

# **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)**

**Tectonic evidence of the Hallstatt limestones of the Nasswald half window – new results on the base of stratigraphy, facies and Conodont Colour Alteration Index (CAI) investigations (Late Triassic, Northern Calcareous Alps)**

Von

Richard LEIN & Hans-Jürgen GAWLICK

mit 3 Abbildungen  
with 3 figures

Schlüsselwörter:

*Nördliche Kalkalpen*

*Hallstätter Zone*

*Mürzalpen-Decke*

*Proles-Decke*

*Naßwald-Halbfenster*

*Ober-Trias*

*Jura*

*Conodont Colour Alteration Index*

Keywords:

*Northern Calcareous Alps*

*Hallstatt Zone*

*Mürzalpen nappe*

*Proles nappe*

*Nasswald half window*

*Late Triassic*

*Jurassic*

*Conodont Colour Alteration Index*

Anschriften der Verfasser, addresses of the authors:

Prof. Dr. RICHARD LEIN

Institut für Geologie der Universität Wien

Geozentrum Althanstraße

1090 Wien

Österreich.

Dr. HANS-JÜRGEN GAWLICK

Montanuniversität Leoben

Institut für Geowissenschaften: Prospektion und Angewandte Sedimentologie

Peter Tunner Straße 5

8700 Leoben

Österreich

## Inhalt

Zusammenfassung, Abstract.....	182
1. Einleitung, Problemstellung, geologische und tektonische Übersicht.....	182
2. Stratigraphische und fazielle Entwicklung der für die Herleitung der Naßwaldscholle in Frage kommenden Schichtfolgen.....	184
2.1. Zentrale Mürzalpen-Decke.....	184
2.2. Proles-Decke.....	184
2.3. Naßwald-Halbfenster.....	184
3. Conodont Colour Alteration Index (CAI)-Werte.....	185
4. Diskussion der Ergebnisse.....	186
5. Ausblick.....	186
Literaturverzeichnis.....	186

## Contents

Zusammenfassung, Abstract.....	182
1. Introduction, problems, geological and tectonic overview.....	182
2. Stratigraphy and facies of the sedimentary sequences of the Mürzalpen and Proles nappe.....	184
2.1. Central Mürzalpen nappe.....	184
2.2. Proles nappe.....	184
2.3. Nasswald half window.....	184
3. Conodont Colour Alteration Index (CAI) values.....	185
4. Discussion of the results.....	186
5. Preview.....	186
References.....	186

## Zusammenfassung

Neue stratigraphische und fazielle Untersuchungen der obertriassischen Hallstätter Schichtfolge im Bereich des Naßwald-Halbfensters zeigen, daß die hier auftretende Hallstätter Kalk-Folge invers gelagert ist.

Temperaturüberprüfungsuntersuchungen mit Hilfe der Conodont Colour Alteration Index (CAI) Methode ergaben für die Hallstätter Kalk-Folge des Naßwald-Halbfensters CAI-Werte von CAI 1.5-2.0. Damit ist die Herkunft der Serie vom Rücken der Mürzalpen-Decke auszuschließen, da die Mürzalpen-Decke im Bereich des oberen Mürtales eine einheitlich hohe Temperaturüberprägung mit CAI-Werten von CAI 5.5 bis CAI 6.0 aufweist und eine aufrecht gelagerte Schichtfolge zeigt. Dagegen weisen die invers gelagerten Hallstätter Graukalke der Proles-Decke mit CAI-Werten von CAI 1.5-2.0 eine generell niedrigere Temperaturüberprägung auf, die mit der Temperaturüberprägung der Hallstätter Schichtfolge im Bereich des Naßwald-Halbfensters zu vergleichen ist.

Auf Grund der identischen lithologischen und faziellen Entwicklung der Hallstätter Schichtfolgen der Proles-Decke und der Hallstätter Schichtfolge im Bereich des Naßwald-Halbfensters, ihrer jeweils inversen Lagerung sowie einer gleichartigen Temperaturüberprägung wird die Hallstätter Serie des Naßwald-Halbfensters der Proles-Decke zugeordnet.

Am Beispiel der bis heute unklaren tektonischen Stellung des Naßwald-Halbfensters kann gezeigt werden, daß nur mit Hilfe von detaillierten stratigraphischen, faziellen und Diagenese- bzw. Metamorphoseuntersuchungen auch tektonisch sehr umstrittene oder unklare Probleme gelöst werden können.

## Abstract

New stratigraphic and facies data of the Late Triassic Hallstatt limestones in the nasswald half window show a inverted layering of this sedimentary sequence.

Investigations on the diagenetic and metamorphic overprint using the Conodont Colour Alteration Index (CAI) method shows CAI values of CAI 1.5-2.0 of the Hallstatt limestones of the nasswald half window. An origin from the Mürzalpen nappe cannot be confirmed by these data. The Mürzalpen nappe shows CAI values of CAI 5.5-6.0, also the layering of the sedimentary sequence is normal. The Hallstatt limestones of the Proles nappe shows CAI values of CAI 1.5-2.0 and an inverted tectonic layering. So the Hallstatt limestones of the nasswald half window and of the Proles nappe show identical tectonic layering and identical CAI values. So we interpret the Hallstatt limestones of the nasswald half window as a part of the Proles nappe.

These example show, that on the base of exact stratigraphic, facies and diagenetic/metamorphic data controvers discussed problems can be solved.

### 1. Einleitung, Problemstellung, geologische und tektonische Übersicht

Im Bereich von Naßwald (SW Kuhschneeberg, ÖK 50: Blatt 74) ist in einem Halbfenster, eingeklemmt zwischen Tirolikum und der darüber folgenden Schneeberg-Decke (Nordjuvavikum), eine tektonisch isolierte Scholle aufgeschlossen. Auf Grund ihrer abweichenden faziellen

Ausbildung in Hallstätter Entwicklung stellt sie inmitten der umgebenden Seichtwasserkarbonate einen Fremdkörper dar.

In westlicher Fortsetzung dieser isolierten Scholle finden sich Hallstätter Gesteine sowohl in der Mürzalpen-Decke selbst als auch in den darüber folgenden juvavischen Einheiten der Proles-Decke und Roßkogel-Deckscholle (s. Abb. 1). In stratigraphischem Umfang, wie auch in fazieller Hinsicht, unterscheiden sich die Schichtfolgen der genannten Einheiten deutlich, sodaß schon ein Serienvergleich brauchbare Hinweise erbringen sollte, ob die isolierte Naßwaldscholle als tektonisches Äquivalent eines dieser drei genannten juvavischen Einheiten angesehen werden kann. Erschwert wird eine tektonische Zuordnung allerdings durch die Tatsache, daß die Mürzalpen-Decke nach KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN (1962) faziell vielfältig ausgebildet ist und andererseits der in der Naßwaldscholle überlieferte Schichtumfang gering ist.

Die Schichtfolge der erstmals von SPENGLER (1931a, b) als selbständiges tektonisches Element erkannten „Naßwalder Schubscholle“ setzt sich aus sterilen Tonschiefern und

Mergeln zusammen, die von SPENGLER (1931a, b) und CORNELIUS (1936, 1939) als „Mürztaler Mergel“ bezeichnet und ins Karn gestellt wurden. Darüber folgen graue Hallstätter Kalke, deren norisches Alter durch Fossilfunde (GEYER 1889: 666, BITTNER 1893: 323) gut belegt ist. Von allen Autoren wurde diese Schichtfolge bisher als aufrechte Serie aufgefaßt (TOLLMANN 1976, 1985).

Unter der Annahme, daß die Naßwaldscholle nicht als tektonisch vollkommen fremdes Element anzusehen ist, sondern das Erosionsrelikt einer der sich in westlicher Fortsetzung befindlichen juvavischen Einheiten darstellt, bieten sich im wesentlichen zwei Möglichkeiten an:

1. Die Naßwaldscholle stellt ein bei der Überschiebung der Schneeberg-Decke über die Mürzalpen-Decke von deren Rücken abgesplittertes und verschlepptes Element dar. Für diesen Umstand könnte der Umstand sprechen, daß ca. 2 km südlich des Naßwald-Halbfensters, dort, wo der gegen E hin sich verjüngende Zug der Mürzalpen-Decke unter die Schneeberg-Decke abtaucht, im Bereich der Scheibwaldmauer am Fuße

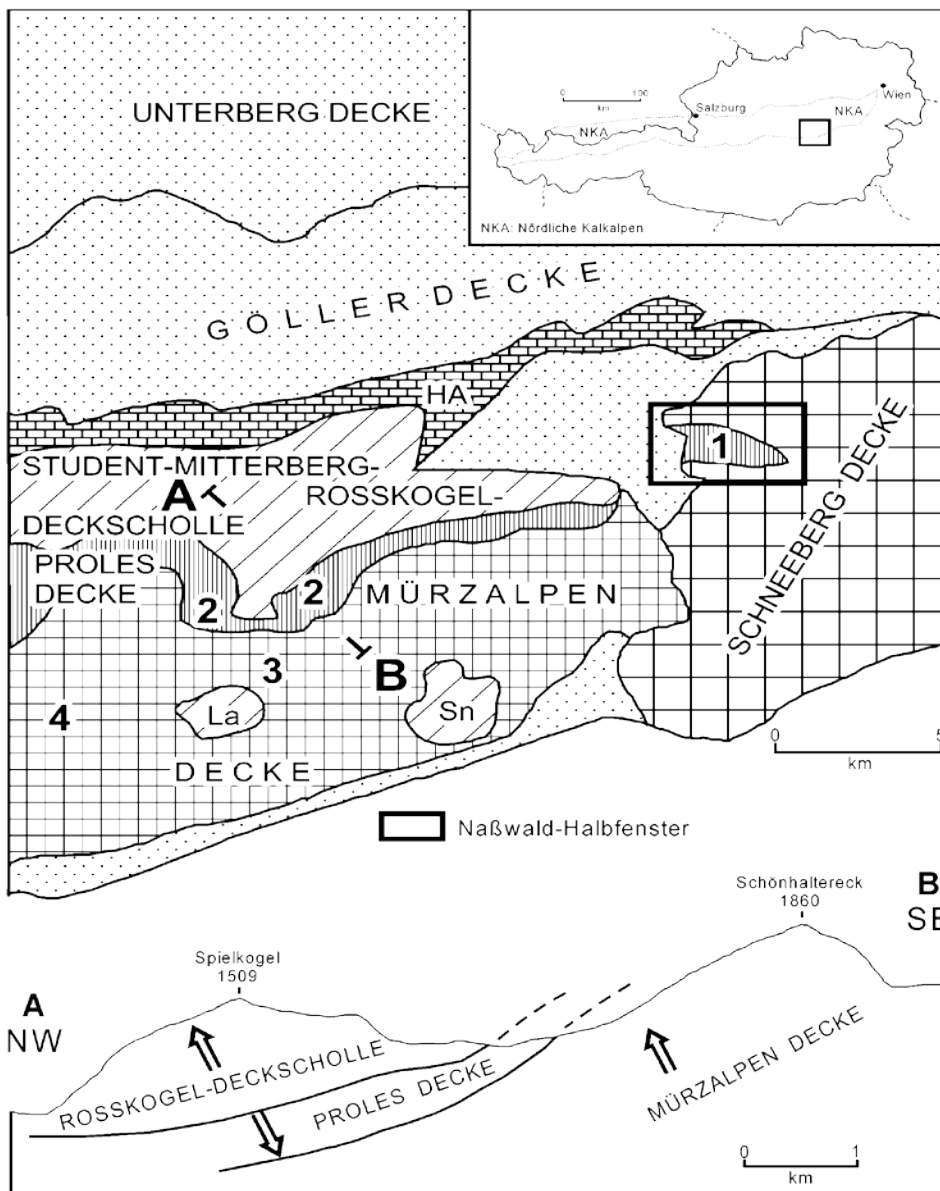


Abb. 1: Geologische und tektonische Übersichtskarte im Bereich des Naßwald-Halbfensters und angrenzender Gebiete im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (verändert nach TOLLMANN 1985: 215, PLÖCHINGER 1980 und GAWLICK, KRYSSTYN & LEIN 1994).

Lage des Profiles A – B und Lage der im Text beschriebenen stratigraphischen Entwicklungen (1 - 4, Abb. 2). Es bedeuten: La = Lachalpen Deckscholle; Sn = Rauhenstein Deckscholle; HA = Hallstätter Zone.

Fig. 1: Geologic and tectonic overview of the area around the Nasswald half window in the eastern part of the Northern Calcareous Alps (modified after TOLLMANN 1985: 215, PLÖCHINGER 1980 and GAWLICK, KRYSSTYN & LEIN 1994).

Cross section A – B and position of the sedimentary sequences described in the text (1 – 4, Fig. 2).

La = Lachalpen Slide; Sn = Rauhenstein slide; HA = Hallstatt Zone.

der Rax, dunkle karnische Bankkalke aufgeschlossen sind, die hier den stratigraphisch höchsten Anteil der nach oben hin tektonisch reduzierten Mürzalpen-Decke darstellen. Die erwähnten karnischen Bankkalke wären demnach wohl mit den sogenannten „Mürztaler Mergeln“ des Naßwald-Halbfensters gleichzusetzen.

- Die Naßwaldscholle entspricht der Proles-Decke. Die Erfassung der invers liegenden Proles-Decke als eigenständiges tektonisches Element (LEIN 1972) und deren Verfolgung nach Osten hat bei einem der beiden Autoren (R. L.) frühzeitig den Verdacht keimen lassen, daß die im Naßwald-Halbfenster aufgeschlossene Serie ein Äquivalent der Proles-Decke darstellen könnte. Profilaufnahmen und eine Detailkartierung haben diese Vermutung wohl weiter erhärtet, die Frage aber nicht endgültig entscheiden können.

## 2. Stratigraphische und fazielle Entwicklung der für die Herleitung der Naßwaldscholle in Frage kommenden Schichtfolgen

### 2.1. Zentrale Mürzalpen-Decke

Der Hauptkörper der Mürzalpen-Decke wird von ladinisch bis unterkarnischen Seichtwasserkarbonaten gebildet, die zumeist dolomitisiert sind. Nach einer mit einer Schichtlücke von unterschiedlicher Dauer verbundenen Auftauchphase wird die Plattform in der höheren Ober-Trias geflutet. Im östlichen Zentralabschnitt der Mürzalpen-Decke (oberes Mürztal) folgt über diesem Sockel eine pelagisch beeinflusste Buntkalkentwicklung (= Mürztaler Fazies s. str., LEIN 1981), westlich anschließend befinden sich Ablagerungen eines Intraplattform-Beckens in Graukalkentwicklung (= Aflenzer Fazies). In diesen beiden Faziesbereichen folgen in der

obersten Ober-Trias die aus dunklen Tonsteinen, Mergeln und mergeligen Kalken aufgebauten Zlambachschichten (s. Abb. 2, Profile 3 u. 4).

Auf Grund ihrer Lithologie (schwarze Bankkalke) unterscheiden sich die Gesteine der Aflenzer Fazies deutlich von den obertriassischen Kalken der Naßwaldscholle.

In der Mürztaler Fazies s. str. wird das Unternor durch hellgraue Bankkalke repräsentiert, darüber folgen rötliche (Mittelnor) und dunkelgraue Bankkalke (Obnernor). Mittelnor und Obnernor sind fossilreich (Ammoniten, Halobiiden). Lithologische Ähnlichkeiten zwischen den obernorischen Bankkalken im oberen Mürztal und den etwa gleichalterigen Folgen der Naßwaldscholle sind unbestreitbar.

### 2.2. Proles Decke

Der bisher bekannte Schichtumfang der auf ihrer ganzen Erstreckung invers lagernden Proles-Decke umfaßt Oberladin bis Rhät; die Abfolge ist in Graukalkfazies entwickelt (Abb. 2, Profil 2). Über dem grau-violetten Hallstätter Bankkalk des Oberladins folgen Halobienschiefer (= „Mürztaler Mergel“ bei CORNELIUS 1939), schwarze Bankkalke des Oberkarns, sehr dickbankige hellgraue Bankkalke des Unternors, dunkelgraue Bankkalke des Mittel- bis Obnernors und Zlambachschichten (Rhät). Innerhalb dieser am ehesten der Zlambachfazies zuordenbaren Schichtfolge nehmen der Grauviolette Bankkalk und der hellgraue unternorische Bankkalk eine vermittelnde Stellung zur Hallstätter Salzbergfazies ein.

Auch in dieser Abfolge bestehen die größten lithologischen Ähnlichkeiten zu den Hallstätter Graukalken der Naßwaldscholle im Obnernor.

### 2.3. Naßwald-Halbfenster

Von lokalen Komplikationen abgesehen (WESSELY 1995)

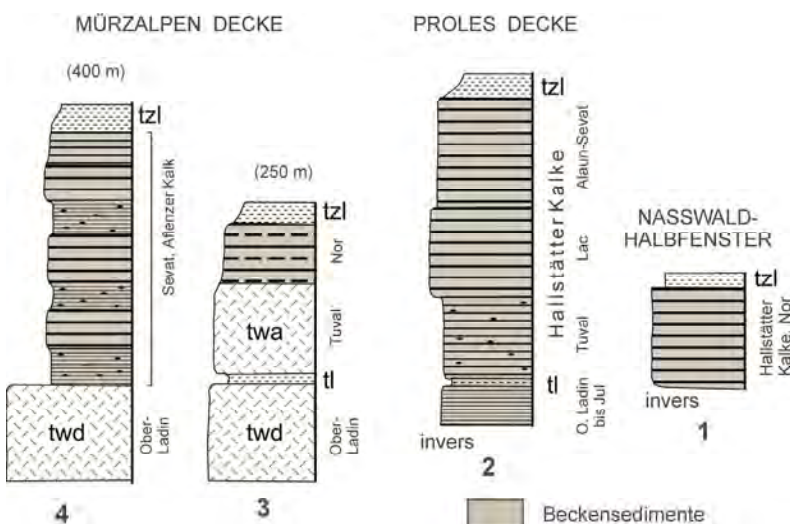


Abb. 2: Stratigraphische und lithofazielle Entwicklung der Hallstätter Schichtfolge im Naßwald-Halbfenster (Profil 1), der Proles-Decke (Profil 2) und der Mürzalpen-Decke (Profile 3 und 4).

Zur Lage der Profile vgl. Abb. 1.

Es bedeuten: twd = Wettersteindolomit, tl = Raibler Schichten (Halobienschiefer) i. w. S., twa = Waxeneckdolomit, tzi = Zlambachschichten. Zur lithofaziellen Ausbildung der Beckensedimente siehe Text.

Fig. 2: Stratigraphy and lithofacies of the Hallstatt limestones of the Nasswald half window (section 1), the Proles nappe (section 2) and the Mürzalpen nappe (sections 3 and 4). Position of the sections see Fig. 1.

twd = Wetterstein dolomite, tl = Raibl beds (Halobien shale), twa = Waxeneck dolomite, tzi = Zlambach beds. See Text for further explanations.

zeigt die Naßwaldscholle, zumindest entlang der besser aufgeschlossenen Bereiche beiderseits des Naß- und Schwarziengelbaches, jene bereits von CORNELIUS (1936: Prof. 5) aufgezeigten Lagerungsverhältnisse: die den Schwarziengelbach säumenden Wände und Felsstufen (Oberhofmauer) aus Hallstätter Graukalk werden von Tonschiefern unterlagert. Bezüglich der wandbildenden grauen Bankkalken hat bereits BITTNER (1893: 323) auf deren fazielle Analogie zu ähnlichen Hallstätterkalken bei Hernstein und im Miesenbachtal hingewiesen. Das punktuell auf Grund von Makrofossilfunden frühzeitig erkannte norische Alter (GEYER 1889, BITTNER 1893) ist nun durch zahlreiche Conodontenproben weiträumig bestätigt. An Hand von Geopetalgefügen ist klar ersichtlich, daß die Hallstätter Graukalke der Naßwaldscholle eine inverse Lagerung aufweisen.

Der Kontakt zu den unterlagernden dunklen Tonsteinen und Mergeln ist tektonisch überprägt, auch fehlen bisher überzeugende Fossilbelege für deren Alter. Allerdings liegt diese Serie ebenfalls verkehrt. Bisher war die Tonschiefer-/Mergelabfolge auf Grund ihrer Position unter den Hallstätter Bankkalken für karnisch gehalten worden. Auf Grund der Geopetalgefüge, die beide Serien als Teile einer inversen Abfolge ausweisen, erscheint es plausibel, die terrigenbetonte Serie als Zlambachschichten anzusprechen. Eine Zuordnung der Inversabfolge der Naßwaldscholle zu faziell ähnlichen Gesteinen der ebenfalls verkehrt lagernden Proles-Decke liegt zwar nahe, wäre aber damit noch nicht zwingend belegt. Erst auf der Basis von CAI-Untersuchungen an Conodonten aller für eine Parallelisierung mit der Naßwaldscholle in Frage kommenden tektonischen Einheiten (Mürzalpen-Decke, Proles-Decke) konnte dieses Problem endgültig gelöst werden.

### 3. Conodont Colour Alteration Index (CAI)-Werte

Das Probenmaterial wurde ausschließlich mit Essigsäure

aufbereitet. Die Bestimmung der Conodont Colour Alteration Index-Werte erfolgte auf einer weißen Unterlage im Vergleich zu einem Standard aus den Nördlichen Kalkalpen, der von GAWLICK & KÖNIGSHOF (1993) entwickelt und von GAWLICK, KRYSZYN & LEIN (1994) und LEIN, GAWLICK & KRYSZYN (1997) überregional geprüft und verbessert wurde. In diesem Standard der Nördlichen Kalkalpen und auf der Basis der in den Nördlichen Kalkalpen auftretenden Triasconodonten wurden in Anlehnung an KÖNIGSHOF (1992) die Oberflächenstruktur, die Fluoritapatitkristallgröße und die Farbe sowie die unterschiedliche Dicke von Conodontenelementen (z. B. der Gattungen *Gondolella*, *Gladigondolella*, *Epigondolella*) berücksichtigt. Der Standard wurde mit verschiedenen paläozoischen Standards aus den Appalachen und dem Rheinischen Schiefergebirge (Standards von A.G. HARRIS - U.S. Geological Survey, Reston, Standards von P. KÖNIGSHOF - Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt/Main) verglichen und an diesen Standards geeicht (siehe dazu GAWLICK & KÖNIGSHOF 1993; weiteres zur Methode u. a. bei NÖTH 1991 - cum lit., KÖNIGSHOF 1992 - cum lit. und BURNETT, HIGGINS & AUSTIN 1994).

#### Die CAI-Werte im Einzelnen

**Proles-Decke:** Die Hallstätter Gesteine der Proles-Decke, die nördlich der Mürzalpen Decke lagern, weisen mit einheitlichen CAI-Werten von CAI 1.5-2.0 eine generell niedrige Temperaturüberprägung auf (Abb. 3).

**Naßwald-Halbfenster:** Die Hallstätter Gesteine im Bereich des Naßwald-Halbfensters weisen mit einheitlichen CAI-Werten von CAI 1.5-2.0 wie die Hallstätter Gesteine der Proles Decke eine generell niedrige Temperaturüberprägung mit identischen CAI-Werten auf (Abb. 3).

**Mürzalpen-Decke:** Die Mürzalpen-Decke weist im Bereich des oberen Mürztals eine einheitlich hohe Temperaturüberprägung mit CAI-Werten von CAI 5.0 bis CAI 6.0 auf (GAWLICK et al. 1994).

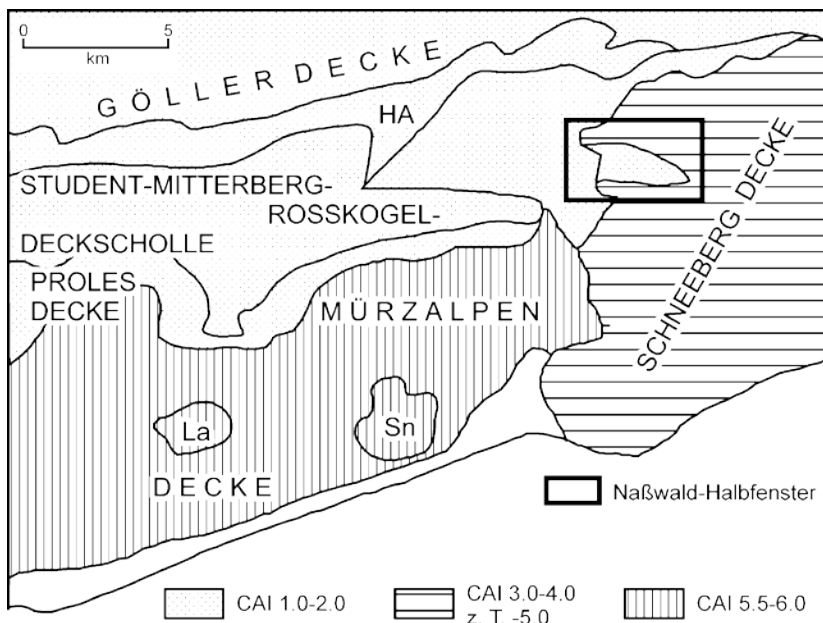


Abb. 3: CAI-Werte und Übersichtskarte der diagenetischen bzw. thermischen Überprägung im Bereich des Naßwald Halbfensters und angrenzender Gebiete.

Die tektonischen Grenzen sind identisch mit denen in Abb. 1.

Fig. 3: CAI values and map of the diagenetic and metamorphic overprint in the area of the Nasswald half window and adjacent areas.

Tectonic lines are identical with fig. 1.

**Schneeberg-Decke:** Die Gesteine der Schneeberg-Decke, die den tektonischen Rahmen des Naßwald-Halbfensters bilden, weisen mit einheitlichen CAI-Werten von CAI 3.0 bis CAI 4.0 (GAWLICK et al. 1994) eine deutlich höhere Temperaturüberprägung auf als die Hallstätter Gesteine im Bereich des Naßwald-Halbfensters (Abb. 3).

**Student-Mitterberg-Roskogel Deckscholle:** Die Gesteine der Student-Mitterberg-Roskogel Deckscholle weisen mit CAI-Werten von CAI 1.0 bis CAI 1.5-2.0 eine generell niedrige Temperaturüberprägung auf (Abb. 3).

Die jeweils invers gelagerten Hallstätter Schichtfolgen der Proles-Decke und im Bereich des Naßwald-Halbfensters zeigen somit in der regionalen Verteilung ihrer CAI-Werte (CAI 1.5-2.0) keine signifikanten Diagenese- bzw. Temperaturüberprägungsunterschiede. Die Schneeberg-Decke dagegen zeigt mit CAI-Werten von CAI 3.0-4.0 eine höhere, die Mürzalpen-Decke mit CAI-Werten von CAI 5.0 bis CAI 6.0 eine sehr hohe Temperaturüberprägung an. Auf Grund der unterschiedlichen Temperaturüberprägung und der jeweils eigenständigen stratigraphischen und lithofaziellen Entwicklungen können somit die unterschiedlichen tektonischen Einheiten gut voneinander abgegrenzt werden.

#### 4. Diskussion der Ergebnisse

Temperaturüberprägungsuntersuchungen mit Hilfe der Conodont Colour Alteration Index (CAI) Methode ergaben für die Hallstätter Kalk-Folge des Naßwald-Halbfensters CAI-Werte von CAI 1.5-2.0. Damit ist die Herkunft der Serie vom Rücken der Mürzalpen-Decke auszuschließen, da die Mürzalpen-Decke im Bereich des oberen Mürztals eine einheitlich hohe Temperaturüberprägung mit CAI-Werten von CAI 5.5 bis CAI 6.0 aufweist. Dagegen weisen die Hallstätter Graukalke der Proles-Decke mit CAI-Werten von CAI 1.5-2.0 eine generell niedrige Temperaturüberprägung auf. Auf Grund der identischen lithologischen und faziellen Entwicklung der Hallstätter Schichtfolgen der Proles-Decke und der Hallstätter Schichtfolge im Bereich des Naßwald-Halbfensters, ihrer jeweils inversen Lagerung sowie einer gleichartigen Temperaturüberprägung wird die Hallstätter Serie des Naßwald-Halbfensters der Proles-Decke zugeordnet.

#### 5. Ausblick

Am Beispiel der bis heute unklaren tektonischen Stellung des Naßwald-Halbfensters konnte gezeigt werden, daß nur mit Hilfe von detaillierten stratigraphischen, faziellen und Diagenese- bzw. Metamorphoseuntersuchungen auch tektonisch sehr umstrittene oder unklare Probleme gelöst werden können.

Die Verbindung einer detaillierten stratigraphischen, faziellen Analyse in Kombination mit der Analyse des Diagenese- und Metamorphosegeschehens mit Hilfe des Conodont Colour Alteration Index (CAI) wird die Kenntnis sowohl über den regionalen als auch den prinzipiellen Bau der

Nördlichen Kalkalpen deutlich verbessern.

#### Literaturverzeichnis

- BITTNER, A. (1893): Aus dem Schwarza- und dem Hallbachtale. - Verh. Geol. R.-A., **1893**: 320-326, Wien.
- BURNETT, R. D., HIGGINS, A. C. & AUSTIN, R. L. (1994): Carboniferous-Devonian CAI in England, Wales and Scotland. The pattern and its interpretation: a synoptic review. - Courier Forsch.Inst. Senck., **168**: 267-280, Frankfurt/Main.
- CORNELIUS, H.P. (1936): Erläuterungen zur geologischen Karte des Raxgebietes. - 1-54, Geol. B.-A., Wien.
- GAWLICK, H.-J. & KÖNIGSHOF, P. (1993): Diagenese, niedrig- und mittelgradige Metamorphose in den südlichen Salzburger Kalkalpen - Paläotemperaturabschätzung auf der Grundlage von Conodont Colour Alteration Index (CAI) Daten. - Jb. Geol. B.-A., **136** (1): 39-48, Wien.
- GAWLICK, H.-J., KRYSZYN, L. & LEIN, R. (1994): CAI-Paleotemperatures and metamorphism in the Northern Calcareous Alps - a general view. - Geol. Rdschau, **83**: 660-664, Berlin.
- GEYER, G. (1889): Beiträge zur Geologie der Mürztaler Kalkalpen und des Wiener Schneeberges. - Jb. Geol. R.-A., **39**: 497-784, 18 Abb., Taf. 13, Wien.
- KÖNIGSHOF, P. (1992): Der Farbänderungsindex von Conodonten (CAI) in paläozoischen Gesteinen (Mitteldevon bis Unterkarbon) des Rheinischen Schiefergebirges. Eine Ergänzung zur Vitrinitreflexion. - Cour. Forsch.Inst. Senck., **146**: 1-118, Frankfurt/Main.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. (1962): Die Mürzalpen-Decke eine neue hochalpine Großeinheit der östlichen Kalkalpen. - Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **171**: 7-39, Taf. 1, Wien.
- LEIN, R. (1972): Stratigraphie und Fazies der Obertrias der Mürztaler Kalkalpen. - Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 1-144, 25 Abb., 13 Beil., Wien.
- LEIN, R. (1981): Deckschollen aus Hallstätter Buntkalken in Salzbergfazies in den Mürztaler Alpen südlich von Mariazell (Steiermark). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**: 207-235, Wien.
- LEIN, R., GAWLICK, H.-J. & KRYSZYN, L. (1997): Paläogeographie und tektonische Herkunft des Drauzuges - Eine Diskussion auf der Basis von Fazies- und Conodont Colour Alteration Index (CAI)-Untersuchungen. - Zbl. Geol. Paläont., **1996** (1/2): 471-483, Stuttgart.
- NÖTH, S. (1991): Die Conodontendiagenese als Inkohlungsparameter und ein Vergleich unterschiedlich sensitiver Diageneseindikatoren am Beispiel von Triassedimenten Nord- und Mitteldeutschlands. - Boch. geol. und geotechn. Arb., **37**: 1-169, Abb. 1-46, Tab. 1-14, Taf. 1-3, Bochum.
- PLÖCHINGER, B. (1980): Die Nördlichen Kalkalpen. - (In (Ed.): OBERHAUSER, R.: Der geologische Aufbau Österreichs), 217-264, (Springer) Wien.
- SPENGLER, E. (1931a): Die Puchberg-Mariazeller Linie und deren Bedeutung für den Gebirgsbau der östlichen Nordalpen. - Jb. Geol. B.-A., **81**: 487-530, Wien.
- SPENGLER, E. (1931b): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Schneeberg-St. Ägyd (mit Erläuterungen). - Wien (Geol. B.-A.).
- TOLLMANN, A. (1976): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. - 1-449, Text- und Tafelband, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. - 1-710, (Deuticke) Wien.
- WESSELY, G. (1995): Bericht 1993 und 1994 über geologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen auf Blatt 74 Hohenberg. - Jb. Geol. B.-A., **138/3**: 496-497, Wien.