

## Stratigraphie und Fazies von Helvetikum und Ultrahelvetikum in Oberösterreich

Michael WAGREICH und Stephanie NEUHUBER

### Kurzfassung

Die unter dem Begriff Buntmergelserie („Buntmergel-Gruppe“) zusammengefassten helvetisch/ultrahelvetischen Gesteine bilden tektonische Fenster im Rahmen der Rhenodanubischen Flyschzone von Oberösterreich. Die dem Nordultrahelvetikum im Sinne von PREY (1983) zuzurechnende, wenige Zehnermeter mächtige Abfolge beginnt mit dunkelgrauen und schwarzen Tonmergeln und dunklen Fleckenmergelkalken mit fraglichem Aptium- bis gesichertem Albium-Alder und mittelgrauen Mergeln und Tonmergeln des Cenomanium mit hellgrauen und weißen Fleckenkalken. Im obersten Cenomanium sind geringmächtige schwarze Tonsteinlagen („Schwarzschiefer“) charakteristisch. Darüber folgen hellgraue bis weiße Kalke und Mergelkalke und eine zyklische Abfolge roter Kalkmergel und rötlicher oder hellgrau-weißer Mergelkalke des Zeitbereichs Turonium bis Santonium. Im oberen Santonium bis unteren Campanium sind rote Kalkmergel bis Mergel kennzeichnend. Im Untercampanium ist der Wechsel zu hell- bis mittelgrauen Kalkmergeln und Mergelkalken zu beobachten, die bis ins obere Campanium oder unterste Maastrichtium dominieren. Diese sind z.T. makrofossilführend. Darüber folgen dunkelgraue bis schwarze, siltig-sandige, manchmal auch glaukonitische Mergel und Tonmergel, die eine deutliche Zunahme des siliziklastischen Anteils zeigen. Im Paläogen sind dunkelgraue siltige bis sandige, oft Glaukonit führende Tonmergel (Olching-Formation) vorhanden, die in eine komplexe Abfolge von Nummulitenkalken, Corallinaceenkalken, Quarzsandsteinen und Mergeln des Eozäns überführen (Kressenberg-Formation). Die Schichtfolge endet im oberen mittleren Eozän (Bartonium) bis Obereozän mit weichen Mergeln („Stockletten“).

Die ultrahelvetischen Gesteine werden als typische Ablagerungen eines hochpelagischen Sedimentationsraums ohne signifikanten detritären Eintrag am Kontinentalhang der europäischen Platte interpretiert. Geringe Sedimentationsraten von wenigen mm/1000 Jahre sind kennzeichnend. Im gesamten Helvetikum, das sich von Vorarlberg über Oberösterreich bis Wien erstreckt, fällt die deutliche Zunahme der Ablagerungstiefen von NW gegen SE auf. Ab dem mittleren Cenomanium bis ins Santonium zeigen planktonreiche Foraminiferenfaunen die größten Wassertiefen (oberes bis mittleres Bathyal, ca. 500–1500m Wassertiefe) und den geringsten Landeinfluss an.

Die Schwarzschiefer an der Cenoman/Turonggrenze sind eindeutig mit dem globalen Ereignis des Oceanic Anoxic Event 2 korrelierbar. Dies spricht für offen ozeanische Bedingungen und gute Verbindungen in andere Bereiche der Tethys. Die folgende Rotfärbung der Sedimente entspricht dem weltweiten Trend von anoxischen zu hoch oxischen Ozeanbedingungen während des Turonium. Ab dem Campanium bis ins Paläogen kommt es wieder zu einer Abnahme der Wassertiefen und zu landnäheren Ablagerungsbedingungen.

### Einleitung

Das Helvetikum bildet von der Schweiz bis nach Vorarlberg eine breite geologische Zone, die sich von Vorarlberg gegen Osten in schmale tektonische Schuppen auflöst (Abb. 1). Paläogeographisch ist das Helvetikum vom Mesozoikum bis ins Paläogen am südlichen Rand von Europa einzuordnen, mit einer breiten Schelfzone und einem Kontinentalabhang in den Penninischen Ozean bzw. den Rhenodanubischen Flyschtrogl (Alpine Tethys [STAMPFLI et al., 1998]; Abb. 2). In der Schweiz und in Vorarlberg setzt sich die helvetische Schichtfolge aus seichtmarinen, vorlandbeeinflussten karbonatreichen Abfolgen zusammen. In Bayern sind ebenfalls typische helvetische seichtmarine Abfolgen der Kreide und des Paläogens vorherrschend, während von Salzburg gegen Osten zu verstärkt tiefer marine Sedimente vorherrschen, die dem Ultrahelvetikum zugerechnet werden. Eine genaue Abtrennung von Helvetikum und Ultrahelvetikum ist allerdings nur bis Vorarlberg möglich. Von Salzburg bis Oberösterreich sind typische ultrahelvetische Gesteine in Form kretazisch-paläogener Mergel und

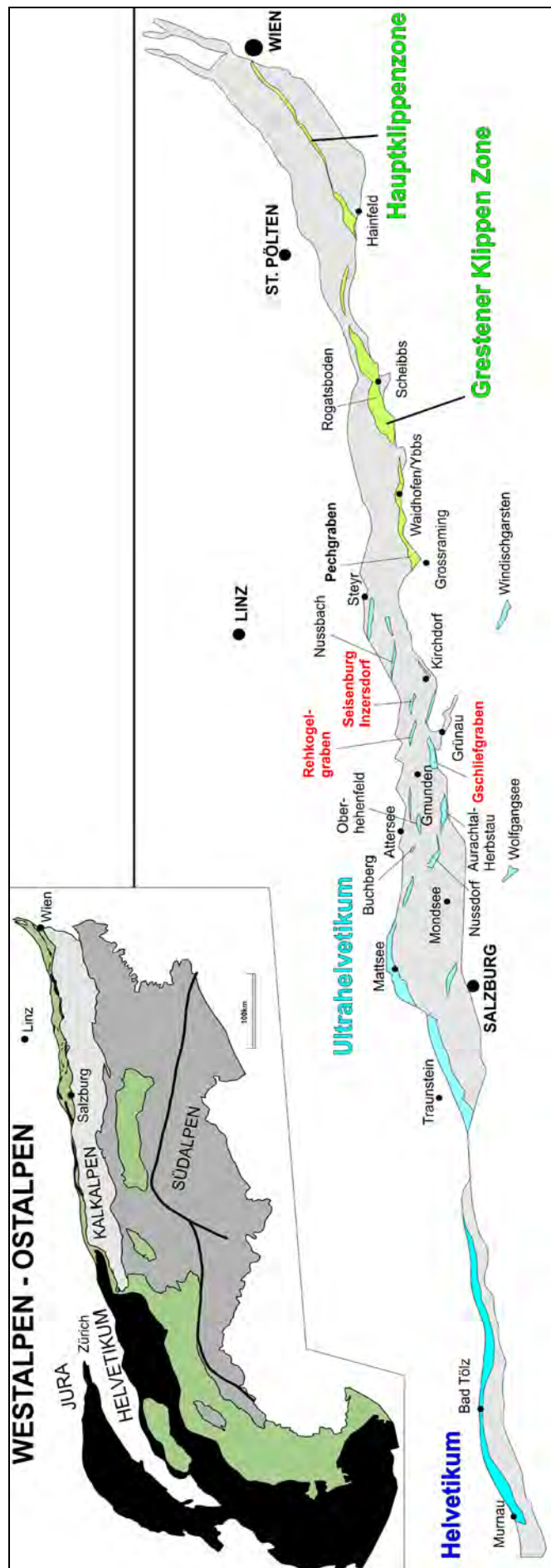


Abb. 1: Übersichtskarte Westalpen – Ostalpen (schwarz = Helvetikum und äquivalente Einheiten des europäischen Schelfs einschließlich Jura); Detailkarte der Rhenodanubischen Flyschzone (hellgrau) und der helvetisch/ultrahelvetischen Vorkommen der Ostalpen vom Allgäu bis Wien. Helvetische Fazies (dunkelblau) dominiert in Bayern bis Salzburg, nordultrahelvetische kalkreiche Fazies (hellblau) von Salzburg bis Oberösterreich; in der Grestener Klippenzone und in der Hauptklippenzone dominiert kalkarme Südultrahelvetische Fazies (grün).

Kalke der Buntmergelserie (PREY, 1952, 1962) innerhalb tektonischer Fenster (Streifenfenster oder Schlitzfenster) in der Rhenodanubischen Flyschzone vorherrschend, während ab dem Traunsee (Gschlifgraben) gegen Osten verstärkt die Grestener Klippenzone mit jurassisch-unterkretazischen Klippenkernen und der Buntmergelserie als Klippenhülle in dieser ultrahelvetischen Position auftritt und in die weitgehend karbonatfreie Buntmergelserie der Hauptklippenzone im Wienerwald überleitet (PREY, 1957; PLÖCHINGER & PREY, 1993).

Diese Arbeit soll einen Überblick über die (ultra-)helvetische Schichtfolge in Oberösterreich geben, insbesondere über die Abfolgen im Bereich des ÖK-Blattes 67 Grünau im Almtal. Neue stratigraphische und fazielle Ergebnisse werden zusammengefasst und eine Interpretation der Ablagerungsbedingungen und paläogeographischen Beziehungen gegeben.

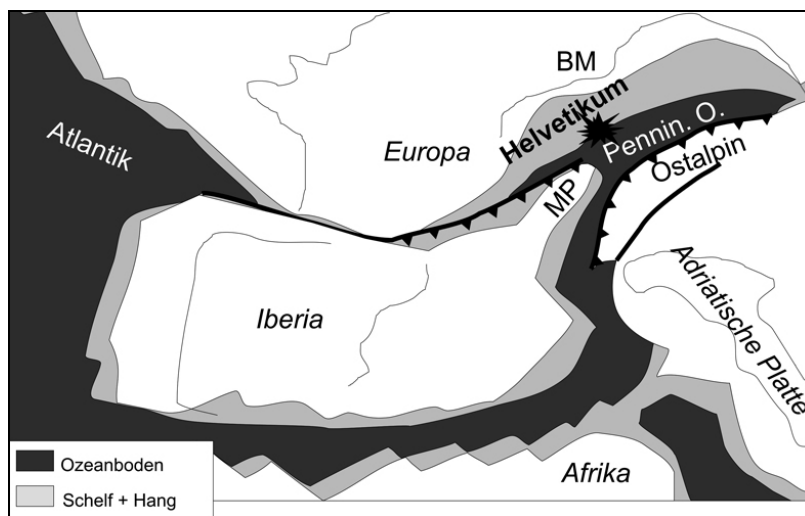


Abb. 2: Paläogeographische Position des Helvetikum (Stern) auf einer Rekonstruktion für das Mastrichtium (ca. 70Ma), verändert nach STAMPFLI et al. (1998).

## Lithostratigraphie

Die Gesteine des Ultrahelvetikum in Oberösterreich wurden unter dem Begriff „Buntmergelserie“ zusammengefasst, ein Begriff, der von PREY (1952: eigentlich „Buntmergel-Fleckenmergelserie“) im Gebiet von Rogatsboden – Scheibbs (Niederösterreich) für die „Klippenhülle“ (Albium–Eozän) der Grestener Klippenzone aufgestellt wurde. Die Originaldefinition nach PREY (1952, S. 42) lautet: „Die Buntmergel-Fleckenmergelserie (so taufe ich sie vorläufig!) ist durch mergelige Beschaffenheit, graue, rote und grüngraue Farben und vielfach Fehlen sandiger Schichtglieder gekennzeichnet. Ihr tektonischer Stil mit meist intensiver Verknetung der oft verschiedenfarbigen Gesteine, sowie die Farben selbst erinnern an das Helvetikum in Oberösterreich. Die fast durchwegs ziemlich reichen Foraminiferenfaunen erlauben die Unterscheidung einer Anzahl von Schichtgliedern, die eine Bezeichnung als selbstständige Schichtserie rechtfertigen“.

Der Begriff umfasst nach PREY (1952) graue, rote und schwarze Mergel und Fleckenmergel der höheren Unterkreide bis Oberkreide mit klastischen Lagen im Paläogen. Die Mergel bis Tonmergel bei Scheibbs sind zumeist karbonatarm, die Foraminiferenfaunen werden von Flysch-Sandschalern dominiert (u.a. *Reussella szajnochae*, *Rzehakina epigona*), während Planktonforaminiferen in der Oberkreide selten sind. PREY (1952) vergleicht diese Abfolge mit den von ihm zunächst als „Helvetikum“ bezeichneten Gesteinen in Oberösterreich (wie im Rehkogelgraben oder Gschlifgraben aufgeschlossen), ohne dieses aber zunächst in diese lithostratigraphische Einheit einzubeziehen. Nach PREY (1953) werden die oberösterreichischen Vorkommen dem Nordultrahelvetikum zugerechnet, einem etwas südlicheren Ablagerungsraum als das Bayerische Helvetikum, während die eigentliche Buntmergelserie (Südultrahelvetikum) als eine mergelige Schichtfolge bezeichnet wird, die sich vom Nor-

dultrahelvetikum durch Foraminiferenfaunen mit dominierend Sandschalern unterscheidet. PREY (1953, S. 339f) sieht beide Abfolgen als „... verschiedene Fazies des gleichen großen Ablagerungsraumes“, wobei die Buntmergelserie den südlicheren Raum einnimmt. Erst 1980 schreibt PREY (1980): „... Ferner bin ich bereit, nach Diskussionen mit Hagn dem bayerischen Brauch zu folgen und halte es für sinnvoll, auch für dieses Nordultrahelvetikum [Anm.: bei Salzburg] mit seinen bunten Farben den Namen ‚Buntmergelserie‘ zu verwenden, obwohl ich früher diesen Namen auf die südultrahelvetischen Schichtfolgen beschränkt hatte...“

Der Begriff „Buntmergelserie“ wurde somit in der Folge auch auf die sowohl als Helvetikum als auch als Ultrahelvetikum bezeichneten Schichtfolgen innerhalb tektonischer Fenster in der Flyschzone von Oberösterreich und Salzburg angewandt, z.B. im Rehkogelgraben und im Gschlifgraben bei Gmunden (PREY, 1983). Diese Abfolgen sind allerdings durchwegs karbonatreicher, zeigen abschnittsweise Kalk-Mergelzyklen und rote und hellgraue Gesteinsfarben ab dem Albium/Cenomanium. Die Foraminiferenfaunen sind durchwegs planktonreich.

Die „Buntmergelserie“ hat sich in der Folge als Kartierungsbegriff durchgesetzt und findet sich sowohl auf neueren österreichischen geologischen Karten als auch auf bayerischen Kartenblättern. Das Auftreten in tektonischen Fenstern und an Überschiebungsbahnen sowie der Pelitreichtum der Gesteine verhinderten eine Unterteilung der Abfolgen in einzelne kartierbare Formationen. Der hohe Anteil an feinkörnigem Material bedingt extrem schlechte Aufschlussverhältnisse und begünstigt Hangrutschungen. Schon PREY (1952) sprach von einer „Anzahl von Schichtgliedern“ innerhalb seiner „Schichtserie“, womit im heutigen Sinn wohl eine lithostratigraphische Gruppe („Buntmergel-Gruppe“) mit einzelnen unterscheidbaren Formationen gemeint ist.

Abgesehen von dem Versuch, helvetische (z.B. Leimernmergel) oder sogar kalkalpine Schichtnamen (z.B. Nierentaler Schichten) auf diese Einheiten zu übertragen, ist im bayerischen Raum (östlich von Eisenärzt) auch der Begriff „Buchecker Schichten“ für helvetisch-ultrahelvetische Oberkreide verwendet worden. DE KLASZ (1956) hat darunter „grünlich- oder bläulichgraue, harte Mergel, die meistens dunkelgraue, unregelmäßige Flecken aufweisen“ verstanden. Er erwähnt auch rote und schwarze Mergel und gibt als Alterseinstufung Coniacium bis Maastrichtium an, während er paläogene bunte Mergel nicht zu seinen Buchecker Schichten zählte. Spätere Kartierungen auch im Typusgebiet Eisenärzt haben diesen Begriff nicht übernommen und, analog den österreichischen Verhältnissen, den Überbegriff „Buntmergelserie“ verwendet (u.a. FREIMOSER in DOBEN, 1970). Später hat BRAUNSTINGL (1986, 1988) den Maastrichtanteil der kalkreichen Buntmergelserie des Nordultrahelvetikum im Bereich der Flyschzone zwischen Steyr und Enns mit dem Namen „Brambergerbachschichten“ belegt. In einer lithostratigraphischen Übersicht über die deutsche Kreide (STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION DEUTSCHLANDS, 2000: Tab. 22) taucht auch der nicht näher definierte Begriff „Rehkogelgrabenschichten“ auf, mit dem offenbar vor allem die oberkretazischen Anteile der oberösterreichischen Buntmergelserie gemeint wurden.

Für eine lithostratigraphische (Neu-)Gliederung bietet sich die Möglichkeit an, den gut eingeführten (aber den Regeln nicht entsprechenden) Begriff der „Buntmergelserie“ im Sinne von PREY (1952) als „Buntmergel-Gruppe“ zu bezeichnen. Falls bei der Kartierung möglich, könnten mehrere Formationsunterteilungen eingeführt werden (z.B. dunkelgraue bis schwarze Fleckenmergel des Albium–Cenomanium; rote Kalkmergel des Turonium–Untercampanium). Eine Abtrennung der kalkreichen oberösterreichischen bis bayerischen „Buntmergelserie“ („Nordultrahelvetikum“ im Sinne von PREY, 1983) von den karbonatarmen Peliten der „Klippenhülle“ der Grestener Klippenzone („Südultrahelvetikum“) könnte getroffen werden (siehe Faziesschema in Abb. 3). Im Folgenden werden die Abfolgen generell dem Ultrahelvetikum zugezählt („Südhelvetikum“ im Sinne anderer Autoren, etwa RASSER & PILLER, 1999a,b) und der Begriff „Buntmergelserie“ den Kartierungen entsprechend weiter verwendet.

Seit den Arbeiten von PREY (1950, 1951a,b, 1952, 1953, 1962, 1983) sind über die oberösterreichischen Anteile des Ultrahelvetikum kaum zusammenfassende neuere Arbeiten publiziert worden. Mehrere Dissertationen haben sich, zumeist im Rahmen von Kartierungen der Flyschzone, mit einzelnen Gebieten befasst: JANOSCHEK (1964; zwischen Attersee und Traunsee), MAURER (1972; zwischen Steyr und Kremstal) und STURM (1968, 1969: westlich Nussdorf/Attersee mit detaillierter Planktonforaminiferenzonierung). RÖGL (in KOLLMANN & SUMMESBERGER, 1982) stufte das Gebiet des Rehkogelgrabens östlich von Gmunden biostratigraphisch ein. WIDDER (1986, 1988:

Grestener Klippenzone zwischen Maria Neustift und Pechgraben), EGGER (1986, 1987) und BRAUNSTINGL (1986, 1988) kartierten ultrahelvetische Fenster bzw. die Grestener Klippenzone im Rahmen ihrer Dissertationen im Gebiet um Steyr und Großraming. Zuletzt nahm BRANDLMAYR (1995) das Gebiet im Aurachtal im Westen des Traunsees im Rahmen seiner Diplomarbeit auf. Schließlich kartierte Egger weite Gebiete für die geologischen Kartenblätter Gmunden, Mondsee und Grünau, was zu neuen stratigraphischen Erkenntnissen durch Nannofossilien führte (siehe auch EGGER et al., 2000). Eine neue lithostratigraphische Unterteilung der Salzburger Paläogenschichtfolge wurde von RASSER & PILLER (1999a,b) gegeben. Neue biostratigraphische Daten für die Kreideabfolge stammen von WAGREICH (2002), HRADECKÁ & LOBITZER (2003; Oberhehenfeld – Schönbachgraben bei Schörfling) und WAGREICH et al. (Arbeit im Druck).

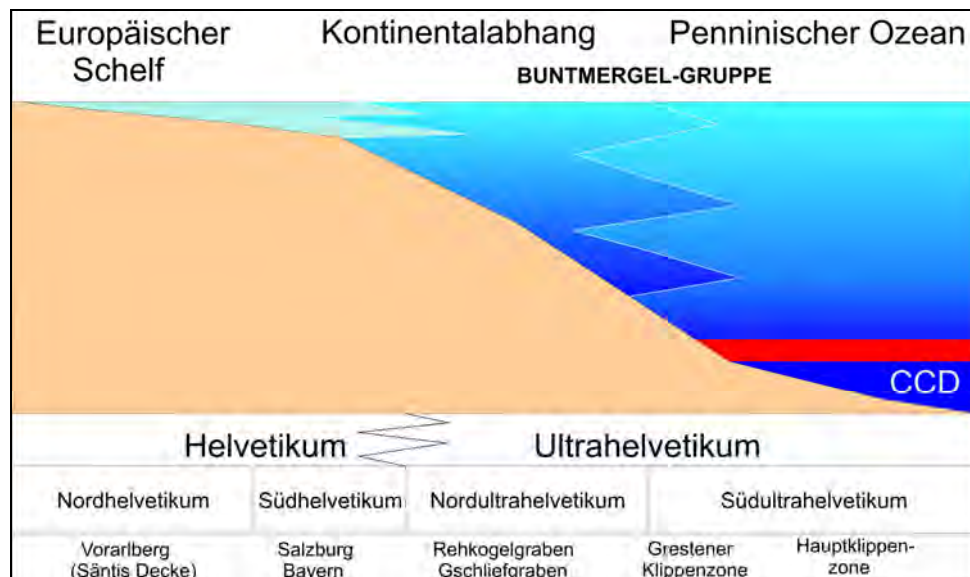


Abb. 3: Fazieschema und Gliederung des Helvetikum und Ultrahelvetikum (Buntmergel-Gruppe) für die Oberkreide. Nomenklatur verändert nach PREY (1983), mit typischen Aufschlussgebieten.

### Überblick über die ultrahelvetische Schichtfolge

Die pelagische Schichtfolge des Ultrahelvetikum von Oberösterreich (Nordultrahelvetikum im Sinne von PREY, 1983) kann aus dem Inhalt mehrerer tektonischer Fenster rekonstruiert werden, wobei vor allem der Kreideanteil sehr einheitlich ausgebildet ist und zwischen den einzelnen Vorkommen nur wenige und geringfügige Unterschiede auftreten. Erstmals beschrieben wurden diese tektonischen Fenster von RICHTER & MÜLLER-DEILE (1940). Von Westen nach Osten wurden folgende Vorkommen untersucht (siehe Abb. 1): Nussdorf/Attersee und Buchberg (Blatt 65 Mondsee), Oberhehenfeld und Aurachtal/Herbstau (Blatt 66 Gmunden) und Gschlifgraben, Rehkogelgraben/Greisenbach und Seisenburg/Inzersdorf (Blatt 67 Grünau). Einen Überblick und einen Vergleich mit der Schichtfolge der Grestener Klippenzone im Gebiet des Pechgrabens bei Großraming und Maria Neustift (Blatt 69 Großraming [WIDDER, 1986, 1988]) gibt Abb. 4.

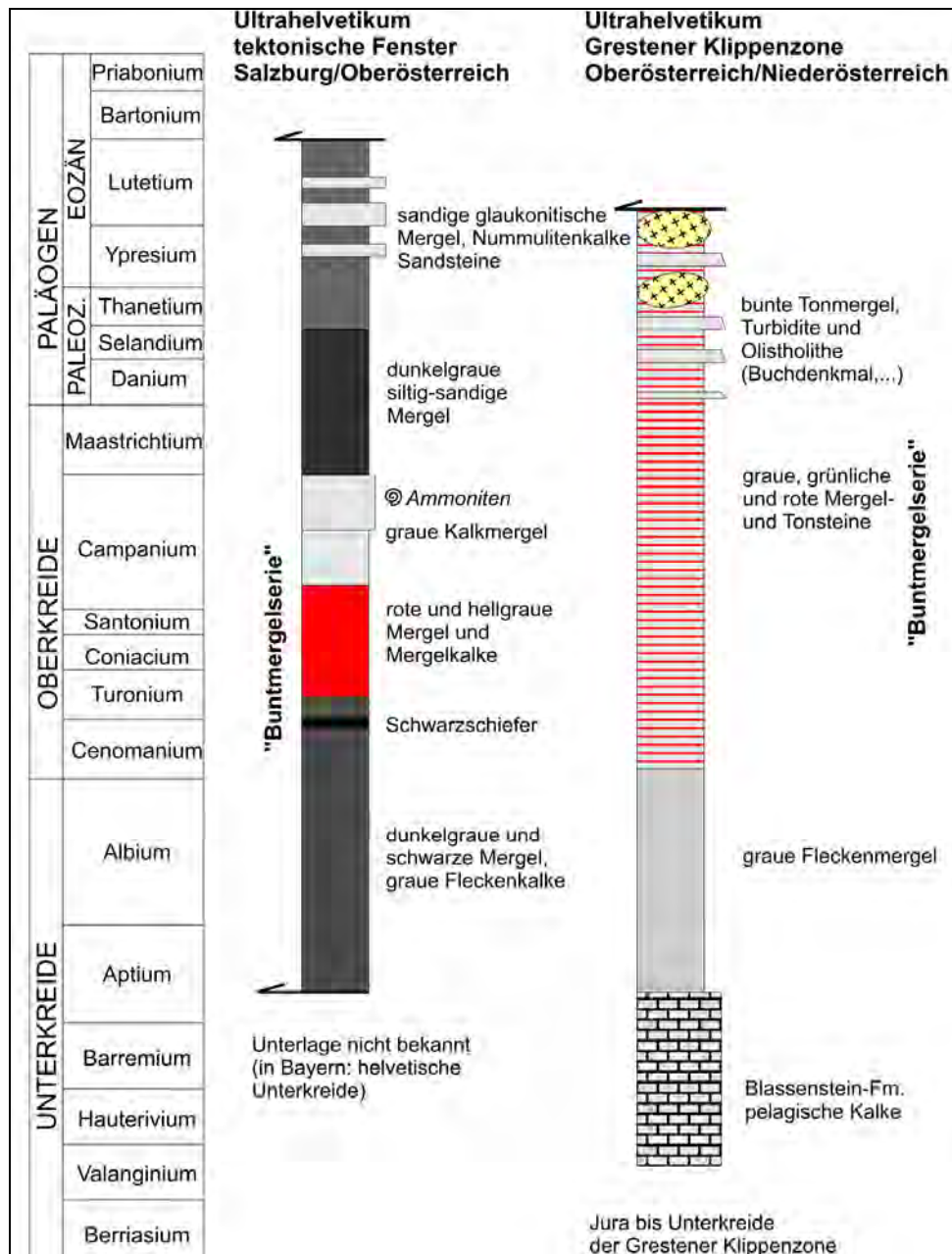


Abb. 4: Zusammengesetzte Profile des Ultrahelvetikum Oberösterreichs und der Buntmergelserie der Grestener Klippenzone.

Eine generalisierte ultrahelvetische Schichtfolge beginnt mit dunkelgrauen und schwarzen Tonmergeln und dunklen Fleckenmergelkalcken mit fraglichem Aptium bis gesichertem Albium-Alter (NOTH, 1951; PREY, 1951a, 1983; EGGER et al., 1997: im Greisenbach-Gebiet *Rotalipora-subticiensis*-Zone [mittleres Albium] und *Rotalipora-ticiensis*-Zone [oberes Albium]). Ältere Schichtglieder sind nicht bekannt. Die dunkelgrauen Tonmergel gehen in mittelgraue Mergel und Tonmergel des Cenomanium mit hellgrauen und weißen Fleckenkalcken und kennzeichnenden schwarzen Bioturbationsflecken über. Im obersten Cenomanium folgt ein wenige Dezimeter mächtiger toniger Abschnitt mit schwarzen Tonsteinlagen („Schwarzschiefer“, mit OAE2 korrelierbar), darüber folgen im unteren Turonium hellgraue bis weiße Kalke und Mergelkalke, die im oberen Unter-Turonium bis Mittelturonium in eine rote Kalk-Mergelzyklik übergehen. Zyklische Abfolgen von roten Kalkmergel und rötlichen oder hellgrau-weißen Mergelkalcken dominieren dann das Coniacium bis Santonium. Im oberen Santonium bis

unteren Campanium werden die Abfolgen mergelreicher, die Kalklagen verschwinden und rote Kalkmergel bis Mergel sind kennzeichnend. Im unteren Campanium ist wieder ein Wechsel zu hell- bis mittelgrauen Kalkmergeln und Mergelkalken zu beobachten, die bis ins obere Campanium oder unterste Maastrichtium dominieren. Dieser Abschnitt zeigt eine Häufung von Makrofossilien wie Ammoniten, Inoceramen und Echinoiden. Darüber folgen dunkelgraue bis schwarze, siltig-sandige, manchmal glaukonitische Mergel und Tonmergel, die eine deutliche Zunahme des siliziklastischen Anteils zeigen. Sie können mit der Gerhardsreuth-Formation und der Pattenau-Formation des bayrisch-salzburgischen Helvetikum verglichen werden und reichen vermutlich über die Kreide/Paläogen-Grenze. Im Paläogen, oft über einer Schichtlücke (PREY, 1983), sind weiterhin dunkelgraue siltige bis sandige, oft Glaukonit führende Tonmergel kennzeichnend (PREY, 1983; Olching-Formation nach RASSER & PILLER, 1999a,b), die schließlich in eine komplexe Abfolge von Nummulitenkalken, Lithothamnienkalken, Quarzsandsteinen und Mergeln des Eozäns überführen, die vorwiegend im besser aufgeschlossenen Salzburger Gebiet untersucht wurden (u.a. VOGELTANZ, 1970; TRAUB, 1990; KUHN, 1992; RASSER & PILLER, 1999a,b), aber auch aus Oberösterreich, etwa aus dem Gschlieffgraben, bekannt sind (PREY, 1983; RASSER & PILLER, 2001). Die Schichtfolge endet im oberen Mittel-eozän (Bartonium) bis Obereozän mit weichen Mergeln („Stockletten“).

Die Schichtfolge der Buntmergelserie in der Hülle der Grestener Klippenzone (Südultrahelvetikum nach PREY, 1983) lässt sich nur aus wenigen Einzelaufschlüssen und deren biostratigraphischen Datierungen rekonstruieren, längere ungestörte Profilabschnitte sind kaum vorhanden. Gute Daten liegen vor allem aus dem Gebiet Großraming – Pechgraben bis Maria Neustift und Waidhofen an der Ybbs vor (SCHNABEL, 1970, 1983; WIDDER, 1986, 1987, 1988). Die Pelite weisen geringere Karbonatgehalte als die des Nordultrahelvetikum auf. Auch sind agglutinierende Foraminiferen vor allem im Zeitbereich Turonium bis Maastrichtium in den Schlammproben vorherrschend und planktonreiche Proben selten. Nach WIDDER (1988) beginnt die Buntmergelschichtfolge (Waidhofener Fazies nach SCHNABEL, 1983) über pelagischen Kalken (Blassenstein-Formation) der Unterkreide (Abb. 3) mit weniger als 20m mächtigen hellgrauen gefleckten bioturbaten Kalkmergeln und Mergeln des oberen Albium bis Cenomanium, die noch planktonreiche Foraminiferenfaunen u.a. mit *Rotalipora appenninica* aufweisen. Darüber folgen vom oberen Turonium bis unteren Campanium einförmige rote Tonmergel. Der bekannte Aufschluss beim Parkplatz des Buchdenkmals zeigt wenige Meter mächtige rote Mergel und Kalkmergel, die durch *Globotruncanita elevata* und *Broinsonia parca parca* in das höhere Untercampanium einzustufen sind. In den Sandschalerfaunen ist *Reussella szajnochae* typisch für den Zeitbereich des Campanium. Graue und grünliche, seltener rötliche Mergel des Maastrichtium führen *Abathomphalus mayaroensis* und *Lithraphidites quadratus* (Nannozone CC25). Im Paläogen treten blaugraue, seltener rote, öfters Planktonforaminiferen führende Mergel bis Tonmergel auf, in denen zunehmend turbiditische Quarzarenitlagen und Grobklastikaeinschaltungen auftreten, die auch den Block des Buchdenkmals beinhalten (WIDDER, 1986). Der Altersumfang reicht im Gebiet des Pechgrabens bis ins untere Eozän (Ypresium; Nannozone NPI3, Foraminiferenzone P6 [WIDDER, 1988]).

### Lokalität Rehkogelgraben

Die helvetisch-ultrahelvetischen Gesteine der Lokalität Rehkogelgraben (NE Gmunden; Koordinaten WGS84: 013 55'30"E; 47 56'08"N) wurden von PREY (1951a) detailliert mit Hilfe von Foraminiferenfaunen untersucht. Eine modernere Bearbeitung mit einer Planktonforaminiferenzonierung gab RÖGL (in KOLLMANN & SUMMESBERGER, 1982), Einzelaufschlüsse wurden von EGGER et al. (1997) und EGGER et al. (2000) erwähnt.

Das Ultrahelvetikum des Rehkogelgrabens bildet ein tektonisches Fenster innerhalb der Flyschzone. Der Inhalt des Fensters wird durch Störungen in einzelne Schichtkomplexe zerlegt, die auf Grundlage der biostratigraphischen Daten zu einem Sammelpprofil zusammengefasst werden können. Im Rehkogelgraben selbst ist demnach eine durchgehend pelagische Schichtfolge von Albium bis Campanium aufgeschlossen, jüngere Sedimente fehlen. Die Abfolge beginnt mit dunkelgrauen Mergeln und dunkel- bis hellgrau-gefleckten Mergelkalken und Kalken des Albium bis unteren Cenomanium. Kennzeichnend sind Foraminiferenfaunen mit *Biticinella breggensis* (RÖGL in KOLLMANN & SUMMESBERGER, 1982). Darüber folgen hellgraue und dunkelgraue Mergel bis Kalkmergel („elefantengraue“ Mergel) mit hellgrauen Kalkbänken mit typischen dunkelgrau-schwarzen Flecken („tintige Flecken“ bei PREY, 1983). Rotaliporenreiche Foraminiferenfaunen (u.a. *Rotalipora appenninica*, *Rotalipora cushmani*) sind typisch.

Im Abschnitt der Cenomanium/Turonium-Grenze treten schwarze Tonsteine und Tonmergel auf (Abb. 5), die sich mit einem weltweiten ozeanischen Sauerstoff-Minimum-Ereignis korrelieren lassen (OAE2 – Oceanic Anoxic Event 2 bzw. Bonarelli-Level; WAGREICH et al., Arbeit in Druck). Im unteren Turonium folgen hellgraue bis weiße Kalke und Mergelkalke (*Helvetoglobotruncana-helvetica*-Zone), die im Hangenden in eine zyklische Abfolge von roten Mergeln mit rötlichen oder hellgrauen Kalkmergeln und Mergelkalken übergehen (mittleres Turonium–Coniacium–Santonium). Diese rötliche Abfolge (Cretaceous Oceanic Red Beds = CORB [HU et al., 2005]) entspricht dem weltweit auftretenden Übergang von anoxischen zu stark oxischen Sedimentationsbedingungen in den Ozeanen der Oberkreide. Im Hangenden wird die Abfolge mergelreicher und geht in rote bis graugefleckte Kalkmergel des Untercompanionium (*Dicarinella-asymetrica*- – *Globotruncana-elevata*-Zone) über.

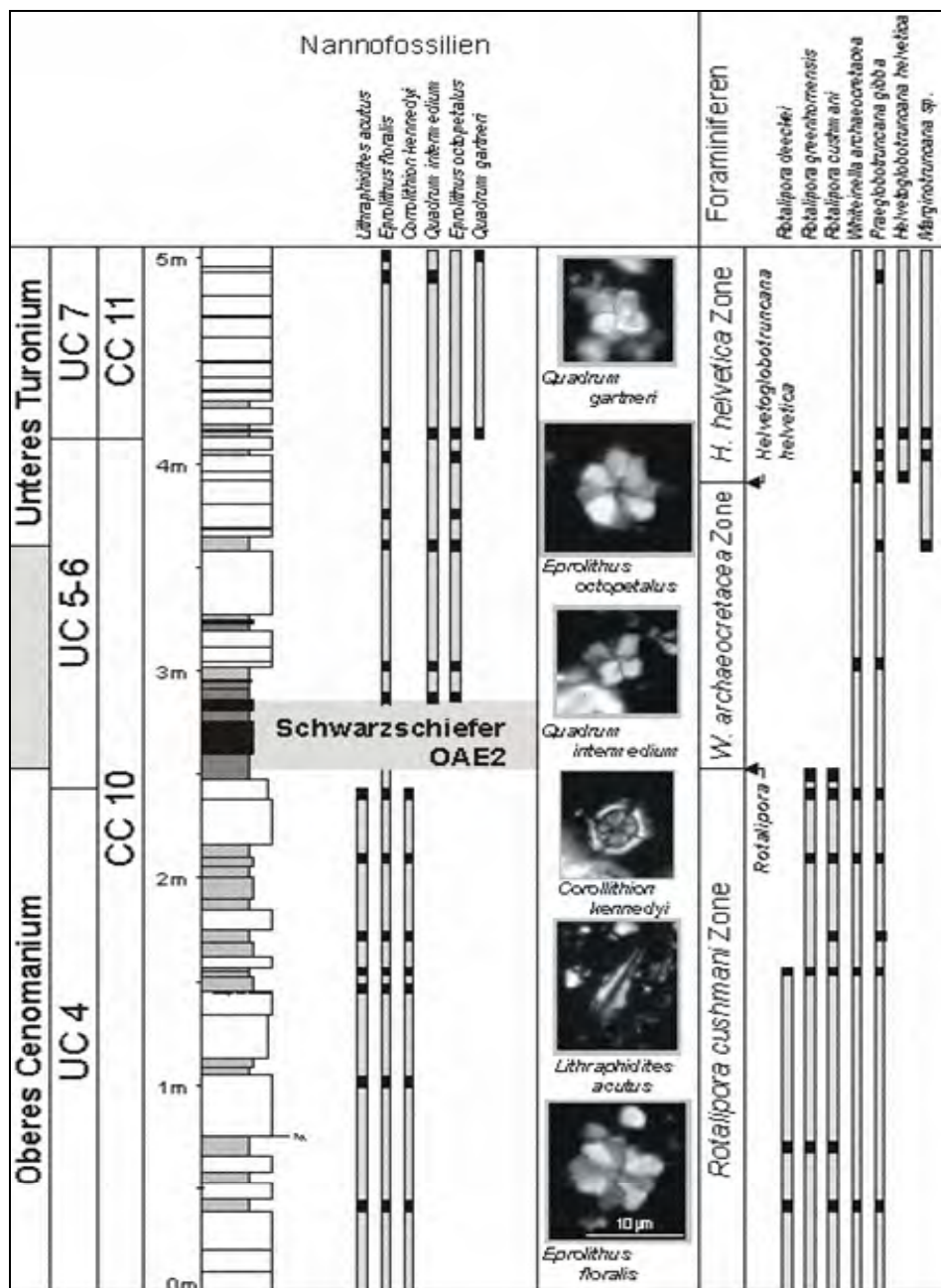


Abb. 5: Biostratigraphie des oberen Cenomanium bis unteren Turonium inklusive Schwarzschieferlagen des Rehkogelgrabens mit Hilfe von Planktonforaminiferen und kalkigem Nannoplankton.



Auffallend sind die geringen Sedimentationsraten dieser pelagischen Abfolge. Aus biostratigraphischen Einstufungen und Korrelationen zu Kohlenstoff-Isotopen-Standardkurven (u.a. JARVIS et al., 2006) ergeben sich (kompaktierte) Sedimentationsraten von wenigen mm/1000 Jahre, typisch für einen hochpelagischen Sedimentationsraum ohne signifikanten hemipelagischen detritären Eintrag. Die auftretenden Kalk-Mergel-Zyklen, etwa im Santonium mit roten Mergeln und grau-weißen Kalken, können als Orbitalzyklen (20.000 Jahre Zyklus) interpretiert werden.

### **Lokalität Gschlifgraben**

Die Lokalität Gschlifgraben (SE Gmunden; Koordinaten WGS84: 013 50'25"E, 47 50'15"N bis etwa 013 49'25"E, 47 53'05"N) ist sowohl auf Grund ihrer eindrucksvollen Schuttströme als auch wegen des Makrofossilreichtums ein altbekanntes geologisch-paläontologisches Untersuchungsgebiet. Aus Einzelfunden in den Schuttströmen, Teilaufschlüssen und biostratigraphischen Daten kann nicht nur eine komplette ultrahelvetische Schichtfolge rekonstruiert werden, sondern auch eine Unterscheidung von nord- und südultrahelvetischen Gesteinen im Sinne von PREY (1983) getroffen werden. Die von PREY (1983) detailliert untersuchte (nordultrahelvetische) Schichtfolge umfasst demnach dunkelgraue Mergel und Fleckenkalke des Aptium bis Albium, graue Mergel mit Fleckenkalken und weißen Kalken des Cenomanium bis unteren Turonium, rote Mergel und Mergelkalke des oberen Turonium, rote Mergel des Coniacium – Santonium – unteres Campanium, hellgraue Mergel bis Mergelkalke des Campanium und dunkelgraue Tonmergel des Maastrichtium. Über einer paleozänen Schichtlücke folgen dunkelgraue sandig-glaukonitische Mergel, Glaukonit führende Sandsteine, Nummulitenkalke und Corallinaceenkalke, darüber als jüngstes Schichtglied hellgraue Mergel („Stockletten“) mit einem mittel- bis oberen Eozän-Alter (bis NP20 nach PREY, 1983).

Bemerkenswert im Gschlifgraben ist das gehäufte Auftreten von Makrofossilien wie Ammoniten, Inoceramen und Echinoiden (u.a. KENNEDY & SUMMESBERGER, 1984, 1999; FRAAYE & SUMMESBERGER, 1999; TRÖGER et al., 1999; KROH & JAGT, 2004), die sonst im Ultrahelvetikum extrem selten sind. Der überwiegende Teil der Makrofossilien stammt aus dem oberen Campanium, wie auch Nannofossiluntersuchungen ergeben haben (Nannofossil-Standardzone CC23 [WAGREICH, 1999; WAGREICH in KROH & JAGT, 2004]).

### **Lokalität Inzersdorf**

Aus dem Gebiet zwischen Inzersdorf und Seisenburg (E Kirchdorf/Krems) sind seit PREY (1950) ultrahelvetische Fenster bekannt. Die Schichtfolge entspricht weitgehend der des Rehkogelgrabens bzw. des Gschlifgrabens. Näher untersucht wurde hier ein Graben E Inzersdorf („Reslmayergraben“ nach PREY, 1950), in dem der Übergang von grauen und schwarzen Ablagerungen des Cenomanium in rötliche Mergel des Turonium aufgeschlossen ist (Koordinaten WGS84: 014 03'32"E; 47 55'46"N).

Die Schichtfolge in diesem ultrahelvetischen Vorkommen umfasst dunkelgraue bis schwarze Fleckenmergel des Albium bis unteren Cenomanium, dunkelgraue Mergel mit hellgrauen Mergelkalken des Cenomanium bis unteren Turonium, die gegen das Hangende immer heller werden, rote Mergel mit weißen Mergelkalken des oberen Turonium bis Santonium, rote, graue und grauweiße Mergel des Campanium, fleckig-dunkelgraue Mergel des Maastrichtium, und glaukonitische Mergel, Lithothamnienkalke und Nummulitenkalke des Paleozäns und Eozäns.

Im Übergangsbereich Cenomanium–Turonium ist eine etwa 5m mächtige Abfolge von hellgrauen, z.T. dunkel gefleckten Kalklagen mit geringer mächtigen grauen bis schwarzen Kalkmergelzwischenlagen des oberen Cenomanium aufgeschlossen. Darüber folgt etwa 1m helle Mergelkalke mit zwei Störungszonen, darüber ein weniger als 1m mächtiger Übergangsbereich von grauen Kalkmergeln mit hellgrauen Kalklagen zu rot-grau-gestreiften Kalkmergeln mit grauen und rötlichen Kalklagen des unteren Turonium. Darüber liegt eine mehr als 2m mächtige Abfolge von roten Kalkmergeln und rötlichen Mergelkalklagen des mittleren Turonium, gefolgt von mehr als 10m mächtigen roten Kalkmergeln mit wenigen Mergelkalklagen, die bis ins Campanium reichen.

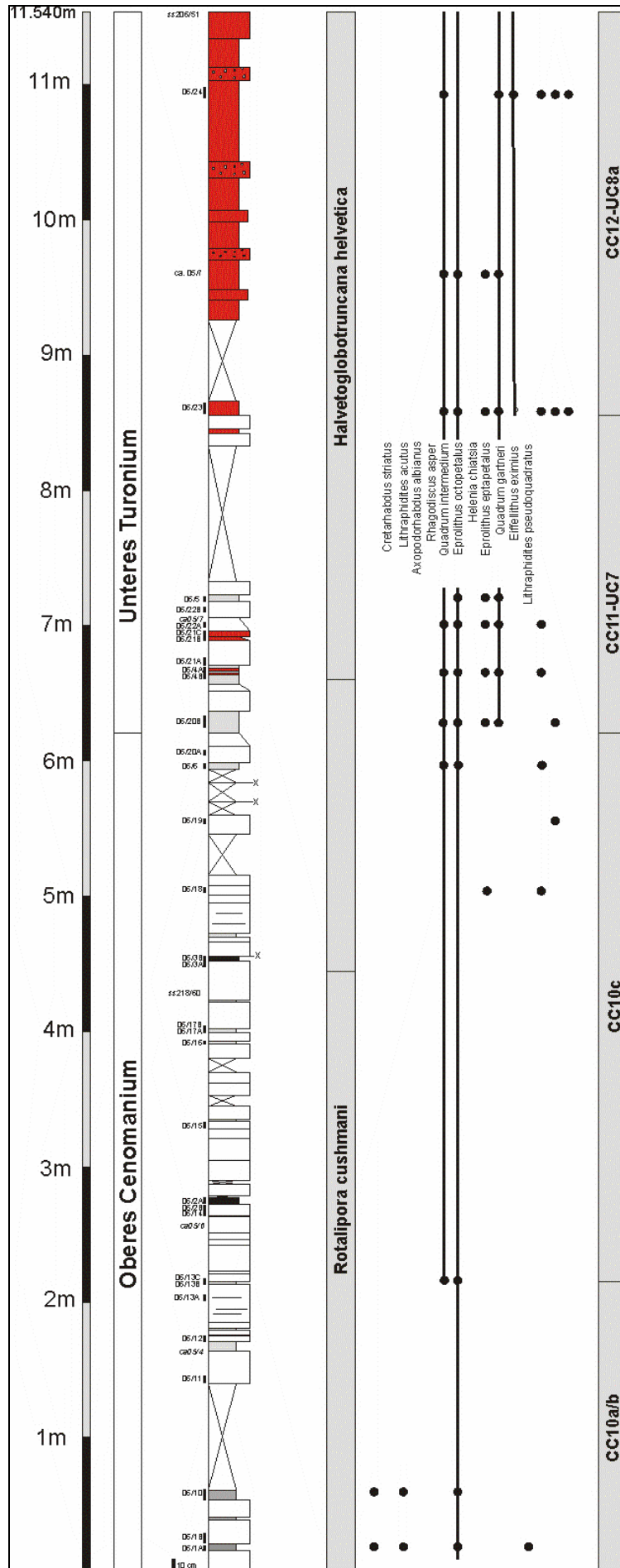


Abb. 6: Biostratigraphie des oberen Cenomanium bis Turonium bei Inzersdorf mit dem Übergang von grauen zu roten zyklischen Abfolgen.

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Innerhalb des gesamten Helvetikum von Vorarlberg über Oberösterreich bis Wien fällt generell die deutliche Zunahme der Ablagerungstiefen von NW gegen SE auf (u.a. PREY, 1962). Dieser Trend variiert zwar in der Zeit, lässt sich aber auch für einzelne Zeithorizonte deutlich feststellen. So besteht die Unterkreide des klassischen Helvetikum Vorarlbergs aus Plattformkalken und Schelfmergeln, während gegen S und E, im Bereich der Liebensteiner Decke in Vorarlberg, des Ultrahelvetikum Oberösterreichs und vor allem in der Grestener Klippenzone pelagische Kalke und durch Planktonforaminiferenreichtum gekennzeichnete Mergel des oberen bis mittleren Bathyals dominieren. In der Oberkreide ist ebenfalls eine Wassertiefenzunahme von den pelagischen Seewerkalken des äußeren Schelfs bis oberen Bathyals zu den bathyalen pelagischen Kalk-Mergel-Zyklen des Ultrahelvetikum Oberösterreichs, den wechselnd Plankton- und Sandschaler-Foraminiferen führenden Mergeln der Buntmergelschicht der Grestener Klippenzone Oberösterreichs (Waidhofer Fazies nach SCHNABEL, 1983) und des westlichen Niederösterreichs (Scheibser Fazies nach SCHNABEL, 1983) bis zu den weitgehend kalkfreien und nur Sandschaler führenden Tonmergeln und Tonsteinen der Hauptklippenzone des Wienerwalds festzustellen. Im Eozän schließlich sind Seichtwasser- und Schelfsedimente, etwa Nummulitenkalke und Sandsteine, des Helvetikum und Ultrahelvetikum von Bayern, Salzburg und Oberösterreich den Tonmergeln mit Tiefwasserklastika der Grestener Klippenzone gegenüberzustellen.

Innerhalb des Ultrahelvetikum Oberösterreichs ist eine Entwicklung in der Zeit bezüglich Wassertiefe und Landeinfluss festzustellen, vor allem auf Grund der Planktongehalte der Foraminiferenfaunen und des schwankenden siltig-sandigen siliziklastischen Anteils der Pelite (vergleiche auch PREY, 1962, 1983; BRANDLMAYR, 1995): Im Albium bis frühen Cenomanium dominieren dunkle Mergel mit bioturbaten Mergelkalklagen und planktonreichen Foraminiferenfaunen mit signifikanten Benthosanteilen >10%, was auf sauerstoffarme Bereiche des oberen Bathyals hinweist. Ab dem mittleren Cenomanium bis ins Santonium dominieren Foraminiferenfaunen mit Planktongehalten über 95%–98%. Die Ausnahme sind die schwarzen Tonsteine des Cenomanium/Turonium-Grenzbereichs, in dem keine Foraminiferen auftreten und Radiolarien und später Dinoflagellatencysten vorherrschen. In diesem Abschnitt sind die größten Wassertiefen (oberes bis mittleres Bathyal, ca. 500–1500m Wassertiefe) und der geringste Landeinfluss festzustellen. Das Auftreten von Schwarzschiefern des weltweiten Oceanic Anoxic Event 2 spricht für offen ozeanische Bedingungen und gute Verbindungen in andere Bereiche der Tethys. Die folgende zunehmende Rotfärbung der Sedimente wird dabei nicht auf eine Schwellenposition im Sinne von BRANDLMAYR (1995) zurückgeführt, sondern entspricht dem weltweiten Trend von anoxischen zu oxidierenden Ozeanbedingungen während des Turonium (HU et al., 2005). Im späten Santonium bis frühen Campanium ändern sich die Foraminiferenfaunen – Planktonforaminiferen dominieren noch immer stark, die Benthosanteile schwanken um 10%, womit wieder oberes Bathyal angezeigt wird. Im späten Campanium zeigen Ammoniten, Echinoiden und Inoceramen sowie umgelagerte Seichtwasserfossilien wie Korallen eine weitere Abnahme der Wassertiefen und landnähere Bedingungen, eine Entwicklung, die sich im Maastrichtium in den dunklen siltig-sandigen, z.T. Glaukonit führenden Mergeln des mittleren bis äußeren Schelfs (seichter als 200m Wassertiefe) fortsetzt und die pelagische Schichtfolge des Ultrahelvetikum in Oberösterreich beendet und wieder zu „helvetischen“ Seichtwassersedimenten des Paläogens überleitet.

Auf Grund der genauen Einzeitung von Teilprofilen mit biostratigraphischen und isotopestratigraphischen Methoden (NEUHUBER et al., Arbeit in Vorbereitung) können genaue Sedimentationsraten für einzelne Zeitabschnitte gegeben werden. So lassen sich für das späte Cenomanium bis mittlere Turonium sehr geringe Sedimentationsraten in der Größenordnung von 2 bis 7mm/1000 Jahre rekonstruieren. Ähnlich Sedimentationsraten um 3–15mm/1000 Jahre kennzeichnen das Santonium und Campanium. Diese geringen Sedimentationsraten sind typisch für einen hochmarinen pelagischen Ablagerungsraum an einem Kontinentalhang wie ihn das Ultrahelvetikum von Oberösterreich darstellt, in dem vorwiegend karbonatisches Plankton (Nannoplankton, Planktonforaminiferen) und Tonminerale die Sedimente aufbauen.

## Dank

Diese Arbeit ist Siegmund Prey gewidmet, auf dessen unermüdlichen Spuren wir das Ultrahelvetikum Oberösterreichs erforschten. Hans Egger (GBA Wien) danken wir für die Einführung in die Buntmergelserie Oberösterreichs und viele Hinweise auf Gesteinsaufschlüsse in diesem Gebiet. Herbert Summesberger (NHM Wien) verdanken wir eine Führung im Gschlifgraben und viele Alterseinstufungen und Proben von Makrofossilien aus diesem Gebiet. Andreas Kroh danken wir für Hilfestellungen zur Klärung stratigraphischer Probleme.

## Literatur

- BRANDLMAYR, P. (1995): Die Geologie des Oberen Aurachtals (OÖ). – Jb. Geol. B.-A., 138, 583–602.
- BRAUNSTINGL, R. (1986): Geologie der Flyschzone und der Kalkalpen zwischen Enns- und Steyrtal (Oberösterreich). – Unveröff. Diss. Univ. Salzburg, 162 S.
- BRAUNSTINGL, R. (1988): Die Flyschzone südwestlich von Steyr (Oberösterreich): Geologischer Bau und Überlegungen zum Ultrahelvetikum. – Jb. Geol. B.-A., 131, 231–243.
- DOBEN, K. (1970): Erläuterungen zum Blatt Nr. 8241 Ruhpolding. – 156 S., Bayer. Geol. Landesamt.
- EGGER, H. (1986): Zur Geologie der Nördlichen Kalkalpen und der Flyschzone in den oberösterreichischen Voralpen zwischen Ennstal, Pechgraben und Ramingbach. – Unveröff. Diss. Univ. Salzburg, 146 S.
- EGGER, H. (1987): Die Geologie der Rhenodanubischen Flyschzone südöstlich von Steyr (Oberösterreich, Niederösterreich). – Jb. Geol. B.-A., 130, 139–151.
- EGGER, H., KOLLMANN, H.A., SANDERS, D., SUMMESBERGER, H. & WAGREICH, M. (2000): Cretaceous of eastern Austria. – Field trip Guide 6th Internat. Cretaceous Symp. Vienna, 1–56.
- EGGER, H., POLESNY, H. & WAGNER, L.R. (1997): Cretaceous of the Rhenodanubian Flysch and Ultrahelvetikum. Core storage display of rocks from the Molasse basement and the Molasse. – In: Field Trip Notes Vienna '97, AAPG International Conference and Exhibition, 86–104.
- DE KLASZ, I. (1956): Stratigraphie der helvetischen Zone (Helvetikum-Zone). – *Geologica Bavarica*, 26, 42–69.
- FRAAYE, R.H.B. & SUMMESBERGER, H. (1999): New crustacean records from the Late Campanian of Austria. – *Beitr. Paläont. Österr.*, 24, 1–6.
- HU, X., JANSÁ, L., WANG, C., SARTI, M., BAK, K., WAGREICH, M., MICHALIK, J. & SOTÁK, J. (2005): Upper Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the Tethys: occurrences, lithofacies, age, and environments. – *Cretaceous Research*, 26, 3–20.
- KENNEDY, W.J. & SUMMESBERGER, H. (1984): Upper Campanian ammonites from the Gschlifgraben (Ultrahelvetikum, Upper Austria). – *Beitr. Paläont. Österr.* 11, 149–206.
- KENNEDY, W.J. & SUMMESBERGER, H. (1999): New Upper Campanian Ammonites from the Gschlifgraben near Gmunden (Ultrahelvetikum, Austria) – *Beitr. Paläont. Österr.*, 24, 23–39.
- KOLLMANN, H.A. & SUMMESBERGER, H. (1982): Excursions to Coniacian – Maastrichtian in the Austrian Alps. – WGCM, – 4th Meeting – Gosau Basins in Austria.
- KROH, A. & JAGT, J.W.M. (2004): Additional records of Late Cretaceous and Early Palaeogene echinoids from the Gschlifgraben (Ultrahelvetikum, Upper Austria). – *Acta Geologica Polonica*, 54, 551–571.
- KUHN, W. (1992): Paleozäne und untereozäne Benthos-Foraminiferen des bayerischen und salzburgischen Helvetikums – Systematik, Stratigraphie und Palökologie. – *Münchner Geowiss. Abh.*, A24, 1–224.
- HRÁDECKÁ, L. & LOBITZER, H. (2003): A Campanian/Maastrichtian boundary section in the Ultrahelvetikum Zone east of Attersee (Salzkammergut, Upper Austria). – *Gmundner Geo-Studien* 2, 169–171.
- JANOSCHEK, W. (1964): Geologie der Flyschzone und der helvetischen Zone zwischen Attersee und Traunsee. – Jb. Geol. B.-A., 107, 161–214.
- MAURER, H. (1972): Zur Geologie des Helvetikums und der Flyschzone zwischen dem Steyr- und Kremstal. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 64, 137–172.

- NOTH, R. (1951): Foraminiferen aus Unter- und Oberkreide des österreichischen Anteils an Flysch, Helvetikum und Vorlandvorkommen. – Jb. Geol. B.-A., Sb. 3, 1–91.
- PLÖCHINGER, B. & PREY, S. (1993): Der Wienerwald. – Sammlung geologischer Führer, 59, 168 S., Berlin (Bornträger).
- PREY, S. (1950): Geologie der Flyschzone im Gebiete des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a.d. Krems (Oberösterreich). – Jb. Geol. B.-A., 94, 93–165.
- PREY, S. (1951a): Helvetikum und Flysch. – Verh. Geol. B.-A., Sh. A, 38–48.
- PREY, S. (1951b): Zur Stratigraphie von Flysch und Helvetikum im Gebiet zwischen Traun- und Kremstal in Oberösterreich. – Verh. Geol. B.-A., 1949, 123–127.
- PREY, S. (1952): Aufnahmen in der Flyschzone auf den Blättern Gmunden-Schafberg (4851) und Kirchdorf-Krems (4852) (Gschlifgraben), sowie auf den Blättern Ybbs (4754) und Gaming-Mariazell (4854) (Rogatsboden) (Bericht 1951). – Verh. Geol. B.-A., 1952, 41–45.
- PREY, S. (1953): Flysch, Klippenzone und Kalkalpenrand im Almtal bei Scharnstein und Grünau (O.Ö.). – Jb. Geol. B.-A., 96, 301–343.
- PREY, S. (1957): Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (N.-Ö.). – Jb. Geol. B.-A., 100, 299–358.
- PREY, S. (1962): Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. – Z. deutsch. Geol. Ges., 113, 282–292.
- PREY, S. (1980): Erläuternde Beschreibung des Nordteiles der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1:50.000 – Flyschzone, Walsbergserie, Gosau im Nordrand der Kalkalpen und Quartär. – Verh. Geol. B.-A., 1980, 281–325.
- PREY, S. (1983): Das Ultrahelvetikumsfenster des Gschlifgrabens südsüdöstlich von Gmunden (Oberösterreich). – Jb. Geol. B.-A., 126, 95–127.
- RASSER, M.W. & PILLER, W.E. (1999a): Lithostratigraphische Neugliederung im Paläogen des österreichisch-bayerischen Südhelvetikums. – Abh. Geol. B.-A., 56/2, 699–712.
- RASSER, M.W. & PILLER, W.E. (1999b): Kroisbachgraben und Frauengrube: Lithostratigraphische Typuslokalitäten für das paläogene Helvetikum in Salzburg. – Abh. Geol. B.-A., 56/2, 713–722.
- RASSER, M.W. & PILLER, W.E. (2001): Facies patterns, subsidence and sea-level changes in ferruginous and glauconitic environments: The Paleogene Helvetic shelf in Austria and Bavaria. – In: PILLER, W.E. & RASSER, M.W. (Hrsg.): Paleogene of the Eastern Alps. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen 14, 77–110.
- RICHTER, M. & MÜLLER-DEILE, G. (1940): Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (OBB.) und der Enns (Oberdonau). – Z. deutsch. Geol. Ges., 92, 416–430.
- SCHNABEL, W. (1970): Zur Geologie des Kalkalpennordrandes in der Umgebung von Waidhofen/Ybbs, Niederösterreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 19, 131–188.
- SCHNABEL, W. (1983): Bericht 1982 über geologische Aufnahmen in der Grestener Klippenzone (westliche niederösterreichische Voralpen) mit großregionalen Faziesvergleichen auf den Blättern 54 Melk, 71 Ybbsitz und 72 Mariazell. – Jb. Geol. B.-A., 126, 301–302.
- STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION DEUTSCHLANDS (Hrsg.) (2000): Stratigraphie von Deutschland III. Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland. – Courier Forschungsinst. Senckenberg, 226, 1–207.
- STAMPFLI, G.M., MOSAR, J., MARQUER, D., MARCHANT, R., BAUDIN, T. & BOREL, G. (1998): Subduction and obduction processes in the Swiss Alps. – Tectonophysics 296, 159–204.
- STURM, M. (1968): Die Geologie der Flyschzone im Westen von Nussdorf/Attersee, O.Ö. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, 302 S.
- STURM, M. (1969): Zonation of Upper Cretaceous by means of planktonic foraminifera, Attersee, (Upper Austria). – Annal. Soc. Geol. Pologne, 39, 103–132.
- SUMMESBERGER, H. & KENNEDY, W.J. (2004): More Ammonites (Puzosiinae, Pachydiscidae, Placenticeratidae, Nostoceratidae, Diplomoceratidae) from the Campanian (Late Cretaceous) of the Gschlifgraben (Ultrahelvetic Nappe; Austria). – Ann. Naturhist. Mus. Wien, 106A, 167–211.
- TRAUB, F. (1990): Zur Geologie und Stratigraphie der paläozänen Oichinger Schichten im Helvetikum des Haunsberges, nördlich von Salzburg, Österreich. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol., 30, 137–147.
- TRÖGER, K.-A., SUMMESBERGER, H. & SKOUMAL, P. (1999): Inoceramidae from the Campanian (Upper Cretaceous) of the Gschlifgraben (Ultrahelvetic; Austria). – Beitr. Paläont. Österr., 24, 41–61.

- WAGREICH, M. (1999): Calcareous nannofossil assemblages from the Gschlifgraben near Gmunden (Ultrahelvetic, Austria). – *Beitr. Paläont. Österr.*, 24, 63–67, Wien.
- WAGREICH, M. (2002): Cretaceous Oceanic Red Beds in the Austrian Alps. – In: HU, X. & SARTI, M. (Hrsg.): Cretaceous Oceanic Red Beds (CORB) in an Apennines – Alps – Carpathians Transect, field guidebook IGCP463 workshop Ancona, 30–46.
- WAGREICH, M., BOJAR, A.-V., SACHSENHOFER, R.F., NEUHUBER, S., EGGER, H. (in Druck): Calcareous nannoplankton, planktonic foraminiferal and carbonate carbon isotope stratigraphy of the Cenomanian–Turonian boundary section in the Ultrahelvetic Zone (Eastern Alps, Upper Austria). – *Cretaceous Research*.
- VOGELTANZ, R. (1970): Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). – *Verh. Geol. B.-A.*, 1970, 373–451.
- WIDDER, R. (1986): Neuinterpretation des Buchdenkmalgranites. Diskussion alter und neuer Argumente. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, 33, 287–307.
- WIDDER, R. (1987): Zur Stratigraphie, Fazies und Tektonik der Grestener Klippenzone zwischen Ma. Neustift und Pechgraben/O.Ö. – Unveröff. Diss. Formal- und Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 161 S.
- WIDDER, R. (1988): Zur Stratigraphie, Fazies und Tektonik der Grestener Klippenzone zwischen Maria Neustift und Pechgraben/O.Ö. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, 34/35, 79–133.