



Das Permomesozoikum der Lechtaler Alpen (Nördliche Kalkalpen) im Bereich des Kartenblattes 144 Landeck

Von Christoph HAUSER & Karl KRAINER

Mit 10 Abbildungen

Erforschungsgeschichte

Die erste geologische Bearbeitung des Gebietes der Lechtaler Alpen stammt von K. SANDER (1840 - 1841), die Ergebnisse sind in Form von "Geologischen Tagebüchern" erhalten geblieben (Museum Ferdinandeum, Innsbruck).

ESCHER v.d. LINTH (1845 und 1853) beobachtete viele Details der Lechtaler Alpen, ließ aber die Tektonik völlig beiseite.

Die Karten von GIMBERNATH und von HAIDINGER schieden lediglich "Alpenkalk" aus; die Geognostische Übersichtskarte der Österreichisch - Ungarischen Monarchie (HAIDINGER, 1845) stellte die gesamten Lechtaler Alpen in den Jura. STUDDER (1851, Geologie der Schweiz) unterschied auf seiner Karte bereits Verrucano, Trias, Jura und Kreide.

Ab 1908 legte AMPFERER einen Schwerpunkt seiner geologischen Arbeiten auf das Gebiet der Lechtaler Alpen (Eisenspitzbreccie, Tektonik, ...), stets verbunden mit alpinistischen Erstbesteigungen.

Die stratigraphische Einteilung AMPFERER's ist bis heute im wesentlichen beibehalten.

Er hat in der amtlichen Karte 1:75.000 der k.k. Reichsanstalt gemeinsam mit seinem Freund HAMMER (1924), später auch in den 4 Blättern der "Geologie der Lechtaler Alpen: Klostertaler Alpen, Arlberggebiet, Parseierspitze und Muttekopf (Alpenvereinstopographie, AMPFERER, 1932) seine Aufnahmen dokumentiert.

Es folgen Jahre mit harten Diskussionen um die "Gebundene Tektonik", (HUCKRIEDE, 1956,

1959, JACOBSHAGEN, 1967, SARNTHEIN 1956, BANNERT, 1964)

Die mikrofaziale Bearbeitung des Hauptdolomites durch MÜLLER-JUNGBLUTH (1968) <Zentrale Lechtaler Alpen> und SCHERREIKS (1971) <Östliche Lechtaler Alpen> ermöglichte die Dreigliederung dieses Schichtgliedes.

WESTRUP (1970) setzte sich hauptsächlich mit der Tektonik auseinander,

Vor zwölf Jahren wurde mit der Untersuchung des Permoskyth im Stanzertal der erste Schritt zur Neuaufnahme des Kartenblattes getan (KRAINER, 1981, STINGL, 1981), seit 1988 wird der nördliche Bereich kartiert. Insbesondere die Kieler Arbeitsgruppe lieferte zahlreiche Diplomarbeiten (ANDRULEIT, GEHRING, GLAHN, KUHLMANN, MEGGERS, NEUBOURG, WIEGER) sowie einige weitere, allerdings schon auf dem nördlich anschließenden Blatt Holzgau.

SPÖTL (1986) kartierte einen kleinen Bereich N Stanz - Grins. Die bei der Arbeitstagung 1993 vorgestellte Kartierung der Nördlichen Kalkalpen ist noch nicht vollständig.

Permoskyth

Im Stanzertal, an der Kalkalpensüdseite, setzt die postvariszische Sedimentation mit einer unterpermischen Basisbreccie ein. Generell kann die rund 350m mächtige permoskythische Sedimentabfolge im Stanzertal in folgende lithostratigraphische Einheiten untergliedert werden (Abb.: 1):

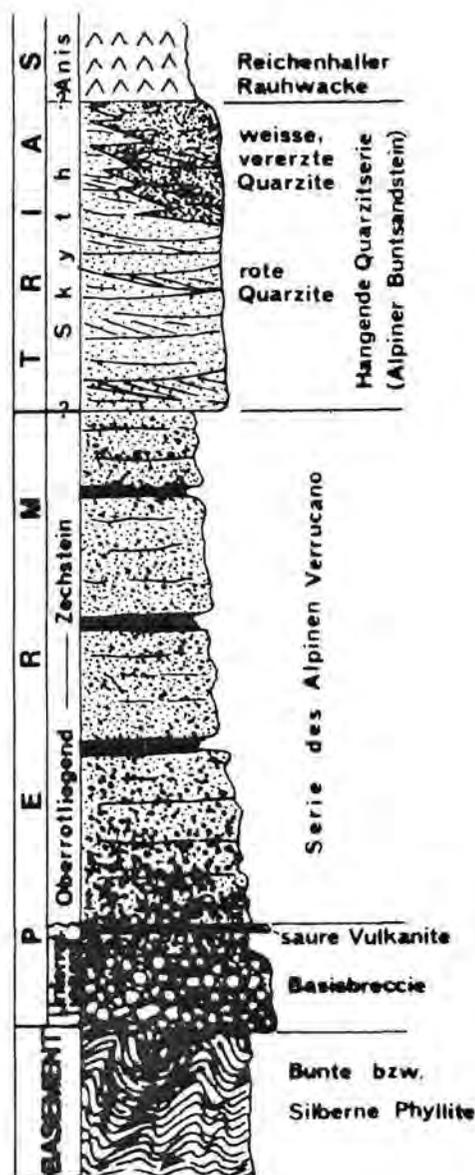


Abb. 1
 Stratigraphisches Übersichtprofil
 durch die Permoskyth-Sediment-
 abfolge im Stanzertal.

a) "Basisbreccie" (Liegende Serie des Alpenen Verrucano): diese liegt primär sedimentär auf dem variszisch gefalteten Basement ("Silberne" bzw. "Bunte Phyllite") und besteht aus einer bis zu mehrere Zehnermeter mächtigen Abfolge aus untergrundbezogenen polymikten Breccien mit vielen Phyllitgeröllen, am Top treten vereinzelt geringmächtige saure Vulkanite auf (Ignimbritlege, Tuffe und Tuffite; siehe STINGL 1981, 1982, KRAINER 1981, 1982). Die Basisbreccie ist in das Unterrotliegend zu stellen und ist ein Äquivalent der Laas Formation des Drauzuges (KRAINER 1990) bzw.

der Werchzirm Formation der Gurktaler Decke (KRAINER 1987b).

b) Über der Basisbreccie folgt die "Hangende Serie des Alpenen Verrucano", eine bunte Folge von meist rot bis violett gefärbten Konglomeraten, Sandsteinen (hpts. lithische Wacken) und Tonschiefern, charakterisiert durch das Auftreten von Aufarbeitungsprodukten saurer unterpermischer Vulkanite (siehe STINGL 1981, 1982). Diese Abfolge entspricht stratigraphisch der Gröden Formation des Drauzuges bzw. der Gurktaler Decke (KRAINER 1985, 1987a,b, 1989).

Innerhalb der Hangendserie des Alpenen Verrucano tritt bei Gand eine hauptsächlich aus Kupfersulfiden zusammengesetzte hydrothermale Gangvererzung auf. Vorherrschendes Erzmineral ist ein As-Hg-Tetraedrit (STINGL 1981, 1982; MOSTLER et al. 1982).

c) Darüber folgt mit einer scharfen Grenze die "Hangende Quarzitserie" (rote und weiße Quarzite), die zeitlich in das Skyth zu stellen ist, stratigraphisch dem Alpenen Buntsandstein und der Werfen Formation im östlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen (z.B. STINGL 1984, 1987) bzw. im Drauzug und innerhalb der Gurktaler Decke (KRAINER 1985, 1987a,b, 1989) entspricht und von Rauhwacken der Reichenhaller Formation überlagert wird. Die Mächtigkeit der Hangenden Quarzitserie beträgt rund 100m.

Es handelt sich überwiegend um Sublitharenite und Quarzarenite, an Sedimentstrukturen sind hin und wieder Horizontal- und Schrägschichtung erkennbar. Die roten Quarzite weisen gegenüber den weißen, vererzten Quarziten einen etwas geringeren Reifegrad auf, die rote Farbe ist auf diagenetisch entstandenes Hämatitpigment zurückzuführen. Während detritische Feldspäte in den roten Quarziten weitgehend fehlen, sind in den weißen Quarziten einzelne Lagen sehr feldspatreich und entsprechend als arkosische Arenite bis Arkosen zu bezeichnen. Aufgrund des recht hohen texturellen Reifegrades und der ähnlichen Diageneseprozesse wie sie aus marinen Sandsteinen des Alpenen Buntsandsteines im Drauzug bekannt sind (authigene Feldspatanwachssäume, authigene Quarzanwachssäume, Carbonatzement; siehe KRAINER 1987a, KRAINER & SPÖTL 1989), kann für die weißen Quarzite ein flachmarines Ablagerungsmilieu angenommen werden.

In den Quarziten (Alpiner Buntsandstein) des Stanztales tritt an mehreren Stellen (Flirscher Schihütte, Rammlestobel und Steißbachtal) eine disseminierte Fahlerzvererzung auf, und zwar nur in den weißen Quarziten, die am Top der Hangenden Quarziterie den roten Quarziten eingeschaltet sind und mit diesen verzahnen (ähnlich wie im Montafon, wo die skythischen Quarzite ebenfalls eine mechanisch-sedimentäre Cu-Vererzung enthalten, siehe HADITSCH et al. 1978).

Die Paragenese besteht zum überwiegenden Teil aus Fahlerz, seltener treten Kupferkies und Pyrit auf (KRAINER 1981, 1982).

Reichenhaller Schichten (Skyth)

Über der klastischen Gesteinsabfolge der "Hangenden Quarziterie" folgen die Reichenhaller Schichten. Die Vorkommen auf Blatt Landeck sind meist in Form der "**Reichenhaller Rauhwacke**" ausgebildet. Es sind dies gelblich anwitternde, zellig-kavernöse, oft brecciöse dolomitische Kalke. Untergeordnet treten auch fast reine Kalke, "**Reichenhaller Kalke**", auf. Sie sind dünngebant und zeigen nicht selten Bioturbation. An einigen Stellen, etwa im Schöngraben bei Pettneu, wurde früher **Gips** abge-

baut, der in den Reichenhaller Schichten immer wieder eingeschaltet ist. Nach FELLERER (1964) beträgt die Mächtigkeit der Gipse bis zu 60 m.

Das Alter der Rauhwacken ist ungesichert, AMPFERER (1932) beschreibt aus den sandigen, lockeren Mergelkalcken, die eng verbunden mit den gelben Rauhwacken auftreten, *Myophoria costata* ZENKER, *Modiola böhmi* SKUPHOS und *Myacites sp.* weshalb ein Alter von Oberskyth bis Unteres Anis wahrscheinlich ist.

Der sedimentäre Übergang von den Quarziten in die Rauhwacken, wie er im Zeinsgraben beobachtet wurde, mächtige Gipseinschaltungen innerhalb der Rauhwacken und die Bindung an einen bestimmten stratigraphischen Horizont, nämlich im Hangenden der Quarzite, sprechen wohl für eine ursprünglich mehr oder weniger sedimentäre Entstehung der Rauhwacken in einem flachmarinen, auf der zu dieser Zeit herrschenden klimatischen und paläogeographischen Bedingungen wohl evaporitischen Milieu. Allerdings kann über den ursprünglichen Habitus der Reichenhaller Rauhwacken auf Grund ihrer späteren tektonischen Überprägung keine Aussage getroffen werden (KRAINER, 1981).

Die Abb. 2 (BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974) und Abb. 3 (BRANDNER, 1984) geben ein generelles Fazieschema und ein Profil der Trias wider.

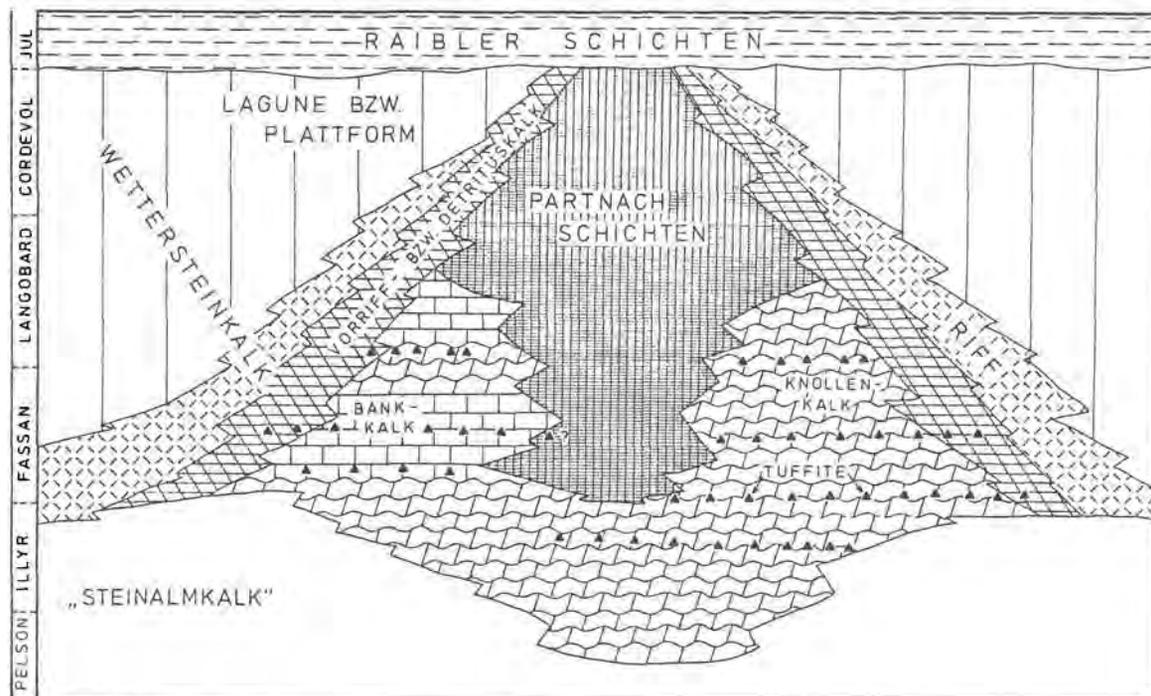


Abb. 2
Faziesdifferenzierung im Oberanis - Ladin (BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974)

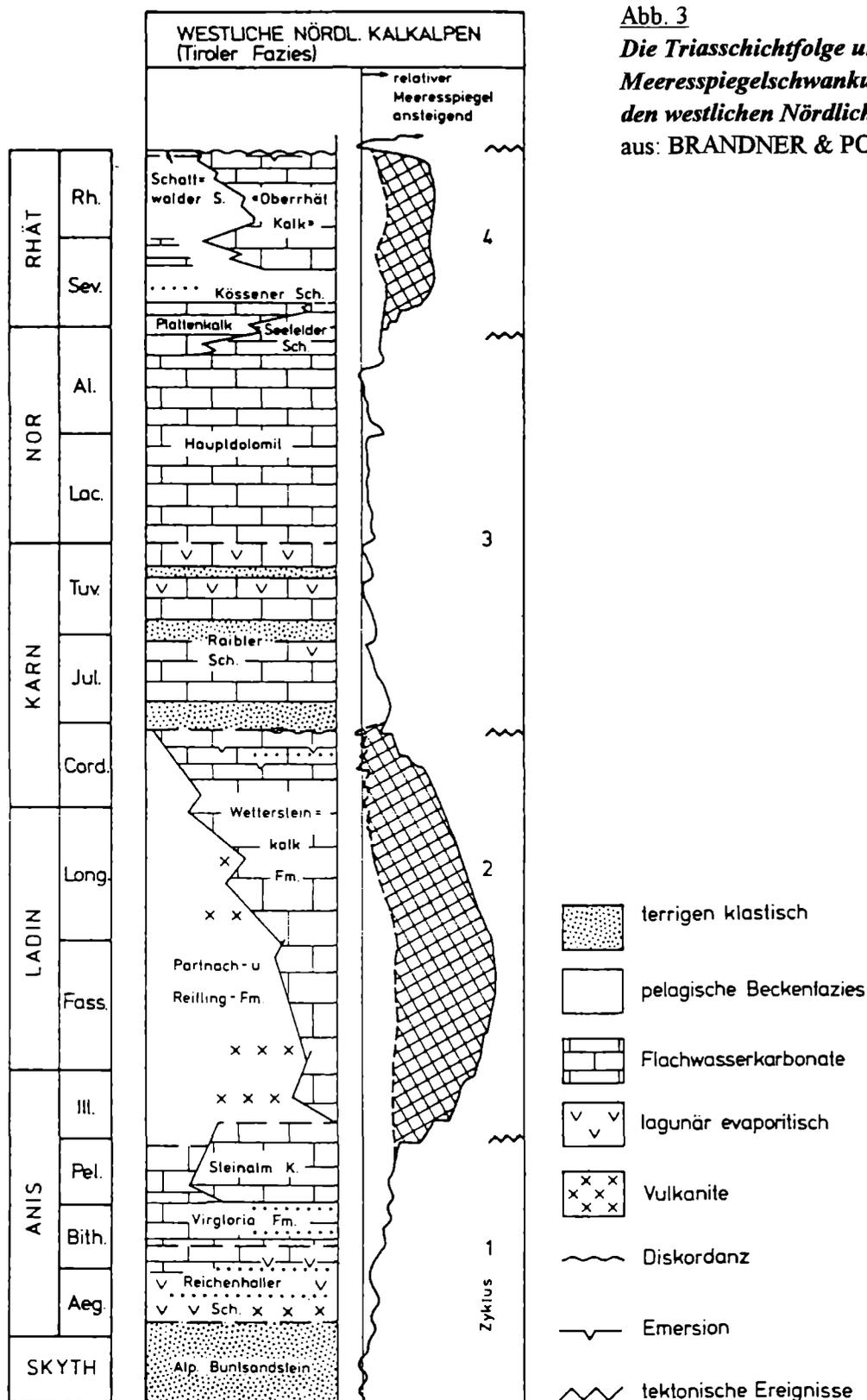


Abb. 3
Die Triasschichtfolge und relative Meeresspiegelschwankungen in den westlichen Nördlichen Kalkalpen aus: BRANDNER & POLESCHINSKI, 1986

"Alpiner Muschelkalk"
(Anis - Ladin / Hydasp - Langobard)

Der "Alpine Muschelkalk" der Nördlichen Kalkalpen in Tirol wird je nach Autor verschieden untergliedert. Nach der eher rein beschreibenden Gliede-

rung (u.a. KUBANEK, 1969: "Wurstelkalk", "Flaserkalk", Bankkalk, Massenkalk, Knollenkalk) hat sich die Verwendung der von BECHSTÄDT & MOSTLER (1974) vorgeschlagenen Gliederung in **Virgloriakalk**, **Steinalmkalk**, **Reiflinger Kalk** in den westlichen Kalkalpen weitgehend durchgesetzt.

Da im Bereich des Kartenblattes Landeck kaum ungestörte, vollständige Profile erhalten sind, auch keine neueren Arbeiten existieren, wird der Alpine Muschelkalk auf dem Blatt Landeck nicht gegliedert. Die Gesamtmächtigkeit läßt sich mit etwa 100 m abschätzen, es sind helle bis dunkle Kalke, besonders im Reiflinger Niveau häufig Hornstein - führende Kalke (z.B. Kogel-Bach 1400m SH) manchmal Pietra Verde - Lagen, aber etwa bei Schnann (siehe Exkursion **B**, Haltepunkt. 5) hornsteinfrei und auch ohne Pietra Verde- Lagen.

Partnachschiefer (Ladin - ? älteres Karn: Fassan/Langobard - ?Cordevol)

Die primär wohl über 200 m mächtigen Partnachschiefer treten auf dem Kartenblatt mehrfach auf. Die Partnachschiefer bestehen aus einer Wechselagerung von **Partnachschiefer** und **Partnackkalk**. Die charakteristischen schwarzen Tonschiefer enthalten keine Fossilien, häufig sind Konkretionen vorhanden. Die Kalke (manchmal dolomitisch) sind plattig und häufig im m- Bereich verfault.

Eher untypisch - da nur gering gestört, bestens aufgeschlossen und in großer Mächtigkeit anstehend - ist das Profil bei Schnann (Schnanner Klamm und entlang der Straße der Wildbach- und Lawinenverbauung zu den Schnanner Tunnels (siehe: Exkursion **B**, Haltepunkt.5).

Wettersteinkalk und -dolomit

(Ladin - Karn: Fassan/Langobard - Cordevol)

Der Wettersteinkalk (Plattform) tritt in den Lechtaler Alpen vorwiegend in der Inntaldecke auf. Hellgraue bis weißliche, massige bis gebankte Kalke bauen mit einer Mächtigkeit von weit über 600m (aber gegen S und W abnehmender Mächtigkeit) diese morphologisch hervortretenden, oft Wände bildenden Gebirgsstöcke auf. Am Aufbau der flachen Riffe sind vorwiegend Algen beteiligt; auch Großoolithe fallen auf. (z.B. Simele- Kopf S des Eisenspitz- Zuges: 200 m mächtige, invers lagernde Riffplatte; Blankspitze S Ansbacher Hütte) - (J. WESTRUP, 1970), Verzahnungsbereiche mit den Partnach- Beckensedimenten sind u.a. im Tobel oberhalb "Filisun" und oberhalb des "Stabelin" zu beobachten (J. WESTRUP, 1970).

Teilweise verliert der Wettersteinkalk seine typische Ausbildung und zeigt Anklänge auf die ihn im Westen vertretenden **Arlberg - Schichten** (Die Kalkbänke sondern sich schärfer gegeneinander ab, viele dickere und dünnere Lagen von schwarzen Mergeln und sandigen Schiefen, helle Rauhwachen und Dolomit sind zwischengeschaltet).

Raibler Schichten (Karn: ?Cordevol/Jul - Tuval)

Mit einer klastischen Schüttung setzen über der Wettersteinkalkfazies scharf, aber konkordant Raibler Schichten ein. Auch über Partnachfazies kann die Grenze mit dem Einsetzen von Sandgehalt oder oft auch Pflanzenhäcksel führenden Sandsteinbänken gezogen werden. Ihre Sedimentation beginnt nach WESTRUP (1970) mit dem Jul. Einen Eindruck von der Zusammensetzung dieses Schichtgliedes vermittelt das Profil von Christles - Rinner im Oberlochtal (Abb. 4) aus WESTRUP (1970).

Auch hier stehen Rauhwachen in großer Verbreitung an. In Verbindung damit sind Müribdolomite im Starkenbachtal häufig.

Bei starker Pressung neigen die Raibler Schichten in Profilen mit hohen Anteilen von Dolomitpaketen zu tektonischer Selektion: Dolomit wird dabei relativ angereichert z.B. Bärenscharte (WESTRUP, 1970).

Hauptdolomit (Nor - ?Unteres Rhät: Lac/Alaun - ?Sevat)

Auf den Raibler Schichten, meist Raibler Rauhwachen, in den gesamten Lechtaler Alpen kaum ungestört aufliegend, folgt der Hauptdolomit. Er stellt mit einer gesamten Mächtigkeit von etwa 500 m im Westen und nahezu 2000 m im Osten der Lechtaler Alpen den größten Felskörper dar.

Detaillierte Bearbeitungen des Hauptdolomits der östlichen Lechtaler Alpen wurden durch MÜLLER-JUNGLUTH (1968a, b.), SCHERREIKS (1971), FRUTH & SCHERREIKS (1982) durchgeführt. Auch die Arbeiten von POLESCHINSKI (1989, 1992) und BRANDNER & POLESCHINSKI (1986) aus dem Bereich der Seefelder Senke, (GÖK 117, Zirl), bringen neue Daten zum Hauptdolomit, die auch für den Hauptdolomit der Lechtaler Alpen

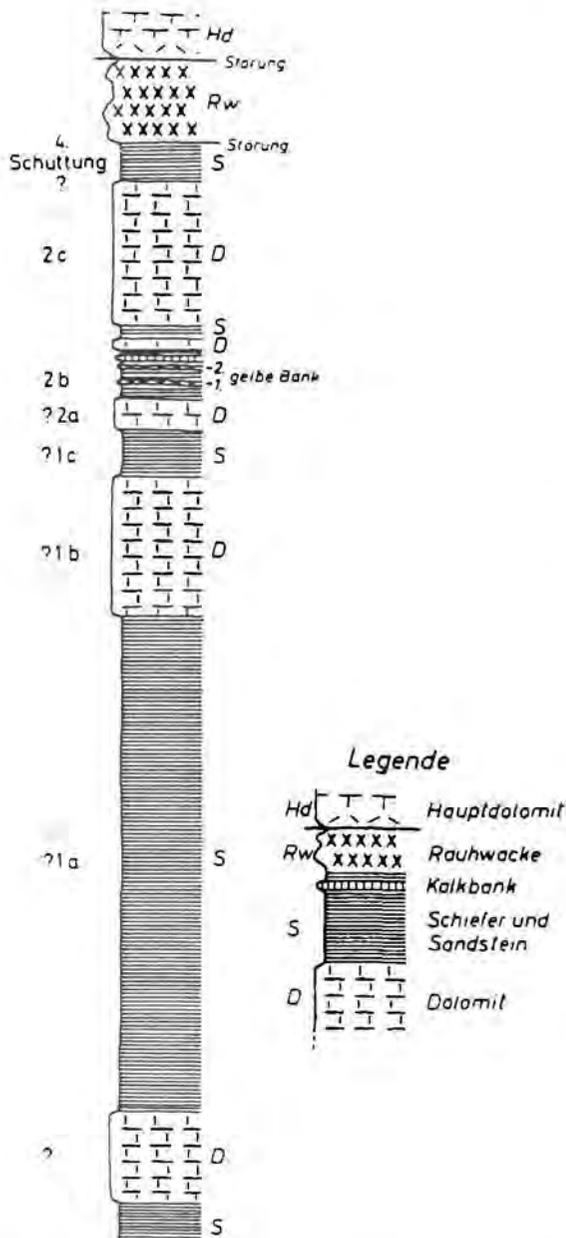


Abb. 4
Profil durch die Raibler Schichten
auf der W-Seite des Christles-Rinner
(Lechtaler Alpen)
 aus: WESTRUP 1970

Geltung haben. Abb. 5 zeigt ein idealisiertes Faziesprofil, Abb. 6 ein generalisiertes Säulenprofil eines Hauptdolomit-Abschnittes (aus MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968).

Der **Untere Hauptdolomit** setzt mit häufig brecciösen, im Meter-Bereich gebankten Dolomiten ein. Oft sind sandfreie Dolomitmergel zwischengeschaltet. Der Hauptteil besteht aus feinlaminieren monotonen Rhytmiten mit unterschiedlichem Bitumengehalt

(MÜLLER JUNGBLUTH, 1968) und wird als Ablagerung des Supratidals interpretiert (FRUTH & SCHERREIKS, 1982).

Der bis zu 500 m mächtige **Mittlere Hauptdolomit** ist überwiegend feinlaminieren (meist stromatolithische Arenite bis Mikrite) und dürften zum Großteil im Intertidal bis Supratidal gebildet worden sein. Der Bitumengehalt ist hier von den drei Abschnitten des Hauptdolomites am geringsten, lokal sind aber immer wieder bitumreiche Abschnitte anzutreffen.

Über dem Mittleren Hauptdolomit folgen im Profil meist schon morphologisch deutlich erkennbar die **Seefelder Schichten** (= **Bituminöser Hauptdolomit** bei MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968 und anderen Autoren). Bei AMPFERER (1932) wurden sie an einigen Stellen als "Kössener Schichten" ja auch, wie HAAS (1991) schreibt, als Gosauspäne (auf Blatt 115 Reutte) angesprochen.

Die Seefelder Schichten sind stets extrem dunkel gefärbt, äußerst feinkristallin (< Siltit) und sehr dünnbankig. Der Bitumengehalt kann so stark ansteigen, daß dieser nahezu alleiniger Feinschichtbildner ist (MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968). Die Mächtigkeit variiert von wenigen Metern bis zu über 50 Metern (diese höchste Mächtigkeit ist im Zug südlich der Roßkar Spitze gegen Westen in Richtung Bitterkopf erreicht). Für die Kartierung stellen die Asphalt-schiefer einen ganz wichtigen Leithorizont innerhalb des Hauptdolomites dar.

Nach POLESCHINSKI (1989) sind die Seefelder Schichten auf Grund der darin enthaltenen Hetrastrien und Conodontenfauna in das Alaun 2 zu stellen.

Der Fazieswechsel vom Milieu der bituminösen Seefelder Schichten zu dem, das die Sedimentation des **Oberen Hauptdolomites** (\approx Dachsteindolomit) bringt, erfolgt recht abrupt. Er ist aber, fehlen die Seefelder Schichten, nicht immer einfach vom Mittleren Hauptdolomit unterscheidbar. Die "weißen Bänke" des Oberen Hauptdolomites sind zum Unterschied etwas mächtiger, kennzeichnend sind aber eher die leicht rötlich-gelblichen, blaßbunten Fugentone. Ein Bitumengehalt des Oberen Hauptdolomites ist kaum mehr feststellbar. Der von MÜLLER-JUNGBLUTH (1968) beschriebene Onkoidenhorizont, ein Leithorizont, ist bei der Profilaufnahme hilfreich, bei der Kartierung aber oft schwer zu finden.

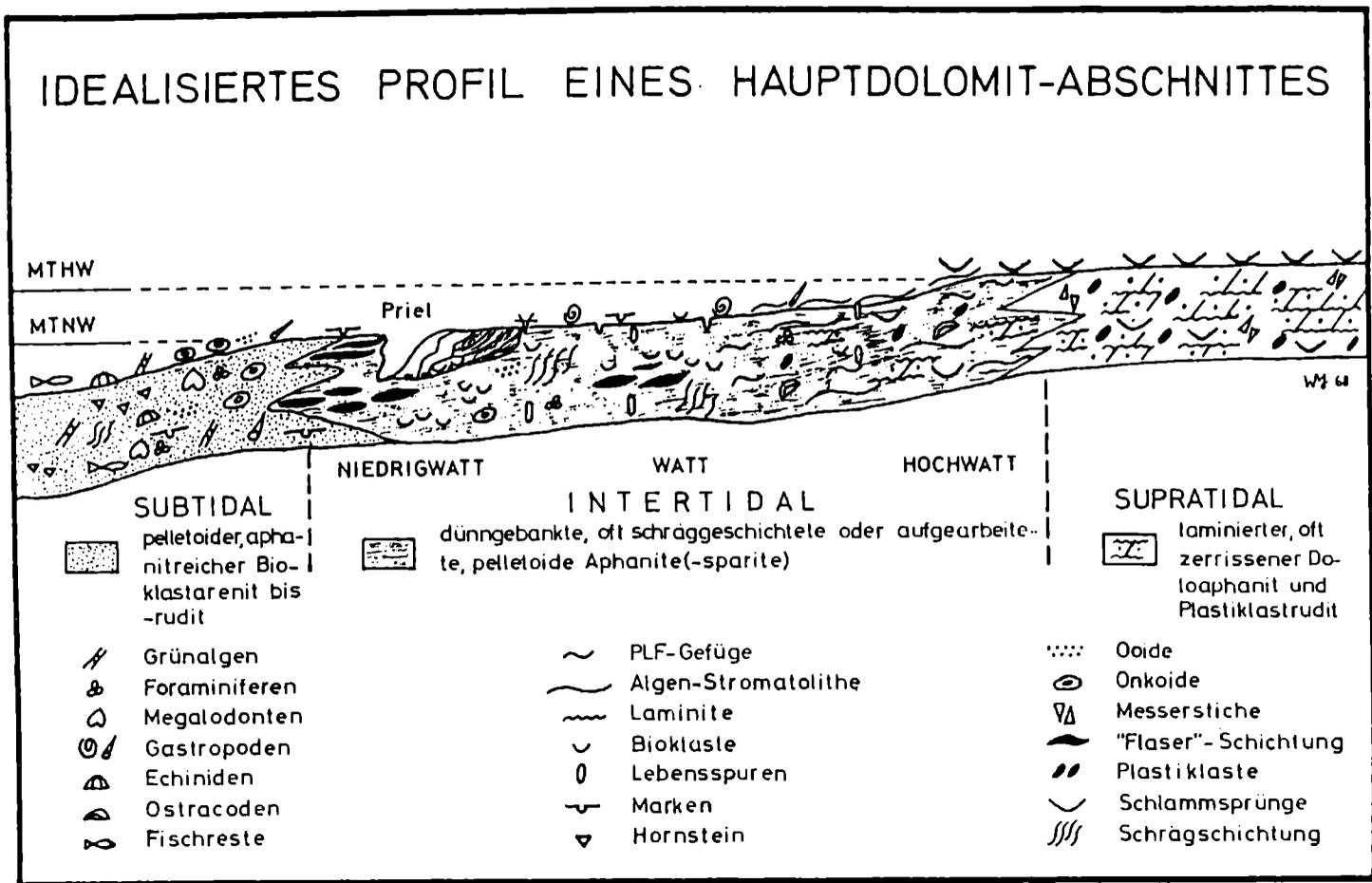


Abb. 5
Idealisiertes Faziesprofil eines Hauptdolomitabschnittes.
 Aus: MÜLLER - JUNGBLUTH, 1986

Allmählich häufen sich Bereiche mit reichem Biogehalt (Megalodonten und Gastropoden), Algenstromatolithe mit LF-Gefügen sind zu finden. SCHERREIKS (1971) führt folgenden Fossilgehalt an: *Myophoria chenopus* (LAUBE), *Worthenia escheri* (STOPP), *Chemnitzia hagenovii* (KLIPSTEIN), *Ostracoda sp.*, *Miliolidae sp.*, *Placodontia ? Placochelys sp.*

Plattenkalk / Plattenkalk Niveau (oberes Nor

Der Plattenkalk, in weiten Teilen der Nördlichen Kalkalpen das Hangende des Hauptdolomites, ist auf Blatt Landeck in nur wenigen Vorkommen typisch ausgebildet und vom Hauptdolomit getrennt auskartiert (S Silbersattel, N-Bereich Zimmerloch (SPÖTL, 1986; im Brunnkopf-Sattel ist der Plattenkalk 50 m mächtig BANNERT, 1964). Häufiger stellt der Plattenkalk nur einen undeutlichen Wechsel vom Oberen Hauptdolomit, auch teil-

weise den Seefelder Schichten, mit Kalk-Mergel-Folgen zu den Beckenbildungen der Kössener Schichten dar. Das Liegende hat nie eine scharfe stratigraphische Grenze. Der Plattenkalk stellt eine Faziesfolge aus einem sich absenkenden Flachmeerbereich, häufig mit Foraminiferen-Gastropoden- und Ostracodenführung dar. Mit dem Auftreten von ersten schwarzen Mergeln ist die Grenze zu den Kössener Schichten erreicht.

Kössener Schichten (Rhät: Sevat)

Die Kössener Schichten sind in den Lechtaler Alpen bis zu 200 m mächtig entwickelt, braungelbliche bis dunkel-schwärzliche Tonmergel wechsellagernd mit Mergelschiefen und dunklen, meist feinstbankigen Kalken. Die Kalke sind von wechselnder Korngröße und fossilreich. Im Gelände lassen sie sich zweifelsfrei vom Hauptdolomit und Plattenkalk im Liegenden unterscheiden, die stratigraphische

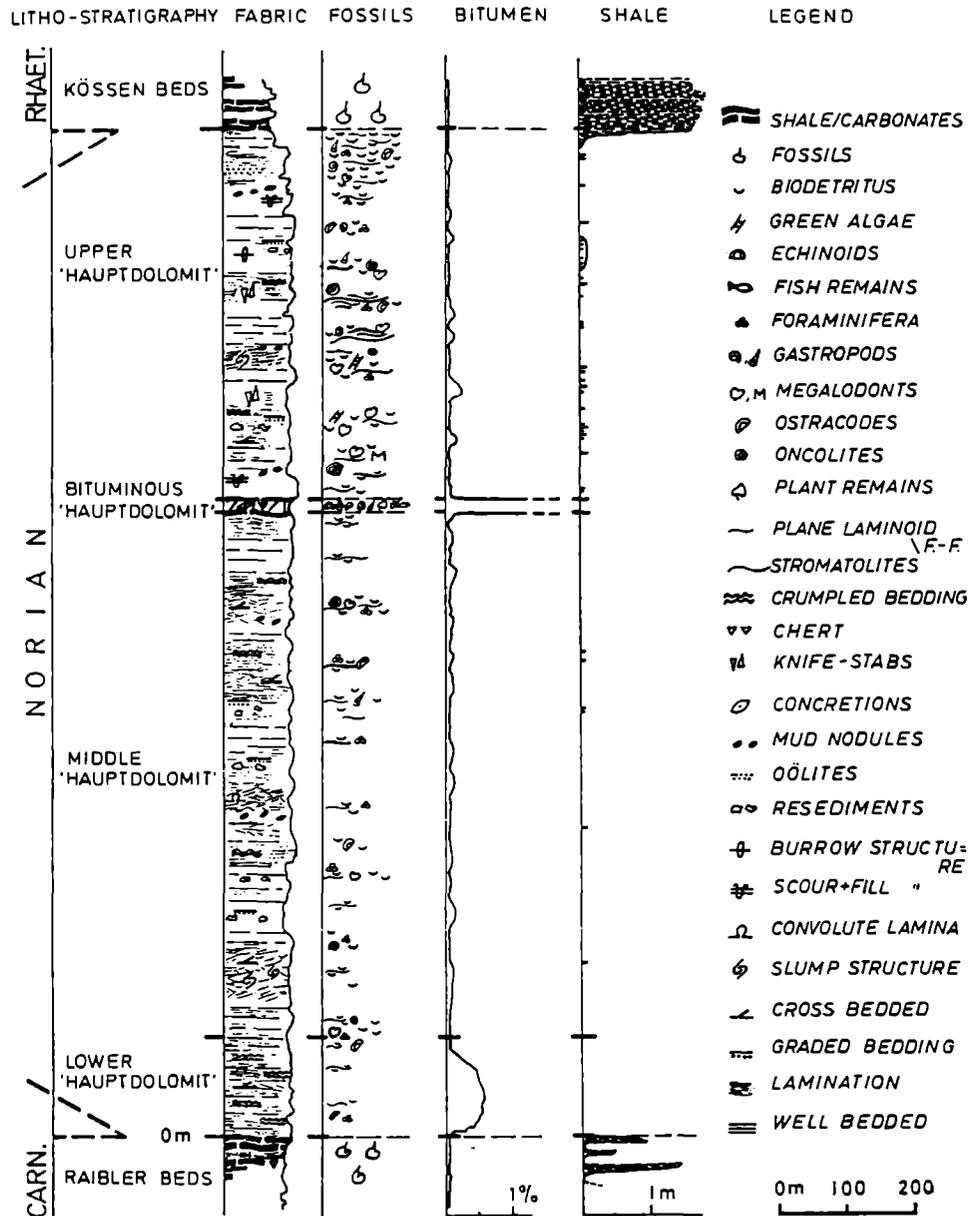


Abb. 6

Generalisiertes Säulenprofil des Hauptdolomites der Lechtaler Alpen.

Aus: MÜLLER - JUNGBLUTH, 1986

Abgrenzung ist nicht exakt festzulegen. Es gilt als sicher daß der Hauptdolomit und Plattenkalk ins Rhät hinaufreicht. Die Schillagen innerhalb der Kössener Schichten werden als Tempestitlagen gedeutet und sind typisch für die Ablagerung im Beckenbereich.

Abb. 7 zeigt ein fast ungestörtes Profil der Kössener Schichten innerhalb der Lechtaldecke bei den "Unteren Schafgängen" aus der Diplomarbeit von H. MEGGERS (1991): Die Schichtfolge variiert auf wenigen Metern zwischen zyklisch wiederkehrenden Aufarbeitungshotizonten, auf die stets Lumachellen-Lagen folgen, Schrägschichtungskör-

pem infolge einer Rinnensedimentation, Ooidbänken sowie biostromalen Riffstrukturen. Die Lumachellen bestehen aus bis zu 4 cm langen Mollusken- und Brachiopodenschalen, oft unzerbrochen, häufig schichtparallel eingeregelt. Die mikrofazielle Auswertung der Dünnschliffe zeigte, daß die ursprüngliche Schalenstruktur nicht erhalten, sondern sparitisch ersetzt ist. Zudem fanden sich mikritische Säume (MEGGERS, 1991)

Schattwalder Schichten (Rhät)

Der Begriff Schattwalder Schichten wurde von REISER (1920) eingeführt. Es handelt sich bei die-

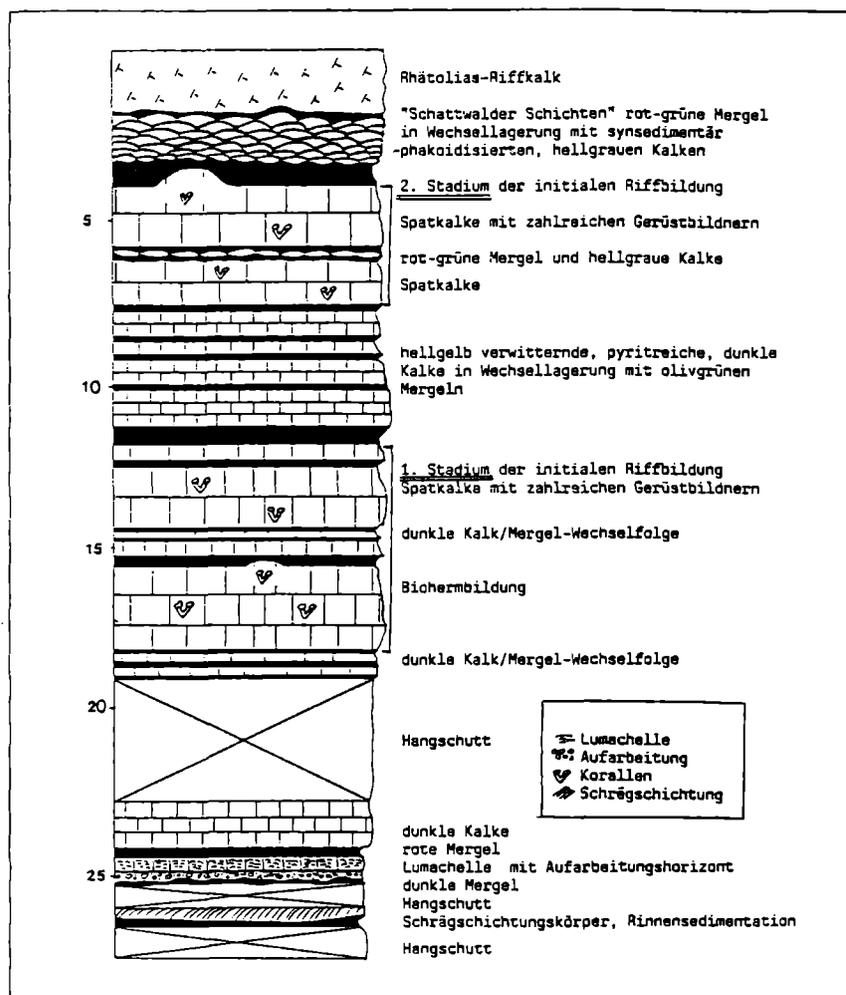


Abb. 7

Profil der Kössener Schichten bei den "Unteren Schafgängen" (Lechtaldecke)

Aus: MEGGERS, 1991

ser Einheit um meist weinrote bis bunte weiche Tonmergel. Sie weisen eine relativ ebene Verwitterungsoberfläche auf, ihre Konsistenz ist bröselig. Ihr Vorkommen ist nur auf wenigen, kleineren Gebieten in den Lechtaler Alpen bekannt (J.-M. GRUNICKE, 1990).

SARNTHEIN (1962) hat rot - grünen Mergel im Hangenden der Kössener Schichten des Streichgampenjochs (Inntaldecke) als Schattwalder Schichten angesprochen; auch KRÄINER gibt ein kleines Vorkommen W der Ronigalpe, im Bereich der Peischelspitze (2.424 m SH) an.

Rhätolias Riffkalk (Oberes Rhät bis Unterer Lias)

Der Rhätolias (Riff-) Kalk, mit einer Mächtigkeit bis etwa 100 m, stellt ein Plattformsediment dar. Als Kalk, meist Riffkalk, tritt er schon morpholo-

gisch oft deutlich hervor. Weißlichgrau bis fast reinweiß zeigen sich die Wände und er neigt zur Verkarstung (H. ANDRULEIT, 1991).

Die Fauna zeigt ein Vorherrschen von gerüstbildenden Organismen, wobei Kalkschwämme und Korallen den Hauptanteil stellen (SENOWBARI-DARYAN, 1980)

Jura und Kreide

Mit Beginn des Jura kam es zu einer allgemeinen Absenkung des Ablagerungsraumes, allerdings mit unterschiedlich hohen Subsidenzraten. Die Herausgestaltung einzelner Becken ("STRIKE-SLIP-BECKEN" bzw. "PULL-APART-BECKEN") hatte im Lias und Dogger eine entsprechende Faciesdifferenzierung (Becken-, Slope- und Schwellen-facies) zur Folge (Abb. 8, nach einer Skizze von A. SPIELER, 1993).

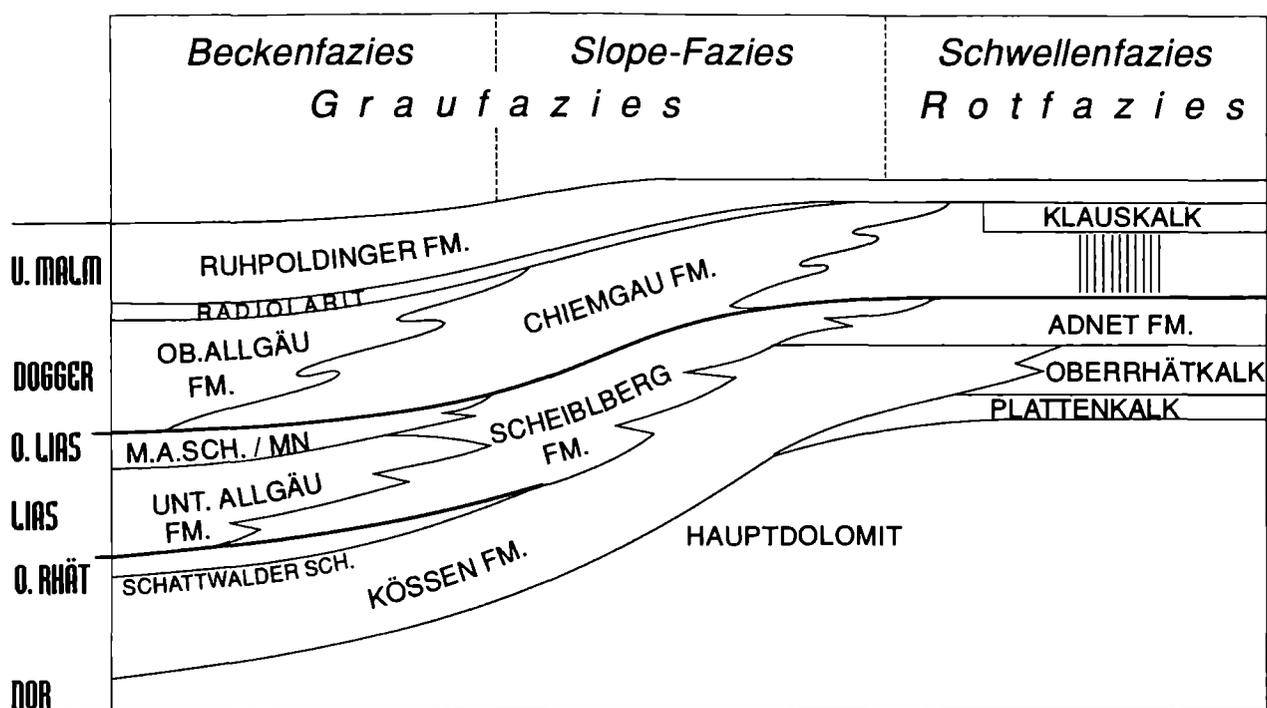


Abb. 8
 Schema der Faziesdifferenzierung im Jura

Auf Blatt Landeck ist die Schwellenfazies der "ZÜR-
 SER SCHWELLE" im Bereich Feuerspitz - Fensterle gut
 aufgeschlossen. Diese geringmächtige Schwellenfa-
 zies geht nach Osten und Nordosten in eine mächtige
 Beckenfazies "PARSEIER BECKEN" über. Zwischen
 Schwellen- und Beckenfazies vermittelt eine Slope-
 Fazies, die durch zahlreiche Mass- Flow- Sedi-
 mente, die unter dem Begriff "Eisenspitzbrec-
 cie" zusammengefaßt werden, charakterisiert ist.

Im Bereich der Schwellenfazies folgen über Ober-
 rhätkalken zunächst geringmächtige (ca. 5 m), rote,
 teils knollige, gebankte mergelige Kalke, die Am-
 moniten und Belemniten enthalten, teilweise auch
 Subsolutionserscheinungen zeigen (ähnlich den Ad-
 netter Schichten). Diese vertreten die Älteren Allgäu
 Schichten sensu JACOBSHAGEN (1965). Im Be-
 reich Fensterle folgen darüber ebenfalls relativ ge-
 ringmächtige (einige Zehnermeter), meist rote, teil-
 weise auch grau gefärbte Mergel, die den Mittleren-
 und Jüngeren Allgäuschichten entsprechen. Teilwei-
 se sind die Mittleren Allgäu- Schichten in Form von
 einigen Zehnermeter mächtigen Fleckenmergeln ent-
 wickelt, die von rund 20 - 30 m Mächtigen, rot ge-
 färbten Mergeln mit dm- dicken hellen Bänken zwi-
 schengeschaltet überlagert werden (Jüngere Allgäu-
 schichten). Zur Untergliederung der Allgäuschich-

ten sei auf die umfangreiche Arbeit von JACOBS-
 HAGEN (1965) hingewiesen.

Die Slope- Fazies, die im Bereich der Eisenspitze
 von ACHTNICH (1980), siehe Abb. 9, und (1982)
 im Detail untersucht wurde, ist durch das Auftreten
 verschiedener Typen von Megabreccien und zwi-
 schengeschalteten feinklastischen Serien gekenn-
 zeichnet ("Eisenspitzbrec-
 cie"), die nach E und NE
 mit der Beckenfazies ("Allgäu-
 Schichten") verzah-
 nen (vergl. auch AMPFERER 1915, 1920
 <Abb.10>, 1930, 1943; HUCKRIEDE 1959;
 WESTRUP 1970). Im Bereich der Beckenfazies lie-
 gen die Jurasedimente fast durchwegs auf Kössener
 Schichten, die teilweise gut aufgeschlossen sind und
 mitunter häufig *Avicula Kösseniensis* sowie Sprei-
 tenbauten vom Typ *Rhizocorallium* und *Zoophy-
 cos* führen ("Salzburger Fazies"). Im höheren Teil
 sind oft dickbankige Fossilschuttkalke
 eingeschaltet.

Im Bereich der Peischelspitze (2.424 m SH) folgen
 über dunkelbraunen, stark bioturbaten Mergeln der
 obersten Kössener Schichten rund 15 m mächtige
 rötlichbraune und grünliche Mergel, die den Schatt-
 walder Schichten zuzuordnen sind.

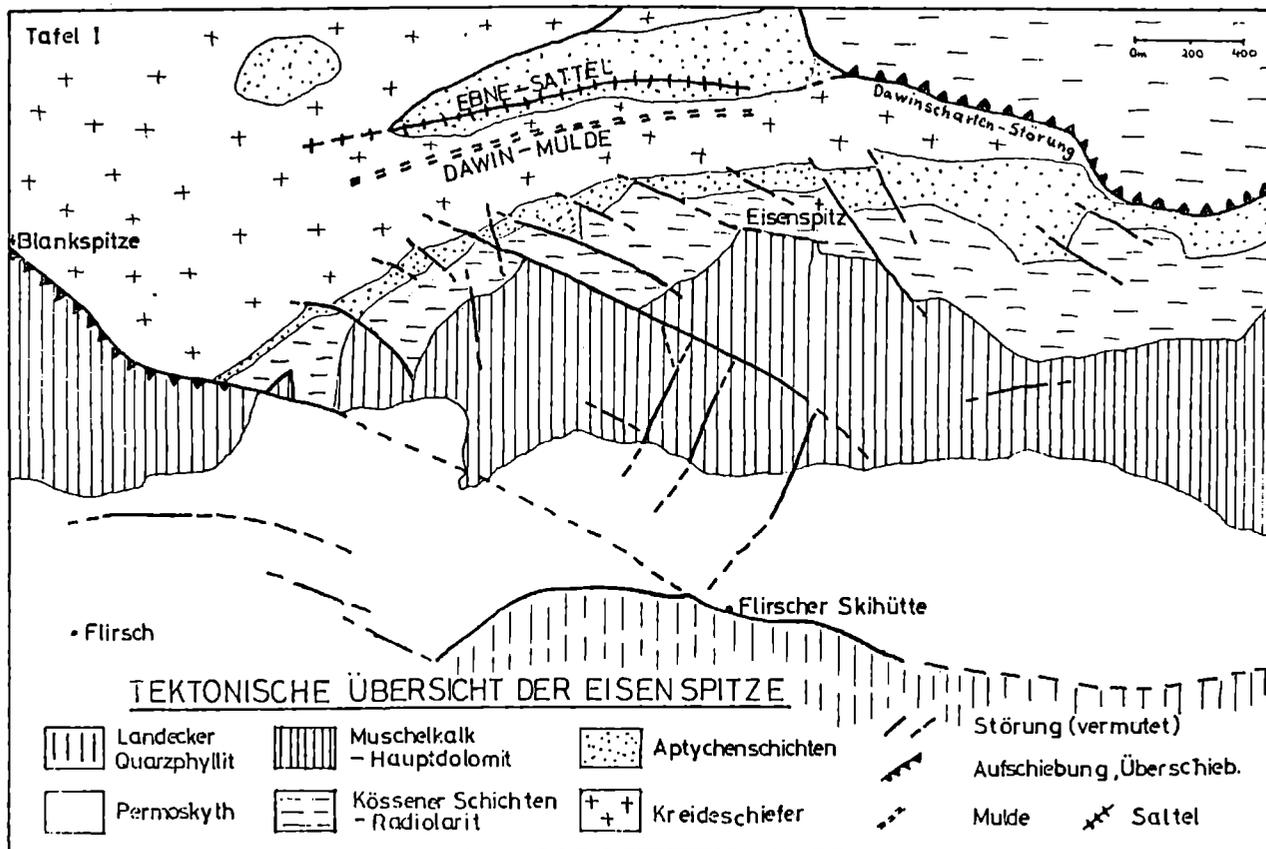


Abb. 9

Tektonische Übersicht der Eisenspitze

Aus: ACHTNICH, 1980

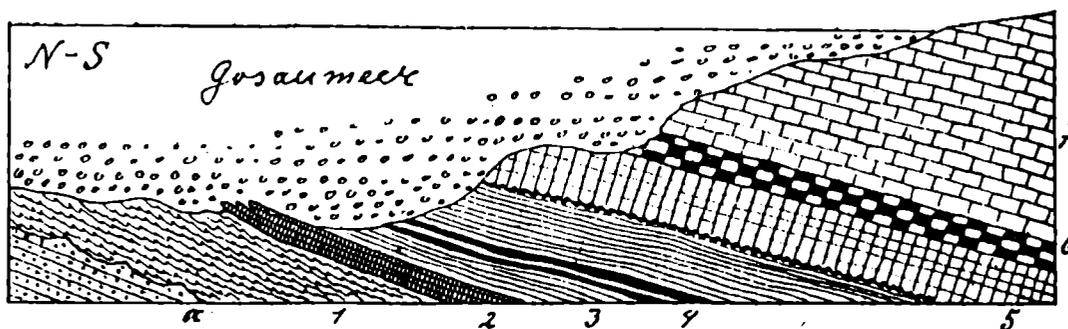


Abb. 10

Schema der Lagebeziehungen zwischen Auflagerung und Grundgebirge

- A = KREIDESCHIEFER MIT ÜBERKIPPTER TRANSGRESSIONSFLÄCHE
- 1 = APTYCHENKALKE
- 2 = RADIOLARITE
- 3 = FLECKENMERGEL
- 4 = MANGANERZE
- 5 = ROTE LIASKALKE UND OBERRHÄTISCHE KALKE
- 6 = KÖSSENER SCHICHTEN
- 7 = HAUPTDOLOMIT

Aus: AMPFERER, 1920

Diese werden von geringmächtigen, ockerbraunen, siltigen Mergeln (? *Praeplanorbis*- Schichten des untersten Lias) überlagert.

Darüber setzen dann scharf die **Allgäu Schichten** ein. Es sind fossilreiche, dunkelgraue, stark bioturbate und teilweise pyritisierte, bis etwa 20 cm dicke Kalkbänke mit maximal wenige cm dicker dunkler Mergelzwischenlage.

Die unterste Kalkbank ist ein bioturbater bioklastischer Wakestone mit reichlich eckigen Quarzkörnern in Silt Korngröße und Bioklasten, vor allem Crinoiden- und Schalenresten. Nach oben nimmt der siliziklastische Einfluß rasch ab.

Die Allgäu- Schichten der Beckenfacies sind meist recht einheitlich entwickelt, im tieferen Teil nicht selten Hornstein- führend (**Ältere Allgäu Schichten**), im mittleren Abschnitt sind lokal **Manganschiefer** entwickelt (**Mittlere Allgäu- Schichten**). Im oberen Teil sind es vielfach dünngebankte, mikritische, bioturbate mehr oder weniger hornsteinfreie mergelige Kalke mit dünnen zwischengeschalteten Mergellagen (siehe auch JACOBSHAGEN 1965).

Die Allgäu- Schichten sowohl der Schwellen- als auch der Beckenfacies werden schließlich von **Ruhpoldinger Radiolarit** überlagert, der im unteren Teil oft dunkelgrün, im höheren Teil rötlich gefärbt und meist intensiv verfaltet ist.

Über dem Radiolarit folgen **Aptychenschichten (Ammergauer Formation)**, die in den basalen 15 - 30 m oft rot gefärbt sind und Lamellaptychen enthalten (z.B. südlich der Ronigalpe). Im Bereich der Eisenspitze ist in den basalen Aptychenschichten (Kimmeridge) noch eine Breccie eingeschaltet, als letzter Ausläufer der klastischen Eisenspitzenentwicklung (ACHTNICH 1980, 1982).

Kreideschiefer (Cenoman)

Die darüberfolgenden mächtigen "Kreideschiefer" sind bereits der höheren Kreide (Cenoman) zuzuordnen und meist sehr eintönig in Form dunkler Schiefer entwickelt. Stellenweise sind bis etwa 20 cm dicke karbonatische Sandsteinbänke eingeschaltet, die viel eckigen Quarz, etwas Feldspat und Glimmer sowie diverse Karbonatklasten und Biogenreste (Echinodermen- reste, Corallinaceenreste, Schalenbruchstücke, Foraminiferen) enthalten. Solche Einschaltungen finden sich N der Gufelspitze, im Kridlontobel oder auch südlich der Saxeralpe (dort bis zu mehrere m mächtige, gebankte und massige, fein- mittelkörnige Sandsteine).

Muttekopfgosau

Zu den jüngsten Sedimenten, die am Aufbau der Lechtaler Alpen beteiligt sind, zählen die Ablagerungen der Muttekopfgosau. Diese transgredierte zumeist auf ein verkarstetes, ebenes bis mäßig geneigtes Hauptdolomitrelief. Die Muttekopfgosau, bereits erstmals von W. v. GÜMBEL (1861) beschrieben, später von O. AMPFERER (1912, 1930, 1932) und O. AMPFERER & TH. OHNESORGE (1909) sowie vielen weiteren bearbeitet, wurde zuletzt in sehr detaillierter Weise neu kartiert sowie sedimentologisch - tektonisch bearbeitet (H. ORTNER 1990; CH. HAAS 1991). Zur Muttekopfgosau sei an dieser Stelle auf die Beiträge H. ORTNER in diesem Führer verwiesen.

Die Zuordnung eines Vorkommens **bunter Breccien** WNW Stanz, am Südhang des Rauhenkopfes, bei AMPFERER 1932 als Gosau eingetragen, ist auch heute noch unsicher. Meist scharfkantige kalkalpine Komponenten aus der Trias bis zu den Mittleren Allgäu- Schichten (Manganschiefer), seltener auch Radiolarit sind erkennbar. Fossilgehalt ist bisher nicht bekannt.

LITERATUR

- ACHTNICH, T.(1980): Die Eisenspitze und ihre jurassischen Breccien.- Innsbruck, nat. wiss. Diss., 141 Bl., Illustr., Innsbruck
- ACHTNICH, T. (1982): Die Jurabreccien der Eisenspitze.- GPM Innsbruck; 12, 41-70, 7 Abb., 8 Fotos, 5 Taf., Innsbruck
- ACHTNICH, T., KRAINER, K., STINGL, V. & MOSTLER, H. (Projektl.)(1985): Regionale Erfassung des Rohstoffpotentials im Raum Imst / Arlberg, Endbericht 1983.- 67 Bl. 19 Abb., 2 Kt.; Bund/ Bundesländer-Rohstoffprojekt T-C-007c/83, Bibl. Geol. B.-A. Archiv Nr.A 06038-R, Innsbruck

- AMPFERER, O. (1910): Aus den Allgäuer und Lechtaler Alpen.- Verh. k.k. Reichsanst., 1910, 58-59, Wien
- AMPFERER, O. (1912): Über die Gosau des Muttekopfs.- Jb. Geol. R.-A., 62, 289-310, Wien
- AMPFERER, O. (1915): Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen.- Jb. Geol. R.-A., 44, 307-326, Wien,
- AMPFERER, O. (1920): Über die Breccien der Eisenspitze bei Flirsch im Stanzertal, Jb. Geol. Staatsanst., 70, 1-10, 3 Abb., 1 Taf., Wien
- AMPFERER, O. & HAMMER, W. (1924): Geologische Karte und Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Landeck, (5145), Karte Mst. 1: 75.000, 88 S, Wien
- AMPFERER, O. (1930): Beiträge zur Geologie der Muttekopfgosau, Verh. Geol. B.-A., 8, 181-194, Wien
- AMPFERER, O. (1932): Geologie der Lechtaler Alpen: Blätter: Klostertaler Alpen, Arlberggebiet, Parseierspitze und Muttekopf.- mit Erläuterungen, 125 S, 25 farb. Zeichnungen, Geol. B.-A., Wien
- AMPFERER, O. (1943): Die Eisenspitzebreccien auf dem überkippten Südrand der Lechtaldecke.- Sitzber. Akad. Wiss., Wien, math.- natwi. Kl., Abt. I, 152, 67-84, Wien
- AMPFERER, O. & TH. OHNESORGE (1909): Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandte Ablagerungen der tirolischen Nordalpen.- Jb. Geol. R.-A., 59, 289-332, Wien
- ANDRULEIT, H. (1991): Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen (Madautal und Parseier Tal) auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 134, 512-513, Wien
- ANDRULEIT, H. (1991): Zur Geologie zwischen Torspitze und Seekogel <zentrale Lechtaler Alpen>, Diplomarbeit, Teil 1, Kurzkartierung - 3 Bl. 56 Abb., 3 Kt.; 29,5 cm., mit Geologischer Karte zwischen Torspitze und Seekogel <zentrale Lechtaler Alpen> 1:5.000,- Univ., Kiel, Diplomarb. Univ. Kiel; Geol. B.A., Wiss.Archiv Nr. A 09613-R, Wien
- BANNERT, D. (1964): Die Geologie der Rütelspitzen und der Umgebung von Madau in den zentralen Lechtaler Alpen.- Diss., 166 S., zahlr. Abb., 3 Beil., 8 Taf., Marburg
- BRANDNER, R. & POLESCHINSKI, W. (1986): Stratigraphie und Tektonik am Kalkalpensüdrand zwischen Zirl und Seefeld in Tirol (Exkursion D am 3. April 1986).- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 68, 67-92, 12 Abb., Stuttgart
- BRANDNER, R. (1984): Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen.- GPM Innsbruck, 8, Festschrift W. HEISSEL, 317-354, 4 Abb., 5 Taf., Innsbruck
- FELLERER, R. (1964): Zur Geologie des Südrandes in den Nördlichen Kalkalpen zwischen Schnann und Arlberg (Lechtaler Alpen).- Z. deutsch. geol. Ges., 116, 832-858, Hannover
- FRIES, W. (1988): Fazies, Diagenese, Paläogeographie und anorganische Geochemie eines potentiellen Erdölmuttergesteins, Bituminöse und kerogenreiche Einschaltungen im Hauptdolomit (Trias, Ostalpen).- , 54 Abb., 17 Taf., 1 Tab.; Univ., geowiss. Diss., Freiburg / Br.
- FRUTH, L. & SCHERREIKS, R. (1975): Facies and geochemical correlations in the Upper Hauptdolomit (Norian) of the eastern Lechtaler Alps.- Sedimentary Geology; 13, 27-45, 4 Abb., 4 Tab., Amsterdam
- GEHRING, H. (1989): Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 132, 579-580, Wien
- GEHRING, H. (1989): Zur Geologie der Lechtaldecke nordwestlich der Rütelspitzen.- Kiel, Univ., Diplomarb., 67 Bl., 73 Abb., 3 Anl., mit Geologischer Karte der Lechtaldecke nordwestlich der Rütelspitzen 1:10.000 Bibl. Geol. B.-A. Wiss. Archiv Nr. A 07629-R, Wien
- GIMBERNATH (1808): Mapa Geognostico del Tirol.- in: BAUMGARTEN, B. (1990) <Reproduktion>: Erste geologische Landesaufnahme eines spanischen Naturalisten aus dem Jahr 1808.- Schlern, 64, 307-313, 2 Abb., Bozen
- GLAHN, U. (1989): Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den Kalkalpen (Lechtal-/Inntaldecke) auf Blatt 144 Landeck., Jb. Geol. B.-A., 132, 580, Wien
- GLAHN, U. (1989): Geologische Kartierung der Lechtaldecke im westlichen Alperschontal.- Univ., Diplomarb., 55 Bl., 23 Abb., mit Geologischer und Tektonischer Karte des westlichen Alperschontales 1:10.000, Bibl. Geol. B.-A., Wiss. Archiv Nr. A 07628-R, Wien
- GRUNICKE, J.-M. (1990): Methodische Untersuchungen zur digitalen Bildverarbeitung von Fernerkundungsdaten (Lithologie und Tektonik der zentralen Lechtaler Alpen, Tirol, Österreich), Berliner geowiss. Abh. A; 121.- Selbstverl. Fachber. Geowiss. Freie Univ. Berlin, 115, 65 Abb., 40 Tab., 1 Taf., 2 Beil., Berlin
- HAAS, CH. (1991): Sedimentologische und geologische Untersuchungen der östlichen Muttekopfgosau (Lechtaler Alpen, Tirol).- Dipl.- Arb., 117 S, 73 Abb., 2 Beil (Profile), 1 geol. Karte Mst.: 1: 10.000, Innsbruck
- HADITSCH, J.G., LEICHTFRIED, W. & MOSTLER, H. (1978): Intraskythische, exogen (mechanisch)-sedimentäre Cu-Vererzung im Montafon (Vorarlberg). - Geol.-Paläont. Mitt. Innsbruck, 8, 183-207, Innsbruck.
- HANIEL, C.A. (1914): Geologische Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen, westliche Hälfte 1:25000 / nach den Aufnahmen von G. Schulze u. Harald Pontopidan u. eigenen Aufnahmen.- M.1:25000.- 1 Bl. Farbendruck, mit Text, Piloty & Loehle, München
- HUCKRIEDE, R. (1956): Die Geologie der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen).- unveröff. Diss Marburg, 209 S, 1 geol. Karte 1: 25.000, Marburg
- HUCKRIEDE, R. (1959): Trias und Jura und tiefere Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol).- Verh. Geol. B.-A., 1959, 44-91, Wien
- JACOBESHAGEN, V. (1965): Die Allgäu - Schichten (Jura - Fleckenmegel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein.- Jb. Geol. B.-A., 108, 1-114, 3 Abb., 2 Tab., 13 Taf., Wien
- JACOBESHAGEN, V. (1967): Zur Deutung der Falten - Abschiebungen (Untervorschiebungen).- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1967, 513-517, 3 Abb., Stuttgart,
- KINDLE, P.J. (1987): Kristallisationen in Klüften und Hohlräumen obertriadisch - jurassischer Karbonate.- In: 2. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen 24.-27. Mai 1987 in Heidelberg (Hrsg. Koch, Roman; Müller, German u. Schmitz, Willfried) Heidelberger Geowiss. Abh.; 8, 121-122, Heidelberg
- KÖHLER, M. (1983): Perjuntunnel (Landeck, Tirol), Baugeologische Verhältnisse, Prognose und tektonische Schlußfolgerungen.- GPM, 12, 249-267, 3 Abb., 1 Taf., Innsbruck

- KRAINER, K. (1990): Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 133, 467-468, Innsbruck
- KRAINER, K., 1989: Zum gegenwärtigen Stand der Permoskythforschung im Drauzug. Carinthia II, 179/99:371-382, Klagenfurt.
- KRAINER, K., 1982. Zur Sedimentologie und Vererzung der "Hangendquarzite" im Stanzer Tal/Arlberggebiet (Tirol). Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12:81-94.
- KRAINER, K., 1990: Fazielle und sedimentpetrographische Untersuchungen im Perm des Drauzuges. Mitt. österr. geol. Ges., 82(1989):49-78, Wien.
- KRAINER, K. and SPÖTL, Ch., 1989. Detrital and authigenic feldspars in Permian and early Triassic sandstones, Eastern Alps (Austria). Sedimentary Geology, 62:59-77, Amsterdam.
- KRAINER, K., 1985. Zur Sedimentologie des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten (Skyth) Kärntens. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 14:21-81.
- KRAINER, K. (1981): Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyths im Stanzer Tal/Arlberg (Westtirol) unter besonderer Berücksichtigung der Hangendquarzite. - Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 106S.
- KRAINER, K., 1987a. Zusammensetzung und fazielle Entwicklung des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten im westlichen Drauzug (Kärnten/Osttirol). Jahrb. Geol. Bundesanst., 130: 61-91, Wien.
- KRAINER, K., 1987b. Das Perm der Gurktaler Decke: eine sedimentologische Analyse. Carinthia II, 177/97:49-92, Klagenfurt.
- KUHLEMANN, J. (1991): Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 134, 513-514, Wien
- KUHLEMANN, J. (1990): Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen im westlichen Sulzetal auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 133, 468-469, Wien
- MEGGERS, H. (1991): Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen (hinteres Röttal, Alblitalm) auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 134, 514-515, Wien
- MEGGERS, H. (): Zur Geologie der Alblitalm sowie des hinteren Röttales (Zentrale Lechtaler Alpen).- Univ., Kiel, Diplomarb., 99 Bl., 48 Abb., 3 Kt., mit Geologischer Karte des hinteren Röttales sowie den Alblitalm 1:5.000, Profile, tektonisches Beibl. 1:5.000, Bibl. Geol. B.-A., Wiss. Archiv Nr. A 09612-R, Wien
- MOSTLER, H., KRAINER, K. & STINGL, V. (1982): Erzlagerstätten in der postvariszischen Transgressionsserie im Arlberggebiet. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 2, 131-136, Wien.
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.-U. (1968): Sedimentologische Untersuchungen im Hauptdolomit der östlichen Lechtaler Alpen, Tirol.- Diss., 105 S, Anhang und 4 Beil., Innsbruck
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.-U. (1968): Sedimentary Petrologic Investigation of the Upper Triassic "Hauptdolomit" of the Lechtaler Alps, Tyrol, Austria.- Recent Developements in Carbonate Sedimentology in Central Europe, 228-239, Springer
- NEUBOURG, B (1990): Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen im östlichen Sulzetal auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 133, 469-470, Wien
- NEUBOURG, B (1991): Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den zentralen Lechtaler Alpen (östliches Sulzetal) auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 134, 515, Wien
- ORTNER, H. (1990): Zur Geologie und Sedimentologie der westlichen Muttekopfgosau (Lechtaler Alpen, Tirol).- Dipl.-Arb., 100 S, 70 Abb., 7 Beil., Innsbruck
- POLESCHINSKI, W. (1989): Stratigraphie, Fazies und Sedimentgeologie der Seefelder Schichten im Raum Seefeld/ Tirol.- Ein potentiell Erdölmuttergestein aus dem Ober-Nor der Nördlichen Kalkalpen.- Dipl.- Arb., 197 S, 85 Abb., 8 Beil., Innsbruck
- SANDER, K. (1840 - 1841), "Geologische Tagebücher".- (aufbewahrt im Museum Ferdinandeum), Innsbruck).
- SARNTHEIN, M. (1962): Beiträge zur Tektonik der Berge zwischen Memminger und Württemberger Hütte (Lechtaler Alpen).- Jb. Geol. B.-A., 105, 141-172, 4 Taf., Wien
- SCHERREIKS, R. (1971): Stratigraphie und Faziesentwicklung der Norischen Kalk - Dolomit - Folge (Hauptdolomit) der Östlichen Lechtaler Alpen.- Diss. München, 79 S, 17 Tab., 27 Photos, 16 Beil., München
- SPÖTL, CH (1987): Bericht 1986 über geologische Aufnahmen im kalkalpinen Anteil auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 130, 327, Wien
- STINGL, V., (1984). Alpiner Buntsandstein und Werfener Schichten bei Leogang Salzburg). Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 14:1-19.
- STINGL, V. (1982): Sedimentologie und Vererzung des Alpenen Verrucano im Stanzertal (Tirol).- GPM Innsbruck; 12, 71-80, 1 Abb., 3 Beil, Innsbruck
- STINGL, V. (1988): Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den Kalkalpen auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 131, 452, Wien
- STINGL, V. (1981): Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyth im Arlberggebiet unter besonderer Berücksichtigung des Alpenen Verrucano. - Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 109S.
- STINGL, V. (1984): Lagerungsverhältnisse des Permoskyth im Stanzertal, West-Tirol (Österreich).- Mitt. Ges. Geol., Bergbaustud. Österr., 30/31, 117-131, 6 Abb., Wien
- STINGL, V., 1987. Die fazielle Entwicklung des Alpenen Buntsandsteins (Skyth) im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Tirol/Salzburg, Österreich). Geol. Rundschau, 76:647-664, Stuttgart.
- STINGL, V., 1982. Sedimentologie und Vererzung des Alpenen Verrucano im Stanzertal (Tirol). Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12:71-80.
- STINGL, V. (1981): Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyth im Raum Arlberg unterbesonderer Berücksichtigung des Alpenen Verrucano.- Univ., naturwiss. Diss., 109 Bl., 22 Abb., 8 Beil., Innsbruck,
- WESTRUP, J (1970): Geologie der südlichen Lechtaler Alpen zwischen Schnann und Imsterau (Tirol).- Diss. Univ. Marburg / Lahn, 152 S, 27 Abb., Anhang, Geol. Karte, Marburg / Lahn
- WIEGER, C. (1989): Bericht 1988 über geologische Aufnahmen auf Blatt 144 Landeck.- Jb. Geol. B.-A., 132, 584, Wien