

Jura und Kreide in der Amlacher Wiesen - Mulde (Nördliche Lienzer Dolomiten)

Von
Joachim BLAU & Beate GRÜN

Mit 7 Abb.

Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit stellt die jurassische und kretazische Schichtenfolge in den Lienzer Dolomiten vor, sie enthält die detaillierte Beschreibung der Schichtenfolge. Der zweite Teil dieses Bandes (Exkursionsteil / farbig) enthält die Beschreibung der Exkursion in die Amlacher Wiesen Mulde.

Einleitung

Die Lienzer Dolomiten bilden den Westabschnitt des Drauzugs, der sich von Osten nach Westen aus den Nordkarawanken, den Gailtaler Alpen, den Lienzer Dolomiten und dem Winnebacher Kalkzug zusammensetzt. Westlich des Winnebacher Kalkzuges existieren weitere tektonisch isolierte Hauptdolomit-Schollen, die zum Drauzugmesozoikum gerechnet werden. Die westlichste ist die Scholle von Aschbach im Hochpustertal (FURLANI 1912: 256). Mit Ausnahme der Schollen des Hochpustertals und der Gailtaler Alpen sind in den verbleibenden Einheiten des Drauzuges Serien von Jura bis Unterkreide aufgeschlossen.

In den Lienzer Dolomiten finden sich Vorkommen jurassischer und kretazischer Gesteine im wesentlichen in der nördlich der Lienzer Hauptantiklinale gelegenen, \pm E-W streichenden Amlacher Wiesen- Mulde und südlich der Hauptantiklinale in der \pm SE-NW streichenden Tscheltschenalm-Mulde (Abb. 1A). Die Amlacher Wiesen-Mulde erstreckt sich etwa von der Mündung des Gamsbaches im W bis Lavant im E. Sie zeigt sich in ihrer E/W-Erstreckung tektonisch nicht gestört und ist verhältnismässig wenig eingeeengt. In der Mulde ist eine Schichtenfolge vom Lias bis ins Alb erhalten.

Der Begriff Tscheltschenalm - Mulde geht auf

SCHLAGER (1963) zurück. Diese Mulde zeigt ihre größte Ausstrichbreite zwischen Riebenkofel und Lakenalm. In der Tscheltschenalm-Mulde findet sich eine Schichtenfolge vom Lias bis in die Unterkreide. Weiter nach W schließen sich einige kleinere Einzelvorkommen (Schuppen) an, die tektonisch stark beansprucht sind (vgl. van BEMMELEN & MEULENKAMP 1965, GRÜN & SENFF 1989, BINGEL & BOCKEL 1990, GRÜN 1990).

Ein weiteres Vorkommen ist das der Stadelwiese E' des Hochstadel. Dort ist eine mächtige Serie liassischer Allgäuschichten mit eingeschalteten Megabreccien zu finden.

Ein wahrscheinlich jurassisches Alter hat der Zug von plattigen Kalken, auf welchem die Ruine Flaschberg steht.

Vorliegende Arbeit informiert ausschließlich über die Schichtenfolge und die fazielle Differenzierung der jurassisch-kretazischen Gesteine. Die Tektonik der Lienzer Dolomiten und der Amlacher Wiesen- Mulde wird in der Parallelarbeit von T. SCHMIDT (dieser Band) dargestellt.

1. Historisches

In diesem Kapitel erfolgt eine kurze Darstellung der Erforschungsgeschichte der jurassischen und kretazischen Serien der Lienzer Dolomiten. Erste Reisen auch heute noch namhafter Forscher in die Lienzer Dolomiten erfolgten bereits sehr früh. HAQUET berichtet 1784 (S. 95) von seiner »*mineralogisch-botanische(n) Lustreise ...*« u.a. über die Gailtaler Alpen. Ihm folgt Leopold von BUCH, der (1824) »*die geognostischen Verhältnisse dieses merkwürdigen kleinen Gebirges*« [umgeben von Drau und Gail] (l.c.: 419) beschreibt und auch das erste geologische Übersichtskärtchen und ein N/S-Profil der Lienzer Dolomiten etwa im Meridian von Leisach publiziert. EMMRICH (1855) gelingt die erste und in den wesentlichen Zügen bis heute gültige Gliederung der Schichtenfolge in den Lienzer Dolomiten. Unter anderem erkennt er anhand von Ammoniten den »*rothen Marmor*« gegenüber der Lienzer Klausen (l.c.: 445) als Lias und beschreibt (l.c.: 447) mit »*den Amaltheen-Fleckenmergeln der bayerischen Alpen*« völlig übereinstimmende Gesteine. Abschließend (l.c.: 450) stellt er die große Übereinstimmung der Schichtenfolge der Lienzer Dolomiten mit der in den Nördlichen Kalkalpen heraus. Im Rahmen von Kartierarbeiten be-

schreibt STUR (1856) die Schichtenfolge der Lienzer Dolomiten. Er faßt (l.c.: 420) Allgäuschichten und Rotkalkfazies unter dem Begriff »*Adnether Schichten*« zusammen. Ihm gelangen ebenfalls Funde von Cephalopoden in den Allgäuschichten und den Rotkalken; diese wurden dann von HAUER (1856) in der Arbeit »Über die *Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Kalkalpen*« bearbeitet. BENEKKE (1868: 103) beschreibt vom »*Ausgang des Gallitzenbaches*« Arieten und von der Klause (= Gebiet des Rötenbaches) aus »höherliegenden, rothen mehr mergeligen Kalken« die Arten *Amaltheus margaritatus*, *Prodactylioceras davoei* und *Arietoceras algovianum*. MOJSISOVICS (1873) betont abermals die »*frappierende Uebereinstimmung mit den nordtiroler Kalkalpen*«. Mit den Arbeiten GEYER's (1897 - 1903) ist gleichzeitig die Stratigraphie für Perm, Trias und teilweise Jura im wesentlichen aufgeklärt. CORNELIUS-FURLANI (1953) gelingt die erste mehr oder weniger vollständige Gliederung der posttriadischen Sedimentfolge in den Lienzer Dolomiten. Sie unterscheidet Unterlias, Mittellias, Aptychenkalke und Neokom. SCHLAGER (1963) erkennt als erster »*im Rhätzug der Stadelwiese Teile als liasische Fleckenmergel*« und beschreibt in diese eingelagerte Dolomitbreccien. MARIOTTI (1972 a, b) führt Untersuchungen auf mikropaläontologischer Basis in Rhät, Jura und Kreide der Amlacher Wiesen-Mulde durch und weist anhand von Ammoniten hohen Lias in der Rotkalkfazies nach. Seit 1983 werden von Gießener Seite die Lienzer Dolomiten bearbeitet. BLAU (1983 a, b, 1987 a, b) sowie BLAU & SCHMIDT (1988, 1990) untersuchten die obertriassische und jurassisch / kretazische Entwicklung. Die Amlacher Wiesen - Schichten werden von MARIOTTI (1972 a, b) als Flysch erkannt, ihr kretazisches Alter ist seit OBERHAUSER (1960) erwiesen. FAUPL (1977) bearbeitet diese Serie auf sedimentologisch - petrographischer Basis und stellte Chromspinelle im Schwermineralspektrum fest. Er gliederte die Amlacher Wiesen - Schichten in eine basale Schlammurbiditserie und einen oberen siliziklastischen Flysch. BLAU & GRÜN (1992) fanden in der Schlammurbiditserie eine umgelagerte Calpionellen Fauna.

2. Paläogeographischer Überblick

Mit dem beginnenden Lias erfolgte im westli-

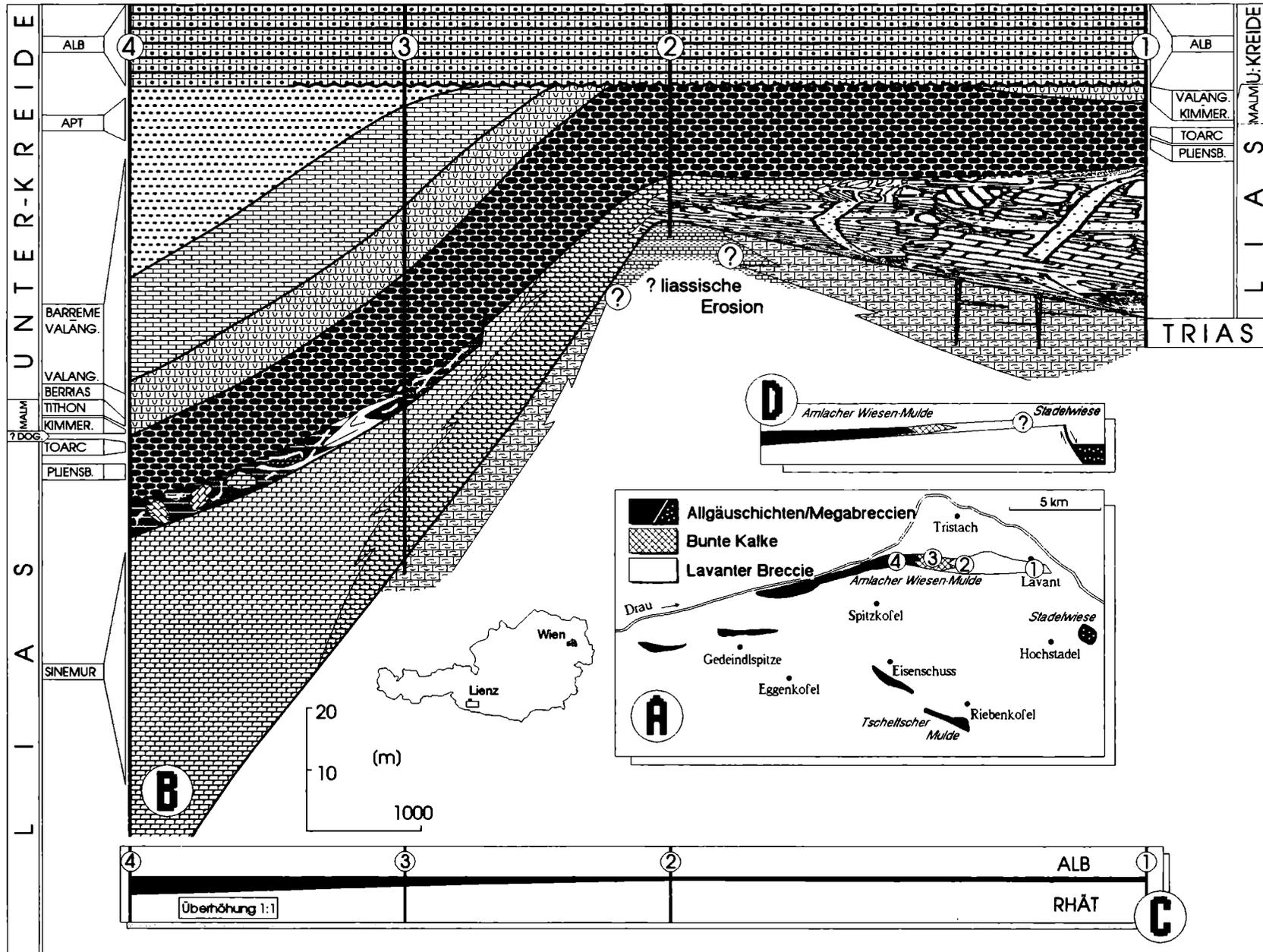
chen Tethysraum eine Umgestaltung der paläogeographischen Situation, die - in ursächlichem Zusammenhang mit dem beginnenden rifting im Ligurisch Piemontesischen Ozean stehend - zu synsedimentärer Blocktektonik und Kippschollenbildung führte. Diese Umgestaltung machte sich auch in den Lienzer Dolomiten bemerkbar. Insbesondere die frühliassischen Gesteine spiegeln diese Entwicklung durch eine ausgeprägte Faziesdifferenzierung wieder.

Abb. 1: A: Vorkommen und Fazies jurassischer Serien in den Lienzer Dolomiten. Es ist die Fazies der tiefstliassischen Serien dargestellt. Die Zahlen verweisen auf die Lage der lithologischen Säulenprofile von Abb. 2-5.

Abb. 1: B: Faziesdifferenzierung und Schichtentwicklung in der Amlacher Wiesen-Mulde. Es wurde versucht die tatsächlichen Mächtigkeitsverhältnisse wiederzugeben. Fett gezeichnete Grenzlinien sind \pm isochron. Die Übergangsschichten zwischen Rotkalken und Biancocone sowie die Schlammurbidite der Amlacher Wiesen Schichten sind nicht dargestellt, zu den Signaturen vgl. Abb. 3.

Abb. 1: C: Nicht überhöhte Darstellung der Jungschichten in der Amlacher Wiesen Mulde

Abb. 1: D: Rekonstruktion von Amlacher Wiesen und Stadelwiese Block zur Zeit des tiefen Lias.



2.1 Amlacher Wiesen - Mulde

Die Amlacher Wiesen Mulde repräsentiert einen nach Westen gekippten Block, wobei der westliche Teil in Beckenfazies, der östliche Teil in Schwellenfazies entwickelt ist. Dem Oberrhätkalk bzw. den Kössener Schichten lagern von Westen nach Osten unmittelbar (Abb. 1) Allgäuschichten (Beckenfazies), Bunte Kalke (Übergangsbereich) und die Lavanter Breccie (Schwellenfazies) auf. Diese Schichtentwicklung wird ab dem Pliensbach durchgehend von einer einheitlichen Rotkalkfazies vom Typ der Adneter Kalke (Pliensbach bis Malm) überlagert. Darauf folgen Biancone (Obertithon bis Valangin), Kreidefleckenmergel (? Valangin bis ? Apt) und schließlich der Flysch der Amlacher Wiesen Schichten (Apt/Alb).

Die Sedimentation wird noch bis in die Unterkreide von der Schwelle hinein beeinflusst. Erst der hangende Teil des Flysches der Amlacher Wiesen Schichten (siliziklastische Turbiditserie nach FAUPL 1977) überwältigt das seit dem Lias vorgegebene Relief und überdeckt es. Vereinfacht lassen sich für das Flysch-Unterlager folgende Angaben machen: Im Osten (Schwelle) liegt der Flysch der Amlacher Wiesen Schichten direkt auf liassischen Rotkalken (oberhalb der Lavanter Breccie östlich des Wasserfalls des Auerling Baches). In Richtung Westen lagert er zunächst dem Biancone (Galitzenklamm) und schließlich den Kreidefleckenmergeln auf (Stadtweg und westlich davon, Lavanter Kreuzweg). Das unterschiedliche Alter des Unterlagers und der/die im Bereich der Lavanter Schwelle auftretende(n) Hartgrundgründe lassen die Basis des Flysches als Omissionsfläche erkennen. Insgesamt gesehen weist nahezu jedes Profil im Schwellenbereich Besonderheiten auf. So sind zum Beispiel an einigen Lokalitäten mehr oder weniger deutlich ausgebildet Hartgründe (vgl. Abb. 7) zu finden.

2.2 Stadelwiese

Einen völlig anderen Charakter zeigen die Allgäuschichten im isolierten Vorkommen der Stadelwiese. Hier sind ca. 400 m Allgäuschichten aufgeschlossen. In diese sind Megabreccien mit Komponenten aus Hauptdolomit, Kössener Schichten und Oberrhätkalk eingeschaltet. Die Breccienzüge sind schon von weitem als Härtingszüge erkennbar.

Diese Breccien wurden von BLAU & SCHMIDT

(1988 b) als Debrite gedeutet und das Vorkommen als autochthon angesehen. WARCH (1989) greift die 1988 b von BLAU & SCHMIDT gegebene Interpretation der Breccien als Debrite an und reinterpretiert sie als glaziale Bildungen, was von BLAU & SCHMIDT (1990) zurückgewiesen wurde. Bereits SCHLAGER (1963) hat schon den sedimentären Charakter der Breccien erkannt.

2.3 Tscheltschenalm Mulde

Auch in der Tscheltschenalm Synklinale ist eine Beckensequenz erhalten. Mächtige Allgäuschichten werden von Rotkalk überlagert. Diesem folgt als Besonderheit in den Lienzer Dolomiten Radiolarit, der von Biancone überdeckt wird. Letzterer leitet vom Jura in die Kreide über.

SCHMIDT et al. (1991) interpretieren die Tscheltschenalm Synklinale paläogeographisch als E'- Fortsetzung des Stadelwiese Beckens, in seine heutige Position kam das Vorkommen durch rechtslaterale Seitenverschiebung innerhalb des Drauzuges.

2.4 Paläogeographische Interpretation Amlacher Wiesen - Mulde / Stadelwiese

Im Gegensatz zur Amlacher Wiesen Mulde spiegeln die wiederholt auftretenden, groben Resedimente (*»debris flows«* und besonders Talus-Breccien) in den ca. 400 m mächtigen Liasfleckenmergeln der Stadelwiese ein völlig andersgeartetes Sedimentations-Milieu wider und erlauben die Rekonstruktion eines von steilen Bruchstufen begrenzten Beckens (vgl. Abb. 1). Wahrscheinlich ist die gesamte Abfolge und damit auch die tektonische Aktivität ins Sinemur zu stellen. Th. SCHMIDT (in prep.) stellt weiter fest: *»Darüberhinaus ermöglichen die Talus-Breccien, die ausschließlich entlang einer die Liasfleckenmergel nach W begrenzenden Störung vorkommen, die Identifizierung eben dieser Störung als liassische »fault scarp«*

Durch einen ausgesprochenen Glücksfall ist auch die dazugehörige *»transfer fault«* erhalten geblieben, sodaß sich in Verbindung mit dem sich nach W eintiefenden Becken der Amlacher Wiesen Mulde zwanglos das Bild zweier unter-

liassisch nach W gekippter Blöcke ergibt. Das Becken der Stadelwiese reflektiert also den W-Rand der E' Kippscholle.

Auffallend ist dabei, daß das Becken der Stadelwiese grobe Resedimente offenbar nur von der W' Kippscholle erhalten hat, wie das Gesteinsinventar der Breccien nahelegt. So enthalten die Talus-Beccien ausschließlich und die »debris flows« überwiegend Komponenten präliassischer Schichten, wie sie im Bereich der »fault scarp« zur Sedimentationszeit notwendigerweise aufgeschlossen waren. Lediglich in einem »debris flow« konnte eine einzelne Komponente von Liasfleckenmergeln gefunden werden. Damit wird verdeutlicht, daß auch die E' Kippscholle eine ähnlich geringe Neigung wie die W' Scholle aufgewiesen haben dürfte. Bei einem größeren Hangneigungswinkel müßten die »debris flows« überwiegend Komponenten der Beckensedimente der E' Kippscholle, d.h. Liasfleckenmergel enthalten.

Einer isolierte Betrachtung der Stadelwiese ließe auch die Interpretation dieses Beckens als sinistrales »pull apart« - Becken zu. Allerdings legt die Kombination der Stadelwiese mit der Kippscholle der Amlacher Wiesen Mulde die obige Deutung nahe.

Der Bereich der Schwellenentwicklung ist als pelagische Karbonatplattform zu bezeichnen, wie sie für die hochliegenden Randbereiche von Kippschollen typisch sind (SANTANTONIO 1994). Leider sind im Gebiet zwischen Amlacher Wiesen - Mulde und Stadelwiese (E/W-Distanz ca. 2 km) keine posttriassischen Sedimente erhalten geblieben, sodaß über deren fazielle Entwicklung keine Aussagen möglich sind. Es ist davon auszugehen, daß sich die Lavanter Breccie noch weiter nach E erstreckt hat und sich vor allem zunehmend Flachwasserbedingungen eingestellt haben. Allerdings spricht die Tatsache, daß in den Breccien der Stadelwiese keine Komponenten von liassischen Schwellensedimenten vorkommen, dafür, daß der unmittelbare Bereich der Abbruchkante zum Stadelwiesen- Becken hin frei von solchen Sedimenten war. Es könnte sich also sogar um ein Gebiet begrenzter Emersion am E' Rand der W' Kippscholle gehandelt haben.

Ausgehend von einem flachmarinen Bildungsmilieu der Lavanter Breccie (Onkoide) und bei einem Hangneigungswinkel von 1 - 2 Grad ergibt sich daher für das 20 km entfernte W-Ende der Amlacher Wiesen Mulde eine Tiefenlage

der Beckenbasis von ca. 800 m. Da hier jedoch noch keine Anzeichen für die W' Begrenzung des Beckens gegeben sind, wären Beckentieffen von über 1000 m durchaus vorstellbar.

Wie Beispiele rezenter (MONTADERT et al. 1979) und fossiler (BERNOULLI 1964, WINTERER & BOSSELINI 1981) passiver Kontinentalränder zeigen, scheinen solche Kippschollen eine maximale Ausdehnung von ca. 30 - 40 km zu haben. Aus der Interpretation der Liasfleckenmergel der Stadelwiese als autochthonem Erosionsrest ergibt sich aber ein Versatzbetrag entlang der liassischen »fault scarp« von mindestens 2800 m. Daß dies ein durchaus realistischer Wert ist, zeigen Beispiele aus den Südalpen, wo für entsprechende Störungen (z.B. Lugano Störung) Versatzbeträge von 3 - 4 km rekonstruiert wurden (BERNOULLI 1964).

Die beträchtliche Diskrepanz der Sedimentmächtigkeiten der Stadelwiese zum W-Ende der Kippscholle der Amlacher Wiesen - Mulde kann durch die Existenz von »roll-over« - Strukturen erklärt werden: bei der extensionalen Kippschollenbildung entlang von listrischen Abschiebungsbrüchen kommt es zur zusätzlichen Kippung randnaher Bereiche in Richtung auf die »fault scarp«, welche die schon vorhandene Asymmetrie der Becken noch verstärkt. Diese »roll-over« - Strukturen sind als Konsequenz der horizontalen Dehnung über den in der Tiefe flacher werdenden listrischen Abschiebungen unabdingbar. Dabei kommt es außerdem zur Bildung antithetischer Brüche auf der »hanging wall« - Seite (Tiefscholle). Durch die »roll-over« - Strukturen werden also am Fuß der die Kippschollen begrenzenden Bruchstufen parallel verlaufende grabenartige Bereiche geschaffen. Diese Spezialbecken nehmen die von der benachbarten Kippscholle geschütteten Breccien auf und verhindern deren Weitertransport über diese Bereiche hinweg.

So wird auch verständlich, warum das W-Ende der Amlacher Wiesen Mulde frei von solchen Resedimenten ist, die eigentlich von der nächsten, weiter W' gelegenen »fault scarp« zu erwarten wären. Dieser Befund deckt sich mit den Beobachtungen von EBERLI (1986), der in den liassischen Halbgräben der ostalpinen Gebiete Graubündens (z.B. Ortler-Element der Engadiner Dolomiten) das rasche Auskeilen von Megabreccien und Turbiditen feststellte und ebenfalls »roll-over« - Strukturen postulierte. Da auf der Stadelwiese keine jüngeren Sedimente erhalten sind, muß die weitere Entwick

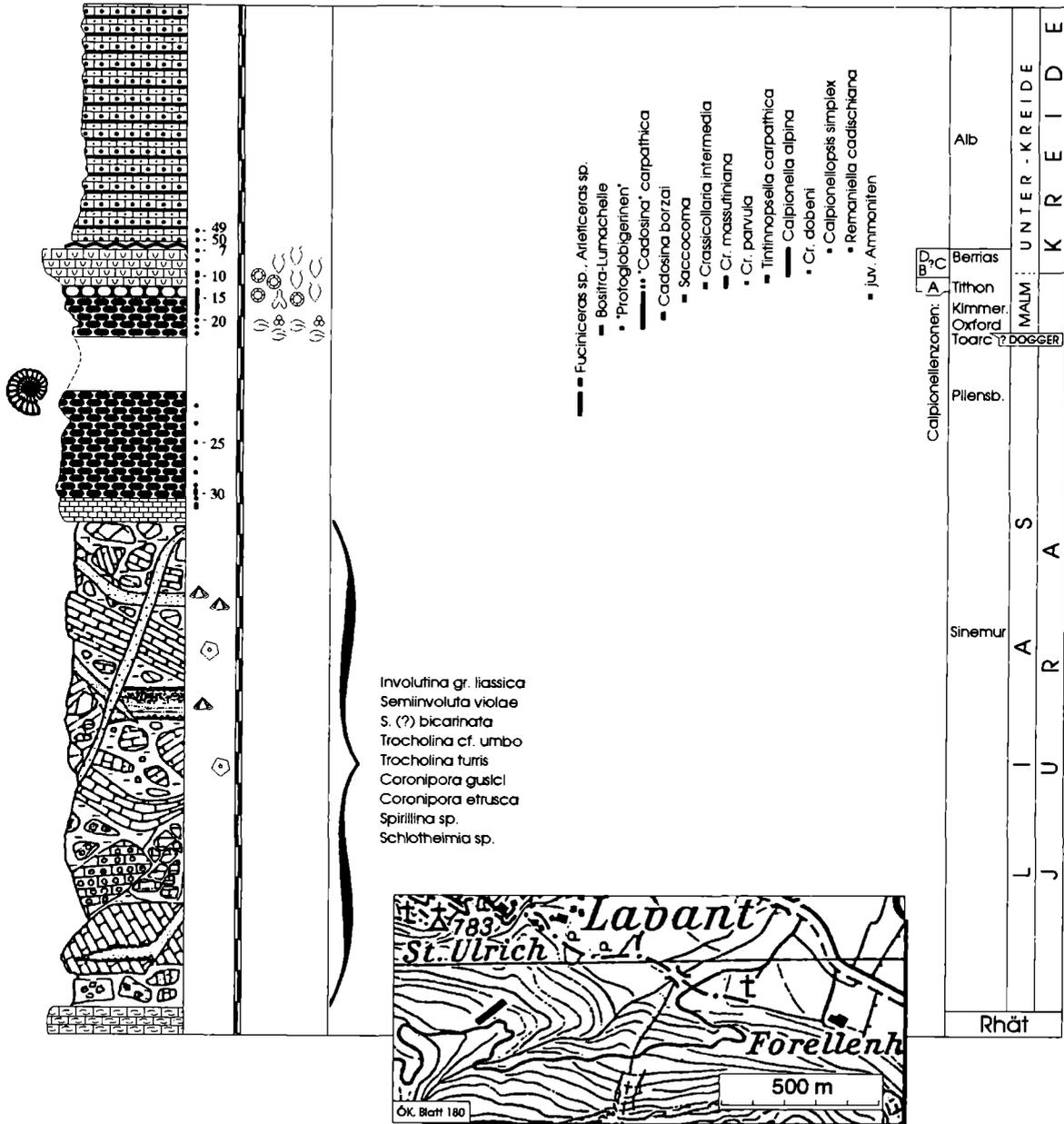


Abb. 2: Lithologisches Säulenprofil 1. Die erste Spalte gibt die schematisierte Lithosäule wieder, in der zweiten Spalte sind die Probennummern vermerkt. Sind die Punkte nicht mit Zahlen versehen, so ergibt sich die Probennummern jeweils auf- bzw. absteigender Reihenfolge aus den vorhergehenden Nummern. Es folgt der Maßstab, in der nächsten Spalte finden sich die vorherrschenden Biogene ± nach ihrer relativen Häufigkeit eingetragen. Legende siehe Abb. 3. Aus BLAU, 1990.

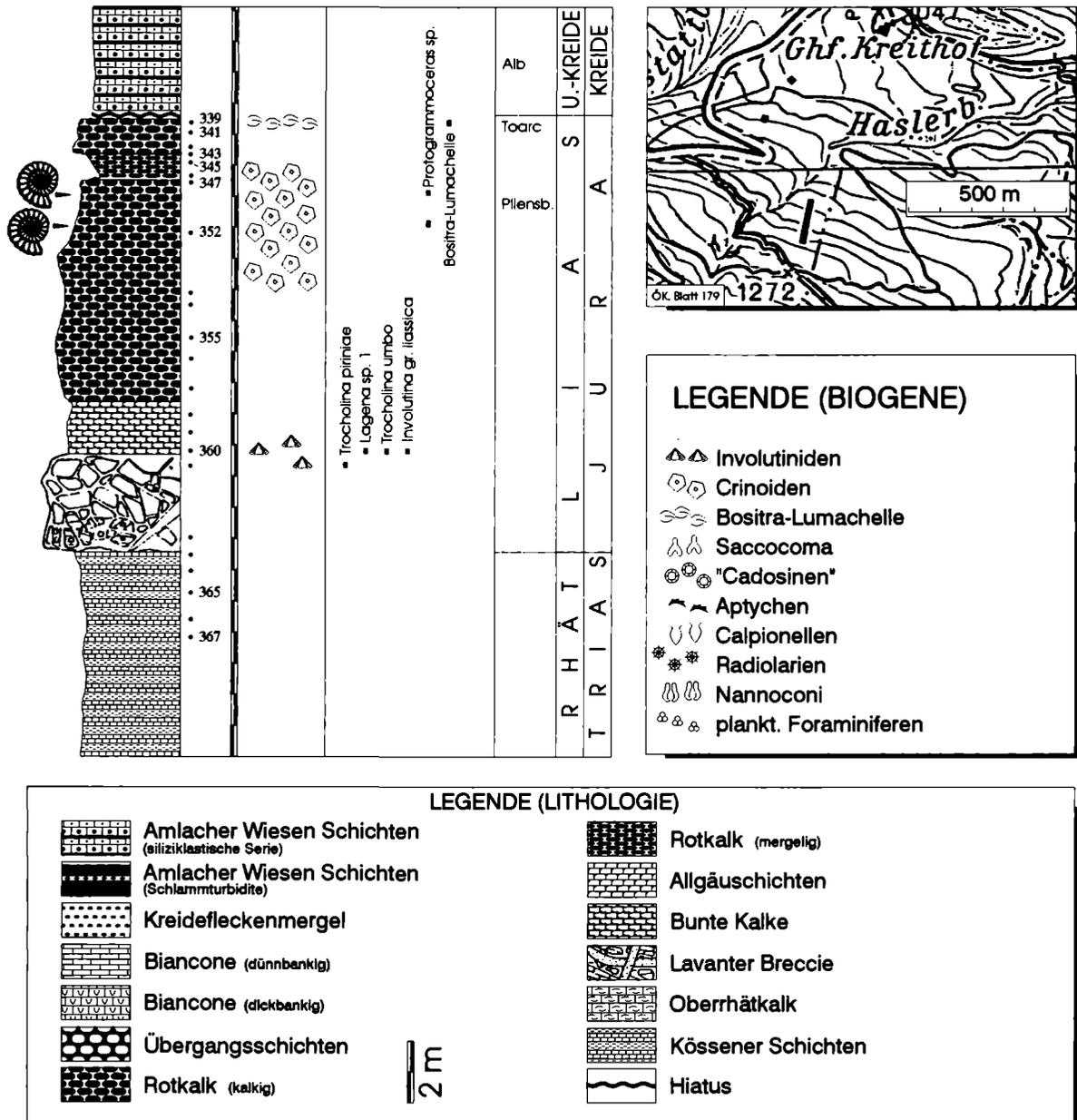


Abb. 3: Lithologisches Säulenprofil 2. Aus BLAU 1990.

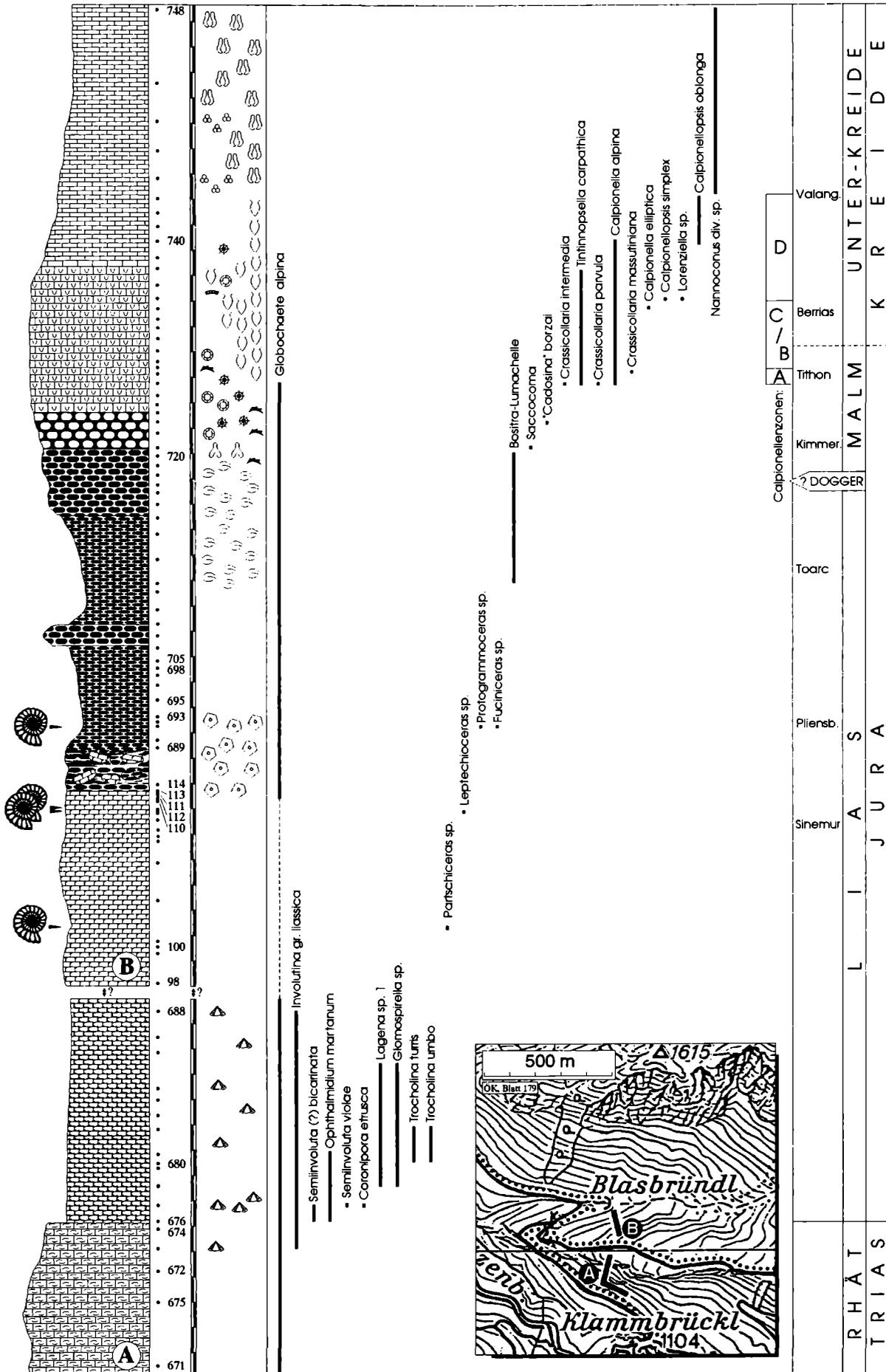


Abb. 4: Lithologisches Säulenprofil 3. Aus BLAU 1990.

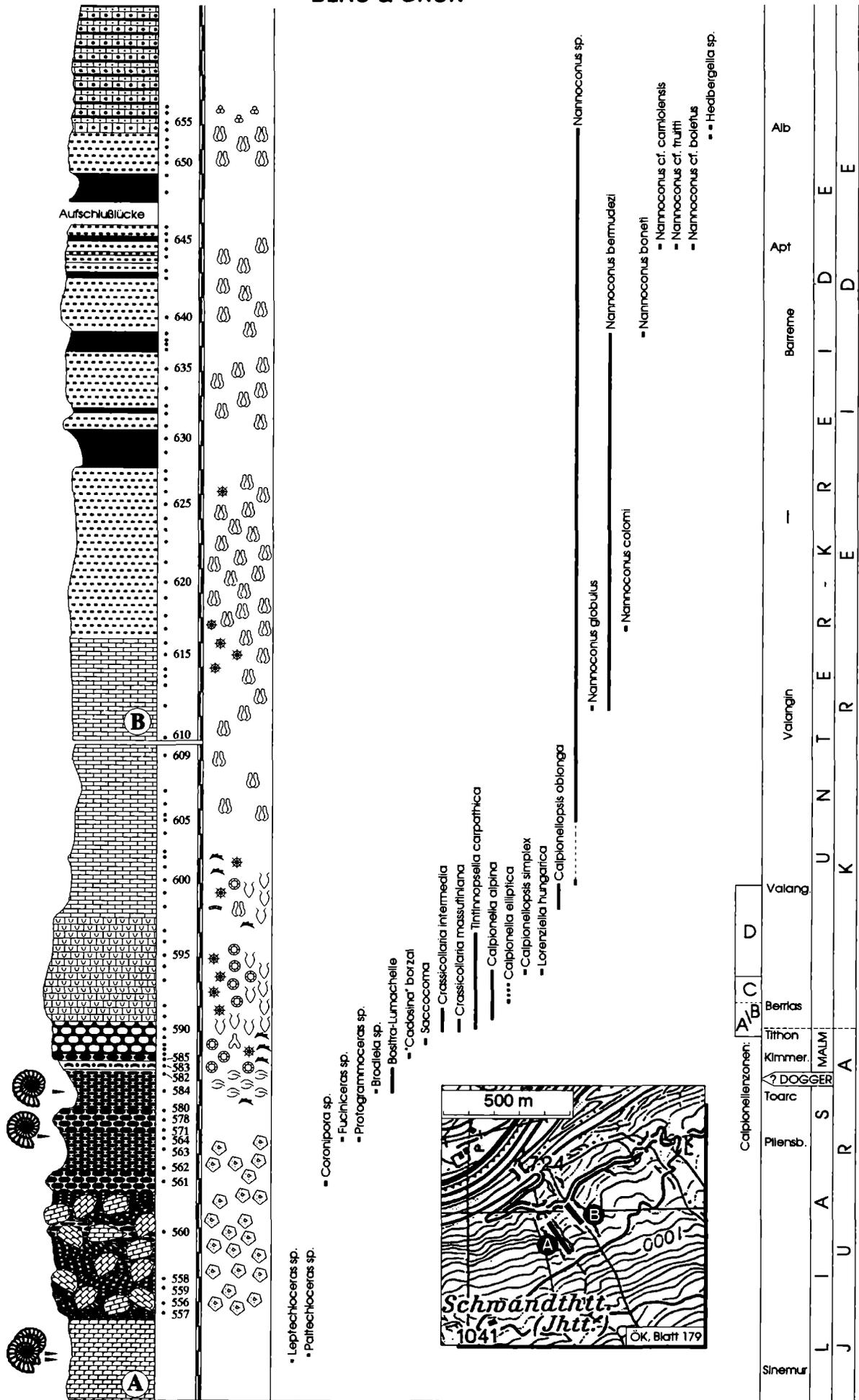


Abb. 5: Lithologisches Säulenprofil 4.

lung des Sedimentationsraumes aus den Ablagerungen der Amlacher Wiesen Mulde abgeleitet werden. Dies ist um so bedauerlicher, als die signifikanten Bereiche am Fuß der »*fault scarp*« über die Dauer der tektonischen Aktivität Aufschluß geben könnten.«

3 Die jurassisch-kretazische Schichtfolge der Amlacher Wiesen Mulde: Spiegel des Sedimentationsgeschehens auf einem gekippten Block

In diesem Kapitel wird die jurassisch-kretazische Schichtenfolge der Amlacher Wiesen-Mulde beschrieben. Einen schnellen Überblick verschafft Abb. 1, detaillierter informieren vier Profile (Abb. 2 - 5), die von E nach W in der Amlacher Wiesen - Mulde aufgenommen wurden (vgl. Abb. 1). Insbesondere sind in diesen Profilen die Reichweiten der angetroffenen Faunenelemente dargestellt.

3.1 Lavanter Breccie (? Hettang- Sinemur)

Gesteinsbeschreibung

Im Ostteil der Amlacher Wiesen-Mulde ist eine maximal ca. 20 m mächtige Breccie entwickelt. Diese wurde erstmals von MARIOTTI (1972 a, b) von der Westflanke des Auerling- (= Dorf-)baches (SW' Lavant) als eine vielfarbige Breccie beschrieben, welche den tiefgründig verkarsteten Oberrhätkalk ausfüllen soll. BLAU (1987 a) wies darauf hin, daß sich aus dem sedimentologischen Befund der Breccie kein Zusammenhang mit einer Verkarstung herleiten läßt. Vielmehr lagert die Breccie konkordant auf Oberrhätkalk, der teilweise von sedimentären Gängen durchzogen ist. Diese *neptunian dykes* sind mit rotem Mikrit verfüllt. In einem dieser Gänge wurde eine reiche frühliassische Foraminiferenfauna gefunden.

Bei der Breccie selbst handelt es sich um mehrphasig in situ breccierte rote, rot-violette, gelbe und graue (Bio-)Mikrite. Stellenweise führen die Mikrite frühliassische Foraminiferen (BLAU 1987 b), Crinoiden und Onkoide (? *Gir-*

vanella). Mehrere Generationen von sedimentären Gängen durchziehen das Gestein und zerlegen es in Komponenten. Die Gänge sind mit feingeschichtetem Mikrit verfüllt und können Komponenten des oben beschriebenen Gesteinsinventars sowie Oberrhätkalkklaster enthalten. Auch ältere Gangfüllungen können als Komponenten vorliegen. Das Internsediment ist oft durchwühlt, insbesondere in größeren Spalten. In einer der Spalten konnte eine autochthone Foraminiferen- Lebensgemeinschaft nachgewiesen werden (BLAU 1989).

Das blockige Erscheinungsbild der Breccie wird durch eine späte Ganggeneration hervorgerufen, welche mit mergeligem rotem Kalk verfüllt wurde. Diese verwittert bevorzugt und hinterläßt die oben genannten Blöcke. Eine allerletzte mergelige Füllungsphase enthält *Bositra* - Filamente.

Am Kinnbichl, N' und NE' des Kreithofes ist der Oberrhätkalk tiefgründig von Spalten durchsetzt, die mit rotem Material verfüllt sind. Aufgrund der großen Dimensionen der Oberrhätkalk - »*komponenten*« ist allerdings unklar, ob es sich wirklich um Komponenten handelt oder um Spaltensysteme; wahrscheinlich treffen beide Deutungsmöglichkeiten zu.

Der Altersumfang der Lavanter Breccie

Unterlager der Lavanter Breccie ist Oberrhätkalk oder, wo dieser faziell nicht vertreten ist, Kössener Schichten. Der Oberrhätkalk führte an einer Stelle *Triasina hantkeni*, die als Hinweis auf rhätisches Alter anzusehen ist. Die Breccie wird am Himperlanner Bach schichtig von Rotkalken überlagert, in welchen Ammoniten der Genera *Protogrammoceras* und *Fuciniceras* vorkommen; sie dokumentieren Pliensbach. *Schlotheimia juv. sp.* aus der Breccie wurde bereits oben genannt.

Das Hauptbreccien»*ereignis*« umfaßt damit Hettang und Sinemur. Allerdings zeigt die oben beschriebene letzte, *Bositra*-Filamente führende Ganggeneration Toarc an. Diese Gänge müßten eigentlich die schichtige Rotkalkfazies mit *Fuciniceras* und *Protogrammoceras* durchsetzen, allerdings konnten solche Gänge von uns nicht nachgewiesen werden.

3.2 Bunte Kalke (? Hettang- Obersinemur)

Gesteinsbeschreibung

Die Serie der Bunten Kalke stellt die Übergangsfazies zwischen Allgäuschichten im Westen und Lavanter Breccie im Osten dar. Am Franz-Lerch-Weg folgen im Hangenden des Oberrhätkalkes ca. 2,4 m beige gefärbte Kalke mit Bankmächtigkeiten zwischen 30 und 40 cm. Sie zeigen einen glatten Bruch. Die oberste Bank wird zum Top hin rotviolett. Diese Kalke bilden die Basis der Bunten Kalke. Von den unterlagernden Oberrhätkalken sind sie in der Farbe (Oberrhätkalk: grau bis gelbgrau) und im Bruch (Oberrhätkalk: mehr oder weniger schuppig) zu unterscheiden. Darüber folgen ca. 5,3 m brecciöse, im Verwitterungsbild knollig erscheinende, rot und beige geflammte Kalke mit ca. 50 cm Bankmächtigkeit. An Drucksuturen kommt es zur Anreicherung von rotem »Mergel«. Diesen Kalken lagern ca. 1,5 m hellgraue, glatt bis muschelartig brechende Kalke mit Bankmächtigkeiten von 10 - 15 cm auf. Die aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt am Franz-Lerch-Weg ca. 9 m.

Die Mikrofauna der Bunten Kalke wird von Foraminiferen dominiert. Im basalen Bereich treten vorwiegend Vertreter der *Lagenina* und *Involutinina* auf (*Involutina* gr. *liassica*, *Trocholina turris*, *Trocholina umbo*, *Semiinvoluta (?) bicarinata*, *Semiinvoluta violae*, *Coronipora etrusca*, *Ophthalmidium martanum*, *Ophthalmidium »carinatum«*, *Glomospirella* sp.). Nach oben wird der Fauneninhalt spärlicher, bei den Foraminiferen treten jetzt Vertreter der *Ammodiscidae* (*Glomospira*, *Glomospirella*) hinzu. Neben den Foraminiferen treten Gastropoden auf, diese allerdings nur an der Basis des Profils. Weiterhin finden sich Ostracoden, an der Profilbasis vorwiegend dickschalige, zum Hangenden hin treten dünnschalige Vertreter hinzu. Daneben kommen Crinoidenschill, juvenile Ammoniten sowie kalzifizierte Radiolarien vor. Das Auftreten von *Lagena* sp. 1 ist charakteristisch für die Bunten Kalke. *Globochaete alpina* ist selten.

Der Altersumfang der Bunten Kalke

Ammoniten konnten in den Bunten Kalken nicht gefunden werden, eine Alterseinstufung ist damit nur auf indirektem Wege möglich. Unterlager der Bunten Kalke ist Oberrhätkalk. Von

diesem unterscheiden sich die Bunten Kalke bereits durch ihre Lithologie, wichtig aber ist das Erscheinen von *Semiinvoluta (?) bicarinata* und *Semiinvoluta violae* im unteren Bereich der Bunten Kalke. Diese beiden Foraminiferen sind bis jetzt nur aus liassischen Gesteinen bekannt (BLAU & HAAS 1991). Liasalter erscheint damit für die Basis der Bunten Kalke gesichert. Die Bunten Kalke werden von Allgäuschichten überlagert (Franz-Lerch-Weg, Dolomitenhütte), ein direkter Übergang ist allerdings nirgends aufgeschlossen. In den Allgäuschichten E' des Franz-Lerch-Wegs fanden wir *Leptechioceras* sp., welches spätes Sinemur anzeigt. Auch bei der Dolomitenhütte überlagern Allgäuschichten mit Ammoniten des hohen Sinemur die Bunten Kalke, diese sind damit jünger als Rhät und älter als hohes Sinemur einzustufen.

3.3 Allgäuschichten (? Hettang-Sinemur)

Gesteinsbeschreibung

Die Allgäuschichten repräsentieren die Beckenfazies. Es handelt sich um mehr oder minder graue Kalke, die Hornstein in Knollen oder Lagen enthalten können. Den Kalken sind dünne Mergellagen zwischengeschaltet. Charakteristisch sind die Lebensspuren, die als Flecken in Erscheinung treten. Stellenweise treten slumps auf, es finden sich auch Breccien mit Korndurchmessern bis zu 0,5 cm

Im W der Amlacher Wiesen-Mulde erreichen die Allgäuschichten eine Mächtigkeit von ca. 250 - 300 m; diese nimmt nach E hin kontinuierlich ab und beträgt im Bereich der Dolomitenhütte noch ca. 10 - 15 m.

Im Bereich des Stadtwegs sowie im Schotterwerk Dietrich (W Leisach) zeigen die Allgäuschichten eine deutliche Dreigliederung. Basal treten sehr helle, teilweise dickbankige Kalke auf. Mergelzwischenlagen sind selten, auch die sonst charakteristischen Flecken treten nicht allzu häufig auf. Einzelne Bänke können durchaus mit Oberrhätkalk verwechselt werden. Allerdings fehlen Ooide und andere charakteristische Merkmale des Oberrhätkalkes.

Die mittleren Allgäuschichten (die hier verwendete Nomenklatur ist rein informell, es ist nicht Intention der Autoren, die von JACOBSHAGEN

in den Nördlichen Kalkalpen erarbeitete Nomenklatur auf die Lienzer Dolomiten zu übertragen) der Amlacher Wiesen - Mulde sind durch dunkelgraue, sehr dickbankige (20 - 70 cm), teilweise spätige, Fleckenkalke repräsentiert, in denen außerordentlich oft Hornstein in Knollen oder Schnüren vorkommt. Unter Rückgang des Hornsteinanteils geht dieser Komplex in die oberen Allgäuschichten über. Diese sind mäßig dick gebankt (10 - 30 cm), es überwiegend mittelgraue glatt brechende Fleckenkalke, häufig mit splittrigen Mergelkalkzwischenlagen.

Westlich des Stadtweges im Bereich des Kalten Grabens sind zumindest die beiden unteren Schichtglieder noch festzustellen, die Aufschlüsse lassen momentan aber keine weitere Aussage zu. Im Osten der Amlacher Wiesen - Mulde bei der Dolomitenhütte steht nur der obere Teil an, hier dürften fazielle Gründe eine Rolle spielen, da in diesem Bereich die Allgäuschichten auf die Bunten Kalke übergreifen (vgl. BLAU & SCHMIDT 1988: 192). Die Basis der Allgäuschichten erweist sich damit als heterochron.

Der Altersumfang der Allgäuschichten

Die Allgäuschichten der Amlacher Wiesen - Mulde sind seit EMMRICH (1855) bekannt für ihre Ammoniten. Das gilt besonders für die Aufschlüsse bei der Dolomitenhütte, von denen GEYER (1903) sowie CORNELIUS-FURLANI (1953) eine reiche Fauna dokumentiert haben. Weitere Faunenelemente sind Nautiliden, Muscheln (*Oxytoma sinemuriense*) sowie von den Aufschlüssen bei der Dolomitenhütte turmförmige Gastropoden. Im Dünnschliff finden sich Radiolarien und Schwammspiculae, Foraminiferen sind selten.

Wichtigste Ammoniten-Fundpunkte sind die Aufschlüsse im Gebiet des Stadtweges (zwischen Galitzenklamm und Rötenbach) und bei der Dolomitenhütte. Diese Ammoniten sind derzeit Objekt einer Neubearbeitung durch den Autor, der am Forstweg etwa 500 m NE' der Schwandthütte ein weiteres ammonitenreiches Profil aufgefunden hat.

Der derzeitige Bearbeitungsstand erlaubt folgende Aussagen zur Biostratigraphie: Die unteren Allgäuschichten haben keine Faunen geliefert. Für die mittleren Allgäuschichten lassen sich am Forstweg zur Schwandthütte vom Liegenden zum Hangenden drei Biohorizonte aus-

halten:

- Horizont mit *Asteroceras suevicum*
- Horizont mit *Paroxynoticeras salisburgense*
- Horizont mit *Oxynoticeras rigidum*

In den oberen Allgäuschichten können, vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, vom Liegenden ins Hangende folgende sieben Horizonte ausgehalten werden:

- Horizont mit *Echioceras gr. quenstedti*
- Horizont mit *Echioceras raricostatoides*
- Horizont mit *Paltechioceras boehmi*
- Horizont mit *Paltechioceras favrei*
- vorläufig unbenannter Horizont
- Horizont mit *Leptechioceras gr. nodoti* (Reynès) (= non nodotianum D'Orbigny)
- Horizont mit *Leptechioceras meigeni s.l.*

Damit lassen sich die mittleren Allgäuschichten in die *obtusum*-Zone stellen, die oberen Allgäuschichten gehören bereits in die *raricostatum*-Zone des Sinemurs.

Die Aufschlüsse bei der Dolomitenhütte liegen in oberen Allgäuschichten. Sie vervollständigen durch ihre Biohorizonte die biostratigraphische Sequenz nach oben. Hier lassen sich (wieder unter Vorbehalt weiterer Bearbeitung) vom Liegenden ins Hangende folgende fünf Biohorizonte ausgliedern:

- Horizont mit *Leptechioceras meigeni s.l.*
- Horizont mit *Leptechioceras meigeni s.l.* und *Leptechioceras macdonnelli*
- Horizont mit *Leptechioceras macdonnelli*
- Horizont mit *Paltechioceras tardecrescens*
- Horizont mit *Paltechioceras aplanatum*

So konnte die gesamte *raricostatum*-Zone nachgewiesen werden. Ammoniten, die ein jüngeres Alter für die Allgäuschichten der Amlacher Wiesen - Mulde anzeigen, wurden nicht gefunden. Diese Ergebnisse gelten allerdings nur für die Mulde. In den Allgäuschichten des Sturzelbaches fand sich unter anderen *Amaltheus margaritatus* (*margaritatus*-Zone, Pliensbach); diese Art tritt in der Amlacher Wiesen - Mulde in der Rotkalkfazies auf und belegt damit die Heterochronie der Liasablagerungen in den Lienzer Dolomiten.

Auf das diachrone Einsetzen der Allgäuschichten-Fazies in der Amlacher Wiesen - Mulde wurde bereits hingewiesen. Möglicherweise vertreten die Bunten Kalke die unteren

Allgäuschichten. Zusammenfassend läßt sich für den stratigraphischen Umfang der Allgäuschichten post-Trias bis Sinemur angeben.

3.4 Rotkalk (Pliensbach - Malm)

Nomenklatur

Alle bisher beschriebenen Gesteine werden in der Amlacher Wiesen-Mulde von roten Knollenkalken und Mergeln vom Typ der Adneter Kalke überlagert. In der Literatur existiert keine einheitliche Nomenklatur für diese Serie. Vorwiegend werden die Schichten ihrer Farbe wegen als »rote Kalke« (z.B. EMMRICH 1855) oder ihrer stratigraphischen Stellung wegen als »Mittellias« (GEYER 1903; CORNELIUS-FURLANI 1953) bezeichnet.

STUR (1856: 420) wählt als erster für die Rotkalkfazies den Begriff »*Adnether Schichten*«, faßt allerdings unter diesem Namen »*die rothen Mergel mit Adnether Versteinerungen und die mit ihnen in inniger Verbindung stehenden grauen Flecken-oder Amaltheen-Mergel*« zusammen.

Neben der Bezeichnung »Mittellias« betont aber auch GEYER (1903: 180), daß die Rotkalke »*vollkommen den typischen Adnether Kalke*« entsprechen und verwendet weiter unten dann auch den Begriff der »*typischen Adnether Kalke*«. Bei der Detailbeschreibung der Schichtenfolge bleibt er aber (l.c.: 182) inkonsequent und verweist wiederum darauf, daß die »*rothe(n), tonig flaserige(n) Kalke und rothe(n) Mergel ... in ihrer Facies vollkommen dem Typus des Adnether Kalkes entsprechen*«.

MARIOTTI (1972 b) geht von einer eher am Südalpin orientierten Sichtweise aus und bezeichnet so die kalkigen Bereiche der Rotkalke als »*ammonitico rosso*«. TOLLMANN (1977: 622) schließlich kompiliert die unterschiedlichen Betrachtungsweisen und bezeichnet den mittel- bis spätliaassischen Anteil der Rotkalke als »*Adneter Flaserkalke, begleitet von braun-roten Adneter Mergeln*«, den spätliaassischen Anteil bezeichnet er als Adneter Kalk.

Prinzipiell erscheint eine Diskussion der Nomenklatur bei der Faziesheteropie gerade des (Unter-)Jura in Ost- und Südalpin müßig, doch hat die Bezeichnung Adneter Kalk durch den

Autor anläßlich der 73. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung (BLAU 1983 c) zur Diskussion über die Anwendbarkeit dieses Begriffes geführt, da ja die stratigraphische Stellung der Rotkalke in den Lienzer Dolomiten nicht derjenigen an der Typlokalität Adnet entspricht (siehe WENDT 1971).

Die Situation in den Lienzer Dolomiten (Amlacher Wiesen - Mulde) wird noch weiter kompliziert durch die Tatsache, daß im Bereich der Lavanter Schwelle Profile vorliegen, in denen die Bunten Kalke die Lavanter Breccie übergreifen (bzw. nicht brecciiert wurden) und dann eine durchgehende Rotkalk-Sedimentation aus dem Unterlias bis in den Malm vorliegen kann. Dies bringt kartiertechnische Probleme mit sich, da eine auf lithologischer Basis durchzuführende Unterscheidung der unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus angehörenden Schichtglieder im Gelände nicht ohne weiteres möglich ist.

Unabhängig von diesen kartiertechnischen Problemen haben wir uns für die neutrale Bezeichnung »Rotkalk« entschieden, trennen hiervon aber den stratigraphischen Bereich der »Bunten Kalke« ab, da diese (1) an den Übergangsbereich Becken/Schwelle gebunden sind und (2) die Beckenentwicklung eher als die »Normalentwicklung« anzusehen und hier der Rotkalk (s.s.) auch in seiner stratigraphischen Position ± genau fixierbar ist.

Lithologie

Stellenweise (Rötenbach, alter Stbr. am Stadtweg, Aufschlüsse E' des Franz-Lerch-Wegs) setzen die Rotkalke mit einer Breccie ein, die von CORNELIUS-FURLANI (1953: 287) als »*Basalbreccie*« bezeichnet wird. In einem roten Bindemittel finden sich graue Kalkkomponenten mit einem maximalen Durchmesser von etwa 20 cm, einige dieser Komponenten führen Hornstein.

Im Dünnschliff zeigt sich die Matrix als wackelsteine, Komponenten sind vorwiegend Crinoiden-Fragmente, daneben vereinzelt Foraminiferen (*Lageniden, Ammodisciden*). Auffällig ist das Auftreten von detritischem Quarz und Glimmer. Die Quarz- und Glimmerführung der Rotkalke in der Amlacher Wiesen-Mulde wurde bereits von MARIOTTI (1972 b) beschrieben.

Bei den Komponenten der Breccie handelt es

sich karbonatpetrographisch um einen mudstone, im Schliff finden sich vereinzelt Schwammnadeln. Die Komponenten geben sich damit als aufgearbeitete Allgäuschichten zu erkennen. Allerdings ist die Breccie nicht als Basalbreccie im Sinne einer Transgressionsbreccie zu verstehen, sondern es handelt sich um einen *debris flow* bzw. eine *slump*-Breccie.

Mächtigkeit und lithologische Ausbildung der Rotkalke sind von Lokalität zu Lokalität unterschiedlich. In der Regel liegen aber über der Breccie mehr oder weniger harte knollige Kalke. Darüber folgt eine eher mergelige Partie, teils gut geschichtet, teils knollig. Den Abschluß der Rotkalkfazies bilden dann wieder harte knollige Kalke, die mit einer geringmächtigen Übergangszone (Kimmeridge, Obertithon) in den Biancone (Obertithon) überleiten. Im Dünnschliff fällt die Abnahme der detritischen Komponenten (Quarz, Glimmer) vom Liegenden zum Hangenden auf.

Die Abfolge kalkig-mergelig-kalkig der Rotkalke (vgl. Abb. 2 - 5) bewog MARIOTTI (1972 b: 127), von zwei (kalkigen) *ammonitico rosso*-Niveaus zu sprechen, welche durch die rote Mergel-Fazies getrennt sind. Diese charakteristische lithologische Abfolge ist am deutlichsten in den Aufschlüssen E' des Franz-Lerch-Wegs an der Westflanke des Wildbaches von den Amlacher Wiesen ausgebildet. Sie ist allerdings nicht als allgemeingültig zu betrachten, da die mergelige Fazies lateral offensichtlich auch kalkig werden kann. So ist z.B. im alten Steinbruch am Stadtweg die mergelige Fazies durch eine kalkige Partie zweigeteilt. Eine solche kalkige Partie findet sich auch in dem Profil in der Galitzenklamm. Die Mächtigkeit des Rotkalks schwankt von Profil zu Profil, liegt aber im Bereich zwischen ca. 7 - 17 m.

SCHMIDT (1994) gelang der Nachweis von ^{13}C -Anomalien in dem Profil im alten Steinbruch am Stadtweg (Abb. 4). Die hohen Werte unterhalb der Bank mit *Brodieia sp.* ordnet er dem »*Oceanic anoxic event*« des Toarc zu, die Anomalien über der Bank mit *Brodieia* führt er auf Umlagerungsprozesse zurück (vgl. nächsten Abschnitt).

Der Altersumfang der Rotkalke

Die Rotkalke lassen sich anhand von Makrofaunen und Mikrofaunenelementen mit wechselnder Genauigkeit biostratigraphisch gliedern.

Die Basis der Rotkalke lieferte keine stratigraphisch aussagefähigen Mikrofaunen. Seit BENECKE (1868: 103) sind aber aus den Rotkalcken Ammoniten bekannt, wobei Formen des Pliensbach am häufigsten genannt werden (z.B. GEYER 1903: 180, BLAU 1983). Wichtig ist deshalb der Fund von *Androgynoceras capricornus* (Schlotheim) durch GEYER (1903); dieser Ammonit ist Subzonenleitfossil und markiert die mittlere *davoei*-Zone. Der genaue Fundhorizont und -ort von *A. capricornus* ist allerdings nicht bekannt.

BLAU & MEISTER (1991) erarbeiteten eine biostratigraphische Gliederung des Pliensbach in der Amlacher Wiesen - Mulde. Die Ammoniten stammen jeweils aus den basalen Bereichen der Rotkalke, allerdings aus verschiedenen Aufschlüssen. Als besonders höffig haben sich die Profile im Bereich des Himperlacher Baches (SE' Lavant), im alten Steinbruch am Stadtweg sowie die Aufschlüsse an der Westflanke des Baches von den Amlacher Wiesen (E' Franz-Lerch-Weg, zur Lithologie und Lage siehe Abb. 4) erwiesen. In dem letztgenannten Aufschluß konnte ein Horizont aufgefunden werden, der aus einer Ammoniten»seife« besteht; von dort stammen Nautiliden mit einem Durchmesser bis ca. 30 cm. Die Fauna setzt sich hauptsächlich aus Vertretern der Gattungen *Amaltheus*, *Protogrammoceras*, *Arietoceras* und *Fucinoceras* zusammen und belegt damit Pliensbach. Die Cephalopoden sind häufig von »*Eisen-Mangan*« - Krusten überzogen. Die Ammoniten»seife« konnte nur in dem genannten Aufschluß nachgewiesen werden.

MARIOTTI (1972 b: 125) wies in den Aufschlüssen E' des Franz-Lerch-Wegs an der Westflanke des Wildbaches von den Amlacher Wiesen der Nachweis von Toarc nach. Uns gelang im alten Steinbruch am Stadtweg der horizontierte Fund von *Brodieia sp.* (Abb. 5). Der Fund von *Brodieia sp.* ist deshalb wichtig, da zusammen mit diesem Ammoniten die Mikrobiofazies mit *Bositra* einsetzt und der Beginn dieser Fazies damit als Toarc (*erbaense*-Zone) datiert werden kann. Ammoniten jünger als Toarc sind bisher aus den gesamten Lienzer Dolomiten nicht beschrieben worden.

In den Rotkalcken läßt sich eine charakteristische Abfolge von Mikrofaunen-Elementen feststellen, die eine teilweise gute biostratigraphische Einstufung der Schichtglieder erlauben. Die Basis der Rotkalke ist charakterisiert durch das massenhafte Auftreten von Crinoiden-

Fragmenten, denen allerdings kein biostratigraphischer Wert zukommt. Sie eignen sich aber zur lokalen Korrelation. Untergeordnet finden sich sandschalige Foraminiferen (*Glomospira*, *Glomospirella*, *Ammodiscus*) sowie *Lageniden* (*Nodosaria*, *Lenticulina*). *Globochaete alpina* ist selten. Zum Hangenden hin, überleitend in die Mergelfazies, folgt ein mikrofossilarmer Bereich mit seltenen Sandschalern und feinem Crinoiden-Grus. Dieser Bereich lieferte im wesentlichen die oben genannten Ammoniten-Faunen.

Der erste wichtige Leithorizont auf mikropaläontologischer Basis ist das Einsetzen der *Bositra*-Lumachelle, einem im gesamten westlichen Tethysbereich anzutreffenden Biomarker, im Toarc. Die zeitliche Obergrenze der Mikrobiofazies mit *Bositra* reicht nach BORZA (1969: 35) bis ins Tithon, das Maximum der Verbreitung ist aber Oberlias und Dogger (vgl. u.a. LEISCHNER 1959). Eindeutige Hinweise auf Dogger ließen sich allerdings in den untersuchten Profilen nicht finden. Möglicherweise ist die Mikrofazies mit Aptychen in den Dogger zu stellen.

Darüber folgt dann ein an Aptychen reicher Bereich mit ersten Calcisphären (*»Cadosina« carpathica*) sowie etwas weiter im Hangenden ein Horizont mit *»Cadosina« borzai*. Der Horizont mit *»Cadosina« borzai* stellte sich - obwohl sehr geringmächtig - als wichtig heraus, da er allen untersuchten Profilen (soweit nicht der betreffende Abschnitt fehlt, vgl. Abb. 3) nachgewiesen werden konnte. *»Cadosina« borzai* NAGY (1966) belegt nach BORZA (1969: 51) sowie BORZA & MICHALIK (1986) den Zeitabschnitt von mittlerem Kimmeridge bis unterem Tithon, ist nach diesen Autoren aber nur im mittleren Kimmeridge häufig.

Der nächste wichtige Horizont im Hangenden von *»Cadosina« borzai* ist durch das Auftreten von Fragmenten des Schwebcrinoiden *Saccocoma* gekennzeichnet. Auch dieser Biomarker ist aus dem gesamten westlichen Tethysbereich bekannt (vgl. BORZA 1969) und kann in gesteinsbildender Menge auftreten. Die Mikrobiofazies mit *Saccocoma* ist nach BORZA (1969: 36) charakteristisch für Kimmeridge bis Obertithon. *Globochaete alpina* tritt selten mit den zuvor genannten Mikrofaunen-Elementen auf, wird aber im Hangenden der Fazies mit *Saccocoma* häufiger. Dazu kommen erste kalzifizierte Radiolarien sowie weiterhin *Cadosinen* und *Aptychen*.

In den noch rosafarbenen Übergangsschichten zum Biancone setzen dann Calpionellen mit *Tintinnopsella carpathica*, *Crassicollaria intermedia* und *Crassicollaria massutiniana* ein und belegen bereits Obertithon. Die Mikrobiofazies mit Calpionellen, kalzifizierten Radiolarien und Aptychen persistiert dann bis in den Biancone.

Insgesamt muß innerhalb des Rotkalks sicherlich mit Schichtlücken und/oder lokaler Kondensation gerechnet werden. Dies ergibt sich aus den stark wechselnden Mächtigkeiten und der Verbreitung einzelner Mikrofaunenelemente in den Profilen, weiterhin konnte im Profil im alten Steinbruch am Stadtweg ein *»Krypto«*-Aufarbeitungshorizont gefunden werden. Im Dünnschliff zeigt die entsprechende Probe Komponenten von *Bositra*-Kalk, die in einer Matrix aus Kalk mit *Cadosinen* und ohne *Bositra*-Filamente schwimmen (vgl. SCHMIDT 1994: Abb. 2). Der Horizont mit den zahlreichen Aptychen fehlt in diesem Profil.

Zusammenfassend lassen sich die Rotkalke als vom Pliensbach bis in das Kimmeridge oder (je nach Abtrennung) Obertithon reichend einstufen. Jeglicher eindeutige Hinweis auf Dogger fehlt, dieser könnte durch einen Teil der *Bositra*-führenden oder der *Aptychen*-führenden Rotkalke vertreten werden.

3.5 Biancone (Obertithon bis Valangin)

Nomenklatur

Mit unscharfer Grenze gehen die Rotkalke in den Biancone über. Es ist das höchste jurassische Schichtglied und reicht in die Kreide. Die Anwendung des Begriffes Biancone *»für die hellen, dichten, wohlgebankten Kalke, die in den nördlichen Kalkalpen an vielen Stellen zwischen den jurassischen bunten Radiolariten, Kieselkalken, Kalken und Mergeln einerseits und den meist neokomen, grünen Mergelserien andererseits eingeschaltet sind«*, wurde von MILLER (1963: 61) vorgeschlagen. Da, wie MILLER, (l.c.: 61) ausführt, der Begriff *Aptychenschichten* für diese Gesteine nicht ganz eindeutig ist, wird - auch MARIOTTI (1972 b) folgend - hier die Benennung *Biancone* verwendet. Das in der Amlacher Wiesen - Mulde am besten aufgeschlossene und bis in die Kreidefleckenmergel durchgehende Profil findet sich im Bereich des Stadtwegs (alter Stbr.) und

soll hier exemplarisch beschrieben werden.

Gesteinsbeschreibung

An der Basis ist der Biancone noch rötlich, dann creme-farben und wird zum Hangenden hin weiß. Die untere Abschnitt der lithographisch splittrig-harten, mikritischen Kalke zeigt keine deutliche Bankung, häufig sind dunkle Drucksuturen. Im Gelände macht sich diese Sequenz oft als Steilstufe bemerkbar; je nach den Lagerungsverhältnissen kann sie aber auch als 10er m hohe Wand herauswittern, so z. B. in der Galitzenklamm. Dieser mehr oder minder »kompakte« Bereich geht ohne scharfe Grenze in deutlich gebankte, dünnplattige (Bankmächtigkeiten zwischen 5 und 10 cm) Kalke über, denen aber hin und wieder dickere Bänke zwischengeschaltet sein können. Die Lithologie bleibt unverändert. Die gegenüber der Basis eher dünnschichtigen Partien zeigen bereits erste Flecken (Lebensspuren) und deuten damit die Entwicklung der überlagernden Kreidefleckenmergel an.

Die Mächtigkeit der Basisserie des Biancone liegt zwischen ca. 1,2 und 7 m, die der dünner gebankten Hangendserie bei max. 10 m. In dem Stadtwegprofil ergibt sich eine Gesamtmächtigkeit von ca. 15 m. Die Differenz zu den Angaben bei MARIOTTI (1972 b) beruht auf der vorbeschriebenen unterschiedlichen Trennung von Biancone und Kreidefleckenmergeln. Das Stadtweg - Profil ist das einzige in der Amlacher Wiesen - Mulde, in dem sich die Gesamtmächtigkeit des Biancone feststellen läßt. Dies liegt zum einen an ungenügenden Aufschlußverhältnissen, zum anderen an Schichtlücken im Bereich der Lavanter Schwelle, wo Profile vorliegen, in denen unmittelbar auf dem Biancone die Amlacher Wiesen Schichten ruhen.

Die Mikrofauna des Biancone setzt sich vorwiegend aus Calpionellen, Calcisphären und Aptychen zusammen. Vereinzelt treten auch Schalenbruchstücke mit einer typischen Palisadenstruktur auf, die vermutlich auf Bivalven zurückzuführen sind. Eine bedeutende Rolle als Karbonatlieferant spielt sicher auch das kalkige Nannoplankton, wie REM-Aufnahmen von mit Titriplex angeätzten Proben zeigen. Die Coccolithen sind allerdings diagenetisch so stark verändert, daß sie sich nicht mehr bestimmen lassen. Im Hangenden treten erste Nannoconi auf.

Der Altersumfang des Biancone

Calpionellen sind die stratigraphisch aussagekräftigen Mikrofaunen des Biancone. Die Calpionellenzonen des Rom-Standard (ALLEMANN, CATALANO, FARES & REMANE 1971) sowie die Zonierung nach REMANE (1985) sind mehr oder weniger gut nachzuvollziehen (vgl. Abb. 2, 4, 5). Die Schwierigkeiten liegen für das Material aus den Lienzer Dolomiten darin, daß die Calpionellen oftmals schlecht erhalten sind und sich entweder nur wenige bestimmbare Exemplare pro Schliiff fanden oder aber in z. T. extremer Kondensation. Eine statistische Auswertung, wie dies REMANE (1964) vorschlägt, war deshalb nicht möglich. Es konnten die Calpionellenzonen A bis D3 nachgewiesen werden. Die Calpionellen zeigen damit einen Altersumfang von sicher Obertithon bis (einschließlich) Berrias/Untervalangin umfassend an. In dem Profil im alten Steinbruch finden sich die letzten Calpionellen in den dünnschichtigen Partien. In diesen stratigraphischen Bereich fällt ein Umschwung in der (mikroskopisch feststellbaren) Zusammensetzung der Mikrofaunen.

Die Calpionellen werden immer seltener und zunehmend durch (kalzifizierte) Radiolarien ersetzt. Hierin könnte auch ein Grund für das Fehlen von Calpionellen der Zone E zu finden sein, denn die Beobachtungen von KREISEL (1972: 157) in der Unterkreide Kubas zeigen, »daß die Tintinniden und Radiolarien einander ausschließen, und zwar ohne ersichtlichen Fazieswechsel in den Sedimenten«. Auch für die Profile in den Lienzer Dolomiten kann festgestellt werden, daß Kalke mit vielen Radiolarien wenige oder keine Calpionellen enthalten, und umgekehrt. Durchgehende Profile vorausgesetzt, lassen sich keine Hinweise auf einen möglichen Hiatus feststellen. Zusätzlich zu dem gehäuferten Auftreten von Radiolarien sind erstmals Nannoconi zu finden. Diese sollten aufgrund ihrer stratigraphischen Reichweite (vgl. DERES & ACHERITEGUY 1980) bereits seit dem Obertithon auftreten, ließen sich aber in den entsprechenden Schliiffen nicht nachweisen. Möglicherweise spielen diagenetische Effekte eine Rolle. Wir konnten *Nannoconus globulus* und *Nannoconus bermudezi* bestimmen, welche Valangin/Barreme-Alter anzeigen. Der Gesamtumfang des Biancone ist damit Obertithon bis Valangin/Barreme. MARIOTTI (1972 b: 126) hat die über der massigen Basis folgenden dünnschichtigen Biancone-Kalke im

Stadtwegprofil mit den diese überlagernden Kreidefleckenmergeln zu den »*Calcaires a Radiolaries et a Nannoconus*« zusammengefaßt, was, auf den Fauneninhalt bezogen, sicher berechtigt ist, beim Kartieren aber Probleme aufwirft, da beispielsweise der Biancone im Süden der Lienzer Dolomiten eher dünn-schichtig ist und lithologisch der Hangendserie des Biancone in der Amlacher Wiesen - Mulde entspricht.

3.6 Kreidefleckenmergel (Valangin, Hauterive-Apt)

Der Biancone wird im Bereich der »*Normalabfolge*« von den Kreidefleckenmergeln überlagert. Im Stadtwegprofil erfolgt der Übergang von Biancone in Kreidefleckenmergel ziemlich abrupt, indem auf die cremefarbenen Kalke des Biancone eine Wechselfolge dunkelgrauer bis grüner mergeliger Kalke mit Bankmächtigkeiten zwischen 10 und 30 cm folgt. Sie enthalten charakteristische Wühlspuren, die sich oftmals als mehr oder weniger schichtparallelen »*Streifen*« zeigen. Die Kreidefleckenmergel können damit den liassischen Fleckenmergeln sehr ähnlich werden, lassen sich aber durch die eher grünlichen Farben von diesen unterscheiden.

Im Dünnschliff sind in den Kalken detriger Quarz und Glimmer zu finden, sie unterscheiden sich hierin von der Hangendserie des Biancone. Zum Hangenden hin schalten sich dunkelgraue, tonige Mergelbänder ein, bei denen es sich um distale Anteile von Turbiditen handelt und die bereits die Basis der Amlacher Wiesen-Schichten markieren (FAUPL 1977). Die Mächtigkeit der Kreidefleckenmergel beträgt im Bereich des Stadtwegs ca. 7 m.

Der Altersumfang der Kreidefleckenmergel

MARIOTTI (1972 b: 126) weist in den Kreidefleckenmergeln *Nannoconus*, Radiolarien und kleine Globigerinen nach und stellt diese Mikrofaunen-Vergesellschaftung in den Zeitabschnitt Neokom bis Apt. Die Basis der überlagernden Amlacher Wiesen Schichten datiert MARIOTTI (1972 b) als ältestens Unteralb.

Neben kalzifizierten Radiolarien konnten wir in den Kreidefleckenmergeln *Nannoconus bermudezi*, *Nannoconus colomi* und *Nannoconus sp.* nachweisen. Diese allerdings schlecht erhaltenen Formen belegen den Bereich Valangin bis Bar-

reme. Die Kreidefleckenmergel würden damit einen stratigraphischen Bereich von ?Valangin, Hauterive, Barreme und ? (Unter-)Apt umfassen. Unterapt ist eher unwahrscheinlich und wird hier mit Fragezeichen versehen, da es aufgrund der Aufschlußverhältnisse durchaus zur Abtrennung von Kreidefleckenmergeln und Amlacher Wiesen Schichten in je nach Autor unterschiedlichem lithostratigraphischen Niveau kommen kann. Aufgrund mangelnder Mikrofaunenelemente läßt sich keine sichere zeitliche Grenze zwischen der dünnbankigen Biancone-Fazies und den Kreidefleckenmergeln ziehen. Ein deutlicher Umschwung in der Mikrofaunenvergesellschaftung tritt erst im Hangenden der Kreidefleckenmergel, in der Schlammturbiditserie der Amlacher Wiesen Schichten auf.

3.7 Amlacher Wiesen Schichten (Apt/Alb)

Historisches, Nomenklatur

»... graue, dünnplattige, glimmereiche Sandkalke«, u.a. von der Wallfahrtskirche bei Lavant, stellte GEYER (1903: 177) noch zu den Kösener Schichten. CORNELIUS & FURLANI-CORNELIUS (1943: 5) sind die ersten, die den flyschartigen Charakter dieser Serie betonen und sie ins Hangende des Aptychenkalkes, d.h. in die Unterkreide stellen. CORNELIUS-FURLANI (1953: 288) betont abermals den »ausgesprochen flyschartigen Charakter« der das Gelände der Amlacher und Mitterwiesen bildenden Gesteine und stellt sie ins Neokom. SCHLAGER (1963: 71) benannte die Schichtenfolge als »*Serie der Amlacher Wiesen*«. VAN BEMMELN & MEULENKAMP (1965: 232) beschreiben erstmals sedimentologische Phänomene wie Geopetalschichtung, Kreuzschichtung, Schrägschichtung, Erosionsflächen und Loadcasts und erwähnen das Auftreten von Pflanzenhäcksel auf Schichtflächen. Sie benennen die Serie als »*Amlacher Wiese Folge*«. MARIOTTI (1972 b: 32) stellt wiederum den Flyschcharakter der Serie fest und benennt sie als »*flysch de Lavant*« mit der Begründung, daß dieser Name präziser als »*Amlacher Wiese Folge*« sei. Der Begriff Lavanter Flysch wurde dann in der Folge von FAUPL (1977), TOLLMANN (1977: 623) sowie POBER & FAUPL (1988) übernommen. Trotzdem hat die Bezeichnung »*Serie der Amlacher Wiesen*« Priorität und wird in dieser Arbeit als »*Amlacher*

Wiesen Schichten« benutzt. FAUPL (1977) gliedert die Amlacher Wiesen Schichten am Lavanter Kreuzweg in eine ca. 20 m mächtige Basisfolge, die er genetisch als Schlammturbidite interpretiert, und eine hangende, ca. 350 m mächtige siliziklastische Turbiditserie.

Lithologie

Die Grenze zu den unterlagernden Kreidefleckenmergeln wird mit dem Auftreten der ersten Turbidite in Form schwarzer tonig-siltiger Mergellagen gezogen. Die Schlammturbidit-Serie zeigt an der Basis noch häufig Lagen des pelagischen Hintergrundes, die in ihrer Lithofazies den unterlagernden Kreidefleckenmergeln entsprechen. Bemerkenswert ist ein in diesem Niveau auftretender, maximal 2 m mächtiger roter Mergelhorizont, der in der Amlacher Wiesen-Mulde in der zweiten Kehre des Lavanter Kreuzweges und beim Schotterwerk Dietrich (SE' Anger-Leiten) aufgeschlossen ist. In gleicher lithostratigraphischer Position ist in auch der S' Schuppenzone der Lienzer Dolomiten ein tiefroter Kalkmergel-Horizont, der von grünen Flecken durchzogen wird, zu finden (GRÜN 1990, BLAU et al. 1991). Schließlich dominiert die allochthone Sedimentation in Form dickbankiger grauer, pelitischer Kalke, die braun anwittern und stark geschiefert sind. Am Stadtweg sind diese ca. 13 m mächtig.

Die hangende siliziklastische Einheit zeigt die bereits von van BEMMELEN & MEULENKAMP (1965: 232) beschriebenen Sedimentstrukturen. Anhand von Fließmarken ermittelte FAUPL (1977) eine Schüttungsrichtung von E nach W (284°).

Es handelt sich um eine charakteristische Flysch - Abfolge mit einer alternierenden Folge stark karbonatischer siliziklastischer »Sandkalkbänke« und dunkler tonig-siltiger Mergel. FAUPL (1977) fand im Schwermineralspektrum Chromspinell, Zirkon, Granat und Hornblenden. Nach den geochemischen Untersuchungen von POBER & FAUPL (1988: 662) können die Chromspinelle der Amlacher Wiesen Schichten aus einer Lherzolite-Subprovinz der »Zentral-Dinarischen Ultramafischen Zone«, die Teil der Vardar-Zone ist, stammen.

MARIOTTI (1972: 126) interpretiert den oben beschriebenen roten Kalkmergel-Horizont in Verkennung der Lagerungsverhältnisse als über der siliziklastischen Sequenz lagernd und

dementsprechend jünger. Die Aufschlüsse am Lavanter Kreuzweg zeigen aber, wie das auch FAUPL (1977) beobachtet, deutlich die sedimentäre Entwicklung der Serie aus den unterlagernden Kreidefleckenmergeln.

Der Altersumfang der Amlacher Wiesen Schichten

Die genaue stratigraphische Einstufung der Amlacher Wiesen Schichten bereitete lange Zeit Schwierigkeiten. Am Stadtweg findet als erster OBERHAUSER (1960: A120) eine kleine Mikrofauna mit *Ticinella cf. roberti* und *Globigerina sp.*, womit »höheres Albien ... als Alter wahrscheinlich gemacht werden« kann. MARIOTTI (1972 a) weist in Dünnschliffen vom Stadtweg *Hedbergella planispira*, *Hedbergella sp. aff. infracretacea*, *Hedbergella almadensis*, *Hedbergella delrioensis*, *Ticinella roberti*, *Ticinella praeticinensis*, *Rotalipora ticinensis*, *Globigerinelloides caseyi* und *Dorothyia oxycona* nach und belegt damit (l.c.: 126) Alb. Am Lavanter Kreuzweg datiert er (l.c.: 126) die Schlammturbiditserie mit *Dorothyia sp.* und *Hedbergella infracretacea* als Apt bis Unter/Mittelalb.

Der pelagische Hintergrund der Schlammturbidite am Stadtweg lieferte uns zwei *Nannoconus*-Vergesellschaftungen mit (1) *Nannoconus bermudezi* und *Nannoconus boneti* und (2) *Nannoconus cf. carniolensis*, *Nannoconus cf. truitti* und *Nannoconus cf. boletus* (vgl. Abb. 5). Die erste Assoziation belegt Valangin bis Barreme, während die zweite Assoziation Oberapt anzeigt (Reichweiten nach DERES & ACHERITTEGUY 1980).

Aus dem roten Kalkmergelhorizont des Lavanter Kreuzweges stammt eine unbestimmbare Calpionelle. Diese ist als umgelagert anzusehen. BLAU und GRÜN (1992) wiesen im Süden der Lienzer Dolomiten aus diesem stratigraphischen Niveau eine reiche umgelagerte Calpionellenfauna nach. Assoziiert ist die Calpionellenfauna mit den planktonischen Foraminiferen *Hedbergella gorbachikae*, *Ticinella bejaouaensis* und den Benthosformen *Tritaxia sp.* und *Verneullina sp.* (GRÜN 1990). *Hedbergella gorbachikae* und *Ticinella bejaouaensis* treten nach der von SLITER (1989) vorgelegten Zonierung im Oberapt/Unteralb gemeinsam auf und datieren damit diesen Zeitabschnitt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Die

Schlammurbiditserie reicht vom Barreme bis in das Oberapt/Unteralb, eine exakte zeitliche Trennung von den Kreidefleckenmergeln ist derzeit nicht durchzuführen. Die siliziklastische Serie ist in das Alb einzustufen.

3.8 Die Schwellenentwicklung (Lias-prä-Flysch)

Die zuvor dargestellte Schichtenfolge von Rotkalk (Pliensbach) bis zu den Kreidefleckenmergeln tritt in dieser Form nur im Beckenbereich auf und stellt damit die »Normal«abfolge dar. Die Schwellenregion (Lavanter Schwelle) macht sich bis in die Unterkreide hinein bemerkbar. Insgesamt gesehen weist nahezu jedes Profil im Schwellenbereich Besonderheiten auf, auf die hier näher eingegangen werden soll.

Hartgründe

An einigen Lokalitäten im Schwellenbereich finden sich mehr oder weniger deutlich ausgebildet Hartgründe. Sie werden nachstehend vorgestellt. Problematisch in diesem Zusammenhang ist, ob es sich bei der Hartgrund»bildung« um ein Ereignis, also einen korrelierbaren Hartgrund, der durch z.B. Erosion auf unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus liegt, oder ob es sich um verschiedene Hartgrund-»ereignisse« handelt, die nicht miteinander korreliert werden können.

Ostflanke des Auerlingbaches (S' Lavant)

Das Dach der zum Komplex der Lavanter Breccie gehörenden Rot- und Buntkalke bildet hier ein ausgeprägter Hartgrund (vgl. Exkursion A., Exkursionspunkt "Ostflanke des Auerlingbaches südlich Lavant"). Das Basement des Hartgrundes zeigt sich im Aufschluß als eine morphologische Rinne, die im Gelände ca. 15 m weit zu verfolgen ist. Auf der Oberfläche der Rinne finden sich graugrüne Knollen von bis zu 10 cm im Durchmesser. Das Sediment ist im Bereich um die Knollen tiefdunkelrot bis schwarz verfärbt, so als seien die Knollen »ausgeblutet«. Daneben finden sich auch knollige bis unregelmäßig geformte Komponenten von hellen bis roten Kalken mit maximalen Durchmessern bis zu 10 cm. Knollen und Komponenten liegen in einer dunkelroten, mergeligen Matrix.

Die graugrünen Knollen geben sich bei der Untersuchung im Dünnschliff als »Mikroriffe« zu erkennen. Sie bestehen nahezu vollständig aus im Querschnitt unregelmäßig runden bis kreisförmigen, im Längsschnitt als Röhren kenntlichen Organismenresten. Die Durchmesser der Röhren liegen bei ca. 300 bis 500 Mikron, die Wände sind aus Quarzkörnern agglutiniert. Neben Röhren mit einschichtigen Wänden finden sich auch zweischichtig aufgebaute, wobei beide Schichten agglutiniert sind. Bei den einschichtigen Formen handelt es sich vermutlich um Foraminiferen. Diese Organismen sind von im Durchlicht grün erscheinenden kolloidalen Strukturen überzogen bzw. alternieren mit solchen Strukturen; dies deutet auf gleichzeitige Entstehung hin. Diese Schlußfolgerung wird durch sehr kleine, den Ammodisciden zuzurechnende Foraminiferen gestützt, die den kolloidalen Strukturen aufwachsen und in großer Individuendichte auftreten. Sie sind mit den von WENDT (1969: Taf. 25; 1974: Fig. 2 - 5) oder JANIN (1987: Taf. 15, Fig. 4) abgebildeten zu vergleichen.

Die Kalkkomponenten führen reichlich Bositra-Filamente, auch in einigen nicht sehr tiefreichenden Spalten des Basements konnten solche gefunden werden. Neben den Kalkkomponenten finden sich in der Matrix des Hartgrundes häufig Lenticulinen, Crinoidenfragmente und vereinzelte Belemnitenrostren. Sowohl die Kalkkomponenten als auch die Biogene sind randlich stark zerbohrt. Lagenweise tritt detritiger Quarz auf. Solche Lagen finden sich auch in den Mikroriffen, sie kennzeichnen vermutlich Wachstumsstillstände. Der Hartgrund wird von sehr dünnplattigen, roten bis rotvioletten Mergelkalken, die lateral auch grau werden können, überdeckt. Darüber folgen harte, splittrige, graugrüne Fleckenkalke. Dieses Paket gleicht das Relief aus und schwankt deshalb in der Mächtigkeit zwischen ca. 20 und 50 cm. Es wird von dem siliziklastischen Abschnitt der Amlacher Wiesen - Schichten überdeckt.

Der Altersumfang des Hartgrundes läßt sich nicht exakt angeben. Da die Kalke des Basements noch keine Bositra - Filamente enthalten, ist er sicher älter als Toarc. Die Kalkkomponenten mit Bositra innerhalb des Hartgrundes lassen auf Toarc- bis Dogger-Alter schließen, wobei Dogger allerdings fraglich ist. Auch ist die Herkunft dieser Komponenten nicht klar. Für ihre Entstehung bieten sich mehrere Deutungsmöglichkeiten an:

- (1) Es handelt sich um Aufarbeitungsprodukte eines vor dem Hartgrund bereits lithifizierten Untergrundes.
- (2) Die Kalke mit *Bositra* wurden während der Hartgrund-Zeit abgelagert, lithifiziert und wieder erodiert. Für diesen Punkt könnten, allerdings fragliche, Bohrgänge sprechen, die mit *Bositra*-Filamenten verfüllt sind.
- (3) Es handelt sich um umgelagerte Fremdkomponenten. Gegen zumindest einen Transport durch Strömung spricht allerdings die Größe der Komponenten.
- (4) Kombinationen der Punkte eins bis drei.

Wir möchten uns nicht auf eine der Möglichkeiten festlegen, halten aber in Kenntnis des Hartgrundes von Tata (Transdanubisches Gebirge, Ungarn) die Deutung eins für am wahrscheinlichsten. Der Hartgrund von Tata (vgl. FÜLÖP 1976) liegt ebenfalls auf einem sehr ausgeprägten Relief. Die den Hartgrund überlagernden rotvioletten und grauen Mergelkalke lieferten keinerlei stratigraphisch verwertbare Faunen. Sie könnten einerseits bereits die Basis der Amlacher Wiesen - Schichten bilden, andererseits aber auch noch in den Lias gehören. Für letztere Annahme spricht der geringe Ge-

halt an detritischem Quarz. Sicher kretazisch ist der Flysch der Amlacher Wiesen - Schichten, der die Schichtenfolge abschließt.

Forstweg von der Straße Kreithof/Dolomitenhütte in Richtung Lavanter Altalpl (S' Kreithof):
 <Ein Profil (Abb. 7, Pkt. 9) dieses Hartgrundes und seine Beschreibung im Exkursionsteil, Exkursion A,>

? Hartgründe am Top des Biancone

Den Rotkalk überlagernd findet sich an der Westflanke des Himperlacher Baches das im Kapitel Biancone beschriebene kondensierte Profil (Abb. 2). Ein weiteres Profil mit normaler Entwicklung, allerdings ohne Ausbildung der Kreidefleckenmergel, findet sich in der Galitzenklamm, dort wo die Arlingriese in den Galitzenbach einmündet. Beiden Profilen gemeinsam ist, daß das Dach der obersten Biancone-Bank verkieselt ist und Strukturen aufweist, die möglicherweise als Bohrungen zu interpretieren sind. Auch hier läge dann ein Hartgrund vor. Gestützt wird diese Annahme durch das Fehlen der Kreidefleckenmergel in beiden Profilen.

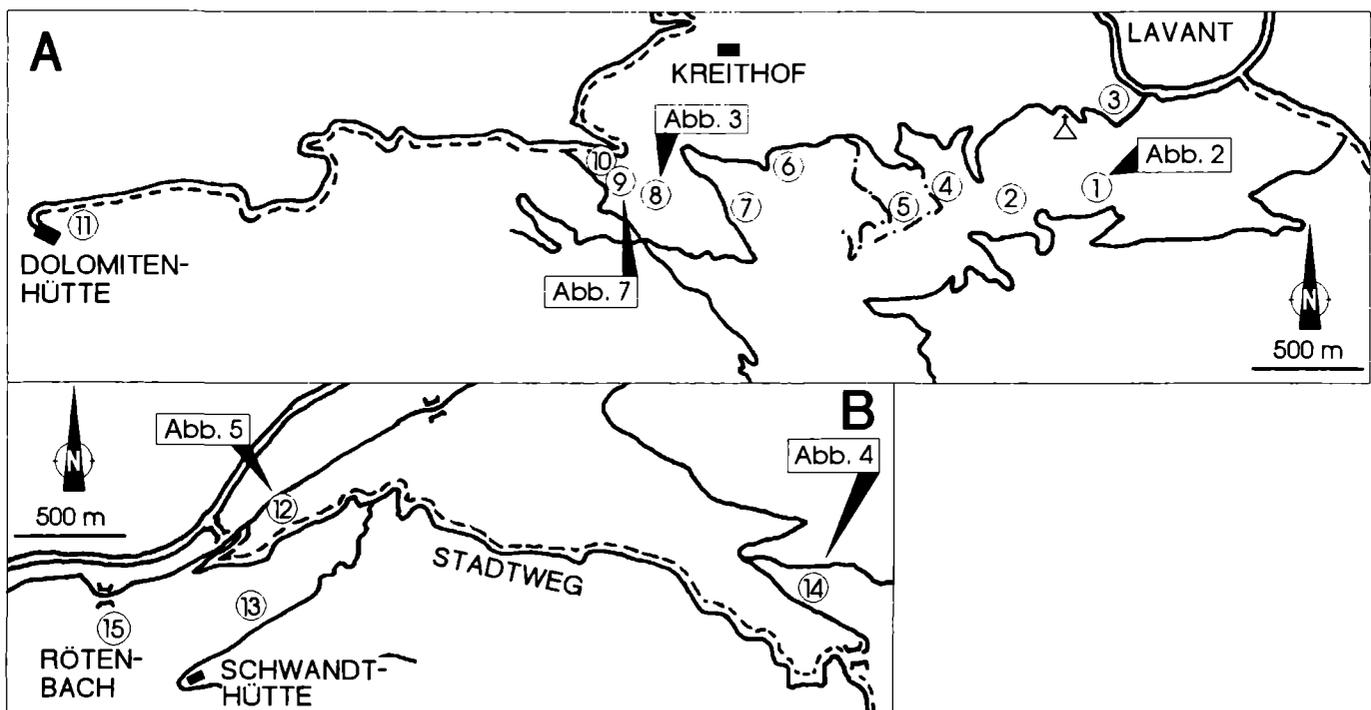


Abb. 6: Exkursionsrouten in der Amlacher Wiesen-Mulde

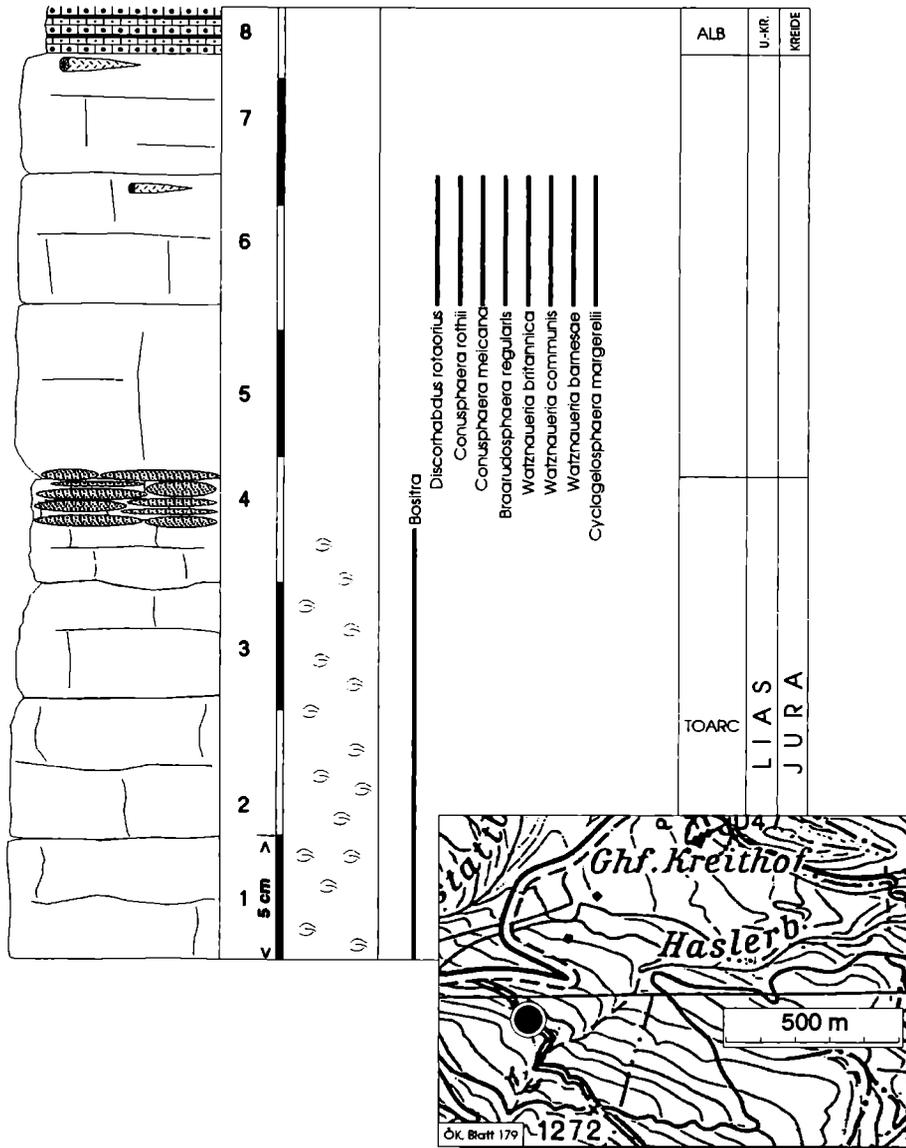


Abb. 7: Lithologisches Säulenprofil des Kontaktes Rotkalk/Amlacher Wiesen Schichten bei Exkursionshalt 9.

Omission/Kondensation

In einigen Profilen findet sich, die Rotkalke überlagernd, noch geringmächtig entwickelter Biancone. Eines dieser Profile wurde bereits vorgestellt, ein weiteres findet sich zwischen Auerlingbach (Dorfbach) und dem Forstweg vom Lavanter Kirchbichl zum Lavanter Altalpl. In einer (tektonischen) Mulde lagern hier auf Lavanter Breccie ca. 5 - 6 m rote und weiße bis cremefarbene geflammte Kalke mit Bankmächtigkeiten bis zu 50 cm. Sie werden von ca. 1 m creme- ockerfarbenem Biancone überlagert. Der lithologische Unterschied zwischen Bunten Kalken und Biancone ist nicht sehr ausgeprägt, die Biancone-Kalke sind allerdings feinkritischer und lassen sich dadurch von den Bunten Kalken abtrennen. Sie enthalten im Top eine Calpionellenfauna mit *Calpionellopsis simplex* und *Calpionellopsis oblonga* und sind damit in die Calpionellenzone D (Berrias/ Valangin) einzustufen. Das Profil endet in diesem Niveau.

Ca. 100 m N' dieses Profils - in Luftlinie gemessen - ist an einer Kehre des genannten Forstweges Oberrhätalk aufgeschlossen (vgl. Abb. 6, Pkt. 6 und Exkursion A). Dieser wird von wenigen Metern gut gebankter grauer Kalke überlagert, der Kontakt ist allerdings nicht aufgeschlossen. Diese grauen Kalke gleichen lithologisch bestimmten Partien der Liasfleckenmergel und müssen als solche angesprochen werden. Sie werden sedimentär von einigen m Rotkalk mit Ammoniten des Pliensbach (*Fucinieras sp.*) überlagert, die Mikrobiofazies mit *Bositra* fehlt. Der Top des Rotkalks ist gelbgrau. Darauf folgen die Amlacher Wiesen-Schichten. Es fehlen Lavanter Breccie, Bunte Kalke, der post-Pliensbach-Anteil des Rotkalks, der Biancone und die Kreidefleckenmergel. Hinweise auf einen Hartgrund finden sich nicht.

Als letztes soll das Profil ca. 300 m N' des Punktes 1350 (NE' Roßboden) vorgestellt werden (Abb. 3). Profilbasis bilden Kössener Schichten. Sie werden von 3 m Lavanter Breccie mit *Turrspirillina sp.* und *Trocholina piriniae* überlagert. Es folgen ca. 1,5 m graue bis grau-violette und rötliche, knollig verwitternde Kalke mit *Trocholina umbo*, *Involutina gr. liassica* und *Lagena sp.1.*, eine Foraminiferenvergesellschaftung, die charakteristisch für die Bunten Kalke ist. Darüber lagern ca. 9 - 10 m Rotkalk, der an der Basis rote Hornsteinknollen und -lagen führt. Nach etwa 6 Profilmeter im Rotkalk fanden wir *Protogrammoceras sp.* (Pliensbach). In der obersten Bank des Rotkalks, die an der

Grenze zu den Amlacher Wiesen - Schichten gelblich bis grau wird, tritt *Bositra* auf; sie ist also bereits in das Toarc zu stellen. Es fehlen in diesem Profil Oberrhätalk, Biancone und Kreidefleckenmergel. Der Farbwechsel von rot nach gelblich grau findet sich auch in anderen Profilen, in denen der Rotkalk von den Amlacher Wiesen - Schichten überlagert wird. Wahrscheinlich handelt es sich hier um sekundäre Entfärbung.

Literatur

- ALLEMANN, F., CATALANO, R., FARES, F. & REMANE, J.: Standard calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean Province.-Proc. II Plankt. Conf., Roma 1970, 1337-1340, Rom 1971.
- BEMMELEN, R.W. van & MEULENKAMP, J.E.: Beiträge zur Geologie des Drauzugs (Kärnten, Österreich). (Dritter und letzter Teil). Die Lienzer Dolomiten und ihre geodynamische Bedeutung für die Ostalpen.- Jb. Geol. B.-A., **108**, 213-268, Wien 1965.
- BENECKE, E.W.: Ueber Trias und Jura in den Südalpen.- Geogn. paläont. Beitr., **1** (1866), 1-204, München 1868.
- BERNOULLI, D.: Zur Kenntnis der Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Ein Beitrag zur Kenntnis der südalpiner Sedimente - Beitr. Geol. Kt. Schweiz, N.F. **118**, 134 S., Bern 1964.
- BINGEL, P. & BOCKEL, K.: Geologische Kartierung des Eggenkofel-Gamsbach-Gebietes in den westlichen Lienzer Dolomiten.- Dipl.-Kart., 83 S., Gießen 1990.
- BLAU, J.: Stratigraphische Untersuchungen im Lias der nordwestlichen Lienzer Dolomiten (Osttirol/ Österreich) unter besonderer Berücksichtigung von zwei neu gefundenen Ammonitenfaunen.- Dipl.- Arb., 1-135, Gießen 1983.
- BLAU, J.: Geologische Kartierung in den Lienzer Dolomiten (Osttirol/Österreich) - Die Amlacher Wiesen Mulde zwischen Röttenbach und Franz-Lerch-Weg.- Dipl.-Kart., 87 S., Gießen 1983.
- BLAU, J.: Stratigraphische Untersuchungen in den nordwestlichen Lienzer Dolomiten.- 73. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung in Berchtesgaden, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, 1 S., Berchtesgaden 1983.
- BLAU, J.: Eine autochthone Foraminiferenvergesellschaftung liassischer Kleinhöhlen aus den Lienzer Dolomiten.- Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **16**, 138-140, Innsbruck 1989.
- BLAU, J.: Stratigraphie und Paläontologie der Trias-, Jura- und Kreide-Schichten in den nördlichen Lienzer Dolomiten (Österreich).- Diss. Univ. Gießen, 138 S. + Anhang, Gießen 1990.

- BLAU, J. & GRÜN, B.: Calpionellen der tiefen Unterkreide im Apt/Alb der Lienzer Dolomiten: Ein Beispiel für umgelagerte Faunen. Revision einiger Calpionella-Arten.- Giessener Geol. Schr., **48** (Festschrift STIBANE), 9-28, Gießen 1992.
- BLAU, J. & HAAS, J.: Lower Liassic Involutinids (Foraminifera) from the Transdanubian Central Range (Hungary).- Paläont. Z., **65/1-2**, 7-23, Stuttgart 1991.
- BLAU, J. & MEISTER, C.: Liassic (Pliensbachian) Ammonites from the Lienz Dolomites (Eastern Tyrol, Austria).- Jb. Geol. B.-A., **134/2**, 171-204, Wien 1991.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: The Lower Liassic of the Lienzer Dolomiten: sedimentological response to tectonic activity.- (In: Evolution of sedimentary basins, 78th Annual meeting of the Geological Society 24-26 February 1988).- Terra Cognita, **8/1**, 28, Jülich 1988.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: Tektonisch kontrollierte Sedimentation im Unterlias der Lienzer Dolomiten (Österreich, Osttirol, Kärnten).- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **34/35**, 185-207, Wien 1988.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: Weitere Beobachtungen in den Liasfleckenmergeln der Stadelwiese (östliche Lienzer Dolomiten, Kärnten) - Eine Erwiderung auf den »Bericht 1988 über geologische Aufnahmen auf den Blättern 179 Lienz, 180 Winklern und 196 Obertilliach« von A. WARCH.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **36**, 169-177, Wien 1990.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: Zur Stratigraphie des oberen Hauptdolomits (Nor) der Lienzer Dolomiten (Osttirol, Österreich).- Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **17**, 1-23, Innsbruck 1990.
- BLAU, J., BLIND, W., GRÜN, B., SCHMIDT, T. & SENFF, M.: Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf Blatt Hopfgarten.- Jb. Geol. B.-A., **134/3**, 527-530, Wien 1991.
- BORZA, K.: Die Mikrofazies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten, 1-301, Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.) 1969.
- BUCH, L. v.: Über die Karnischen Alpen.- V. Leonhards min. Taschenbuch, 396-437, Frankfurt (Main) 1824.
- CORNELIUS, H.P. & FURLANI-CORNELIUS: Zur Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten.- Ber. Reichsamt Bodenf., **1943**, 1-6, Wien 1943.
- CORNELIUS-FURLANI, M.: Beiträge zur Kenntnis der Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten I.- Österr. Akad. Wiss., Sitzber. math.-natw. Kl., Abt. 1, **162**, 279-294, Wien 1953.
- CORNELIUS-FURLANI, M.: Beiträge zur Kenntnis der Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten. II.- Österr. Akad. Wiss., Sitzber. math.-natw. Kl., Abt. 1, **164**, 279-294, Wien 1955.
- CORNELIUS-FURLANI, M.: Gedanken zur tektonischen Stellung der Lienzer Dolomiten in Osttirol (Österreich).- Abh. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Berbau etc., (Kraus Festschrift), **1969/1**, 36-39, Berlin 1960.
- DERES, F. & ACHERITEGUY, J.: Biostratigraphie des Nannoconides.- Bull. Centre Rech. Explor.- Prod. Elf-Aquitaine, **4/1**, 1-53, Pau 1980.
- DEUTSCH, A.: Young alpine dykes south of the Tauern Window (Austria): A K-Ar and Sr isotope study.- Contr. Mineral. Petrol., **85/1**, 45-57, 1984.
- EBERLI, G.P.: Die jurassischen Sedimente in den ostalpinen Decken Graubündens. Relikte eines passiven Kontinentalrandes.- Diss. ETH und Univ. Zürich, Zürich 1986.
- EMMRICH, H.: Notiz ueber den Alpenkalk der Lienzer Dolomiten.- Jb. Geol. R.-A., **6**, 444-450, Wien 1855.
- EXNER, C.: Die geologische Position der Magmatite des periadratischen Lineamentes.- Verh. Geol. B.-A., **1976/2**, 3-64, Wien 1976.
- FAUPL, P.: Sedimentologische Studien im Kreideflysch der Lienzer Dolomiten.- Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Anz., **113/1976**, Wien 1977.
- FÜLÖP, D.: The Mesozoic basement horst blocks of Tatra.- Geol. Hungarica, **16**, 1-279, Budapest 1976.
- FURLANI, M.: Der Drauzug im Hochpustertal.- Mitt. Geol. Ges. Wien, **5**, 252-271, Wien 1912.
- GEYER, G.: Zur Stratigraphie der Gailtaler Alpen in Kärnten.- Verh. Geol. R.-A., **1897**, 114-127, Wien 1897.
- GEYER, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:75000, Oberdrauburg/Mauthen, Wien 1901.
- GEYER, G.: Zur Geologie der Lienzer Dolomiten.- Verh. Geol. R.-A., **1903**, 165-196, Wien 1903.
- GRÜN, B.: Stratigraphie und Mikropaläontologie der Jura- und Kreide-Sedimente in den SW' Lienzer Dolomiten.- Dipl.-Arb., 1-70, Gießen 1990.
- GRÜN, B. & SENFF, M.: Geologische Kartierung des Oberalpi-Tuffbach-Gebietes in den Lienzer Dolomiten (Kärnten, Österreich).- Dipl.-Kart., 86 S., Gießen 1989.
- HAQUET, B.: Mineralogisch - botanische Lustreise von dem Berg Terglou in Krain zu dem Berg Glokner in Tyrol, im Jahr 1779 und 81; 2. Aufl., 1-149, Wien (J.P. Kraus) 1784.
- HAUER, F. v.: Über die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen.- Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Cl., **11**, 1-86, Wien 1856.
- KLEBELSBERG, R.v.: Die Lienzer Dolomiten in Bau und Bild.- Schlern Schriften (Lienzer Buch), **98**, 273-285, Innsbruck 1952.
- KREISEL, K.: Die fossilen Tintinniden Kubas und ihre Vergesellschaftungen.- Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt-Universität (Greifswald), Math.-Naturw. Reihe, **21/2**, 153-158, Greifswald 1972.
- LEISCHNER, W.: Zur Mikrofazies kalkalpiner Gesteine.- Österr. Akad. Wiss., Sitzber. math.-natw. Kl., Abt. 1, **168**, 839-882, Wien 1959.

- MARIOTTI, A.: Sur la serie posttriasique des Lienzer Dolomiten: existence d'un Flysch cretace au Nord de la ligne du Gail (Autriche).- C.R. Soc. géol. France, **1972**, 31-34, Paris 1972a.
- MARIOTTI, A.: Précisions sur la stratigraphie des Lienzer Dolomiten. Hypothèses sur les relations paléogéographiques entre les Alpes orientales et les Alpes méridionales: conséquences structurales.- Géol. Alp., **48**, 121-129, Grenoble 1972b.
- MARIOTTI, A. & VELDE, D.: Sur la presence d'une microsyenite etc.... dans le Flysch cretace des Lienzer Dolomiten (Tirol, Autriche).- C.R. Acad. Sc. Paris, Sér. D, **275**, 1-4, Paris 1972.
- MILLER, H.: Gliederung und Altersstellung der jurassischen und unterkretazischen Gesteine am Südrand des Wettersteingebirges ('Jungschichtenzone') mit einem Beitrag zur geologischen Stellung der Ehrwalddite.- Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol., **3**, 51-72, München 1963.
- MOJSISOVICS, E. v.: Das Gebirge südlich bei Lienz.- Verh. Geol. R.-A., 235-237, Wien 1873.
- MONTANDERT, L. et al.: Rifting and subsidence of the northern continental margin of the Bay of Biscay.- Init. Rept. DSDP, **48**, 1025-1060, Washington 1979.
- OBERHAUSER, R.: Bericht über mikropaläontologische Untersuchungen im Kreideschieferzug zwischen Hintental und Lavant (Lienz Dolomiten).- Verh. Geol. B.-A., **1960**, A 120, Wien 1960.
- POBER, E. & FAUPL, P.: The chemistry of detrital chromian spinels and its implications for the geodynamic evolution of the Eastern Alps.- Geol. Rd., **77/3**, 641-670, Stuttgart 1988.
- REMANE, J.: Untersuchungen zur Systematik und Stratigraphie der Calpionellen in den Jura-Kreide- Grenzschichten des Vocontischen Troges.- Palaeontogr., **A**, **123**, 1-57, Stuttgart 1964.
- REMANE, J.: Calpionellids.- In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.): Plankton Stratigraphy, 555-572, Cambridge 1985.
- SCHLAGER, W.: Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **13/1962**, 41-120, Wien 1963.
- SCHMIDT, T.: Kohlenstoff-Isotopensignale eines »Oceanic Anoxic Event« in jurassischen Rotsedimenten der Lienzer Dolomiten (Österreich, Osttirol) und ihre Bedeutung als stratigraphisches Hilfsmittel.- Giessener Geol. Schr., **51** (Festschrift BLIND), 231-240, Gießen 1994.
- SCHMIDT, T., BLAU, J. & KAZMÉR, M.: Large-scale strike-slip displacement of the Drauzug and the Transdanubian Mountains in early Alpine history - evidence from Permo-Mesozoic facies belts.- Tectonophysics, **200**, 213-232, Amsterdam (Elsevier) 1991.
- STUR, D.: Die geologischen Verhältnisse der Thäler der Drau, Isel, Möll und Gail in der Umgebung von Lienz, ferner der Carnia im venetianischen Gebiete.- Jb. Geol. R.-A., **7/3**, 405-459, Wien 1856.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen Nordalpinen Mesozoikums.- Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. **2**, XVI+580 S., Wien (Deuticke) 1976.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Band 1. Die Zentralalpen, XIV+766 S., Wien (Deuticke) 1977.
- WARCH, A.: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen auf den Blättern 179 Lienz, 180 Winklern und 196 Obertilliach.- Jb. Geol. B.-A., **132**, 597-600, Wien 1989.
- WENDT, J.: Foraminiferen-'Riffe' im karnischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels (Steiermark, Österreich).- Paläont. Z., **43/3-4**, 177-193, Stuttgart 1969.
- WENDT, J.: Die Typlokalität der Adneter Schichten (Lias, Österreich).- Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici, **54/2**, 105-116, Budapest 1971.
- WINTERER, E.L. & BOSSELINI, A.: Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental Margin, Southern Alps, Italy.- AAPG Bull., **65/3**, 394-421, Tulsa 1981.



JTC COMPUTER

Handelsges.m.b.H.

Dampfschiffstraße 6
1030 Wien

Tel. (+43-1-) 713 02 06
Fax (+43-1-) 713 02 07