

Die Hallstätter Trias der Mürztaler Alpen

The pelagic Hallstatt facies (Triassic) of the Muerztal Alps

Von

Richard LEIN

mit 8 Abbildungen
with 8 figures

Exkursionsführer

SEDIMENT 2000



Anschrift des Verfassers, address of the author:

Dr. Richard LEIN

Institut für Geologie der Universität Wien

Geozentrum Althanstraße 14

A-1090 Wien,

Österreich.

Richard.Lein@univie.ac.at

Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung.....290
 2. Fazies und Tektonik.....292
 3. Exkursionspunkte.....293
 3.1. Waxeneck-Schönhaltereck-Plateau.....293
 3.2. Buchalpengraben.....294
 3.3. Mürzschluchtprofil.....294
 4. Zusammenfassung.....296
 Literatur.....296

Contents

1. Introduction.....290
 2. Facies and tectonics.....292
 3. Excursion sites.....293
 3.1. Waxeneck-Schönhaltereck plateau.....293
 3.2. Buchalpengraben.....294
 3.3. Muerz gorge section.....294
 4. Summary.....296
 References.....296

1. Einleitung und Problemstellung

The Muerztal Alps (Styria) are one among the few places where all main facial developments of the pelagic Hallstatt facies (Triassic) are exposed within a small distance:

1. The **Muerztal facies** – late Triassic pelagic limestones (red and grey), resting on Upper Carnian shallow water carbonates,
2. The **Aflenz facies** – an intraplatform sedimentary sequence,
3. The **Salzberg facies** (red condensed ammonite bearing sequence) and the
4. **Zlambach facies** (grey limestones and shales), both well known from the type region of the Hallstatt facies, the Austrian Salzkammergut.

The sequences in the development of the Muerztal and Aflenz facies are bounded to the Juvavic Muerzalpen nappe, whereas the outcrops containing sequences of Zlambach facies and Salzberg facies are parts of higher tectonic units. The field trip is also guided to the famous Muerz gorge section (Zlambach facies), one of the two localities where the famous scientific controversy between MOJISOVICS and BITTNER took place, concerning the chronostratigraphic subdivision of Upper Triassic time.

Das Exkursionsgebiet ist Teil der Mürzalpendecke, einer juvavischen Einheit, die in der hier diskutierten Umgrenzung erstmals von KRISTIAN-TOLLMANN & TOLLMANN (1962) definiert und als Vielfaziesdecke beschrieben worden ist. Der im folgenden beschriebene Schichtbestand dieser Einheit ist sowohl in stratigraphischer wie auch fazieller Hinsicht bedeutsam. U. a. hat die verkehrt gelagerte Hallstätter Abfolge der Mürzschlucht zusammen mit einem weiteren

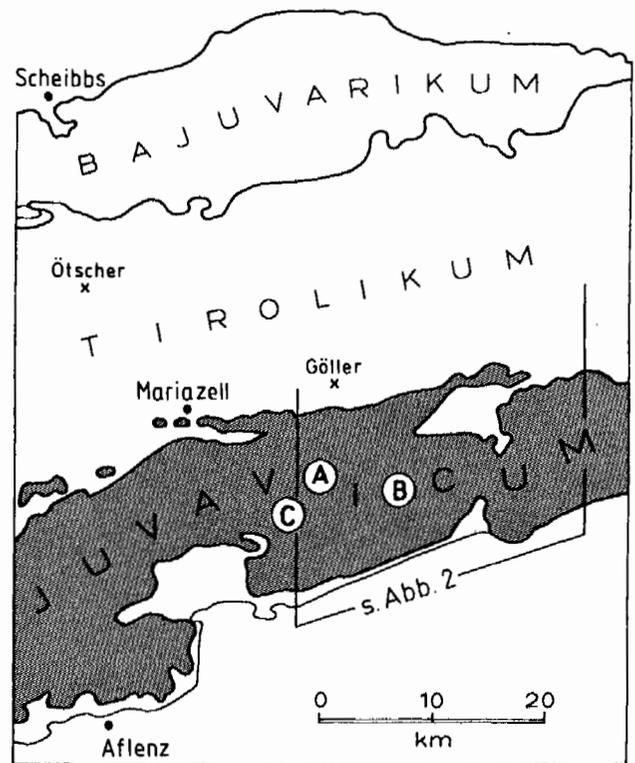


Abb. 1: Tektonische Position des juvavischen Deckenstapels in den östlichen Nordkalkalpen. Lage der Exkursionspunkte: A) Mürzschluchtprofil, B) Waxeneck-Schönhaltereck-Plateau, C) Buchalpengraben.

Fig. 1: Tectonic position of the juvavic nappe pile in the eastern part of the Northern Calcareous Alps. Excursion sites: A) Muerz gorge section (Zlambach facies), B) Waxeneck-Schönhaltereck plateau Muerztal facies), C) Buchalpengraben (Aflenz facies).

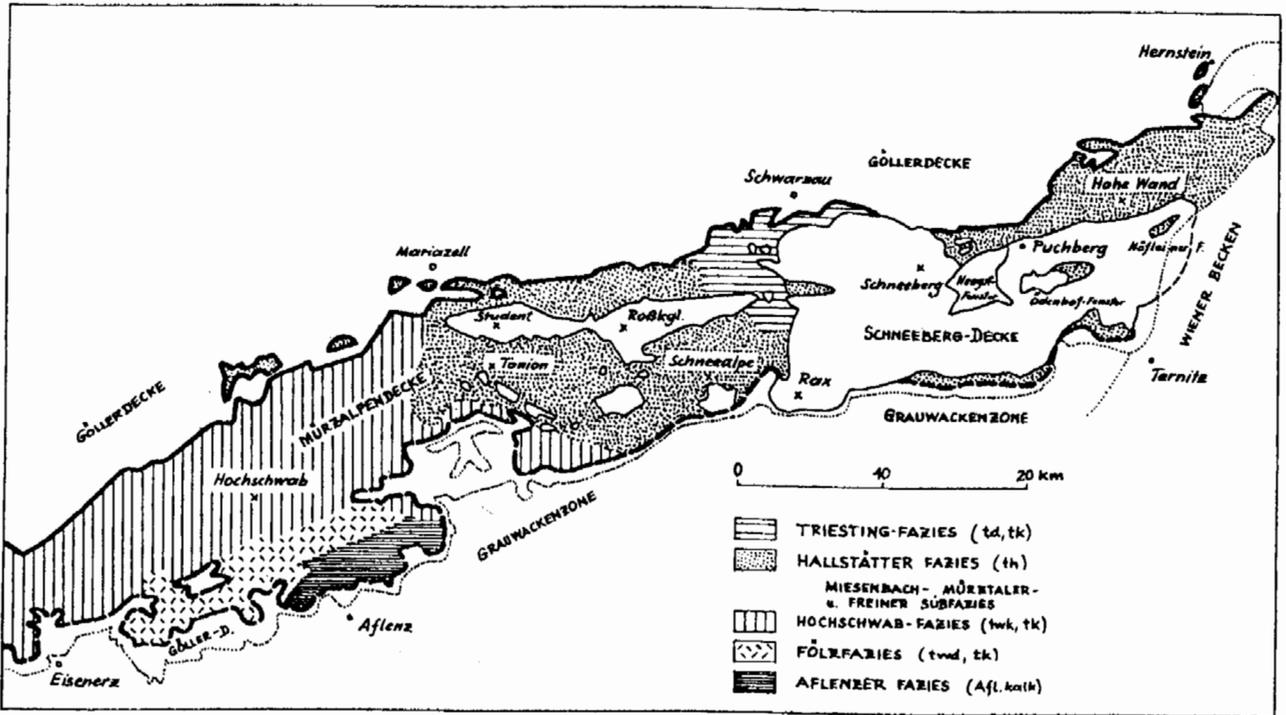


Abb. 2: Faziesverteilung in der Mürzalphendecke nach TOLLMANN (1973: Abb. 14)

Fig. 2: Main facies zones in the Muerzalpen nappe (TOLLMANN 1973: Fig. 14)

Inversprofil im Salzkammergut MOJISOVICS zur falschen Annahme verleitet, daß die karnische Stufe jünger als die norische wäre, was zu heftigen wissenschaftlichen Kontroversen Anlaß gab.

Neben den aus dem Salzkammergut wohlbekannten Hauptentwicklungen der Hallstätter Fazies, einer Buntkalkentwicklung (= Salzbergfazies) und einer Graukalkentwicklung (= Zlambachfazies) treten uns in der Mürzalphendecke auch zwei Sonderentwicklungen der Hallstätter Fazies entgegen, die als solche frühzeitig in ihrer Eigenständigkeit erkannt und abgetrennt worden sind (Aflenzer Fazies, Mürztaler

Fazies; SPENGLER 1920, 1925). In singulärer Weise findet man im oberen Mürztal diese vier Varietäten der Hallstätter Entwicklung nebeneinander vertreten, allerdings nicht im ursprünglichen faziellen Kontakt, sondern teilweise erst durch Tektonik in den heutigen Nahbezug gebracht.

Der von KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN (1962) betonte Vielfaziescharakter der Mürzalphendecke, der, fußend auf den detaillierten Kartierungen dieses Raumes durch CORNELIUS (1939) auch obertriadische Seichtwasserkarbonate (Dachsteinkalk-Fazies) einschloß (s. Abb. 2), hat diese Re-

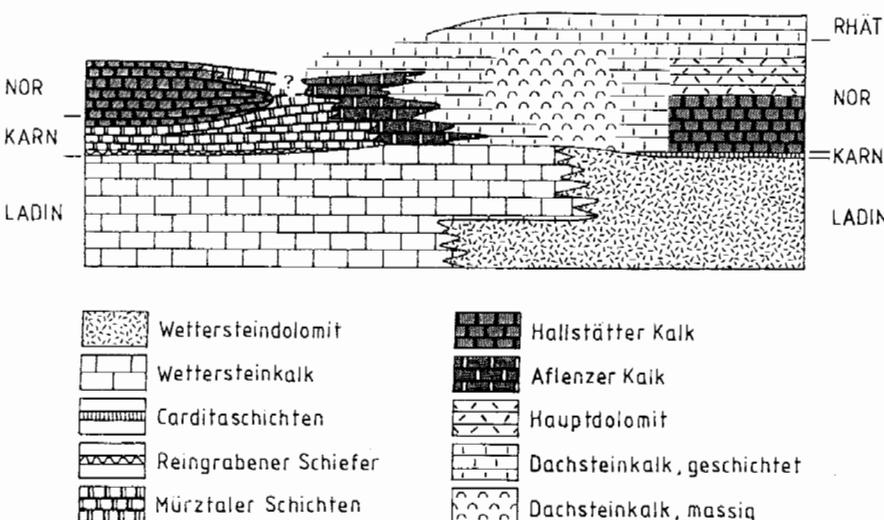


Abb. 3: Fazieschema der Obertrias der Obertrias der Mürztaler Kalkalpen nach CORNELIUS (1939: Abb. 4). Durch nicht erkannte tektonische Grenzen ergibt sich das unzutreffende Bild lateral rasch wechselnder Fazieszonen. Der Verzahnungsbereich zwischen „Mürztaler Schichten“ sowie Aflenzer- und Hallstätter Kalk versucht die Situation im Mürzschluchtprofil widerzugeben.

Fig. 3: Facies distribution and Upper Triassic lithostratigraphic units of the Muerzalpen nappe (CORNELIUS 1939: Fig. 4). This picture was the main source for the misunderstandings concerning the stratigraphic and tectonic interpretation of the Mürzalpen area.

gion als bedeutsam für die zu diesem Zeitpunkt noch heftig umstritten gewesene paläogeographische Positionierung des Hallstätter Faziesraumes (nördlich oder südlich der hochalpinen Dachsteinkalk-Fazies) erscheinen lassen. Die von CORNELIUS vermuteten faziellen Beziehungen (s. Abb. 3) schienen demnach eine Herleitung der Hallstätter Zone im Sinne von KOBER aus einem Raum zwischen voralpiner und hochalpiner Dachsteinkalkfazies zu bestätigen (TOLLMANN 1963) oder der Vorstellung von Hallstätter Kanälen neoautochthonistischer Prägung (ZANKL 1967) Grundlagen zu bieten. Das Wissen um den intramalmischen Gleittransport des Juvavikums und um dessen olistholithischen Charakter, der sich u. a. im Nebeneinander thermisch beträchtlich unterschiedlich alterierter Schollen äußert (GAWLICK et al. 1994), lassen allerdings die obigen Vorstellungen um die Herleitung der Hallstätter Zone aus heutiger Betrachtung obsolet erscheinen.

2. Fazies und Tektonik

Obertrias in Hallstätter Fazies ist in der Mürzalpendecke nur in deren Zentralabschnitt im oberen Mürztal und im

Dem faziellen Charakter seiner Beckenfüllung nach kann die Aflenzer Fazies eigentlich kaum als Teilglied der Hallstätter Fazies angesprochen werden. Vielmehr stellt der Aflenzer Trog ein Intraplattformbecken dar, dessen eingeschränktes Milieu, welches durch mächtige Abfolgen steriler mudstones gekennzeichnet ist, sich erst im Obenor verbessert. Erst ab diesem Zeitpunkt etablieren sich im Becken hemipelagische Verhältnisse und setzt das Riffwachstum an den Beckenrändern ein.

Weitere, vom Hauptvorkommen um Aflenz räumlich isolierte Vorkommen findet man im Aschbachtal S Mariazell und westlich der Mürz, u. a. im Buchalpengraben und am Königskogel. Im Gegensatz zu den Gegebenheiten in der Typusregion setzen sie zum einen nicht über (karnischen) Beckensedimenten ein, sondern überlagern Seichtwasserdolomite, zum anderen sind sie jünger (obornorisch).

Mürztaler Fazies: Östlich der oberen Mürz setzen über oberkarnischen Algenkalken (Waxeneckkalk) mit scharfer Grenze Hallstätter Buntkalke ein, die einen zeitlichen Umfang von allerhöchsten Oberkarn bis Ende Obenor repräsentieren und trotz fazieller Eigenständigkeit Affinitäten zur Salzbergfazies aufweisen. Aufgrund ihrer Lithologie und ihrer Fauna wurden sie von altersher (MOISISOVICS, GEYER,

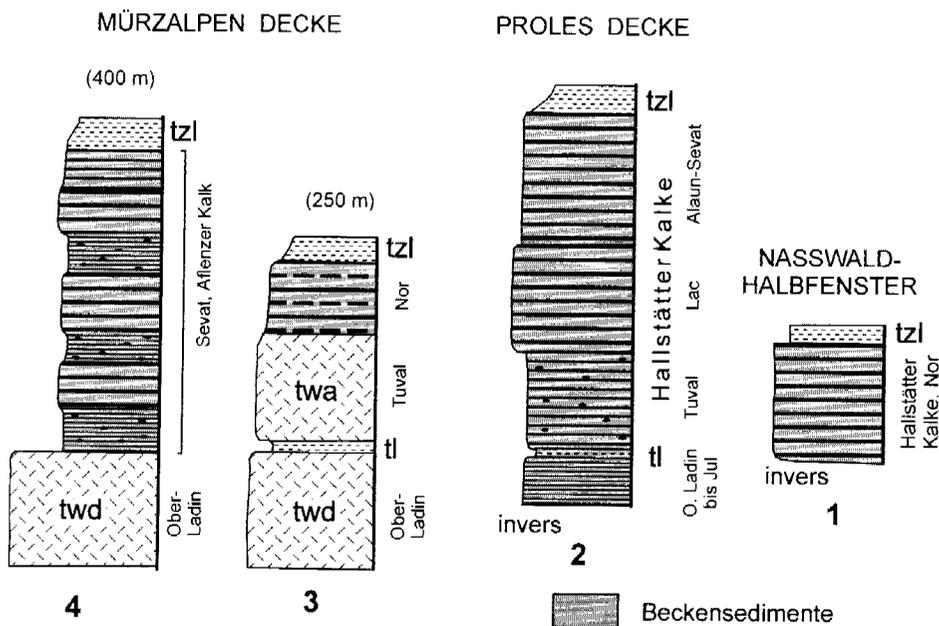


Abb. 4: Stratigraphische und lithofazielle Entwicklung der obertriadischen Beckensedimente der Mürzalpendecke und der auflagernden höheren tektonischen Einheiten nach LEIN & GAWLICK (1999: Abb. 2). 1, 2: Zlambachfazies der Prolesdecke, 3) Mürztaler Fazies, Waxeneck-Schönhaltereck-Plateau, 4) Aflenzer Fazies, Buchalpengraben.

Fig. 4: Stratigraphy and lithofacies of the Muerzalpen nappe: 1, 2) Zlambach facies, Proles nappe, 3) Muerztal facies, Waxeneck-Schönhaltereck plateau, 4) Aflenzer facies, Buchalpengraben.

Bereich um Aflenz entwickelt. Im Westabschnitt derselben Einheit (Hochschwab, Gesäuse) dominieren dagegen Seichtwasserkarbonate (Dachsteinkalk-Fazies).

Die **Aflenzer Fazies** ist in ihrer Typusregion im Aflenz durch ein mächtiges terrigenes Karn und dunkle norische Hornsteinkalke (Aflenzer Kalke) charakterisiert. Der fazielle Verbund mit der im Norden anschließenden Seichtwasserplattform, die im Obenor in Randbereichen über das Aflenzer Becken progradierte, ist evident, wengleich jene Verzahnungskontakte, die SPENGLER (1920) in seinem klassischen Profilschnitt angibt, in dieser Form nicht existieren und der Kontakt dieser beiden Faziesbereiche durch Störungen mit beträchtlichem Seitenversatz gekennzeichnet ist.

BITTNER) als echte Hallstätter Kalke betrachtet.

Die vermutlich nach einer vorangegangenen Emersionsperiode erfolgte Flutung ausgedehnter Plattformrandbereiche und deren bleibende Einbeziehung in die Hallstätter Tieferwasser-Schelfregion im höheren Karn ist kein auf die Mürztaler Alpen beschränkter Ausnahmefall, sondern aus vielen Abschnitten der westlichen Tethys bekannt. Ähnliches kennt man aus dem Silicikum der Westkarpaten (u. a. Profil Silicka Brezova), aus den Südalpen/Dinariden (Steiner Alpen, Julische Alpen) und dem Subpelagonikum (Hydra). Der Begriff Mürztaler Fazies im oben beschriebenen Sinn (sensu LEIN 1982: 215) stellt gegenüber der Erstdefinition von SPENGLER (1925) eine Neufassung dar, welche notwen-

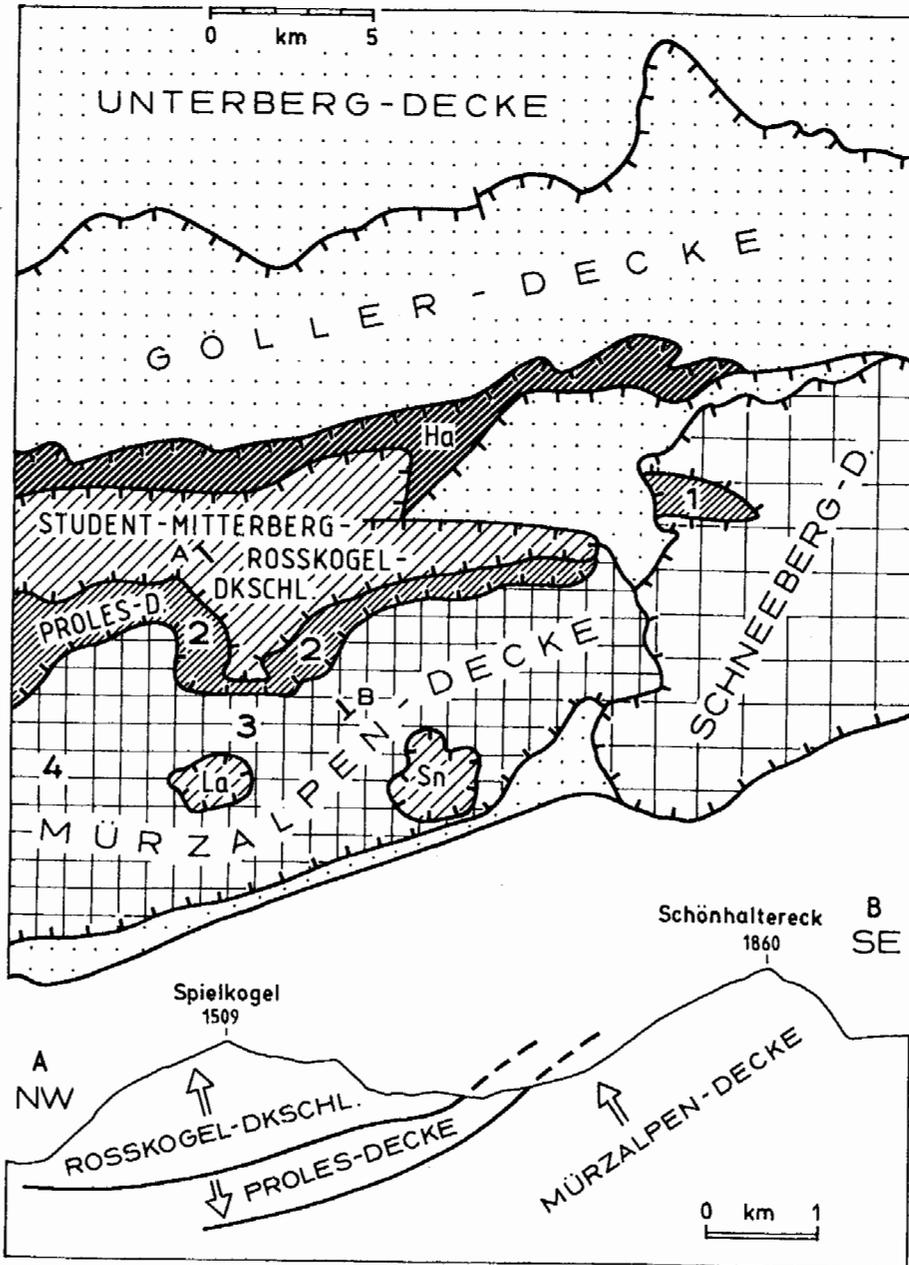


Abb. 5: Detailgliederung des juvavischen Deckenstapels im Bereich des oberen Mürztales (aus LEIN & GAWLICK 1999). 1-4: Lage der in Abb. 4 abgebildeten Obertriasprofile.

Fig. 5: Tectonic sketch of the central part of the Muerztal nappe (LEIN & GAWLICK 1999). 1-4: position of the sections in Fig. 4.

dig geworden war, nachdem der für diese Fazies namensgebende Formationsbegriff („Mürztaler Schichten“) sich als Synonym des wesentlich älteren Begriffes „Zlambachschichten“ erwiesen hat (LEIN 1982).

Die Hallstätter Sonderentwicklungen der Mürztaler- und Aflenzer Fazies sind auf die Mürzalpendecke beschränkt. Dagegen kommen Schichtfolgen in Zlambach- und Salzbergfazies nur in den auf dem Rücken der Mürzalpendecke lagernden höheren Deckeneinheiten vor. Die unmittelbar über der Mürzalpendecke folgende Prolesdecke, die ein riesiges Inverspaket darstellt, zeigt eine durchgehende Ausbildung in Zlambachfazies. Darüber folgen als höchste Einheiten Deckschollen (s. Abb. 5), deren Schichtbestand im wesentlichen auf Unter- und Mitteltrias beschränkt ist. Unter einer dieser Schollen (Student-Deckscholle) sind kleinere Scherben mit oberkarnischen bis norischen Hallstätter Kalken in Salzbergfazies aufgeschlossen (LEIN 1981: Abb.

1). Weitere Vorkommen von Gesteinen dieser Fazies finden sich in isolierten Deckschollen bei Rasing (S Mariazell).

3. Exkursionspunkte

3.1. Waxeneck-Schönhaltereck-Plateau (Mürztaler Fazies)

Nördlich und östlich der Mürz folgt über einem mächtigen Dolomitsockel eine differenzierte Obertriaschichtfolge, die ab dem Nor eine lokal eigenständige, jedoch vollpelagische Hallstätter Faziesentwicklung aufweist. Den lithologischen Abschluß der unterlagernden Seichtwasserdolomite (Wettersteindolomit) bildet ein wenige Meter mächtiger, rot gefärbter Emersionshorizont, der weit verbreitet ist und stellen-

weise von der ebenfalls geringmächtigen Leckkogel-Formation überlagert wird. Die Dauer der durch den Emersionshorizont begründeten Schichtlücke ist nach unten hin offen, nach oben aber durch den Horizont der überlagernden Leckkogelschichten, die vielfach als zeitliches Äquivalent des obersten Raibler Tonschieferhorizontes angesehen werden, begrenzt.

Über den wenige Meter mächtigen Leckkogel-Schichten, einer Abfolge von Tonschiefern und Biogendetrituskalken mit einer reichen, aus Kalkschwämmen und Hydrozoen bestehenden Fauna (FLÜGEL et al. 1978) folgen karnische Algenkalke mit *Teutloporella herculea* (STOPP.) und *Poikiloporella duplicata* (PIA) in einer dem Wettersteinkalk vergleichbaren lithofaziellen Ausbildung. Diese 150-200 m mächtige Serie wurde früher in Analogie zu scheinbar ähnlichen Serien in den Westkarpaten als „Tisovec-Kalk“ bezeichnet. Da sich aber dieser an seiner Typlokalität als unternorischer Dachsteinkalk erwiesen hat (KRYSTYN et al. 1990), war der Begriff „Tisovec-Kalk“ durch einen neuen zu ersetzen. Auf Grund der guten Aufschlüsse dieses Schichtgliedes am Kl. Waxeneck wurde die Bezeichnung „Waxeneck-Kalk“ (KRYSTYN et al. 1990) gewählt.

Über den Algenkalken folgen Hallstätter Kalke, die eine weitgehend horizontbeständige lithofazielle Farbdifferenzierung aufweisen (hellgrau: U.Nor, rot: M.Nor, dunkelgrau: O.Nor). Abgeschlossen wird die Serie durch Zlambachschichten.

3.2. Buchalpengraben (Aflenzer Fazies)

Ähnlich wie im vorangegangenen Fall folgt über einem Sockel von hellen Seichtwasserdolomiten eine mächtige Abfolge dunkler (Hornstein-)Bankkalke, deren basaler Anteil allein aus Gründen der Analogie ursprünglich als karnisch gegolten hat. Mit Hilfe von nicht allzu reichen Conodontenfaunen mit *Epigondolella bidentata* MOSHER (A 468, A 469) läßt sich das Alter der Basis dieser Abfolge jedoch mit oberstem Alaun 2 bis Sevat festlegen. Offen bleibt in diesem Zusammenhang die altersmäßige Einstufung der unterlagernden Seichtwasserdolomite, da ungewiß ist, ob sie als zeitgleiche Äquivalente der Waxeneck-Formation zu gelten haben oder ob die darüber folgenden Hornsteinbankkalke in Aflenzer Fazies über einer großen Schichtlücke einsetzen. Die im obersten Dolomitmiveau auftretenden Tonschiefer einschaltungen (s. Abb. 6) könnten für einen kontinuierlichen Übergang sprechen.

Auffallend ist jedenfalls die auf das Obenor beschränkte große Mächtigkeit dieser Serie (mindestens 400 m). Rätselhaft ist der ohne vermittelnde Zwischenglieder bestehende räumliche Nahbezug von Mürztaler- und Aflenzer Fazies beiderseits des Tales der oberen Mürz. Neben dem von uns einst vorgeschlagenen Modell (LEIN 1982: Abb. 5) einer ursprünglichen Trennung dieser beiden Faziesräume durch eine emergierte Hochzone, muß die Möglichkeit ernsthaft in Erwägung gezogen werden, daß der basale Dolomitsockel der Mürzaldecke keine zusammengehörige Einheit darstellt, sondern an einem durch Kartierung noch nicht erfaßten Lineament zwei nicht zusammengehörige Schollen aneinandergrenzen.

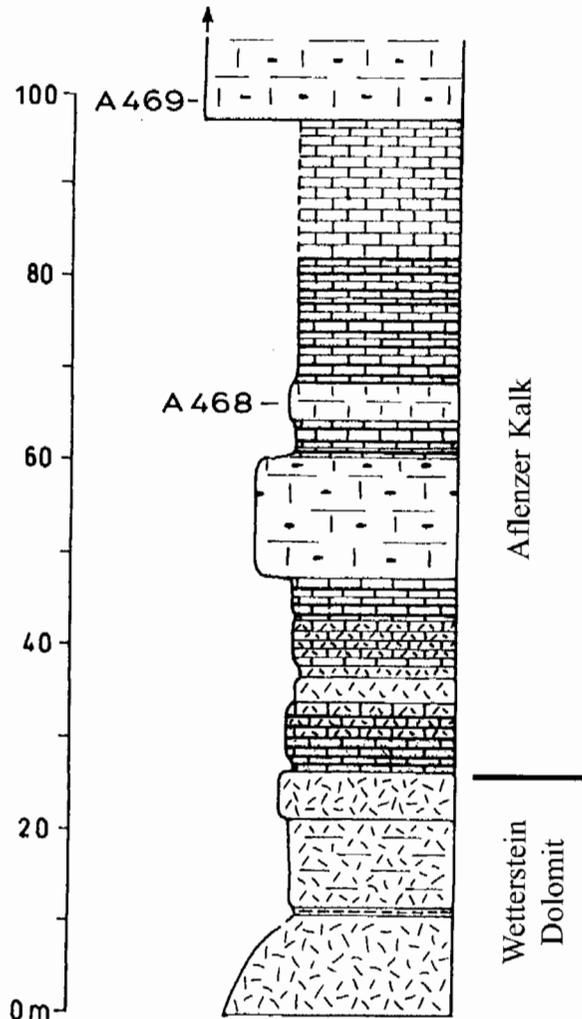


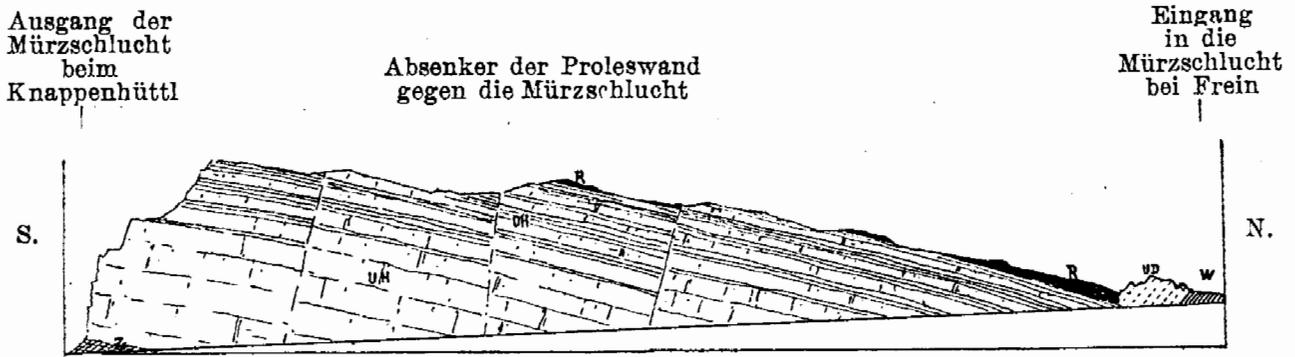
Abb. 6: Basis der Aflenzer Kalke (Obenor) über Dolomiten unbekanntes Alters im Profil Buchalpengraben.

Fig. 6: Aflenz limestone in the section Buchalpengraben resting upon a shallow water dolomite.

3.3. Mürzschluchtprofil (Zlambachfazies)

Durch eine am Grund der Mürzschlucht verlaufende Straße und einen weiteren am östlichen Talhang angelegten Forstweg ist die von der höheren Mitteltrias bis in das Rhät reichende Abfolge in Hallstätter Graukalkentwicklung (Zlambachfazies) aufgeschlossen, die Teil einer der Mürzalpendecke auflagernden höheren tektonischen Einheit (Prolesdecke) darstellt. Folgende Schichtglieder können unterschieden werden:

1. Äquivalente des Grauvioletten Hallstätter Bankkalkes, z. T. dolomitisiert (Langobard bis Cordevol)
2. Halobien-schiefer und dunkle Biogenschuttkalke (Jul)
3. Dunkle Hornsteinbankkalke (Tuval)
4. Dickbankige helle Hallstätter Graukalke (Lac), die von uns als Äquivalente des Massigen Hellkalkes angesehen werden
5. Hangendgraukalk (Alaun bis Sevat)
6. Zlambachschichten (Rhät)



Längen-Profil der Mürzschlucht zwischen Frein und dem Knappenhüttl.

W = Werfener Schiefer.	UH = Unterer Hallstätter Kalk.
UD = Unterer Dolomit.	OH = Oberer Hallstätter Kalk.
Z = Zlambachschiechten.	R = Raibler Schichten.

Abb. 7: Längsprofil durch die Mürzschlucht, dargestellt als aufsteigende aufrechte Schichtfolge im Sinne von MOJSISOVICS (GEYER 1889).

Fig. 7: Muerz gorge section (GEYER 1889) interpreted as normal upclimbing sequence in the sense of MOJSISOVICS.

Fast ein Jahrhundert scheiterten alle Bemühungen die stratigraphischen und tektonischen Gegebenheiten des Hallstätter Mürzschlucht-Profiles endgültig in befriedigender Weise aufzulösen, trotz der durchgehenden Aufgeschlossenheit dieser in sich weitgehend ungestörten Abfolge. Die Schwierigkeiten dieser vermeintliche einfachen Grundkonstellation bestehen u. a. darin, daß es sich um ein flach gelagertes **Inversprofil** handelt, das einer höheren tektonischen Einheit (Prolesdecke) angehört, deren Deckengrenze nicht allerorts klar ersichtlich ist.

Zwar grenzen die den Liegendanteil der Prolesdecke bildenden Zlambachschiechten am Eingang der Mürzschlucht an Wettersteindolomit der basalen Einheit (Mürzalpendecke), doch in weiterer Folge treffen sie auf über dem Wettersteindolomit folgende Aflenzer Kalke und Zlambachschiechten der Liegendeinheit. Als weitere Schwierigkeit kommt hinzu, daß die das stratigraphische Liegende (= das tektonische Hangende) der Prolesdecke bildenden Halobien-schiefer leicht mit Zlambachschiechten verwechselt werden können.

Nach einer frühen Beschreibung des Profiles durch STUR

(1869) hat MOJSISOVICS (in MOJSISOVICS & GEYER 1887) als erster, gestützt auf seine umfassende Kenntnis der Hallstätter Serien des Salzkammergutes, eine zutreffende lithostratigraphische Detailgliederung des Mürzschlucht-Profiles gegeben, die GEYER (1889) festgehalten hat (s. Abb. 7): über am südlichen Eingang der Schlucht aufgeschlossenen Zlambachschiechten folgen graue Hallstätter Kalke mit *Monotis salinaria* (= Unterer Hallstätter Kalk), die im Hangenden von dunklen Hornsteinkalken abgelöst werden (= Oberer Hallstätter Kalk). Abgeschlossen wird das Profil von schwarzen Tonschiefern im Hangenden, welche MOJSISOVICS richtigerweise als Äquivalente der Raibler Schichten erkannte.

Diese zutreffend beschriebene Abfolge in Verbindung mit einem weiteren Inversprofil im Salzkammergut (Millibrunnkogel) festigten in MOJSISOVICS die Ansicht, daß die norische Stufe, repräsentiert durch den Unterer Hallstätter Kalk mit *Monotis salinaria*, älter wäre als die durch die Raibler Schichten vertretene karnische Stufe.

Später wurden die von MOJSISOVICS und GEYER noch klar unterschiedenen Tonschiefer im Liegenden und Hangenden des Profiles (= Zlambachschiechten und Halobien-schiefer)

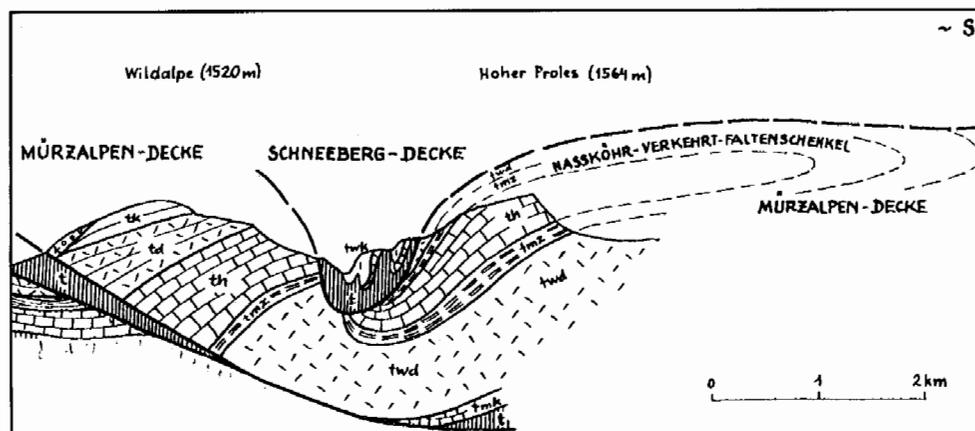


Abb. 8: Interpretation des Mürzschlucht-Profiles als liegende Großfalte nach TOLLMANN (1967: Abb. 7).

Fig. 8: Tectonic interpretation of the Muerz gorge section in the sense of a great fold with an overturned limb (TOLLMANN 1967: Fig. 7)

von CORNELIUS (1939) als „Mürztaler Schichten“ zusammengefaßt, solchermaßen nicht nur stratigraphisch, sondern z. T. auch tektonisch Unterschiedliches miteinander vermengend.

TOLLMANN (1967) war es schließlich vorbehalten, zu erkennen, daß Teile des Mürzschlucht-Profiles eine inverse Lagerung besitzen müßten. Er vermutete allerdings in dem Profil eine große liegende Falte, bestehend aus einem mit dem Wettersteindolomit der basalen Mürzalpendecke verknüpften Liegendschenkel, während der inverse Hangendschenkel aus einer identen, von Rücken der Mürzalpendecke abgesicherten Sedimentserie bestehen sollte. Eine genaue stratigraphische Aufnahme des Profils, die eine kontinuierliche Alterszunahme vom Liegenden ins Hangende belegen konnte, sowie der Fund inverser Geopetalgefüge auch im vermeintlichen „Liegendschenkel“ des Profils (LEIN 1972) haben das Profil als eine zusammenhängende Abfolge einer höheren tektonischen Einheit (Prolesdecke) ausgewiesen, deren Schichtfolge sich trotz scheinbarer lithologischer Ähnlichkeiten in fazieller wie auch stratigraphischer Hinsicht deutlich von jener der Mürzalpendecke unterscheidet. Schon aus stratigraphischen Gründen können demnach die obernorischen Aflenzer Kalke der Mürzalpendecke nicht das Gegenstück der am Ausgang der Mürzschlucht aufgeschlossenen Hornsteinbankkalke darstellen.

4. Zusammenfassung

Im oberen Mürztal sind auf engstem Raum vier Varietäten der Hallstätter Fazies entwickelt. Ihr räumlicher Nahbezug ist allerdings ausschließlich tektonisch bedingt. Die zur Mürzalpendecke gehörigen Hallstätter Sonderentwicklungen sind die Mürztaler und die Aflenzer Fazies, wobei letztere nur mit Vorbehalt zum Hallstätter Faziesraum gestellt werden kann. Die Mürzalpendecke dagegen, die den Typus eines ertrunkenen Schelfrandes repräsentiert, ist zwar in den Nördlichen Kalkalpen auf die Mürzalpendecke beschränkt, im weiteren Umkreis dagegen öfters vertreten (Westkarpaten, Dinariden). Vorkommen von Zlambach- und Salzbergfazies finden sich in kleineren auf dem Rücken der Mürzalpendecke gelagerte Deckenkörpern.

Literatur

- CORNELIUS, H.P. (1939): Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürztaler Alpen. - Jb. Zweigst. Wien Reichsamt f. Bodenforsch., **89**: 27-175, Wien.
- FLÜGEL, E., LEIN, R. & SENOWBARI-DARYAN, B. (1978): Kalkschwämme, Hydrozoen, Algen und Mikroproblematika aus den Cidarisschichten (Karn, Ober-Trias) der Mürztaler Alpen (Steiermark) und des Gosaukammes (Oberösterreich). - Mitt. Ges.

- Geol. Bergbaustud. Österr., **25**: 153-195, Wien.
- GAWLICK, H.-J., KRYSZYN, L. & LEIN, R. (1994): Conodont colour alteration indices: Paleotemperatures and metamorphism in the Northern Calcareous Alps - a general view. - Geol. Rundsch., **83**: 660-664, Berlin Heidelberg.
- GAWLICK, H.-J., KRYSZYN, L., LEIN, R. & MANDL, G.W. (1999): Tectonostratigraphic concept of the Juvavic Domain. - Tübinger Geowiss. Arb., Ser. A, **52**: 95-99, Tübingen.
- GEYER, G. (1889): Beiträge zur Geologie der Mürztaler Kalkalpen und des Wiener Schneeberges. - Jb. Geol. R.-A., **39**: 497-784, Wien.
- KOBER, L. (1912): Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **88**: 345-396, Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. (1962): Die Mürzalpendecke - eine neue hochalpine Großeinheit der östlichen Kalkalpen. - Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **171**: 7-39, Wien.
- KRYSZYN, L., LEIN, R., MELLO, J., RIEDEL, P. & PILLER, W. (1990): „Tisovec Limestone“ - an example of the problems of lithostratigraphic correlation between the Northern Calcareous Alps and the Central West Carpathians. - (In: MINARIKOVA, D. & LOBITZER, H. (Eds.): Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia), 125-136, Prag.
- LEIN, R. (1972): Stratigraphie und Fazies der Obertrias der Mürztaler Kalkalpen. - Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 1-144, Wien.
- LEIN, R. (1981): Deckschollen von Hallstätter Buntkalke in Salzbergfazies in den Mürztaler Alpen südlich von Mariazell (Steiermark). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**: 207-235, Wien.
- LEIN, R. (1982): Paläogeographie und tektonische Deformation des Aflenzer Troges im Bereich der westlichen Mürztaler Alpen südlich Mariazell (Stmk.). - Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S15., 203-221, Leoben.
- LEIN, R. (1987): Evolution of the Northern Calcareous Alps during Triassic Times. - (In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Eds.): Geodynamics of the Eastern Alps), 85-102, (Deuticke) Wien.
- LEIN, R. & GAWLICK, H.-J. (1999): Die tektonische Stellung der Hallstätter Schichtfolge des Naßwald-Halbfensters - Neuergebnisse auf der Grundlage von stratigraphischen, faziellen und Conodont Colour Alteration Index (CAI) Untersuchungen (Ober-Trias, Nördliche Kalkalpen). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **42**: 181-186, Wien.
- SPENGLER, E. (1920): Das Aflenzer Triasgebiet. - Jb. Geol. R.-A., **69**: 221-254, Wien.
- SPENGLER, E. (1925): Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassingalpen. II. - Jb. Geol. B.-A., **75**: 273-300, Wien.
- TOLLMANN, A. (1963): Zur Frage der Faziesdecken in den Nördlichen Kalkalpen und zur Einwurzelung der Hallstätter Zone (Ostalpen). - Geol.Rundsch., **53**: 153-170, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1967): Stirnschuppen und Dachschuppen, wenig bekannte tektonische Strukturformen etc. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1967**: 705-730, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1973): Grundprinzipien der alpinen Decken-tektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen. - 1-404, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Bd. 2. - 1-710, (Deuticke) Wien.
- ZANKL, H. (1967): Die Karbonatsedimente der Obertrias in den nördlichen Kalkalpen. - Geol. Rundsch., **56**: 128-139, Stuttgart.