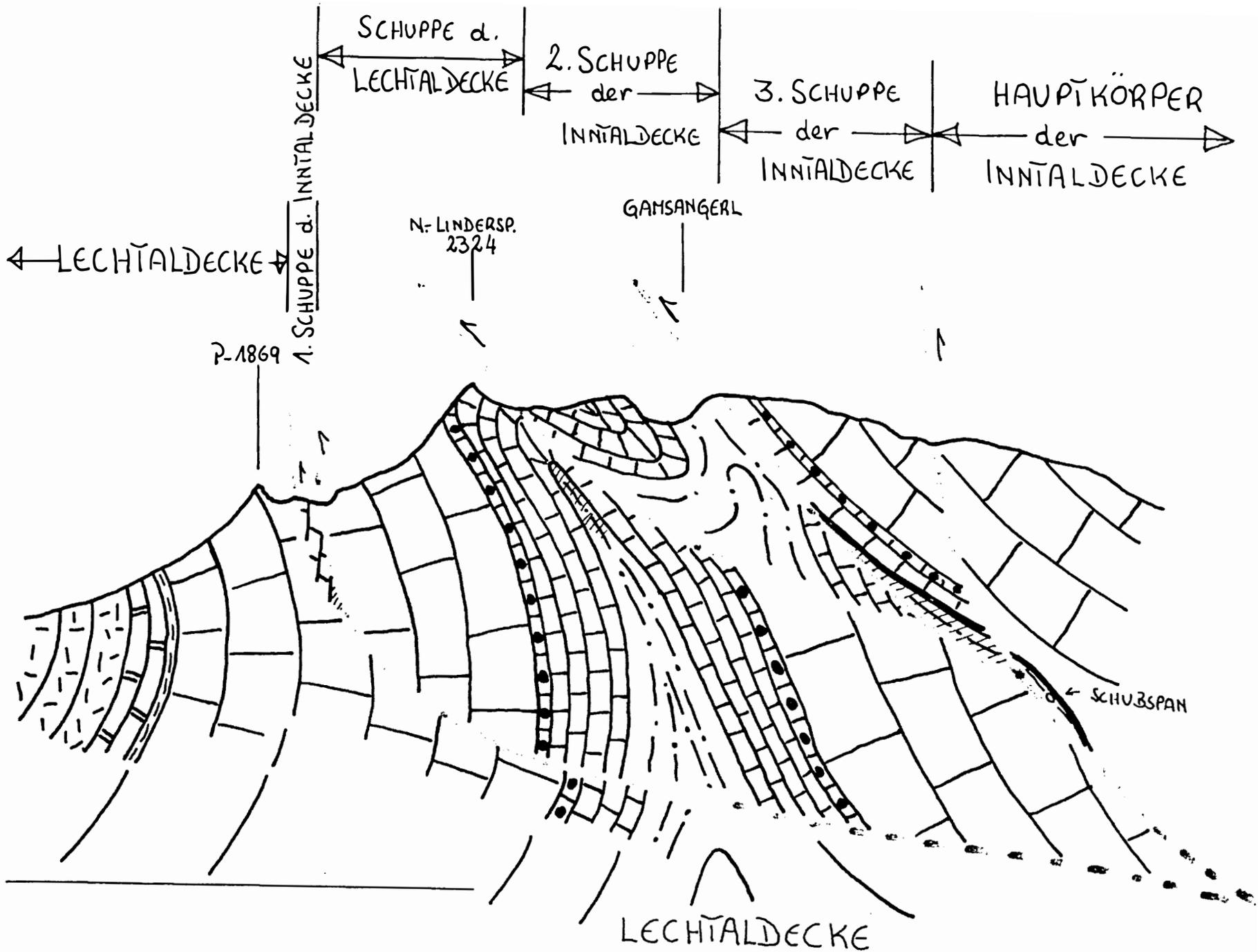
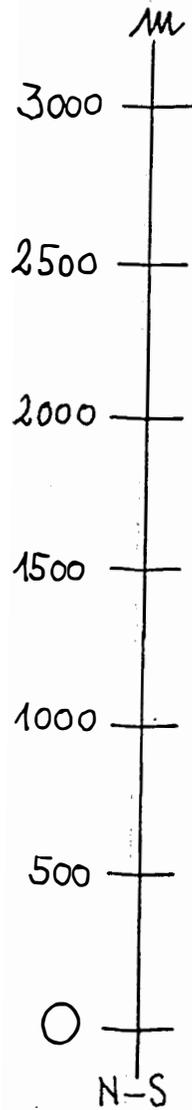
- AMPFERER, O. & W. HAMMER: Geologische Karte des südlichen Karwendelgebirges 1:50 000, Wien 1898.
- AMPFERER, O. & Th. OHNESORGE: Geologische Spezialkarte Blatt "Innsbruck-Achensee" 1:75 000, Wien 1912.
- AMPFERER, O. & Th. OHNESORGE: Geologische Spezialkarte Blatt "Zirl-Nassereith" 1:75 000, Wien 1912.
- AMPFERER, O.: Geologische Karte des östlichen Karwendel und des Achensee-Gebietes 1:25 000, Innsbruck 1950.
- HEISSEL, W.: Die Verbreitung der Inntaldecke im östlichen Karwendel (Tektonische Übersicht), Innsbruck 1950
- HEISSEL, W.: Übersicht der Tektonik der Nördlichen Kalkalpen westlich der Salzach, Wien 1958.
- JERZ, H. & R. ULRICH: Geologische Karte von Bayern 1:25 000, 8533/8633 Mittenwald, München 1966.
- JERZ, H. & R. ULRICH: Tektonische Karte zu Blatt Mittenwald, München 1966.
- JERZ, H. & R. ULRICH: Geologische Profile zu Blatt Mittenwald, 1:25 000, München 1966.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen, Blatt 4, 3. Teil: Der Westabschnitt, Wien 1970.

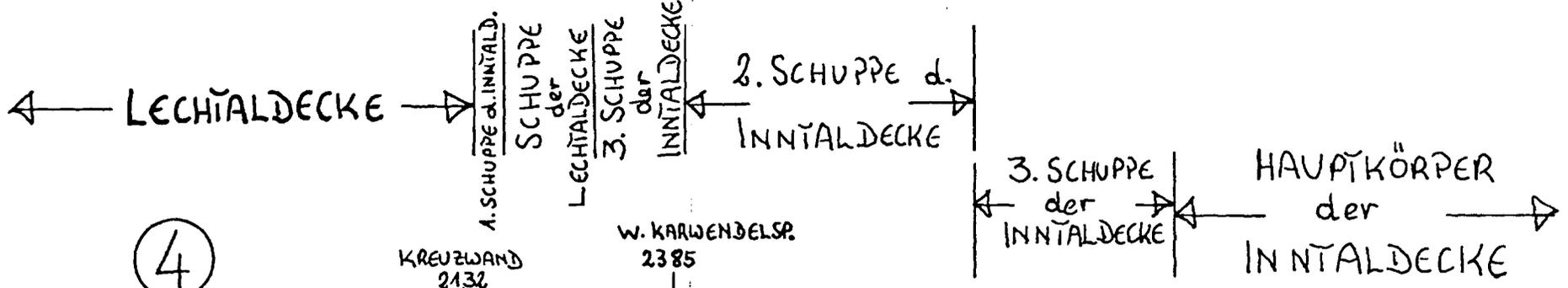




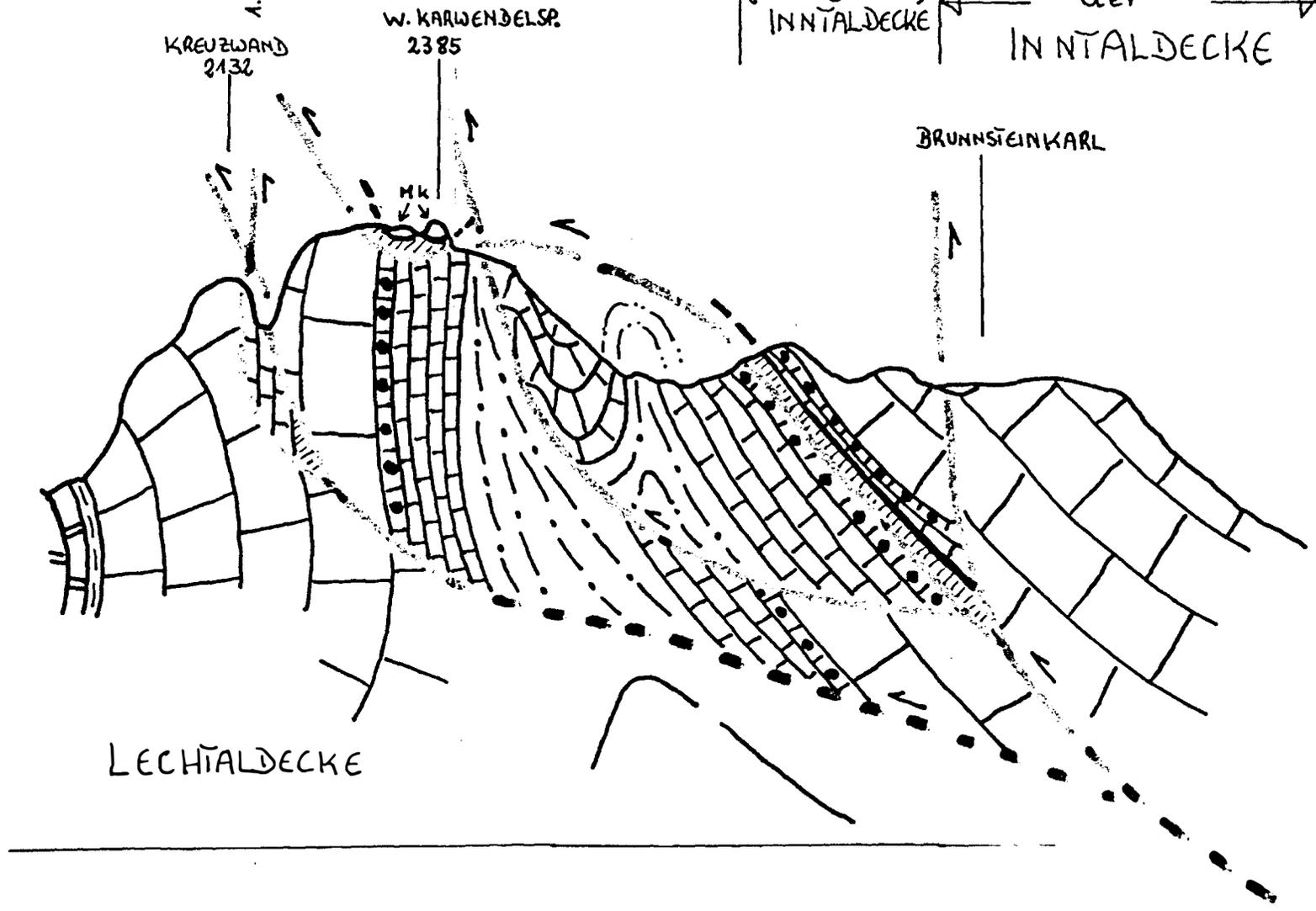
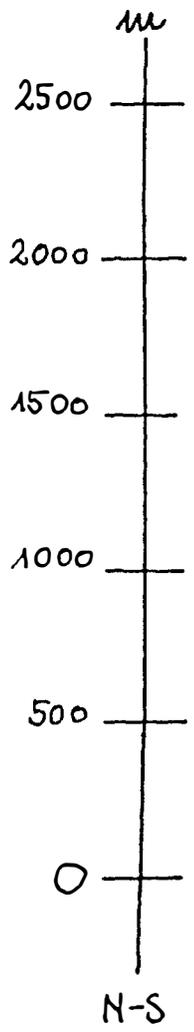


3

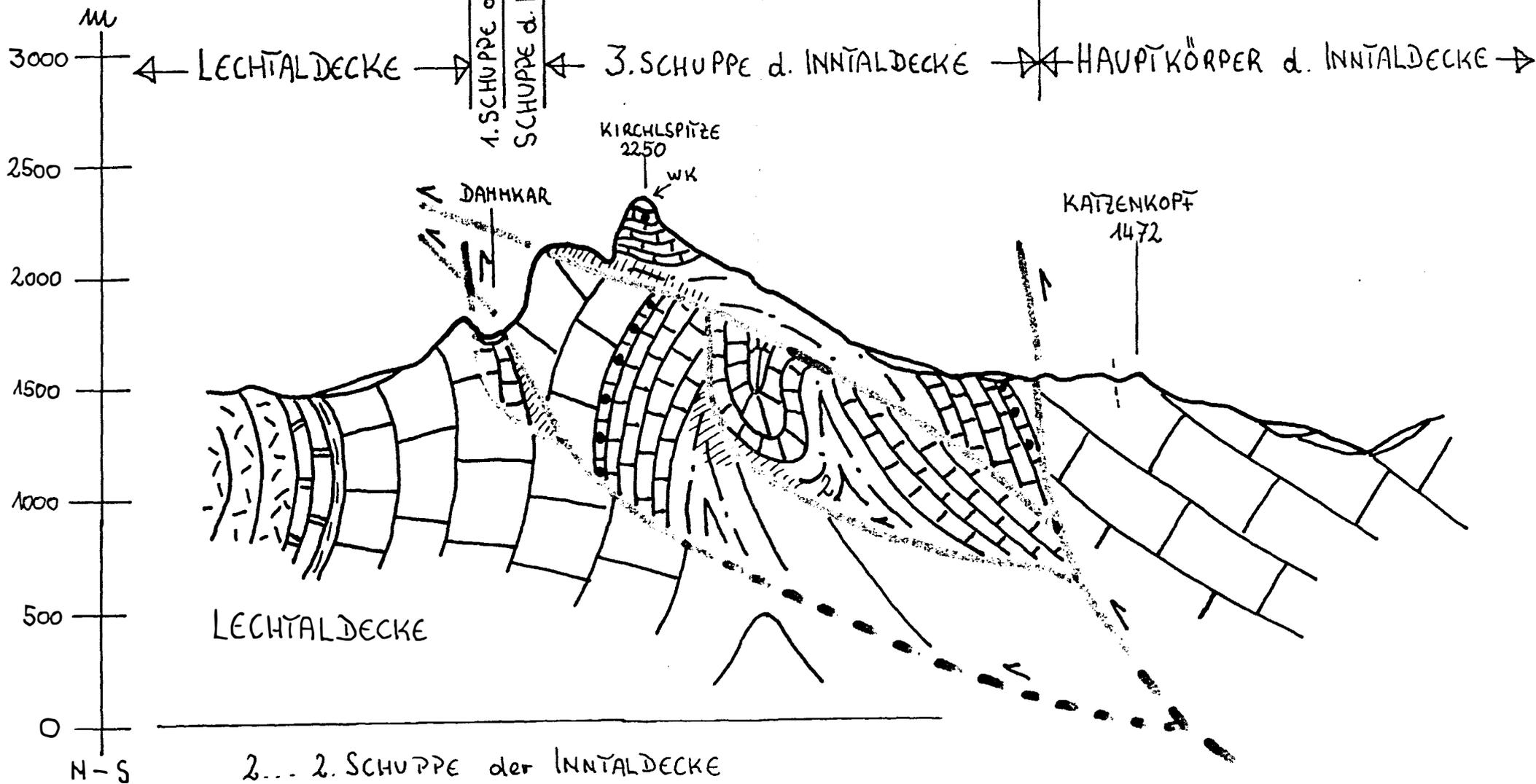




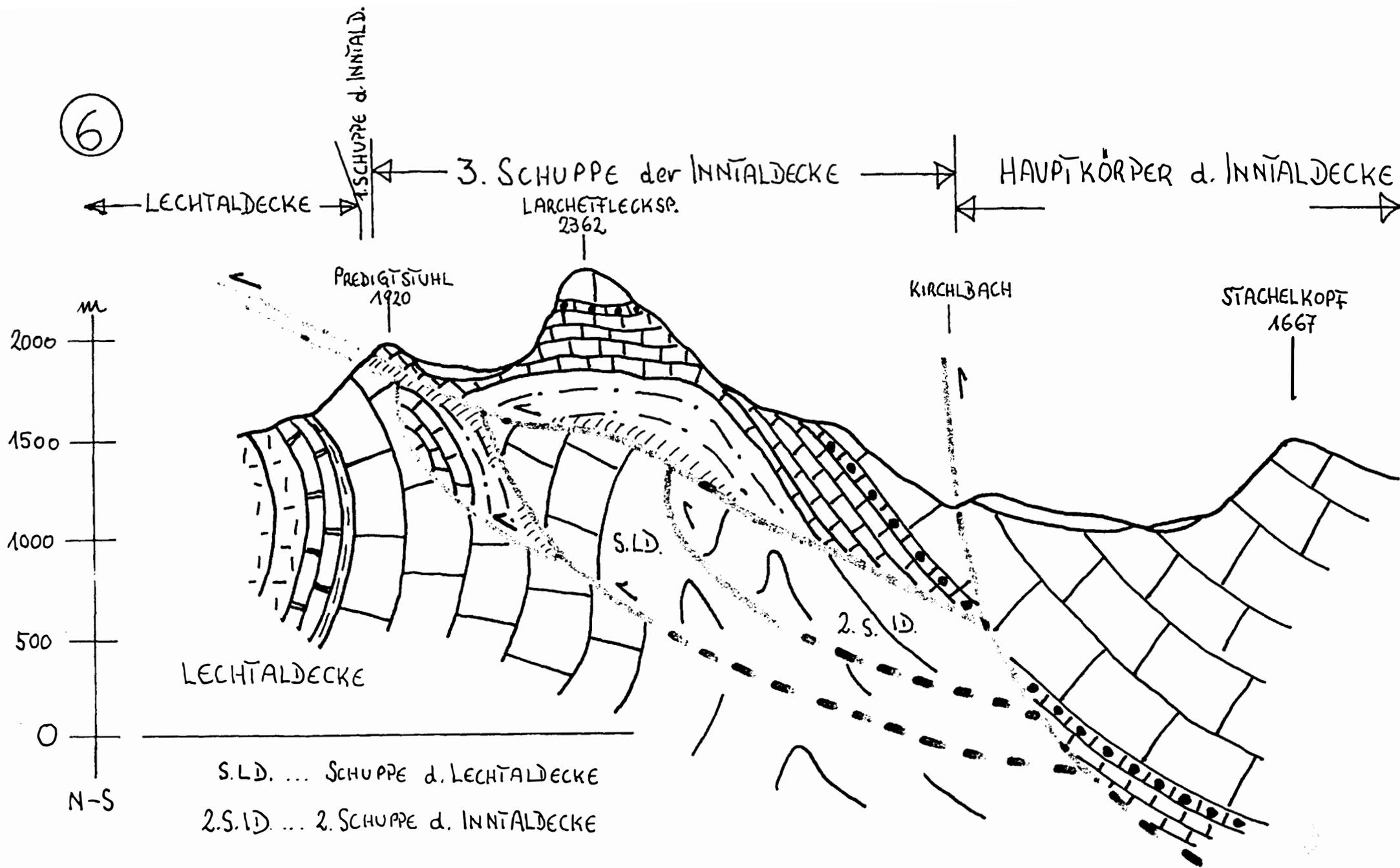
4



5



6



7

GROSSKARSP.  
2367

3. SCHUPPE d. INNÄLDECKE

HAUPTKÖRPER d. INNÄLDECKE

KARWENDEL TÄL

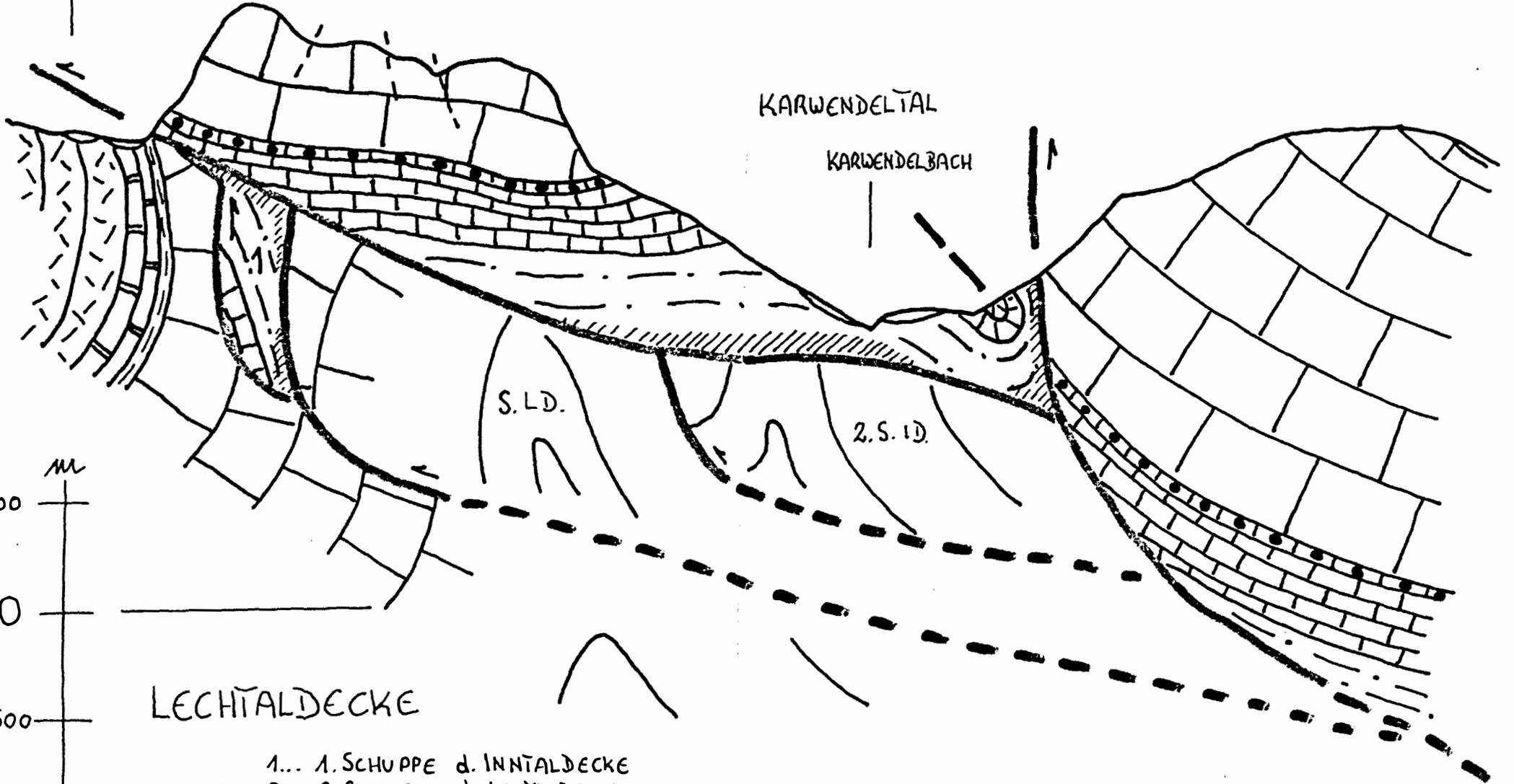
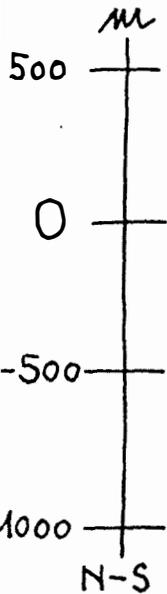
KARWENDEL BACH

S.L.D.

2.S.I.D.

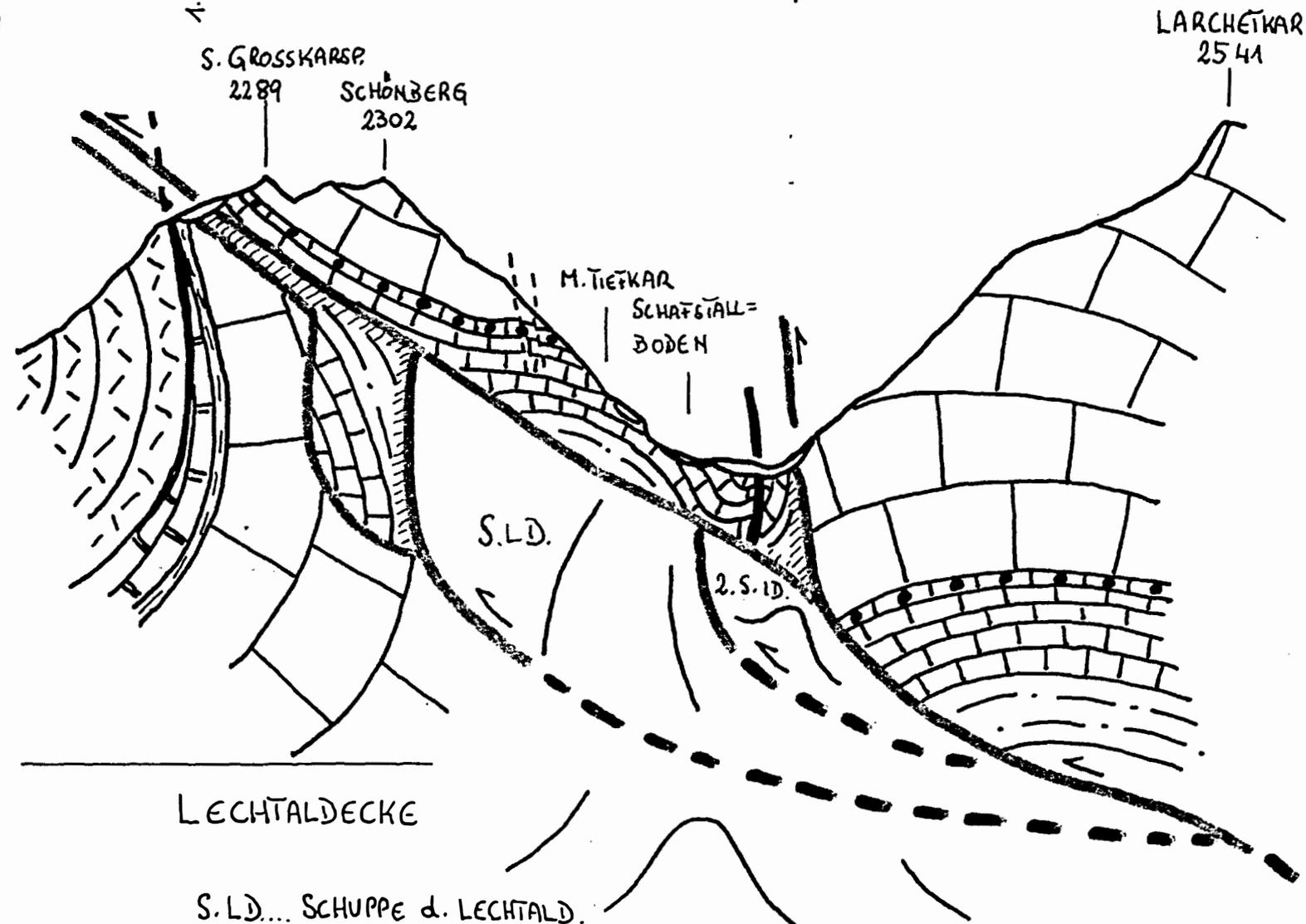
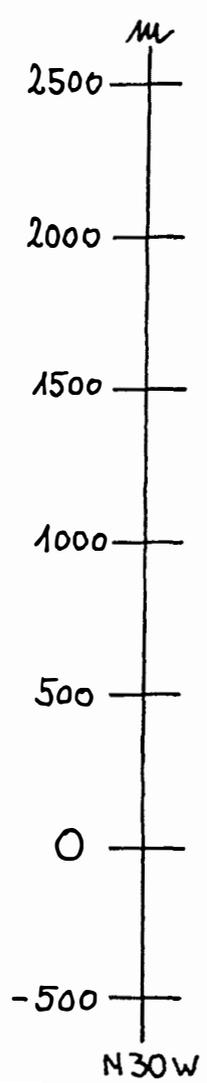
LECHTÄLDECKE

- 1... 1. SCHUPPE d. INNÄLDECKE
- 2.S.I.D.... 2. SCHUPPE d. INNÄLDECKE
- S.L.D.... SCHUPPE d. LECHTÄLDECKE



← LECHTALDECKE → 1.S.ID. ← 3. SCHUPPE d. INNITALDECKE → 2.S.ID. ← HAUPTKÖRPER d. INNITALDECKE →

8



S.L.D. ... SCHUPPE d. LECHTALD.  
 1.S.ID. ... 1. SCHUPPE d. INNITALDECKE  
 2.S.ID. ... 2. SCHUPPE d. INNITALDECKE

← LECHTALDECKE

3. SCHUPPE der INNITALDECKE

HAUPTKÖRPER d. INNITALDECKE →

9

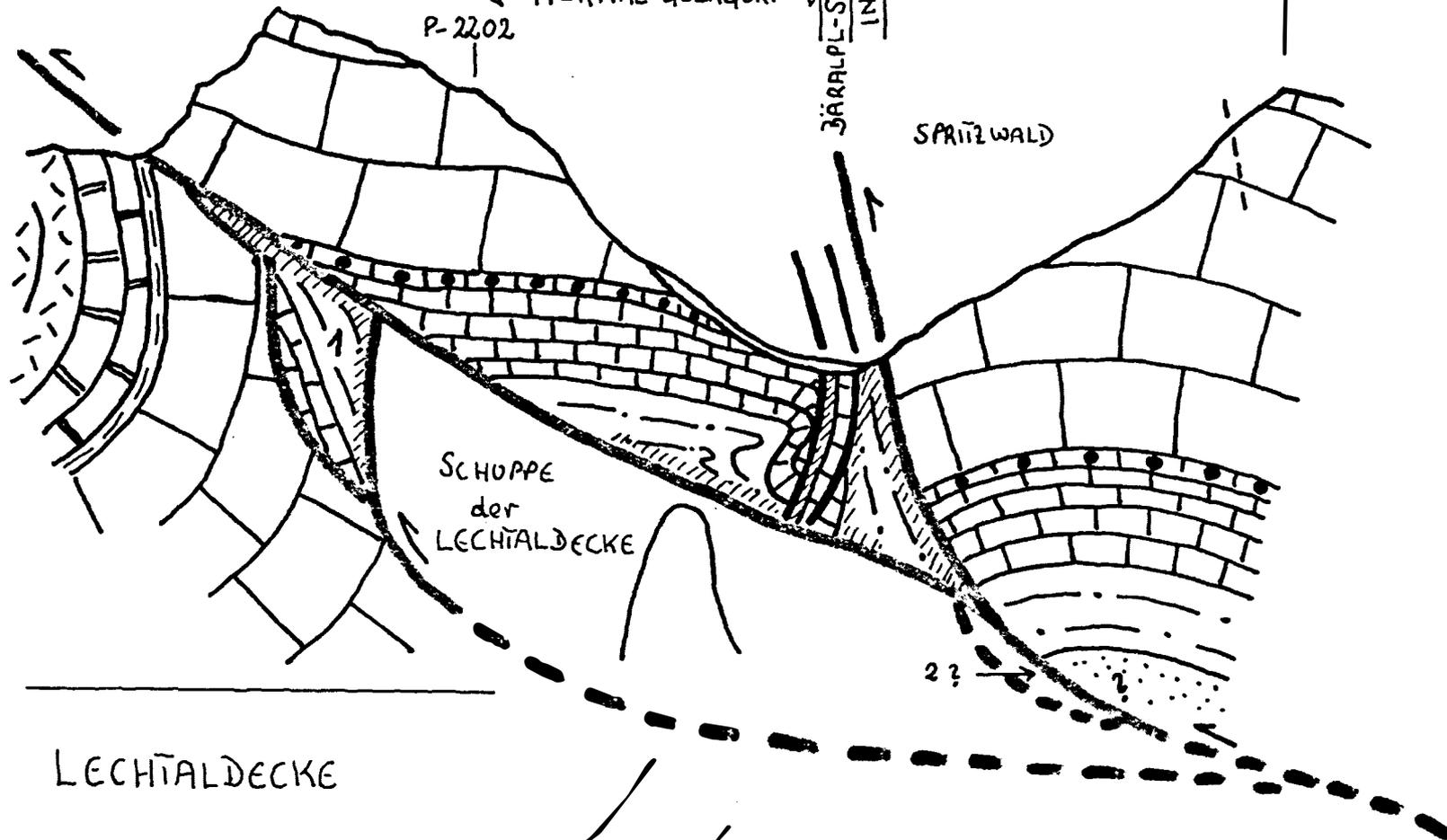
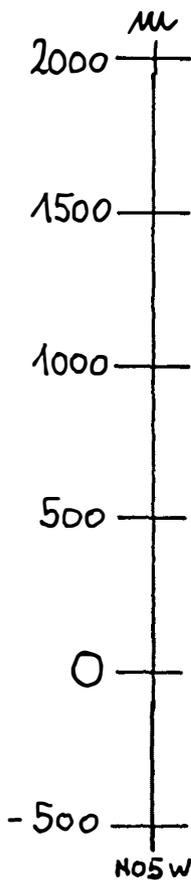
HOCHKARSP.  
2484

← NORMAL-GELAGERŦ →

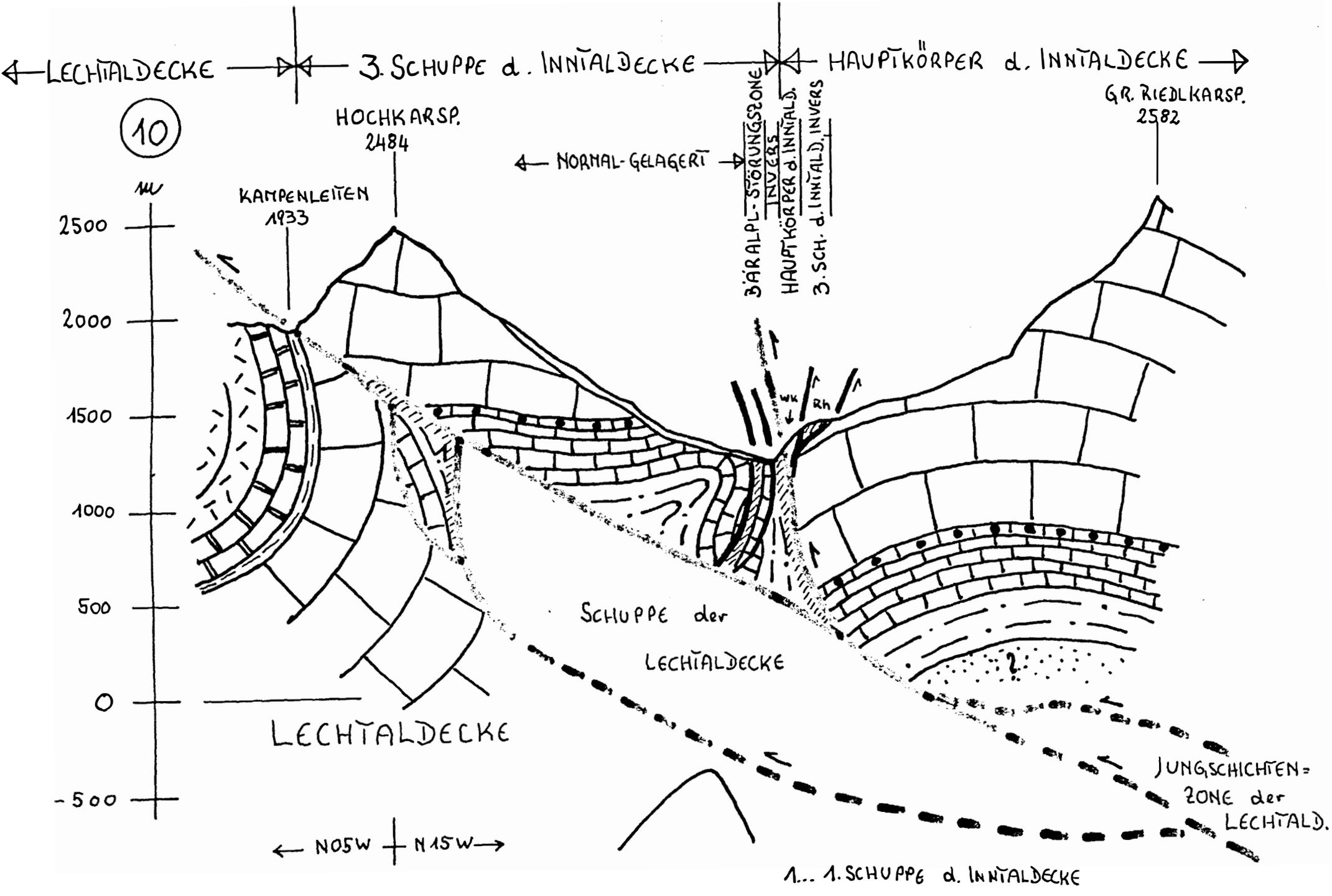
P-2202

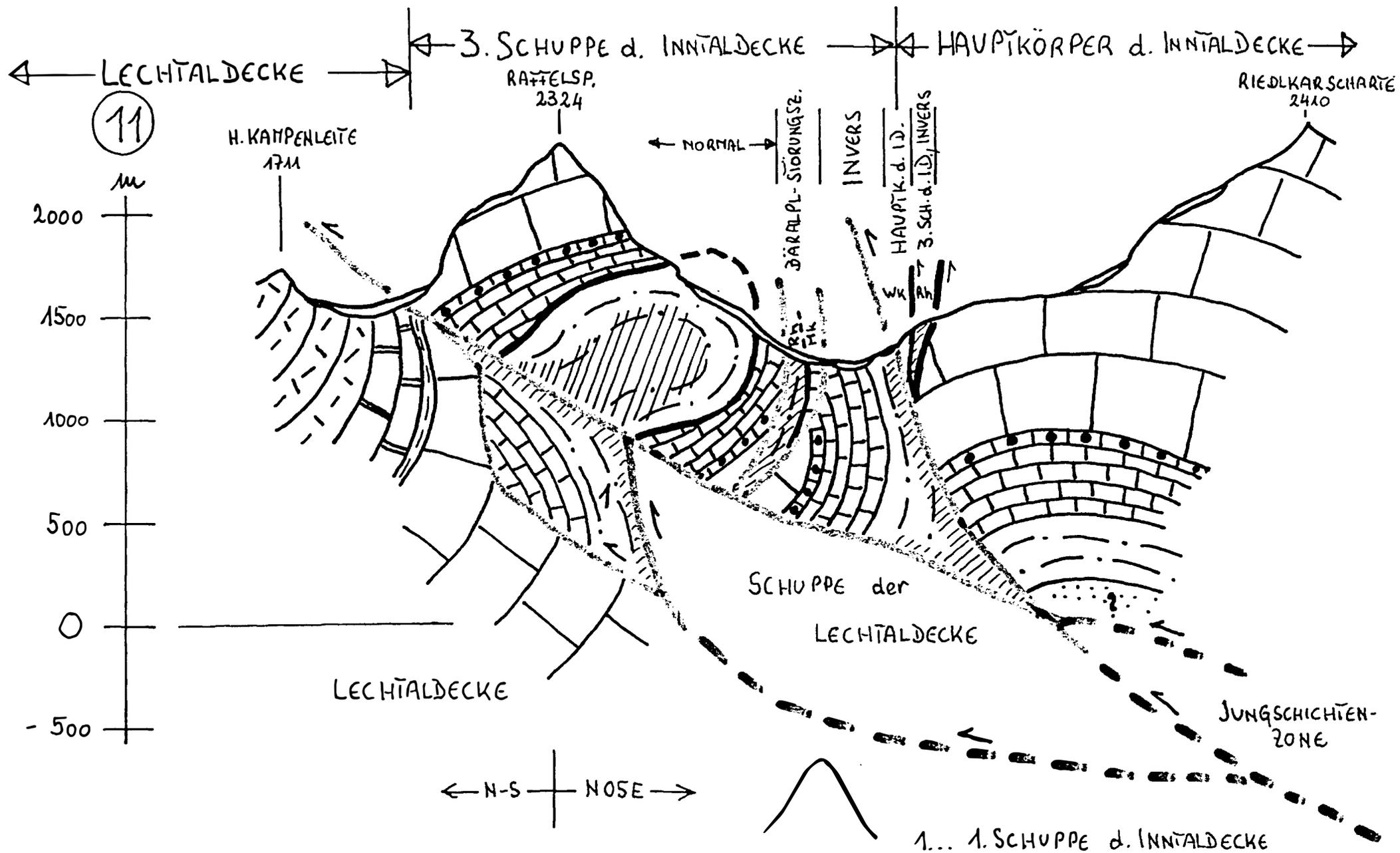
JÄRALPL-SICHRUNGSSONE  
INVERS

KL. RIEDLKARSP.  
2241



- 1... 1. SCHUPPE d. INNITALDECKE
- 2... 2. SCHUPPE d. INNITALDECKE





← LECHTALDECKE ———— ▷ 3. SCHUPPE d. INNIALDECKE ———— ▷ HAUPTKÖRPER d. INNIALDECKE ———— ▷

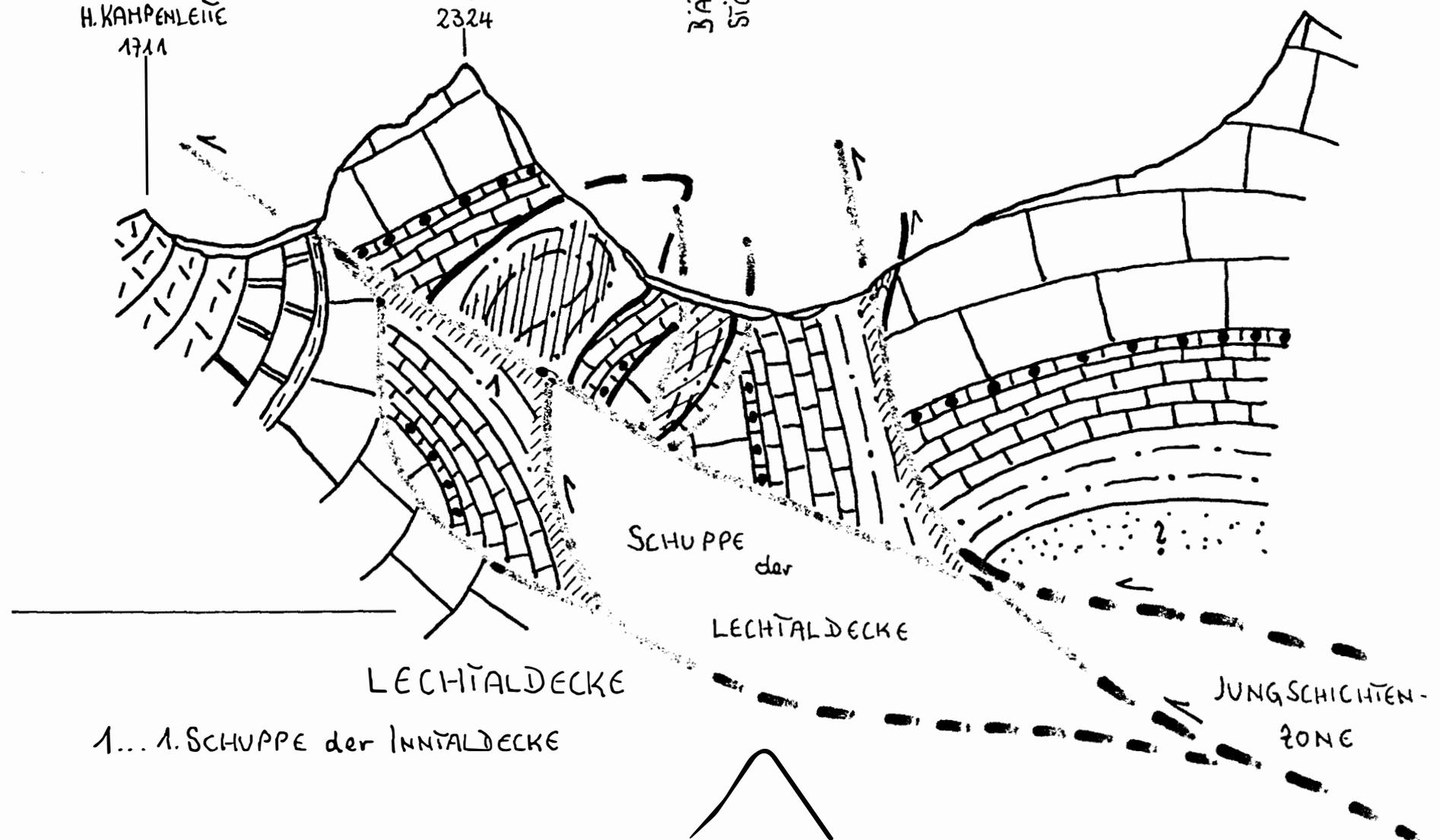
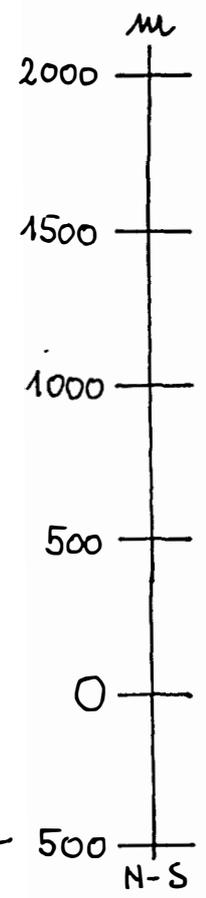
← RAFFELSPITZ-ANÜKLINALE ———— ▷  
 BÄRALP-  
 STÖRUNGSZONE INVERS

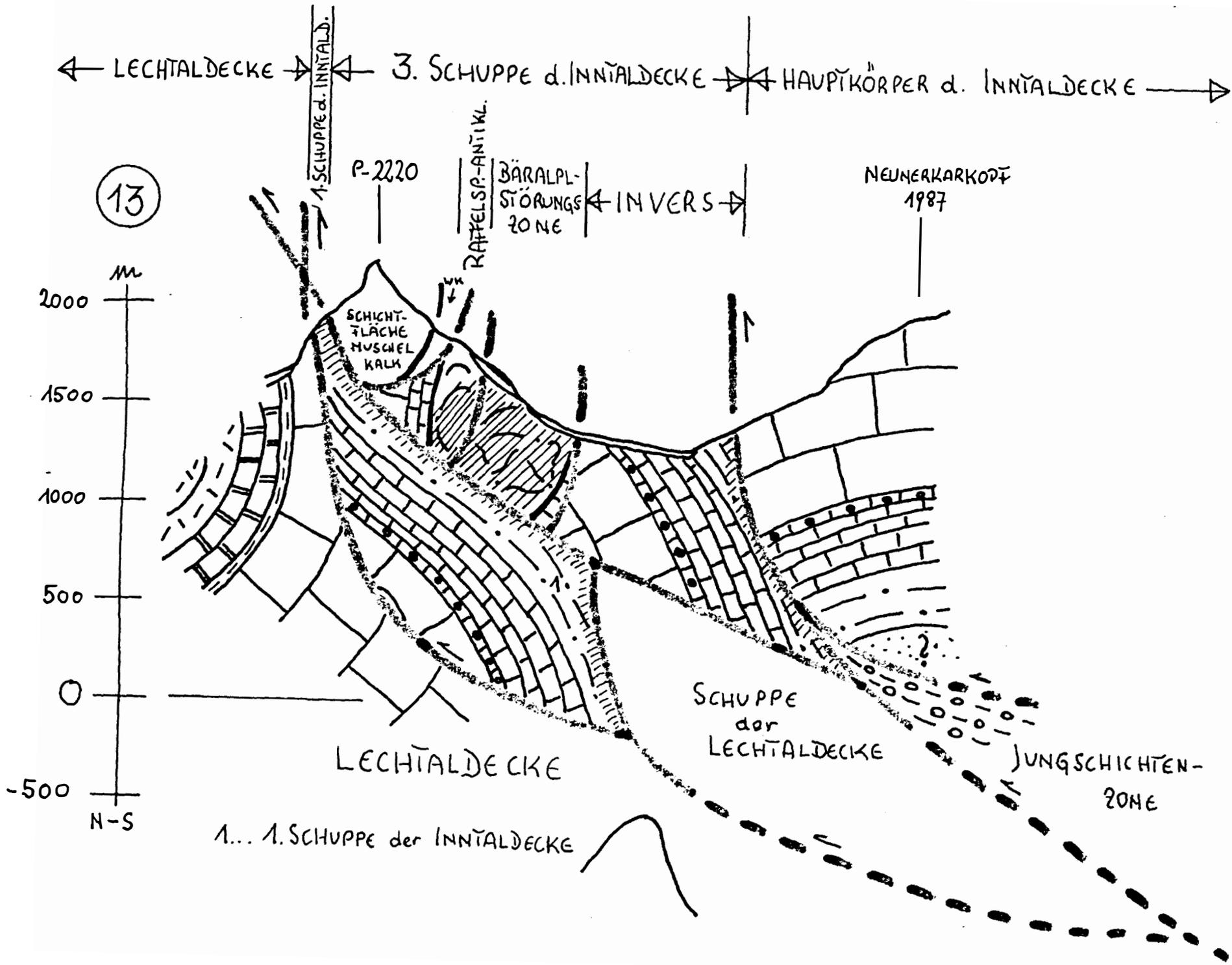
GR. RIEDLKARSP  
 2585

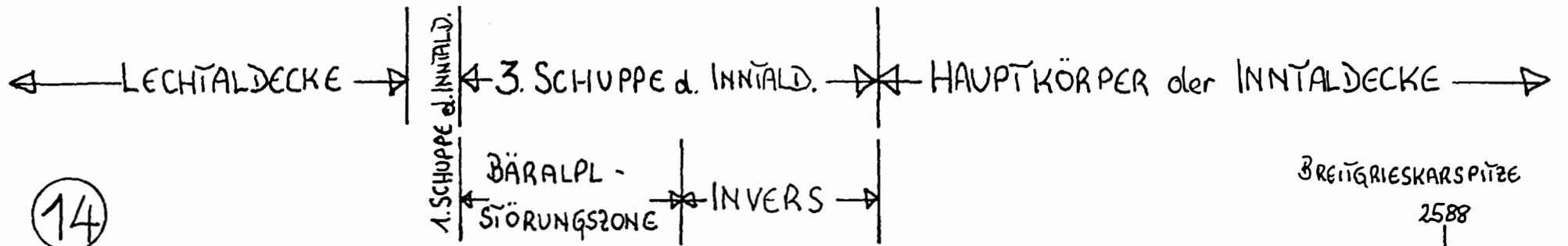
12

H. KAMPENLEITE  
 1711

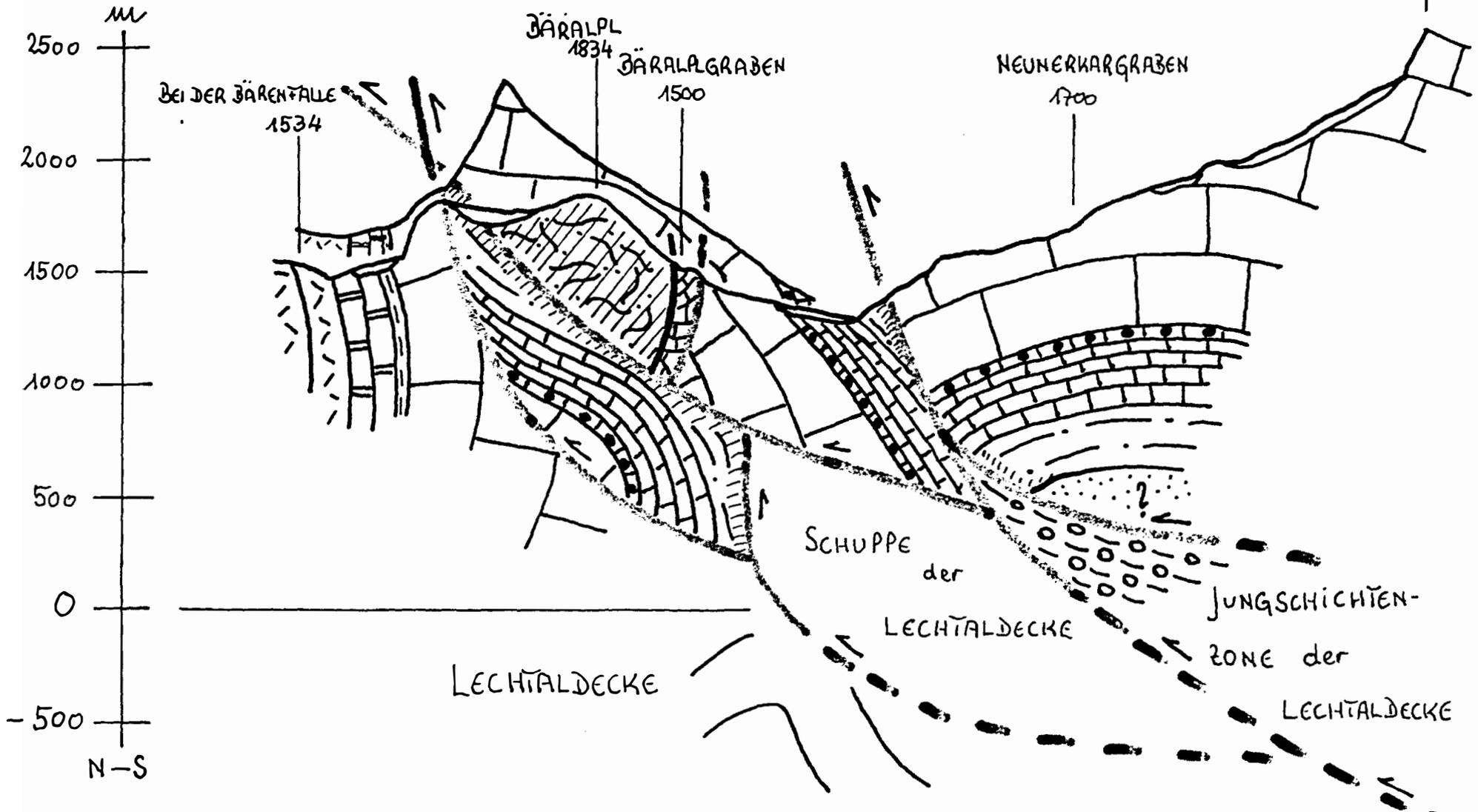
RAFFELSP.  
 2324







14



← LECHTALDECKE → 1. SCHUPPE d. INNENALDECKE → 3. SCHUPPE d. INNENALDECKE → HAUPTKÖRPER d. INNENALDECKE →

