

**Vilserkalk –  
Fakten und Überlegungen zu einer Neudefinition  
(Nördliche Kalkalpen, Austria)**

**Manfred Leuprecht & Beatrix Moshhammer**





# Vilserkalk

## Fakten und Überlegungen zu einer Neudefinition (Nördliche Kalkalpen, Österreich)

Manfred Leuprecht<sup>1)</sup>, Beatrix Moshhammer<sup>2)</sup>

Untertitel:

Rohstoffinteressen und ihre geologischen Grundlagen betreffend den **Vilserkalk** im **Typusgebiet**: Weißhaus; über **Typlokalität** am „Legam“, S‘ Vils, und Vilser Steinbruch „Fall“ bis zum Roten Stein sowie - zum Vergleich – den der entfernten Lokalitäten Losenstein und Windischgarsten

**132 S., 6 Abbn** im Text, **2 Tabellen, 25** z.T. mehrseitige **Tafeln** (zu deren Abbn s.Tafel-VZ)

Schlüsselwörter

Jura, Nördliche Kalkalpen, Vilserkalk, Vilser Alpen, Vilser Schwelle, Allgäudecke, Brachiopoden, Hartgrund, Mikrostromatolithen, Spaltensysteme, synsedimentäre Tektonik, Geochemie, Weißmessung.

Österreichische Karte 1:50.000 Blatt 69 Großraming, Blatt 85 Vils, Blatt 98 Windischgarsten.

*Ein Teil dieser Arbeit erfolgte im Rahmen des Rohstoffprojektes Ü-LG-051 (2005-2008).  
Die Veröffentlichung der rohstoffbezogenen Daten stützt sich auf die Absprache mit der  
Firma Schretter & Cie, Vils.*

*Dem **BUNDESAMT** für **EICH-** und **VERMESSUNGSWESEN** danken die Autoren für die  
urheberrechtliche Genehmigung, einen Ausschnitt aus Bl.Nr. 85 für die geowissenschaftliche  
Publikation über den „Vilserkalk“ zu vervielfältigen.*

<sup>1)</sup> Dr.phil.**M.LEUPRECHT**, Sampogasse 5/II/10, 1140 Wien

<sup>2)</sup> Dr.phil.**B.MOSHAMMER**, Geologische Bundesanst, Fachabt Rohstoffgeologie, Neulinggasse 38, 1030 Wien

Manfred Leuprecht & Beatrix Moshhammer:  
Vilserkalk - Fakten und Überlegungen zu einer Neudefinition (Nördliche Kalkalpen, Österreich).  
Eigenverlag Leuprecht & Moshhammer. Veröffentlicht in WIEN im November 2010.

© 2010 by Manfred Leuprecht & Beatrix Moshhammer  
Alle Rechte vorbehalten!

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen, Tabellen und Tafeln, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-200-02063-4

**NIKOLAUS LECHENBAUER & HELMUT POHLER**  
gewidmet



## Vorwort

Gegenüber den ersten im Vilserkalk-Typusgebiet forschenden Geologen mit dem beachtlichen Vorteil ausgestattet, im großen Steinbruch der Firma Schretter & Cie in Vils, Tirol, Vilserkalk nicht nur umfangreich aufgeschlossen und zugänglich vorzufinden und in Liegendes, Hangendes, Lagerungsverhältnisse und fazielle Eigenheiten besseren Einblick zu bekommen, sondern mit dem neuerdings bevorzugt im ViKa vorangetriebenen Rohmaterialabbau, wenn auch befristet, weitere diesbezügliche Informationen sammeln zu können, wurde die altbekannte stratigraphische Einheit „**Vilserkalk**“ im **Typusgebiet** einer längst fälligen **Neubearbeitung** unterzogen.

Dabei wurden früheste Forschungsergebnisse ebenso wie die (durchwegs wenig ergiebigen) neueren mit dieser Materie beschäftigten Schriften und Karten eingehend mitberücksichtigt, und es sind zudem zwei entfernte ViKa-Vorkommen, Windischgarsten & Losenstein, zu Vergleichszwecken in Augenschein genommen worden.

Im Arbeitsgebiet liegen zwei Typlokalitäten - wenig oberhalb des südlichen Stadtrandes von Vils, am sogenannten „Legam“, nahe dem Leebach, die des **Vilserkalks**; der markante Rote Stein, etwas westlich davon, wurde zur Typlokalität für den **Rotensteinkalk** erhoben (siehe A.TOLLMANN, 1976, S.372!).

„Rotensteinkalk“ (A.OPPEL, 1863; „Unterer Steinmühlkalk“, „Transversarium-Kalk“ etc. als jüngere Synonyme), „rote und bunte, meist knollige, Cephalopoden führende Kalke des Oxford“, baut angeblich also den Roten Stein bei Vils auf, „dessen rot-bunte Kalke seit alters durch *Peltoceras transversarium* (Quenst.) als mittleres Oxford eingestuft sind - F.TRAUTH, 1950“.

Angaben wie diese über den Roten Stein sind aber weitestgehend unrichtig und irreführend, und solche betreffen auch den Vilserkalk. So etwa sei unzulässig, „Vilserkalk“ auf Kalke des Dogger und Malm auszudehnen, Unter-, Mittel- und Oberdogger-ViKa kämen nie in einem Profil übereinander vor („diskontinuierliche Sedimentation“) etc. - ganz abgesehen von der bis heute hartnäckig vertretenen Vorstellung jener „Schwellenfazies“ unbekannter südlicher Herkunft (i.Wes.Vilserkalk), die, mit der „Vilser Decke“ nach Norden überschoben, wurzellos auf der Allgäudecke abgelegt worden sei. Während nun, unsern diesbezüglich neuesten Untersuchungsergebnissen zufolge, der Rotensteinkalk als Basis der so bezeichneten „Pfronten-Formation“ fixiert werden konnte [**neu**, s.dazu i.d.Abhandlung: *Zur Stratigraphie und zu den Fazieswechseln in der Schwellenfazies der Vilser Alpen (sog. „Vilser Schwelle“) im Bereich der Jura-Kreide-Grenze und in der Unterkreide bis zur „Tannheimer-Schichten-Wende“*], widmet sich vorliegende Abhandlung von unseren neuesten Untersuchungsergebnissen jenen, die den Vilserkalk betreffen und ihn in die richtigen Zusammenhänge stellen (**Typusgebiet - Typuslokalität** und Umgebung; Vergleiche mit zwei entfernten Lokalitäten, s. oben).

Es wird Geschichtliches zur Entstehung und zum Gebrauch des stratigraphischen Begriffes „Vilserkalk“ vorausgeschickt; ausgehend vom Vilserkalk s.str., jenem altbekannten, hellen Crinoiden-Brachiopodenkalk der Typlokalität (oberer Dogger, Callovien), präsentieren wir ältere Untersuchungsergebnisse. An diese schließen unsere neuesten Entdeckungen an. Diese umfassen nicht nur Entstehung, Entwicklung und zeitlichen Bestand des ViKa, Liegendes, ViKa-Typen, fazielle Verfremdung, Ursachen sowie das Ende dieser Ablagerung oder etwa ViKa-Spaltensysteme, ihren Wert für die paläogeographische Positionierung etc., sondern - mit dem **Vilserkalk** als Ablagerung ihres Ursprungs- oder Stammgebietes - automatisch auch die „**Vilser Schwelle**“ selbst, samt Anlage, Entwicklung und wahrer Position. Sie beinhalten u.a. auch den Nachweis, daß die Vilser Schwellenfazies - Vilser Schwelle - nicht etwa fern im Süden beheimatet war, deckenmäßig überschoben und „wurzellos“ im Norden deponiert wurde („Vilser Decke“), sondern dem **Ablagerungsraum der Allgäudecke** zugehört.

Definition, Inhalt und Gebrauch des Begriffs „Vilserkalk“ im bisherigen Umfang (TRAUTH, 1922, ZACHER, 1964 & 1966, TOLLMANN, 1976, usf.), von der Erforschungsgeschichte her verständlich, werden durch die neuen Untersuchungsergebnisse und Entdeckungen aus dem Umfeld der Typlokalität (Typusgebiet), den ältesten, engsten (sensu HAUER, sensu OPPEL) wie den später auf den gesamten Dogger ausgedehnten Begriffsumfang betreffend, enorm erweitert und entscheidend ergänzt. Die alten Einschränkungen, die das Fortbestehen des Vilserkalks als willkürlich eingegrenzte Juraablagerung bedeuten würden – bekannter Name für ein lithologisch nur vage umrissenes, biogendominiertes Sediment, im Grunde aber unbekannte Schwellenablagerung -, fallen weg. Entstehung und Entwicklungsgeschichte eines bislang völlig isolierten, in stratigraphischer, fazieller und paläontologischer Hinsicht gleichermaßen künstlich zurechtgestutzten Jurakalktyps, eben des Vilserkalks, je nach Ausbildung und ohne seine charakteristischen Fossilien nicht einmal sicher zuordnenbar, sind nunmehr enträtselt und bekannt. Sie erweisen, daß er paläogeographisch, aber auch zeitlich ganz spezifisch positionierter Bestandteil eben jenes großtektonisch geschaffenen, weiterentwickelten und umgestalteten **Schwelle-Gesamtkomplexes** ist, in den eingebaut er sich findet.

Der alte Informationsstand fußt des weitern – nach jenen vornehmlich paläontologisch orientierten allerersten Untersuchungsergebnissen und Erkenntnissen – in der Hauptsache ja auf mehr oder minder fruchtlosen Auseinandersetzungen über die **Tektonik**; auf jenen deckentheoretischen Erwägungen und Behauptungen, die AD, LD und Vilser Decke und mit ihnen die komplexe KA-Nordrand- und **Becken-Schwelle-Geologie** dieses Gebietes betreffen (s. eingangs Kap II., zu AD, LD, VD & Falkensteinzug), wie auch und insbesondere auf einer unzulänglichen, zum Teil sogar völlig falschen **Stratigraphie**.

Seit Generationen im Gang, sind diese Auseinandersetzungen bis heute festgefahren, die stratigraphischen Kenntnisse *nicht* verbessert worden. Damit fehlten bislang Hinweise etwa auf den ViKa als Glied dieses Schwelle-Gesamtkomplexes, es fehlten Bildung, Ursachen, weitere Entwicklung, präziseren zeitlichen Bestand betreffende Fakten. Es fehlten Hinweise z.B. auf fazielle und lithologische Veränderungen bzw. Abwandlungen dieses lithologisch nicht durchgehend einheitlichen Schichtkomplexes; mit ihnen fehlten Begründungen: Bildungsort und Endlager, Beckennachbarschaft und Abhängigkeit von deren Veränderungen („Milieuverlust“), Kontakte mit den Beckensedimenten usw., usf.

Es fehlten vor allem auch die großen, **übergeordneten Zusammenhänge**, und mit und bei alledem fehlt erst recht jeglicher Hinweis darauf, wo richtigerweise die Wurzeln dieser Ablagerung zu suchen und zu finden sind.

Tatsächlich ist der Vilserkalk aber schwellennordrandpositionierte schmale (N-S), indes im Streichen auf weitere Strecken verfolgbare und wiederzufindende, auf bruchtektonisch verursachtem Relief - **Stammgebiet**, am Nordrand der Vilser Schwelle - entstandene Ablagerung, mit Bildungsbereich und Endlager - „Hangfazies“ - und mit Beckensedimentkontakten.

Sie teilt das Schicksal der während ihres gesamten Bestehens laufend tektonisch umgebauten und veränderten Vilser Schwelle und ist deshalb in obengenannten, von der Obertrias bis zu den Tannheimer Schichten reichenden Gesamtkomplex eingebunden (s. oben!).

Faziell variierend, im Oberjura im Zuge fortschreitender Abtiefung allmählich faziell verfremdend, läuft sie aufgrund Sedimentationsänderungen, Milieuverlusts, Reliefausgleichs und dgl. ganz aus; die Gesamtabfolge, deren Bestandteil sie ist, wird schließlich aufgrund Einfaltung und Anpressung (Neokom-Aptychenschichten) weiterer konkordanter Folgesedimentation (Tannheimer Schichten) entzogen (der **SFR** davon ausgenommen).

Ihre paläogeographische Position als der Beckensequenz der **AD** unmittelbar benachbarte, stets engstens mit ihr verbundene Schwellenablagerung haben u.v.a. wesentlich später, in bereits weitgehend lithifiziertem Stadium, in ihr angelegte junge Spaltensysteme bestätigt.

Der **SFR** der Vilser Schwelle (s. etwa Erläutgn Kap **II.** & Taf **4**) hat mit seinen Übergängen aus dunklen Lias-Kieselkalken, Kirchsteinkalk, in die rote und bunte Schwellenfazies nicht nur ein Stück ehemalige „Südbegrenzung“ der Vilser Schwelle preisgegeben, sondern mit dieser auch gleich seine mit dem Stammgebiet im N „zeitgleiche“ Anlage erwiesen („gleicher stratigraphischer Rahmen“; s. dazu i d Kapiteln); er erfährt indes mit Absenkung der Schwellenregion, zunehmender Einengung und dadurch bewirkter Abschottung zwischen den Barrieren im N (Stammgebiet) und S (LD), was die Abfolge der jüngsten pelagischen Feinsedimente (Pfronten-Formation, „Bianconekalk“) betrifft, seine fazielle Vielfältigkeit, Andersartigkeit, ja Ausgefallenheit.

Es wurde, den ermittelten Fakten entsprechend, ein aus gestückelten Abschnitten – „Teilprofilen“ - zusammengesetztes, schematisches, über die charakteristischen, häufigst vertretenen ViKa-Typen uD bis oD definiertes **ViKa-Profil** in die den **ViKa einschließende Gesamtabfolge, NFR** („Stammgebiet“), eingebaut, den Fakten gemäß mit fixem, eindeutigem Liegend-, jedoch allmählich faziell sich veränderndem Hangendübergang - entwicklungsbedingte „fazielle Verfremdung“ des ViKa.

Den diesbezüglich eher knappen Aufschlüssen nach erfolgt letzterer aus einem lithologisch ohne Schwierigkeiten tolerierbaren „**malmischen ViKa**“-Anteil heraus (ohne Brachiopoden); der Übergang in die brachiopodenfreien und vergleichsweise (oD-Typ) auch an Crinoiden verarmenden **malmischen Ammonitenkalke** hinein wird beschrieben, zeigt vorerst noch große lithologische Ähnlichkeiten, beinhaltet aber alsbald mehr und viel deutlichere Hinweise auf Milieuverlust und Annäherung an pelagische Verhältnisse (u.a. „Bianconekalk“-Sedimentation) als die wenigen, die schon der malmische ViKa führt.

Den alten stratigraphischen Begriff „**Vilserkalk**“ könnte deshalb künftig „**Vils-Formation**“ ersetzen. Der altberühmte, bislang aber dennoch weitgehend unbekannte Vilserkalk könnte damit, den kurz geschilderten Fakten nach „zeitunabhängig“, also ohne unüberschreitbare zeitliche Begrenzungen, harmonisch in die ihn einschließende Gesamtabfolge eingegliedert werden.

„Lithologisch einheitlich“ erfordert im Falle des ViKa aber jedenfalls eine über die lithologischen Merkmale des Vilserkalks s.str. weit hinausreichende Toleranz!



# INHALT

<b>Vorwort</b> .....	v
<b>Zusammenfassung</b> .....	1
<b>Abstract</b> .....	2
<b>Einleitung</b> mit Vilserkalk-Erforschungsgeschichte.....	5
<b>I. Geographische &amp; geologische Übersicht</b>	
<b>Regionale Geologie</b> Überblick N-S: Molasse, Helvetikum & Ultrahelvetikum, Flysch und Kalkalpin, westlicher Nordrand; Nördliche Kalkalpen ( <b>NKA</b> , Bereich Allgäu & Tirol) mit fünf großtektonischen Einheiten: Kalkalpine Randschuppe & <b>Allgäudecke (AD)</b> - Tiefbajuvarikum, <b>Lechtaldecke (LD)</b> - Hochbajuvarikum, Inntaldecke & Krabachjochdecke – Tirolikum, Arbeitsgebietserstreckung nur <b>AD</b> (Vilstal-Streifenfenster) & <b>LD</b> ; <b>AD-LD</b> im Arbeitsgebiet und ein Wort zu Falkensteinzug, Deckenlehre & relativer Autochthonie... 11	
<b>II. Im Arbeitsgebiet keine Hinweise auf die Existenz einer Vilser Decke</b>	
<b>Zugehörigkeit der Vilser Schwelle zur AD - B e w e i s f ü h r u n g</b> Erläuterung der Begriffe „Nördlicher-“ und „Südlicher Faziesraum“ ( <b>NFR</b> & <b>SFR</b> ) der Schwellenablagerungen ( <b>AD</b> - Allgäudecke, <b>LD</b> - Lechtaldecke, <b>VD</b> - Vilser Decke) .....	13
<b>III. Weitere Fakten, Charakteristik</b> „Vilser Schwelle“ - eine von der Obertrias bis in die obere Unterkreide (Wende Apt-Alb) reichende Geschichte, beendet mit Abdeckung durch die Tannheimer Schichten. Großtektonische Aktivitäten als Motor für Bildung und Wandel.....	25
<b>IV. Das Liegende des Vilserkalks</b> Rote, dunkelrote und dunkelbraune kondensierte <b>Toarc-Cephalopodenkalke</b> (cf. Adneter) mit <b>Omission</b> und <b>Hartgrund</b> im oberen Toarc, auf ausgeprägtem Relief der <b>obertriassisch-tiefliassischen</b> (Graugesteins-) „ <b>Unterlage</b> “ <b>Bruchsystem</b> mit nördlich vorgelagerter <b>Zone</b> der „ <b>älteren Brekzien</b> “ und südlich anschließender <b>Rotkalk-Spaltenzone</b> in der „Unterlage“ als solches ausgewiesen („Primärrelief“).....	28
<b>V. Violettkalk</b> Als Arbeitsbegriff mit Altershinweis wird auch „ <b>Violettlias</b> “ gebraucht.....	33
<b>VI. Vilserkalk-Typen („members“)</b> Unterer Dogger: <b>Typ uD</b> & <b>Typ uD (Rotensteinfazies)</b> Mittlerer Dogger: <b>Typ mD</b> Oberer Dogger: <b>Typ oD</b> (Callovien, <b>Vilserkalk s.str.</b> ) Biostratigraphische, sedimentologische & mikrofazielle Einzelheiten „ <b>ViKa-Vorläufer</b> “ – zum frühesten Stadium der ViKa-Entwicklung.....	37
<b>VII. Brachiopoden &amp; Crinoiden - Hauptfaunenelemente im Vilserkalk</b> Foraminiferen, Ammoniten, Bryozoen Faunenanteile mit „Leitqualität“ Zu den <b>Sedimentationsumstellungen</b> und <b>Faunenfolgen</b> im „Stammgebiet“ Zur „ <b>Umrahmung</b> “ der Vilser Schwelle.....	54

**VIII. Entwicklungsverlauf der den **Vilserkalk einschließenden Gesamtabfolge** (NFR, „Stammgebiet“) im Zeitabschnitt **Oberjura-Unterkreide**; Vergleiche mit dem **SFR** über **Malmanteil, fazielle Verfremdung, Auslaufen & Ende des ViKa****

Weitere syntektonische **Sedimentations- & Faunenumstellungen** im Bereich der Vilser Schwelle **Typ oD, oberjurassischer ViKa-Anteil & Übergang in oberjurassische Ammonitenkalke**  
Transgressionen, Absenkung – Angleichung Schwellensedimentation-Beckensedimentation, laufende Annäherung an pelagische Verhältnisse, „**Tiefschwellephase**“

Zum **ViKa-Profil**: Abfolgeveränderlichkeiten lateral & vertikal, kein absolut verbindliches ViKa-Profil – **Festlegungen**, mit Erläuterungen zur Profildarstellung: Stückelungen aus dem Umfeld der Typlokalität (Roter Stein, Vilser Steinbruch, Typlokalität; Weißhaus)

Zu „lithologische Einheit“; ?**Vils-Formation**.....73

**IX. Mikrostromatolithen im Vilserkalk**

Kombination Mikrostromatolithen - Ostrakoden – Karbonatüberschußzementation

Entstehung, Ursachen; Erläuterung des Begriffs „jüngere Brekzien“.....93

**X. Spaltensysteme im Vilserkalk**

Nachweis unmittelbarer Nachbarschaft und Zusammenhangs des Stammgebiets der Vilser Schwelle (NFR, ViKa-Ablagerungsbereich) mit dem Beckenablagerungsraum im N wie auch mit dem **SFR** (paläogeographische Position).

Weiterer Nachweis langspanniger großtektonischer Aktivitäten als Agens für die Entstehung, den laufenden Umbau wie auch das Ende der Vilser Schwelle (mit den Tannheimer Schichten).....100

**XI. Losenstein & Windischgarsten**

Vergleich der beiden ViKa-Vorkommen mit dem des Typusgebietes.....108

**XII. Vilser Schwelle & Falkensteinzug**

Auf den Abhandlungsinhalt bezogene Stellungnahme, Schlußfolgerung und Vorschlag.....117

**XIII. Gesteinschemie und Weißmetrik des mineralischen Rohstoffes Vilserkalk**.....120

**Literatur**.....128

**Abkürzungshinweise:**

**HD**-Überschiebung – Hauptdolomit-

**ViKa** - Vilserkalk

**Taf, Tafn** – **Tafel(n)**, Abbildungseinheiten (alle A4); mehrere zum gleichen Thema tragen dieselbe Nummer, z.B. **TAFEL 2/1, 2/2 & 2/3**, mit ihren Abbn **1-4, 5 & 6** sowie Abb **7**.

**Abb, Abbn** – **Abbildung(en)** sind die von **1** bis – durchnummerierten Darstellungen auf den Tafeln und **6** Abbildungen im Text (dazu und zu zwei Tabellen s. im VZ unten!).

Themenbezogene Abkürzungen, z.B. **NFR & SFR**, werden in den Kapiteltexten erläutert.

Verzeichnis der **Tafeln & Tafelabbildungen**, der **Abbildungen im Text** & der **Tabellen**  
*Tafeln & Tafelabbildungen*

**Tafel 1**

**Tafel 2/1 mit Abbn 1 bis 4**

**Tafel 2/2 mit Abbn 5 & 6**

**Tafel 2/3 mit Abb 7**

**Tafel 3 mit Abbn 1 bis 6**

**Tafel 4**

**Tafel 5 mit Abbn 1 & 2**

**Tafel 6 mit Abbn 1 bis 8**

**Tafel 7 mit Abbn 1 & 2**

**Tafel 8 mit Abbn 1 bis 9**

**Tafel 9 mit Abbn 1 & 2**

**Tafel 10 mit Abbn 1 bis 13**

**Tafel 11 mit Abbn 1 bis 13**

**Tafel 12 mit Abbn 1 bis 4**

**Tafel 13/1 mit Abbn 1 bis 3**

**Tafel 13/2 mit Abbn 4 bis 10**

**Tafel 14 mit Abbn 1 & 2**

**Tafel 15/1 mit Abbn 1 bis 8**

**Tafel 15/2 mit Abbn 9 bis 16**

**Tafel 15/3 mit Abbn 17 bis 24**

**Tafel 15/4 (Erläuterungen dazu)**

**Tafel 15/5 mit Abbn 25 bis 28**

**Tafel 16/1 mit Abbn 1 bis 4**

**Tafel 16/2 mit Abbn 5 bis 12**

**Tafel 17**

**Tafel 18**

**Tafel 19**

**Tafel 20/1 mit Abbn 1 bis 10**

**Tafel 20/2 mit Abbn 11 bis 24**

**Tafel 21/1 mit Zeichng. & Abbn 1-3**

**Tafel 21/2 mit Abbn 1 bis 7**

**Tafel 22 mit Abbn 1 bis 7**

**Tafel 23 mit Abbn 1 bis 7**

**Tafel 24 mit Abbn 1 bis 8**

**Tafel 25 mit Abbn 1 bis 13**

*Abbildungen im Text*

**Abb 1 im Kap I. (Topo Arbeitsgebiet)**

**Abbn 2 & 3 im Kap XI.**

**Abbn 4, 5 & 6 im Kap XIII.**

*Tabellen*

**Tabelle 1 & 2 im Kap XIII.**



## Zusammenfassung

„**Vilser Schwelle**“ und das auf deren Stammgebiet gebildete und abgesetzte, wohl bekannteste und charakteristischste ihrer Sedimente, der **Vilserkalk**, werden - untrennbar, wie sie sind - gemeinsam abgehandelt und in jene engen Zusammenhänge gestellt, die im Typusgebiet aufgedeckt werden konnten.

Als „**Stammgebiet**“ konnte ein bruchtektonisch geschaffener (Nord-) Abhang, eine **Abbruchzone** und ihr Relief, in der frühesten Phase „**Primärrelief**“ genannt, auf obertriassisch-tiefliassischer „**Unterlage**“ ermittelt werden, zuerst mit kondensierten Toarc-Rotkalken als Liegendem des ViKa.

In der den bruchtektonischen Anfängen folgenden, langspannigen Phase der **S-N-Einengung** wurde die Vilser Schwelle und mit ihr ihr Stammgebiet entsprechend umgestaltet.

Aufgrund im Oberjura eingeleiteten, mit der laufenden Abtiefung der Beckenablagerungsräume aufs engste verknüpften Absinkens der Schwelle nimmt im Rest der den **ViKa einschließenden Gesamtabfolge**, ab dem ViKa-Malmanteil, der pelagische Einfluß stetig zu.

Nicht nur von den Vilser Juraablagerungen bekannt sind die oben erwähnten Toarc-Rotkalke, im Typusgebiet upwelling-verursachte, kondensierte, von ausgeprägtem Hartgrund abgeschlossene rote Cephalopodenkalke (cf. Adneter). Als sehr deutlichem Hinweis auf großtektonisch verursachte gravierende, mit der Umgestaltung der alten Ablagerungsräume zusammenhängende **Änderungen der Ablagerungsbedingungen im Toarc** kommt dieser ältesten, ammonitengeeichten roten Schwellenablagerung überregionale Bedeutung zu. Ihr liegt der ViKa unmittelbar auf.

Sedimentationsrückgang und Kondensation haben schon im unteren Toarc eingesetzt, endgültige **Omission** und **Hartgrundbildung** scheinen aber nahe der Grenze Toarc-Aalen zu liegen.

Mit der kleinwüchsigen autochthonen Ammonitenfauna („Spaltenfauna“) in der Rotkalkmatrix der „älteren Brekzien“ ließ sich eine restliche Rotkalksedimentation jedenfalls noch bis in den Grenzbereich Toarc-Aalen fortgesetzt erkennen. Ausführungen dazu etwa im Kapitel **IV!**

Es wird nachgewiesen, daß die **Vilser Schwellenfazies** - Vilser Schwelle - nicht etwa irgendwo weit im Süden beheimatet war, deckenmäßig überschoben und als Vilser Decke „wurzellos“ im Norden deponiert wurde, sondern dem **Ablagerungsraum der Allgäudecke** zugehört.

Von ihrer Entstehung an in dessen weitem, langen Entwicklungsgang einbezogen, läßt sie sich trotz des ihr eigenen Entwicklungsweges, ja trotz einer ihr ganz eigenen Entwicklungsphase mit schwellenspezifischen faziellen Abweichungen – man mag sie „**ViKa-Entwicklungsphase**“ nennen – letztlich problemfrei in dessen Sedimentfolge eingliedern.

Es wird ihre unmittelbare, nur scheinbar ausschließlich jungtektonisch geschaffene Nachbarschaft zur und Verbindung mit der Allgäudecken-Beckensedimentation nachgewiesen.

Es wird erläutert, daß der ViKa - syntektonisch verursachte schwellenspezifische Sedimentation - als Ablagerung des Stammgebiets nordrand- und schwellenabhängig positioniert und an diesen Bereich auch gebunden ist, meist Bildungs- und Endlagerort („Hangfazies“) unterscheiden läßt und, was letzteren betrifft, mit den nördlich vorgelagerten Beckensedimenten in direkten, sedimentären Kontakt kommt.

Es werden schließlich Fortbestand, Veränderungen und Entwicklungswandel der Vilser

Schwelle bis an die **Apt-Alb-Grenze** verfolgt; ihr mit Abdeckung durch die **Tannheimer Schichten** herbeigeführtes Ende wird an der Stammgebietsabfolge, **NFR**, wie auch an der des **SFR** demonstriert.

Wie die Vilsener Schwelle selbst, so erklären sich Entstehung, allmähliche „faziale Verfremdung“ wie auch Ende der ViKa-Ablagerung aus den großtektonischen Aktivitäten der **Obertrias-Unterkreide-Zeitspanne** und ihren umfassenden Auswirkungen – mit einleitender Bruchtektonik, ihr folgender Einengungsphase, Absinken der Schwelle in „Tiefschwelleposition“, damit einhergehendem allmählichem Verlust des „ViKa-Milieus“, besonders gravierenden späten Folgen der Einengung, Reliefausgleichung usw.

Wie sich die ViKa-Ablagerung in diese lange Entwicklung eingliedert und darin positioniert findet, suchen neben ausführlichen Beschreibungen im **NFR** wie im **SFR** errichtete **Profile** zu verdeutlichen.

Zwei entfernte ViKa-Vorkommen, **Windischgarsten & Losenstein**, sind, wenngleich vergleichsweise oberflächlich, in die Untersuchungen einbezogen worden.

Für die Zementerzeugung betreibt die Firma Schretter & CIE in Vils den Abbau der jurassisch-kretazischen Schichtfolge, im speziellen von Vilsenkalk und Tannheimer Schichten.

Im Vilsenkalk-Vorkommen bei Windischgarsten wurde Vilsenkalk als Hüttenkalk für die Eisen- und Stahlerzeugung in Linz gewonnen. In beiden Vorkommen wurden charakteristische Vilsenkalk-Varietäten anhand weniger Handstücke beprobt und einer **chemischen** und **weißmetrischen Analytik** unterzogen. Die Ergebnisse zeigen hohe chemische Reinheit sowie geringere Weiße.

## **Abstract**

The submarine rise “**Vilsener Schwelle**” and the most characteristic of its sediments having been developed in its area of origin, the **Vilsenkalk**, inseparable as they are, are treated together, and are embedded in those tight interrelations, which could be determined and discovered.

The area of origin of the Vilsener Schwelle is interpreted as a (north facing) **escarpment**. Its starting point, triggered by faulting tectonics in the Lower Jurassic, is marked by the “**primary relief**” which developed upon an “**underlayer**” of Upper Triassic to Lower Jurassic strata.

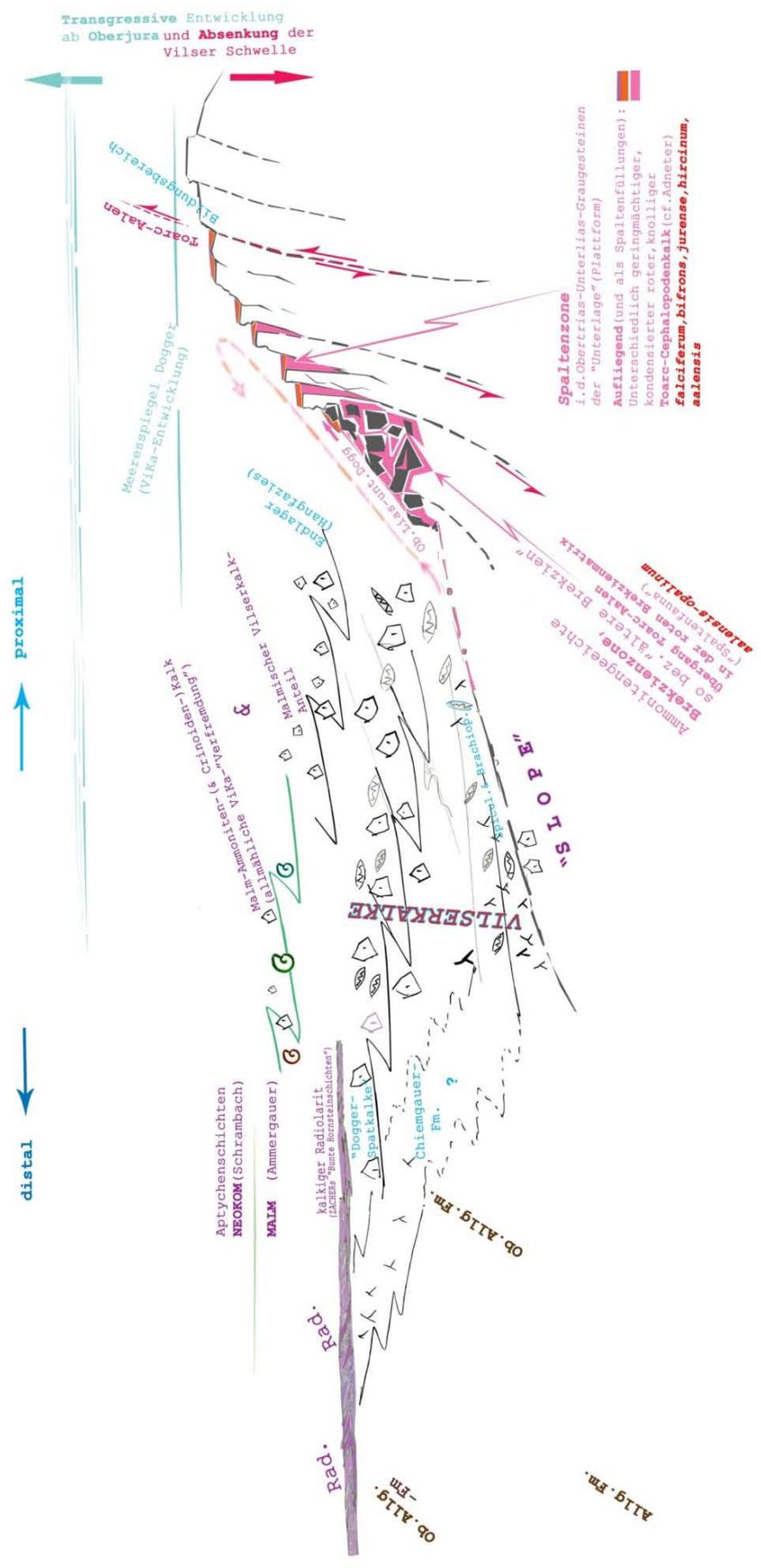
Condensed upwelling induced **Toarcian red limestones** (cf. Adnet formation) form the first deposits on the rise. During the Lower Toarcian they accumulated under conditions of a declining sedimentation rate combined with an increasing condensation. An autochthonous short grown ammonite fauna from the red limestone fissures of the “older breccias” proves sedimentation of these limestones up to the range of the Lower / Upper Toarcian boundary. Finally the sedimentation is ceased by omission expressed in a well developed **hardground**. This red limestone formation, biostratigraphically fixed with ammonites shows the adjustment to the fundamentally changed sedimentary conditions caused by the initiative faulting event, and its supra-regional importance is enhanced by its far-reaching occurrence.

Subsequently the rise underwent constant, longer lasting tectonic changes during **south** –



Modell VILSERKALK Typusgebiet (Typlokalität-Roter Stein)

Ursprung und Stammgebiet der Vilser Schwelle (Allgäudecke)  
Syntektonische Sedimentation ?unter- bis mittelliassisch, Toarc; Aalen - Callov (ViKa)  
Vereinfachte Darstellung mit Malmanteil des ViKa  
Fazielle Verfremdung durch Absenkung (Milieuverlust, Auslaufen der Ablagerung; s. Text!)



**TAFEL 1**  
Schematisches ViKa-Modell, nach den Nachforschungsergebnissen im Typusgebiet (zw. ViKa-Typlokalität und dem Roter Stein)

**north oriented compression.** Upon the footwall of the red limestone the **Vilserkalk** formed syntectonically in the intrinsic original area of the Vilser Schwelle positioned at the northerly rim. Genetically this characteristic brachiopod-crinoid-sediment can mostly be differentiated into an originating facies and into a slope facies. In the latter environment, where it was transported, it comes into contact and intermingles with the basinal sediments further north. In the Upper Jurassic a constant subsidence affected both the basin and the Vilser Schwelle, as they are tightly linked together. This explains the steady increase of the pelagic influence in the time-equivalent parts of the total rock sequence on the rise. As concerns the integrated Vilserkalk, its Malmian part is therefore distinguished.

Evidences are provided that the Vilser Schwelle did not root far in the south, did not undergo nappe thrusting and “rootless” emplacement as Vilser Decke in the north, but that it belongs to the **depositional realm of the Allgäu nappe** instead. Despite the Vilser Schwelle’s specific facies deviations from the basinal succession it nevertheless permits its integration into that effortlessly.

It is therefore regarded as the “**phase of the Vilserkalk development**” within the realm of the Allgäu nappe. It can be explained that the present vicinity between the succession of the basin and of the rise is only seemingly a product of solely younger tectonics but is due to the paleoconfiguration as well.

Furthermore the existence, modifications and the changing evolution of the Vilser Schwelle continuing up to the Aptian Albian boundary will be uncoiled. Its disappearance, associated with the onset of the **Tannheimer Schichten**, is demonstrated on behalf of the different successions in the area of origin, split into the **Northern** and the **Southern Facies Area (NFR and SFR)**. Like the Vilser Schwelle itself, origination, gradual “facies alienation” and eventually the end of the Vilserkalk-sedimentation are caused by regional tectonic processes that took place between the Upper Triassic and the Lower Cretaceous. As extensive consequences follow the first incidents of faulting tectonics, a successive compression, the subsidence of the rise into a position of a deeper marine rise (“Tiefschwelle”), likewise with it comes the gradual loss of the previous “Vilserkalk milieu”, some particularly serious late manifestations of the compression, the equalization of the relief, etc.

Besides detailed descriptions, cross sections through the NFR and the SFR elaborate on how the Vilserkalk was integrated and positioned during the long development of this particular marine topographic height.

Two distant occurrences of Vilserkalk were briefly inspected for comparison at Windischgarsten and at Losenstein.

From the huge active quarry SSW of Vils in Western Tyrol the Vilserkalk and the Tannheimer Schichten are extracted for cement manufacture by Schretter & Cie. Few hand specimens from typical varieties of Vilserkalk were taken from in- and outside the quarry and were examined for their chemical composition and their color resp. whiteness. The same was undertaken for the redundant quarry near Roßleithen WNW of Windischgarsten in Upper Austria, where the Vilserkalk was quarried in history for the steel works in Linz. In both deposits the Vilserkalk shows high chemical purity, expressed in whole rock analyses and some analysed trace elements. The colorimetric parameters indicate a shade of beige, already macroscopically evident. Only the lowest part of the Vilserkalk shows a more intensive reddish colour. Among others the luminance factor (Y value CIE 1964 D65/10°) and the TAPPI Brightness ( $R_{457}$ ) are given which do not meet the demands of the filler industries but support the current use of the limestone dependant on its chemistry.

## Einleitung

mit Vilserkalk-Erforschungsgeschichte

Der Begriff „**Vilserkalk**“ geht auf F.v.**HAUER** (1853) zurück, doch gebraucht der in seiner Abhandlung stets die Bezeichnung „Vilser Schichten“. Er führt mehrere Vorkommen an, so etwa das vom Gunstberg bei Windischgarsten, und weist darauf hin, daß ihre Brachiopodenfaunen übereinstimmen mit denen aus dem ViKa bei Vils, vor allem, was die altbekannten Formen *Terebratula antiplecta* L.v.BUCH, *T.pala* L.v.BUCH, *Rhynchonella senticosa* SCHLOTH. und *Rhynchonella trigona* sp.QENST. (Aufzählung nach **HAUER**) betreffe.

Albert **OPPEL** und ganz besonders August **ROTHPLETZ** haben sich mit der Vilser Geologie sehr eingehend befaßt - die Paläontologie betreffend, speziell mit den ViKa-Brachiopoden. Man denke etwa an **ROTHPLETZ**' „Geologisch-palaeontologische Monographie der Vilser Alpen mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik“ (mit Karte 1:25.000), Palaeontographica, 33, Stuttgart, 1886/87, oder an **OPPEL**'s „Ueber die weissen und rothen Kalke von Vils in Tyrol“, Separatabdr. aus den württemb. naturw. Jahresh. Jahrg. XVII, München, Dezember 1860. A.**OPPEL** (1860) beschreibt zum einen das Gestein der Typlokalität (südlicher Ortsrand von Vils, Bereich Legam-Rauhühel), also jenes, das als Vilserkalk s.str., Callovien, zu bezeichnen ist. Er nennt dieses den „**weissen Kalk von Vils**“, geht aber des weitern auch auf einen „in der engsten Verbindung mit diesem graulich-weissen Kalk stehenden ... rothen, marmorartigen, harten Kalk“ ein, den er den „**rothen Kalk von Vils**“ nennt.

Seinen Formulierungen nach vielfach seiner Sache alles eher als sicher, spricht er dabei einerseits sicher **jüngere Spaltenfüllungen** im Vilserkalk an; andererseits - der Beschreibung nicht mehr spaltenmäßig trennbarer Rotkalkkontakte nach - aber auch dessen unmittelbare Zusammenhänge und Kontakte mit Rotkalken überhaupt, hauptsächlich wohl tektonische mit Rotkalken des **SFR** der Vilser Schwelle in den späten Entwicklungsstadien. Fossilinhalt und Alter nach handelt es sich dabei sehr wahrscheinlich um der Pfronten-Fm zuzuordnende Rotkalk: „... es ist sogar denkbar, dass *Terebratula diphya* darin vorkomme.“ Während unserer Geländearbeiten fand sich diese seine Vermutung jedenfalls mehrfach bestätigt. Von einer eindeutig malmischen roten Spaltenfüllung mit zahlreichen malmischen Ammoniten abgesehen, geht aus den Schilderungen ansonsten aber nie klar hervor, welcher Verband ihm jeweils aufgeschlossen vorlag. Der Grund dafür wird wohl in den primär paläontologisch-biostratigraphischen Interessen dieser ersten Erforscher zu suchen sein. Eingangs seiner Ausführungen (S.2) aber bezeichnet **OPPEL** „die Hauptmasse“ der Gesteine der Typlokalität, den „weissen und graulich-weissen Kalk ..., welcher an manchen Stellen oolithisch wird, an andern Stellen zahlreiche feine Crinoideentrümmer einschliesst“, als jenen, „welchem seither der **Name Vilser Kalk** ausschliesslich zukam“. Und da sich der über seinen Fossilinhalt dem Callovien zuordnen läßt, so versteht sich „**Vilserkalk**“ zunächst als jener helle, weißgraue oder hellbeige Crinoiden-Brachiopodenkalk des **oberen Dogger**, wie am und im Nahbereich des **locus typicus** (S' Vils) vorzufinden - gemessen am später auf den ganzen Dogger ausgedehnten Begriffsumfang somit als **Vilserkalk sensu stricto**.

Bei **OPPEL** (1860, S.31) findet man sodann, etwa unter „2.Fossile des weissen Vilser Kalkes“, neben den seinerzeit taxonomisch als „*Terebratula Vilsensis* OPP.“, „*Terebratula bifrons* OPP.“, „*Terebratula* cf. *Calloviensis* d'ORB. var. *Algoviana*“ (identisch mit „*Terebratula algoviana* OPP.“ bei **ROTHPLETZ**, 1886, S.100) etc. geführten Brachiopoden, auch die bekannten und am häufigsten vertretenen Formen des Oberdogger-ViKa, nämlich „*Terebratula antiplecta* BUCH“, „*Terebratula pala* BUCH (*Waldheimia*)“ sowie „*Rhynchonella Vilsensis* OPP.“. Erste und vorerst einzige biostratigraphische Grundlage für die Einstufung des Vilserkalks s.str. ins Callovien war seinerzeit diese seine kennzeichnende Brachiopodengemeinschaft. Wir bezeichnen sie da und dort als „leitende Vergesellschaftung des oberen Dogger“ oder als „**pala-antiplecta-vilsensis-Vergesellschaftung**“. Die Letztere oben, *vilsensis*, eine erbsengroß-kugelige „*Rhynchonella*“, sei mit **BUCH**'s „*Terebratula concinna* SOW.“ identisch. **OPPEL**, 1860, S.3: „... diese ist eine besondere, dem Vilser Kalk eigenthümliche Art, welche künftig unter dem Namen *Rhynchonella Vilsensis* angeführt werden wird.“

In den Ausführungen **OPPEL**'s werden weiters **Leopold v.BUCH**'s Untersuchungen und Benennungen abgehandelt (**BUCH**, Ueber Terebrateln, pag.80 & 114, Akad.d.Wissensch., Berlin 1834), es wird aber

eben auch das Vorkommen einer mit „*Terebratula pala* BUCH“ völlig identischen Form in den „**Macrocephalus-Schichten Schwabens**“ angemerkt. Und über diesen Pfad dürften - lang vor Entdeckung, daß das stratigraphisch Liegende des ViKa rote toarcische Cephalopodenkalke (rote knollige Kalke cf. Adneter, s. Kap IV.!) sind und daß der ViKa selbst, wenngleich sehr selten, ja auch leitende Ammoniten führt – verbindlicher biostratigraphischer Anhalt für die zeitliche Zuordnung des ViKa s.str. zum oberen Dogger wie letztlich auch die Ermittlung der (nachträglich von uns so bezeichneten) „leitenden Vergesellschaftung des oberen Dogger“ (s.oben) gelaufen sein. An jenen Oberdogger-„Dickkopf“, den bekannten Leitammoniten *Macrocephalites macrocephalus*, sei dabei nur nebenbei erinnert.

Bei ROTHPLETZ (1886) findet sich jene charakteristische Vergesellschaftung von Callov-Brachiopoden im ViKa wieder und auch er bespricht, auf den S.127 & 128, unter „8. *Waldheimia pala* BUCH“, die Identität der Vilser Brachiopoden dieser Art mit denen aus dem „**Gutmadinger Macrocephalus-Horizont**“ (und mit denen eines von DESLONGCHAMPS aus dem Calloviens Frankreichs beschriebenen Vorkommens).

Neben den aus seinen eigenen umfangreichen Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen übernimmt ROTHPLETZ vielfach auch Bezeichnungen, Benennungen sowie taxonomische Details OPPELS. Auch er spricht von den „sog. **weissen Vilser Kalken**, welche dem Kelloway entsprechen“ und schließlich im Kapitel „Oberer Dogger“ vom „sog. **Vilser Kalk** ... in seiner schönsten Entwicklung am Kitzbüchel beim Vilser Legam“ (= die Typlokalität).

In der Liste der dort gesammelten Fossilien finden sich (neben Ammoniten) auch die altbekannten, sehr zahlreich vertretenen Brachiopoden „*Terebratula antipecta* BUCH“, „*Waldheimia pala* BUCH“ und „*Rhynchonella Vilsensis* OPP.“ wieder (Auflistung nach ROTHPLETZ).

Da hier bei weitem nicht alle Erörterungen über stratigraphische Zuordnungsversuche auf biostratigraphischen Grundlagen und Einzelheiten (damals die „tragenden Säulen“), diverse Vergleiche, auch **mit außeralpinen Bildungen**, Mutmaßungen und dergleichen mehr wiedergegeben werden können, so sei dieser bescheidene Einblick in die frühe Erforschungsgeschichte der Vilser Geologie mit den Hinweisen abgeschlossen, daß auch ROTHPLETZ, im Kapitel „Malm, Kalk-Facies“, die „**rothen Vilser Kalke**“ erwähnt, „wie sie am Legam, Raubühel und an der **Rothen Wand** entwickelt sind, ...“. Er stellt die Fossilien daraus in einer ausführlichen Liste zusammen und gibt **Tithon** als Alter an. Während jedoch OPPEL mit seinen „rothen Kalken“ offensichtlich nur die meint, die an der Typlokalität des Vilserkalks und in direktem Zusammenhang mit diesem auftreten, und zweifelt, die roten Füllungen in den hellen Kalken als Spaltenfüllungen ansehen zu dürfen, bezieht ROTHPLETZ weitere Bereiche in seine Betrachtungen über die „rothen Vilser Kalke“ ein, so etwa die „Rothe Wand“ (?wohl die beim Weißhaus) und am „Raubühel“ sicherlich die nahen roten Knollenkalke unserer Pfronten-Formation, **SFR**. Er bezeichnet OPPELS „gangartige rothe Kalkmasse“, deren Fossilien, zusammen mit denen aus den beiden anderen Fundstellen, die Grundlage der Tithon-Fossilliste ROTHPLETZ' bilden, als „rothe Apophyse in den liegenden weissen Kalk“ und scheint damit erkannt zu haben, daß der Vilserkalk generell Spalten mit jüngeren und wesentlich jüngeren Füllungen führt und vielfältige Kontakte mit jüngeren Rotsedimenten aufweisen kann. Jegliche sonstige Zusammenhänge fehlten, und weitgehend unerkannt sind diese bis heute geblieben. Die oben zitierten Geologen gehören aber dennoch zu jenen, denen als den ersten Erforschern der Vilser Geologie große Bedeutung zukommt.

Wesentlich später hat, da definitionsgemäß nur die hellen Kalke des oberen Dogger Vilserkalk genannt werden sollten, F.TRAUTH (1922) für lithologisch ähnliche Kalke des unteren und mittleren Dogger eigene Bezeichnungen eingeführt: „**Laubensteinkalke**“ nannte er jene des Unterdogger (Aalenien), nach dem alten Gasthaus „Weißhaus“, am Grenzübergang nach Füssen gelegen, „**Weißhauskalke**“ jene des höheren Mitteldogger (Bathonien).

Heute finden diese beiden Bezeichnungen für ViKa-Typen keine Verwendung mehr.

Generell sind die drei ViKa-Typen, also der Vilserkalk s.str. eingeschlossen, zwar durch ihre charakteristischen Faunen und deren Veränderungen und Ablösung lithologisch gut voneinander zu unterscheiden, vor allem nach dem leicht erkennbaren **Unterdoggertyp** als fast „reinem“ Brachiopodenkalk und dem weitaus crinoidendominierten **Oberdoggertyp** mit typischer Brachiopoden-Restfauna in typischer Verteilung innerhalb der Crinoidenmassen [Faunenfolgen, s. Kap VII., 2.), Kap VIII. etc.!). Den möglichen faziellen Abweichungen zufolge können solche

Unterscheidungsmerkmale aber Änderungen erfahren, oder sie können total wegfallen. Vermeintlich durchgehende lithologische Gleichartigkeit (und damit vermeintliche Ununterscheidbarkeit von Typen) hat daher dazu geführt, daß mit „Vilserkalk“ helle Crinoiden-Brachiopodenkalke des gesamten Dogger gemeint sein können – was aus dem angegebenen Grund auch zu befürworten ist.

Wir folgten zunächst den aus dem Umfeld der Typlokalität bislang bekannten, erforschungsgeschichtlichen Daten. Mit den erarbeiteten neuen Informationen und zahlreichen neuen Entdeckungen konnten wir sie nicht nur ergänzen, sondern ganz entscheidend verbessern und damit den ViKa aus seiner bisherigen Isoliertheit befreien. Ausreichend aufgeschlossen und zugänglich ja nur von der Typlokalität nach Westen bis zur Rotensteinalm, haben wir nicht wenige Daten und Informationen über ihn aus dem großen künstlichen Aufschluß dieser Strecke, dem **Vilser Steinbruch** „Fall“, gewonnen. Speziell von den großen, übergeordneten, übergreifenden Zusammenhängen wären ihrer viele ohne ihn und ohne die mit dem laufenden Rohmaterialabbau zwar veränderten, aber doch erweiterten, neuen Einblicke, die er gewährte, wohl weiterhin verborgen geblieben. Zusammen mit den in den Faltenmulden des **SFR** (s. Kap **II.** & Taf **4!**) reichlich vorhandenen Tannheimer Schichten, der nötigen Tonkomponente, wird dort neuerdings der Abbau der Kalkkomponente für den Zement der Firma Schretter & Cie bevorzugt in seinem Streichen (W-O) nach O hin im Vilserkalk vorangetrieben – von den angesprochenen neuen Einblicken besonders willkommene.

Strukturgeologisch-tektonisch ebenso komplex wie in allen übrigen Belangen, u.a. mit Achsenfallen nach O und dem Zusammenspiel von Horizontalverschiebungen und Verwerfungen gerade auch auf der Strecke Vilser Steinbruch-Typlokalität-Galgenberg, taucht der ViKa unmittelbar an der Typlokalität in den Untergrund.

Die im Steinbruch vergleichsweise noch breite, unüberbietbar vollständige und „geordnete“ Gesamtstruktur **NFR-SFR** geht am Galgenberg in schwer entwirrbare, offenbar überwiegend dem Südlichen Faziesraum (**SFR**) zuzuordnende tektonische Relikte über.

Der ViKa fehlt und taucht, kaum Zusammenhänge verratend und ungleich dem Callov-Typ, erst wieder an der altbekannten Stelle am ehemaligen Grenzübergang Weißhaus auf.

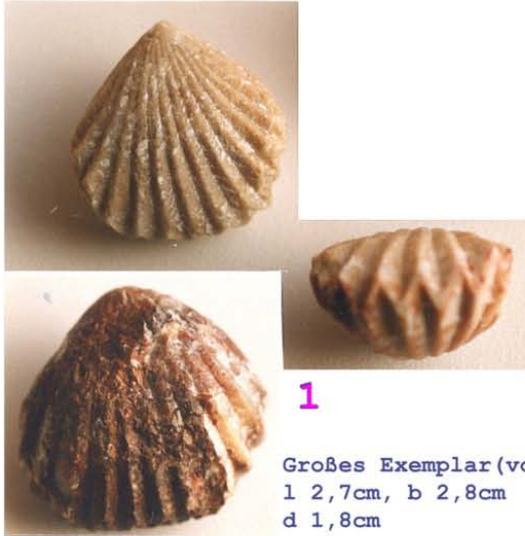
Östlich der Typlokalität noch einigermaßen beständig zeigen sich etwa die roten Knollenkalke der Pfronten-Formation und erneut - wie im Steinbruch – die (südlichen) basalen Übergänge aus schwarzen, glasigen Kirchsteinkalken (Spikuliten) in die bunte Schwellenfazies (u.a. Kap **VII.**).

Im Umfeld des Ranzen finden sich dann auch die entsprechenden, dem nördlichen Schwellenrandbereich zuzuordnenden Kontakte mit der Schwammfazies (Kap **VII.**).

Den Vilserkalk betreffend, wurde, wenngleich nur oberflächlich, auch die stratigraphisch exakt schwer auflösbare Fortsetzung vom Kratzer über die Rote Wand bis zum Weißhaus auf weitere Informationen untersucht, aber es fehlt dort nahezu an allem, vor allem an Liegend- und Hangend-Kontakten.

Entfernte ViKa-Vorkommen, die von **Windischgarsten** und **Losenstein** (Bahnhof, Klausgraben), wurden zu Vergleichszwecken in Augenschein genommen.

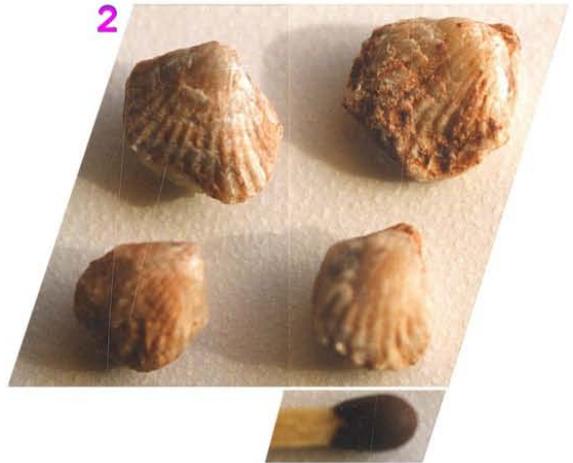
Hauptanliegen war und blieb aber, Vilser Schwelle und mit ihr den ViKa mit den Informationen, wie im Umfeld des locus typicus ermittelt, über den bisherigen Erforschungsstand zu heben.



Großes Exemplar (vorne):  
l 2,7cm, b 2,8cm  
d 1,8cm

*Prionorhynchia rubrisaxensis* (ROTHPLETZ)  
*Rhynchonella rubrisaxensis* n.sp.  
bei ROTHPL., 1886, S.151  
(ViKa, Typ uD, Stbr. "Fall", Vils)

*Cryptorhynchia cymatophora* (ROTHPLETZ)  
*Rhynchonella cymatophora* n.sp.  
bei ROTHPL., 1886, S.137  
[ViKa, Typ uD (Rotensteinfazies),  
Roter Stein Nord, bei ca. 1475m]

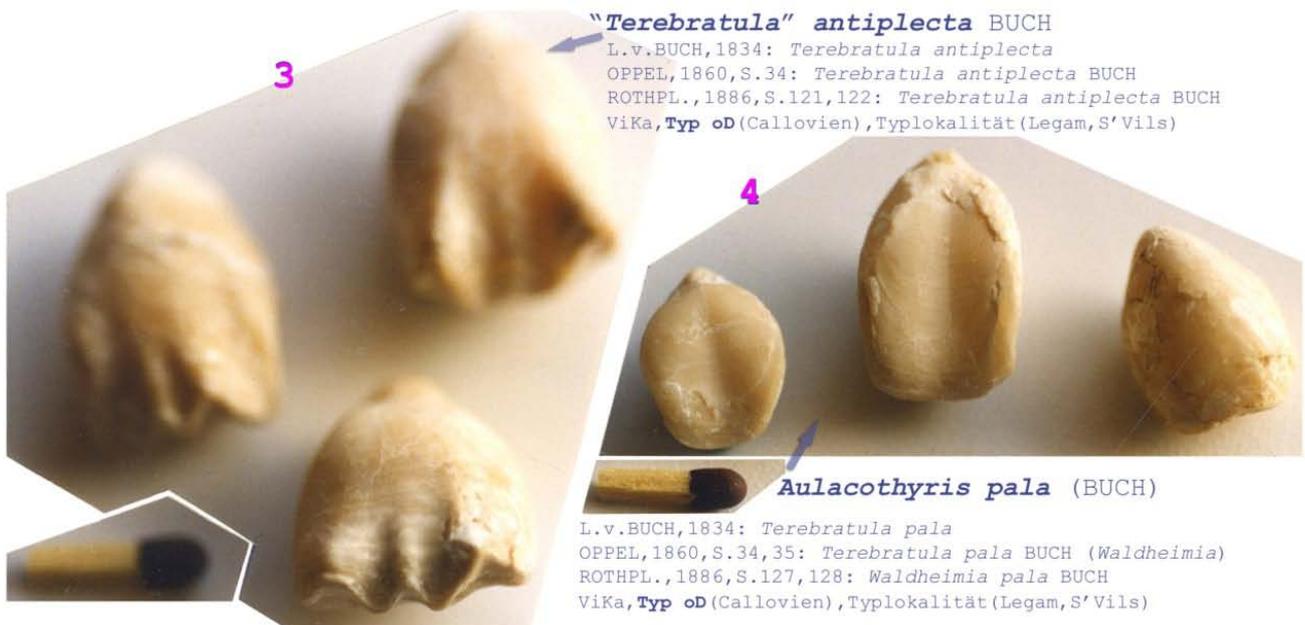


## TAFEL 2/1, ViKa-Brachiopoden, Abbn 1 bis 4

Die im **uD-Typ** des ViKa häufige, oft großwüchsige  
*P.rubrisaxensis* -1 und die meist kaum kirschkernegroße  
*C.cymatophora* aus dem **uD-Typ** (Rotensteinfazies) -2

Zur "leitenden Vergesellschaftung des oberen Dogger",  
auch "*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung":

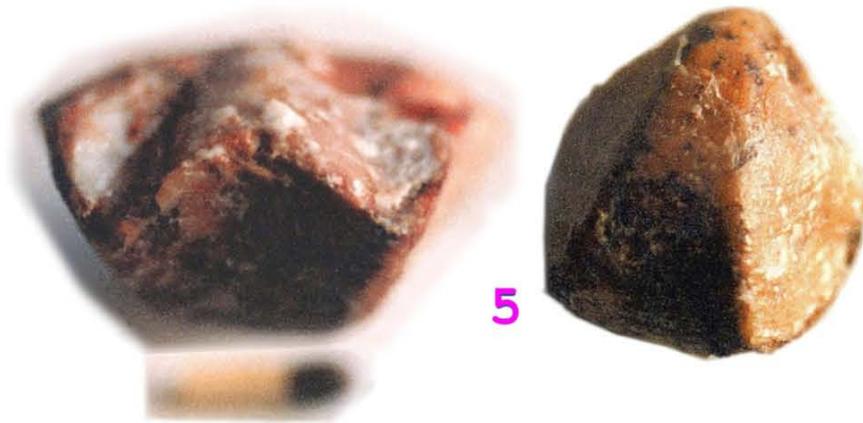
Die im **Callov-Typ** des ViKa (Typlokalität) - ähnlich wie "*Rhynchonella vilsensis*" -  
besonders häufige "*Terebratula*" *antiplecta* -3 und *Aulacothyris pala* -4 (s. dazu etwa in "Einleitung"!):  
(Viertelzündholz als Maßstab)



"*Terebratula*" *antiplecta* BUCH  
L.v.BUCH, 1834: *Terebratula antiplecta*  
OPPEL, 1860, S.34: *Terebratula antiplecta* BUCH  
ROTHPL., 1886, S.121, 122: *Terebratula antiplecta* BUCH  
ViKa, Typ **oD** (Callovien), Typlokalität (Legam, S' Vils)

*Aulacothyris pala* (BUCH)  
L.v.BUCH, 1834: *Terebratula pala*  
OPPEL, 1860, S.34, 35: *Terebratula pala* BUCH (*Waldheimia*)  
ROTHPL., 1886, S.127, 128: *Waldheimia pala* BUCH  
ViKa, Typ **oD** (Callovien), Typlokalität (Legam, S' Vils)

***Tegulithyris bentleyiformis* (FINKELSTEIN)**  
 (= *Terebratula bentleyiformis* FINKELST., 1889)  
 ViKa, Typ uD, Stbr. "Fall", Vils  
 (li Abb.: Stirnkommissur, große Klappe unten)



***Conarothyris opima* COOPER, 1983**  
 (= *Terebratula Eudesi* OPPEL  
 bei ROTHPLETZ, 1886, S. 96)  
 (Exemplare aus zuunterst "geflamtem"  
 Basalabschnitt des ViKa, Typ uD, Stbr. "Fall", Vils)

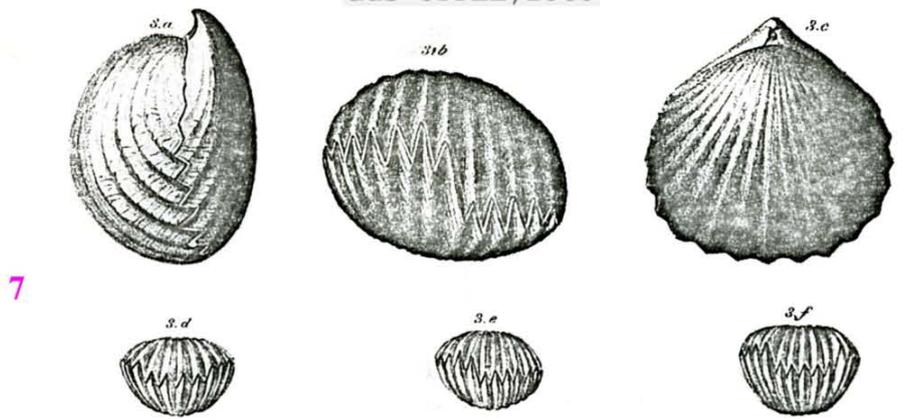
**TAFEL 2/2, ViKa-Brachiopoden, Abbn 5 & 6**

Beispiele aus dem Typ uD des ViKa:

**Abb.5** zeigt eine große, aber seltene Form, während die auf **Abb.6** dargestellten Exemplare an der Basis des uD-Brachiopodenkalks zu ganzen Lagen angereichert sein können.

Basal ist dieser ViKa-Typ oft "rot geflammt" und erinnert mit seinen zuunterst noch geopetal rot intersedimentierten, von roten und dunklen Verkrustungen zusammengehaltenen Brachiopoden an Toarc-Omission und Hartgrund.

aus OPPEL, 1860



7

Albert Opper del

Erklärung der Tafeln.

Lith v. Schönig

Tab. 3.

Fig. 3. *Rhynchonella Vilsensis* Opp. Aus dem weissen Kalke von Vils. Fig. 3, a, b, c vergrößert. Fig. 3, d, e, f drei Exemplare in natürlicher Grösse, von der Stirnseite, jedoch durch ein Versehen mit der grössern Klappe gegen oben gekehrt.

Palaeontographica Bd. XXXIII

aus ROTHPLETZ, 1886

Taf. XII.

Tafel-Erklärung.

Tafel XII.

7

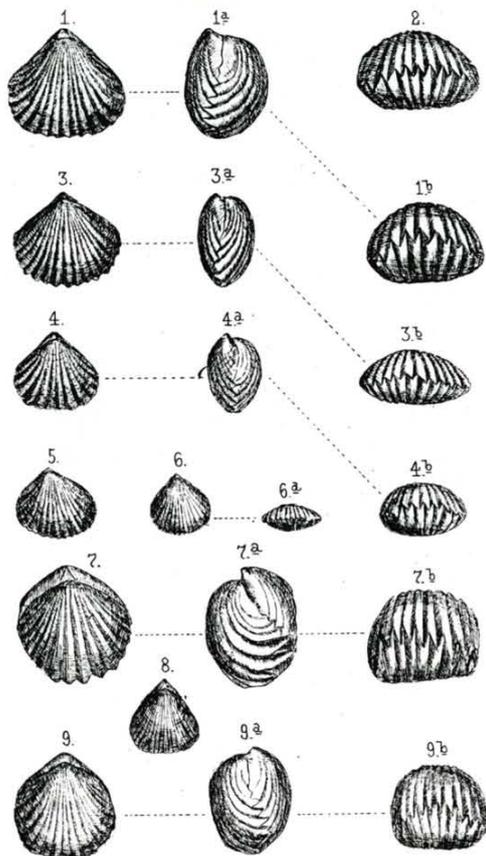


Fig. 1—6. *Rhynchonella Vilsensis* OPPEL aus dem Vilsener Kalk (Callovien) vom Legam bei Vils.

„ 7—9. „ *concinna* Sow., var. *badensis* OPPEL aus dem Crinoideenkalk (Bathonien) des Weissen Haus bei Füssen.

**TAFEL 2/3, ViKa-Brachiopoden, Abb 7**  
 Zur "leitenden Vergesellschaftung des oberen Dogger", auch "*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung": Die im Callov-Typ des ViKa (Typlokalität) bes. häufige "*Rhynchonella vilsensis*", aus OPPELS bzw. ROTHPLETZ' Arbeit übernommen (s. dazu etwa in "Einleitung"!).

G. Keller, gez. u. lith.  
 Br. Keller, gedr.

## I. Geographische & geologische Übersicht

### Regionale Geologie

Überblick N-S: Molasse, Helvetikum & Ultrahelvetikum, Flysch und Kalkalpin, westlicher Nordrand; Nördliche Kalkalpen (NKA, Bereich Allgäu & Tirol) mit fünf großtektonischen Einheiten: Kalkalpine Randschuppe & **Allgäudecke (AD)** - Tiefbajuvarikum, **Lechtaldecke (LD)** - Hochbajuvarikum, Inntaldecke & Krabachjochdecke – Tirolikum, Arbeitsgebietserstreckung nur **AD** (Vilstal-Streifenfenster) & **LD**; AD-LD im Arbeitsgebiet und ein Wort zu Falkensteinzug, Deckenlehre & relativer Autochthonie

Das von uns untersuchte, vom Bereich Kanzel-Reichenbach, westlich des Roten Steins, bis nach Unterpinswang im O auch kartierte Gebiet („Arbeitsgebiet“) liegt, südlich Pfronten (W) - Füssen (O) und südlich des Falkensteinzuges, nahe der Grenze zu Deutschland; was den Kern dieser Arbeit, den Vilserkalk, betrifft, hauptsächlich im weiteren westlichen, südlichen und östlichen Umfeld der kleinen Stadt Vils (s. Topo - Kartenausschnitt!).

Es entspricht somit einem Abschnitt des westlichen Nordrandes der **Nördlichen Kalkalpen (NKA)**, im S anschließend an die großen geologischen Einheiten (N-S) Molasse, Helvetikum & Ultrahelvetikum sowie ostalpine Flysch-Zone.

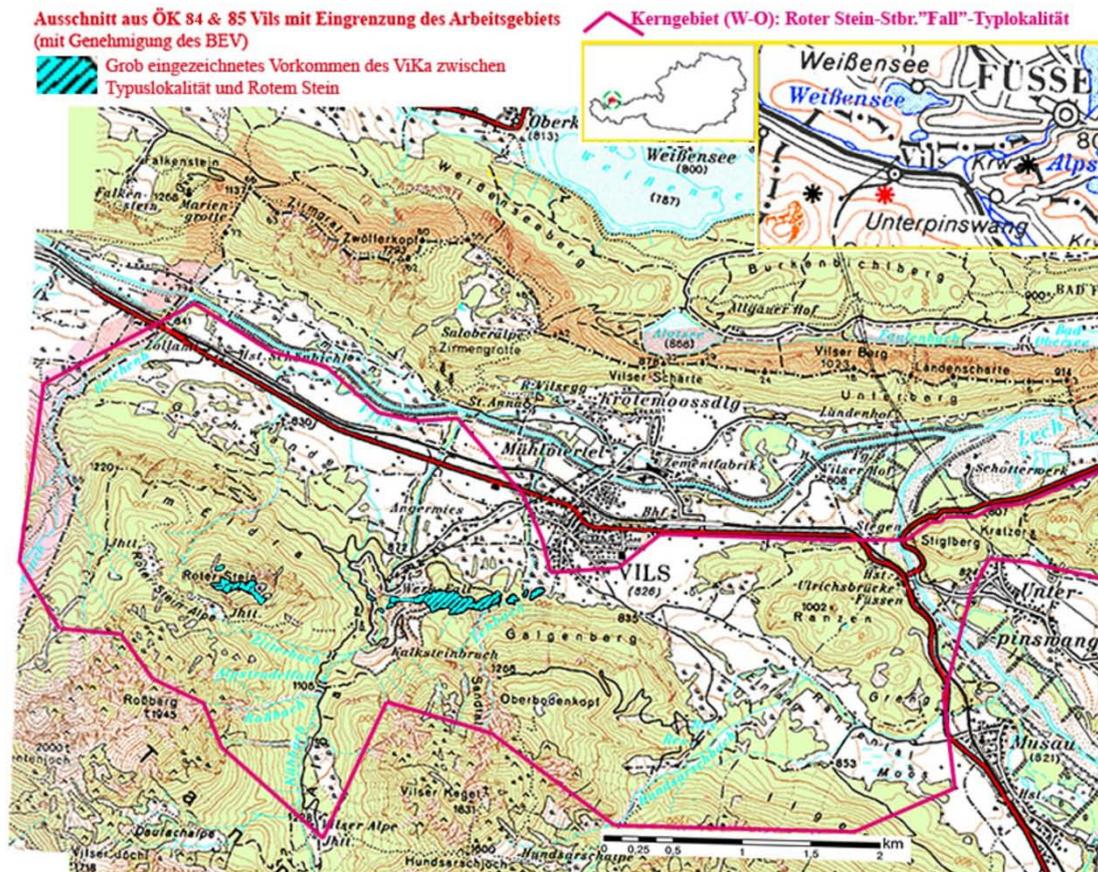
Weitere großtektonische Einheiten der Region (Bereich Allgäu und Tirol) sind Kalkalpine Randschuppe („Randcenoman“, „Cenoman-Randschuppe“ etc.) und Allgäudecke (Tiefbajuvarikum), Lechtaldecke (Hochbajuvarikum), Inntal- und Krabachjochdecke (Tirolikum). In die gegenständlichen Ausführungen sind aber nur **Allgäudecke** und **Lechtaldecke** einzubeziehen (s. dazu u.a. Tafel 4!).

Die **AD** tritt im Arbeitsgebiet im sogenannten „**Vilstal-Streifenfenster**“ („Schwanseezone“) mit Hauptdolomit bis Neokom-Aptychenschichten zutage – **angeblich** also zwischen nördlichem (Falkensteinzug) und südlichem LD-Fenster-**Rahmen** („Vilser Decke“ = Vilser Schwellenfazies, südlich des Kontakts mit den jüngsten Beckensedimenten, den Aptychenschichten).

Aus Vielzahl, Unterschiedlichkeit und Widersprüchlichkeit der die **Tektonik der Vilser Alpen** - der von der Vils umflossenen Berge - betreffenden Auffassungen und Ansichten wird ersichtlich, wie schwierig offenbar war und ist, die Lagerungsverhältnisse dieses Kalkalpentils wenigstens einigermaßen richtig zu beurteilen. Als besondere Hemmnisse erwiesen sich dabei bis dato ungenaue, oberflächliche stratigraphische Kenntnisse bis hin zu Unkenntnis und völlig falscher stratigraphischer Zuordnung sowie das Unvermögen, synsedimentäre tektonische Einflüsse und Auswirkungen von jung- und jüngsttektonischen zu trennen und zu unterscheiden.

Von ersten Deutungsversuchen, die A.ROTHPLETZ (1886, 1905) unternahm und aus denen das bekannte Modell der Zerlegung der Vilser Alpen in verschieden große Schollen hervorging, hervorgerufen durch zwei rechtwinklig aufeinander stehende Systeme von Verwerfungsspalten, „longitudinale“ (älter, O-W-streichend) und „transversale“ (jünger, N-S-streichend), führen auf der Deckenlehre beruhende Ansichten (u. a. AMPFERER, 1915, 1921 – obere und untere Vilser Decke; KOCKEL & RICHTER, 1931 – obere und untere Vilser Decke mit tieferer und höherer Serie der unteren Vilser Decke und Tannheimer Schichten aus der liegenden Allgäudecke; HEISSEL, 1937, 1958; TOLLMANN – glühendster Verfechter der Deckenlehre; ZACHER, 1984; HAAS, 2002 – wieder Existenz der Vilser Decke etc.) schließlich zu jenen Auseinandersetzungen, die das Gegenübertreten von **Deckenlehre** und **relativer Autochthonie**, „**gebundene Tektonik**“, verursachte (u. a. JACOBSHAGEN, 1958, 1965; REUM, 1962; ZACHER, 1962 etc.). Nur kurz gestreift, geht es dabei darum, „die Wurzeln höherer frei schwimmender Einheiten nicht (wie im Sinne des Deckenbaues) weit im Süden zu suchen, sondern im unmittelbaren Untergrund“ (REUM, 1962).

Die Liste der Vertreter der unterschiedlichen Ansichten ist ansehnlich, der sogenannte Falkensteinzug (Falkenstein-Deckscholle, **LD**), nördlich des Vilstal-Streifenfensters (**AD**) gelegen, wurde in den meisten Fällen in die Deutung einbezogen – etwa REUM, 1962: „**ortsgebundene Stellung des Falkensteinzuges**“ -, und es finden sich am Thema Tektonik Interessierte, deren Auslegungen sich zuerst der gebundenen Tektonik, dann der Vorstellung vom Deckenbau zuneigten (oder umgekehrt).



**Abb 1 (Topo Arbeitsgebiet)**  
 Ungefähre Abgrenzung des Kerngebiets der Untersuchungen zum Thema  
 Vilscher Schwelle & Vilserkalk

Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV - Bundesamt für Eich- & Vermessungswesen in Wien,  
 EB 2006/01540

Auf die vielen kontroversen Ansichten zu diesem Thema braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden: Zum einen zählt dies nicht zum Gegenstand dieser Abhandlung, zum andern und vor allem aber beantwortet all das von uns Neuentdeckte, das Grundlage ist, ihren Inhalt bildet und gewichtige Gegenargumente und ernstliche Zweifel nicht zu befürchten hat, ohnehin „automatisch“ viele Fragen zum Thema, wird weitere noch beantworten und spricht - jedenfalls im Untersuchungsgebiet – eindeutig für das, was unter „gebundene Tektonik“ verstanden wird bzw. unter diesem Begriff unterzubringen ist (s.dazu auch die Stellungnahme im Kap **XII**!).

Zu den erwähnten endlosen Kontroversen wird jedenfalls zu bedenken gegeben, daß überkommene und jahrzehntelang ungeprüft übernommene mangelhafte, oft gar völlig falsche stratigraphische Informationen und Daten den Wert tektonischer Beurteilungen grundsätzlich in Frage stellen - erst recht solcher, die den gegenständlichen KA-Nordrandabschnitt, heißt also: eine so überaus komplexe Becken-Schwelle-Geologie (oder auch langfristige, großtektonisch induzierte Becken-Schwelle-Kombination – Kap **XII**.) betreffen.

## II. Im Arbeitsgebiet keine Hinweise auf die Existenz einer Vilser Decke

### Zugehörigkeit der Vilser Schwelle zur AD - Beweisführung

Erläuterung der Begriffe „Nördlicher-“ und „Südlicher Faziesraum“ (NFR & SFR) der Schwellenablagerungen

(AD - Allgäudecke, LD - Lechtaldecke, VD - Vilser Decke)

Nicht nur kommt die Tektonik des Vilser Alpen-Nordrandes, jedenfalls den Bereich AD- (vermeintliche) VD im Arbeitsgebiet betreffend, ohne die altbekannten und oftmals dogmatisch vorgebrachten deckentheoretischen Argumente und ohne weitreichende Deckenüberschiebungen aus.

Mit unseren in dieser Abhandlung veröffentlichten Untersuchungsergebnissen ist vielmehr zweifelsfrei erwiesen, daß die diesbezüglichen alten Vorstellungen und Theorien allesamt überholt und deshalb zu streichen sind, beweisen sie doch einzig, daß wesentliche, zum richtigen Bild führende Zusammenhänge bis heute unerkant geblieben sind.

Die Vorstellung, es handle sich bei den mit Namen wie **Pfrontener** oder **Vilser Schwelle** bedachten, vornehmlich mit dem Vilserkalk oder ihm lithologisch ähnlichen „Malmkalken“ assoziierten Gesteinen um Ablagerungen, die einer ehemals weit im S „beheimateten“, deckenmäßig transportierten, wurzellos auf der Allgäudecke abgesetzten und in Relikten darauf erhaltenen Schwellenzone zuzusprechen seien, ist unzutreffend und daher falsch! Zu Beginn langspanniger großtektonischer Vorgänge bruchtektonisch verursacht und angelegt, von nachfolgender S-N-Einengung betroffen, mit fortschreitender Umbildung und Abtiefung der Beckenablagerungsräume in „Tiefschwelleposition“ versetzt, im Zuge aller dieser Aktivitäten laufend tektonisch eingespannt, umgebaut, faziell entsprechend verändert und schließlich von den Tannheimer Schichten abgedeckt, ist diese (zusätzlich auch noch jungtektonisch überprägte) **Vilser Schwelle** vielmehr in der AD selbst angelegt.

Anders formuliert: Sie gehört jenem Ablagerungsraum an, den die sogenannte Allgäudecke repräsentiert; sie ist - noch einmal anders formuliert – mit jenem (selbst stetig weiterentwickelten und umgebauten) Ablagerungsraum engstverbunden und von ihm und seinem Entwicklungsfortschritt auch (dauer-) abhängig, dessen (nicht eben besonders mächtige) Beckensedimentfolge „Allgäudecke“ genannt wird (davon im Arbeitsgebiet, Eldrabachprofil, zugänglich: HD bis Neokom-Aptychenschichten; Kontaktstelle Roter-Stein-Alm: Reste von ?TannhSch).

Deutlicher ausgedrückt: Von den obertriassischen Anfängen bis zu ihrem in der oberen Unterkreide (Wende Apt-Alb) mit der Abdeckung durch die Tannheimer Schichten herbeigeführten Ende ist ihr Entwicklungsgang in jenen Ablagerungsbereich eingebunden und aufs engste mit ihm verknüpft, der bislang als **AD-Beckenfazies** (mit HD bis Tannh-Sch-Abfolge) der **VD-Schwellenfazies** („Vilser Schwelle“, **LD** - mit obertriassischer Plattformkarbonate-kondensierter roter Lias cf. Adneter-Vilserkalk-Malm-Ammonitenkalke-„Bianconekalk“-Tannh-Sch-Abfolge) gegenübergestellt worden ist.

Anmerkung: „Obertriassische Plattformkarbonate-kondensierter roter Lias cf. Adneter-Vilserkalk-Malm-Ammonitenkalke-, Bianconekalk‘-Tannh-Sch-Abfolge“ (oben) ist die (undetaillierte) Vilser- Schwelle-Abfolge **nach** auf den Ergebnissen dieser Abhandlung beruhender Bereinigung ihrer Stratigraphie und tektonischen Zugehörigkeit!

Angeblich „entwurzelt“ und deckenmäßig transportiert und überschoben, *ist jeglicher Zusammenhang* zwischen **VD** (= angeblich ehemals **LD**-Deckenstirn) und **AD bis heute in Abrede gestellt worden** (zum Thema s. auch Kap **I.** & **XII.**; weiterführend s. LitVZ - etwa JACOBSHAGEN, TOLLMANN, REUM, ZACHER etc.!).

Hauptanliegen deshalb, den „Kern“ dieser Abhandlung, den altbekannten **Vilserkalk** - „Kern“(-Ablagerung) auch der Vilser Schwelle - aus jener Position zu befreien, die ihm, zusammenhanglos zwischen **LD**-„Hauptkörper“ und **AD** eingeklemmt, als tektonisch völlig

isoliertem Rest irgendeiner weit entfernten Schwellenfazies (TOLLMANN, 1976: „Seichtschwollenfazies“, Bajuvarikum, **LD**) bis heute zugewiesen wird.  
*Entstehung, Entwicklung, angestammte Position, Wandel und Ende dieser Ablagerung werden in jene weitläufigen Zusammenhänge gestellt, die wir entdeckt haben.*

Stichwortartig sei zuvor noch an so bekannte Fakten erinnert, wie sie etwa im „**Vilstal-Streifenfenster**“, dem Bereich der sogenannten „Schwanseezone“, vorliegen (s. dazu auch im Kap **XII.**). Auch die weitere Umgebung des Schönbichl-Zollamtes am ehemaligen Grenzübergang nach Pfronten (in Karten und Beschreibungen einfach mit „Hauptdolomit“ abgetan) gehört hierher, in der allein schon so viel gegen die strikte Trennung in **AD** und **VD** und **für** unsere den Ablagerungsraum der Vilser Schwelle betreffenden umfassenden neuen Erkenntnisse spricht.  
Unterstreichen derlei Fakten auch einleitende Feststellungen und die Beweisführung dieses Kapitels, so müssen eingehende diesbezügliche Erläuterungen in dieser Abhandlung aber dennoch unterbleiben – sie würden deren ohnehin schon weiten, großzügigen Rahmen endgültig sprengen.  
Gegen die Existenz einer der AD (Beckenfazies) „wurzellos“ aufliegenden, völlig ortsfremden und zusammenhanglosen Vilser Decke (Schwellenfazies) sprechen aber auch an diesen Stellen alle Anzeichen.

Den bisherigen deckentheoretischen Ansichten nach gehören somit Vilser Schwellenfazies und mit ihr der Vilserkalk in die Vilser Decke („Lechtaldeckenstirn“, Hochbajuvarikum).  
Vergleiche dazu auch U.HAAS, 2002: **Vilser Decke** = ehemalige Stirn der Lechtaldecke, vollständig überfahren vom nachrückenden LD-Hauptkörper. Ihre tektonische Position sei vor Überschiebung zwischen AD im N und LD (einschließlich Falkenstein-Deckscholle) im S gewesen.  
Ehemalige „**Untere Vilser Decke**“ bzw. „**Vilser Stirnschuppe**“ (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN, 1931, bzw. TOLLMANN, 1976b) = **Vilser Decke**; die ehemalige „**Obere Vilser Decke**“ hingegen sei - wegen ihres Zusammenhangs mit der ungeteilten LD - gestrichen, entspreche der Lechtaldecke selbst.

Im großen Vilser Steinbruch umfangreich aufgeschlossen und am besten zugänglich, schließen im N (auf tektonischer Kontaktfläche) an den ViKa, besser: an die den **ViKa einschließende Gesamtabfolge (NFR)**, die Beckensedimente der **AD** an, hier mit ihren jüngsten Gliedern - steil südfallenden, klein- bis engstverfalteten, verpreßten Malm- und Neokom-Aptychenschichten (Taf **20/1**, Abb **1**).

Tafel **4** (Profillinie **P4**, Stbr. „Fall“) zeigt die dortige **ViKa-Lagerung** - allerdings vor vielen Jahren (heute massiv abbauverändert): Topwärts südfallende Reste (meist Typ uD-Brachiopodenkalke), Hauptanteil steil nordfallend (bis saiger), tiefste Partien nach N überkippt (invers) und geschleppt. Auch der Rote Stein N & S gewährte diesbezüglich wertvolle, informative Einblicke, Lagerung, Fazies und vor allem auch Zugänglichkeit betreffend jedoch bereits beträchtlich veränderte.  
Was ViKa und Liegendabfolge betrifft, so ließen sich südlich oben angesprochenen Kontakts aus rotkalkgebundenen **Brekzien** und einer südlich anschließenden **Spaltenzone** jene ersten verbindlichen Hinweise ableiten, die auch die **Unterlage der Schwellensedimente** umfassen.  
Danach sind die Schwellensedimente, der ViKa, engst an den Verband Brekzien-Spaltenzone gebunden und folgen über dieser als **Bruchzone** ausgewiesenen obertriassisch-liassischen Graugesteins-, „**Unterlage**“ – also Brekzien- & Spaltenzone mit Rotkalk-Komponentenbindung bzw. Rotkalkfüllungen - und über wechselnd geringmächtigen knolligen, kondensierten **roten Liaskalken**, die auch das Füllmaterial der Bruchzone stellen.  
Mit der Bruchzone als ihrer Basis ist diese **ursprüngliche Abfolge (NFR)** auch strikt an den Schwellennordrand – Abbruchrand und sein Relief - gebunden. Ihre (hellen und roten) Schwellensedimente stellen daher eine **lokale Bildung** dar, **gänzlich abhängig von jenen Wechselbeziehungen, welche sich in dieser Position zwischen Bruchzone (Relief, Unterlage) und nördlich angrenzendem Beckenablagerungsraum ergaben**, und zwar den gesamten (obertriassischen bis unterkretazischen) Entwicklungsgang hindurch.  
Die Bruchzone selbst ist **rotkalkplombiert**, die Rotkalke sind **ammonitengeeicht** (Toarc und Toarc/Aalen), und die Abfolge des **SFR** der Vilser Schwelle führt **keinen ViKa** (s. weitere Ausführungen & Taf **17**)!

Der Verband „**Unterlage**“-**liassische Rotkalk-ViKa** ist denn auch **Originalabfolge des Stammgebiets der Vilser Schwelle** (NFR; ausführliche Erläuterungen in den Kapiteln der Abhandlung).

Heute, 2009, ist die nach vielen Jahren massiven Abbaues entsprechend veränderte Situation zu berücksichtigen. Sie belegt u.a., daß die NW gerichtete Horizontalverschiebung, die den Steinbruch quert, zwei voneinander unterschiedene (Bestand-) „Teile“ der Vilser Schwelle in unmittelbare Nachbarschaft gerückt hat – einen massiv zusammengestauchten, bereits synsedimentär wie auch jünger tektonikveränderten, rotkalkplombierten Brekzien-Spalten-Unterlagen-Abschnitt der Schwelle zum einen (die Abfolge darauf mag weggeschert oder überfahren sein) und einen erhaltenen Abschnitt des Schwellenabhanges mit Relief und Schwellenabfolge zum andern. Viel vom ehemals Zugänglichen fehlt heute, doch andererseits hat der „neue ViKa-Ostabbau“ viele neue, wertvolle Informationen gebracht. Bedauernd u.a., daß die biostratigraphisch äußerst wertvolle toarcische Cephalopodenfauna schon ehemals größtenteils dem Abbau zum Opfer gefallen war. Was davon noch zu bergen war, haben wir im **Heimtmuseum Vils** ausgestellt.

Trotz der angedeuteten komplexen Lagerungsverhältnisse zwischen Rotem Stein und der Typlokalität erlauben die in diesem Gebiet erzielten, durch die Abbauerweiterungen im großen Vilser Steinbruch um weitere Entdeckungen bereicherten Untersuchungsergebnisse, die Existenz der Vilser Decke, wie in den bisherigen Auffassungen vertreten, ad absurdum zu führen. Die **Beweisführung** für die Zugehörigkeit der Vilser Schwelle zum AD-Ablagerungsbereich wird mit diesem Kapitel eingeleitet; die weiteren Kapitel zum Vilserkalk, jener charakteristischen, in eine bis in die obere Unterkreide fortgesetzte Gesamtabfolge eingebundenen Ablagerung des Schwelle-Stammgebiets, komplettieren sie.

1.) Der ViKa konnte, vom Liegenden und seinen Anfängen an, über fazielle Veränderungen, allmähliche fazielle Verfremdung und Übergang in die Restabfolge bis zu seinem endgültigen Verschwinden erfaßt werden; die Ursachen dafür sind bekannt und werden detailliert. Der **stratigraphische Rahmen** umschließt eine von der Obertrias („Unterlage“, im Bereich der Vilser Schwelle nicht einfach mit „Hauptdolomit“ gleichzusetzen!) bis in die obere Unterkreide reichende **Gesamtabfolge**, in die der ViKa als Glied eingeschlossen ist. Entstehung, fazielle Verfremdung wie auch das Ende dieser syntektonisch verursachten, biogendominierten, lokalen, für den Schwellenabhangbereich typischen Ablagerung („Hangfazies“) können in allen Einzelheiten belegt und begründet werden.

2.) Ursprung, Entstehungszeit und Positionierung der Vilser Schwelle betreffend, konnte ein auf obertriassisch-tiefliassischer „**Unterlage**“ bruchtektonisch verursachter, dem Beckenablagerungsraum zugewandter, unmittelbar mit ihm verbundener Schwellenabhang (Bruchzonenabhang mit „Primärrelief“) ermittelt werden. Auf diesem wurden zunächst – insgesamt tiefliassisch bis toarcisch - jene geringmächtigen blauviolett (Violettkalk, s.Kap V.) und schließlich hochkondensierten roten und dunkel rotbraunen, von Seite des nördlich vorgelagerten Beckenablagerungsraums her **upwelling-verursachten**, cephalopodenreichen, von (ober-) **toarcischem Hartgrund** abgeschlossenen Sedimente abgesetzt, die das Liegende des ViKa sind.

3.) Festlegen ließ sich weiters, daß mit und auf dem Bruchzonenrelief (Primärrelief), das eine nachfolgende, langspannige tektonische S-N-Einengungsphase entsprechend verändert und umgestaltet, erst jene lokalen, ökologisch bevorzugten **Faunenstandorte** geschaffen wurden, aus denen die teilweise in gesteinsbildender Dichte angehäuften, für den ViKa so typischen **Biogenmassen** hervorgegangen sind. Zuerst stellen diese Massen die **Brachiopoden**, später, mit zunehmender Absenkung, die **Crinoiden**.

Jener schmale, kurzzeitig am „Kamm“ der Schwelle (Abbruchrand, oberste „Stufe“) entwickelte hochenergetische Flachbereich, auf dem sich der ViKa, Typ uD in **Rotensteinfazies**, bilden konnte [Kap VI., 1.], erklärt sich dabei einfach aus Abbrechen und nachfolgendem allmählichem Wegsinken der Bruchscholle - in einem Beckenablagerungsraum, der sich in dieser fortgeschrittenen bruchtektonischen Entwicklungsphase bereits erheblich vertieft zeigt (Fleckenmergel-Ablagerungsraum).

Der skizzierte, N-S relativ schmale, W-O hingegen langgestreckte Bereich ist das Ursprungs- und **Stammgebiet der Vilser Schwelle** und mit ihr des Vilserkalks, ist die **eigentliche**, am nördlich angrenzenden Beckenablagerungsraum positionierte **Vilser Schwelle**. Wenngleich nicht ohne Zusammenhang mit dem Stammgebiet denkbar, so ergeben sich für den gleichfalls syntektonisch laufend veränderten **SFR der Schwelle** doch ganz andere Entstehungs- und Entwicklungsursachen (s. unten!).

**4.)** In allen Entwicklungsphasen verraten eindeutige Merkmale im ViKa selbst wie erst recht in der ihn als Glied einschließenden Gesamtabfolge (**NFR**) die **unmittelbare Nachbarschaft** des Stammgebietes mit dem nördlich angrenzenden Beckenablagerungsraum und eine **ununterbrochene Verbindung** mit und **Abhängigkeit** von ihm.

Erst im späteren, oberjurassisch-unterkretazischen Entwicklungsstadium zeigt hingegen der **SFR** am eindrucklichsten den wachsenden Zusammenhang mit dem (in die Aptychenschichten-Tiefen absinkenden) Beckenablagerungsraum - etwa wenn man „Bianconekalk“ (z.B. die in der Nordfazieszone des **SFR** auftretende Varietät; s. Taf 4) und die Kalkbänke der Aptychenschichten lithologisch und mikrofaziell vergleicht.

Wie schon erwähnt, findet sich in der Schwellenkalkabfolge des **SFR kein ViKa**, denn alle Umstände, wie für das Stammgebiet der Vilser Schwelle (**NFR**) in unmittelbarer Nachbarschaft zum Beckenablagerungsraum gegeben, fehlen im **SFR**, sozusagen „Hinterland“ der Vilser Schwelle, völlig. Aus dem rezent zugänglichen Bestand kann auch auf keine weiter im S folgende Bruchzone mit stammgebietsähnlichen Bedingungen geschlossen werden. Erst Absenkung und Erreichen des „Tiefschwellestadiums“ schaffen im gesamten Schwellenablagerungsraum (**NFR & SFR**) ähnliche Ablagerungsbedingungen in einheitlichem **pelagischem Milieu**. Aus diesem wiederum stechen die gleichfalls tektonisch verursachten faziellen Unterschiedlichkeiten hervor, die den zunehmend eingeeengten **SFR** sogar in **Fazieszonen** aufgliedern ließen.

Die im **SFR** aufgefundenen Übergänge aus schwarzen Liaskieselkalken (Kirchsteinkalk, Spikulite) in die bunte Schwellenfazies weisen zwar auch dort auf einen tieferen, vielleicht zwischen Allgäuschichten und Schwellenkalken vermittelnden Ablagerungsraum hin, dennoch fehlten alle Voraussetzungen, wie am Nordrand der Schwelle gegeben - „Unterlage“-Bruchrelief in unmittelbarer Nachbarschaft zum tieferen Beckensedimentationsraum, die **upwelling-Strömungen** aus dieser Richtung mit ihren Auswirkungen entlang der abgetrept aufragenden Stammgebietsbarriere aufwärts etc. An dergleichen Umstände (u.a. mit ihren gänzlich eigenen, Sedimentation wie Nährstoffzufuhr betreffenden Gegebenheiten) ist im **SFR** nicht zu denken.

Die Abfolge des **SFR** (Taf 17) läßt diese Unterschiedlichkeiten denn auch eindrucksvoll erkennen: Zwischen über den schwarzen Liaskieselkalken folgenden, geringmächtigen bunten Lias-Dogger-Schwellenkalken und oberjurassisch-unterkretazischer roter Knollenkalkfolge (Pfronten-Fm) und „Bianconekalk“ vermitteln dort die 10 bis 15m mächtigen hellen und rosafarbenen „**Mikroonkolith**“-**Kalke**, deren Bearbeitung und Einbindung in die Abfolge samt Interpretation allerdings noch ausstehen. Wie in der den ViKa einschließenden Gesamtabfolge (**NFR**), so fehlt in der Schwellenkalkabfolge des **SFR** der **Radiolarit**! In dem Abtiefungsstadium, das zu jener Zeit im an das Stammgebiet anschließenden Beckenablagerungsraum (**AD**) erreicht war, ist er immerhin als **kalkiger „Radiolarit“** vorhanden (ZACHERS „Bunte Hornsteinschichten“).

**5.) NFR & SFR** stehen seit den Anfängen der Vilser Schwelle (bruchtektonische Phase) jedenfalls insoweit in Beziehung zueinander, als die den ViKa einschließende Gesamtabfolge (**NFR**) und die Abfolge des **SFR** sich in denselben stratigraphischen Rahmen eingespannt erweisen. Daß die triassische „Basis“ im **SFR** nicht zugänglich ist, tut dem keinen Abbruch. Sehr wahrscheinlich entspricht sie der gleichfalls bereits in der Anfangsphase bruchtektonisch entsprechend umgestalteten „Unterlage“, wie im Stammgebiet (**NFR**) vorgefunden (s. dazu im Kap VII.). Obere Rahmenbegrenzung sind für beide - wie im Beckenablagerungsraum auch - die **Tannheimer Schichten**.

Gerade in der ausgleichenden pelagischen Phase stellen sich in den Faziesräumen indes derart

augenfällige Unterschiedlichkeiten ein, daß sie der Erklärung dringend bedürfen.

Zuallererst beeindruckt die fazielle Verschiedenheit von **NFR** und **SFR**.

In den älteren Entwicklungsphasen versteht sich diese gemäß dem, was bisher erläutert wurde, in den jüngeren, unter „einigendem“ pelagischem Einfluß stehenden also, fordert sie Erklärungen zuallererst heraus (Fazieszonen des **SFR**, s. unten!).

Beispielhaft eingeworfen seien dazu etwa die lachsroten Knollenkalke der **Pfronten-Formation**: Dick- bis dünnbankig und mit nach oben rückgängiger Knolligkeit sind sie, insgesamt wie auch im tithonisch-unterkretazischen Abschnitt, ganz beträchtlich **mächtiger**, „geordneter“ und stratigraphisch viel detaillierter erfaßbar als der entsprechende – ungebankte - „Bianconekalk“-Abschnitt des **NFR**. Sie tragen einen in seiner Mächtigkeit schwankenden, in der südlichsten Fazieszone (Sattelfazieszone, **SaFZ**, Taf 4) häufig fehlenden und durch einen äußerst bunten, dick verkrusteten „**Aufarbeitungshorizont**“ ersetzten „Bianconekalk“-Abschluß.

In der Südfazieszone (**SFZ**, Taf 4) ist der „Bianconekalk“ mächtiger ausgebildet, und nur dort und am Südfall der Schwelle findet man die Horizonte und Felder mit den großen und kleinen, vielgestaltigen, biolamellar-großonkoidischen **Fe-Mn-** und Phosphorit-**Knollen** (meist mit Intraklastenkern). Nicht im sauerstoffreicheren Milieu der **SFZ** indes, sondern im sauerstoffarmen des Südfalles gedeihen diese mikroorganismengeschaften Gebilde am besten (s. Ausführungen unten & Taf 3, Abbn 1 bis 3 !). Erwähnt gehören auch noch die zahllosen, unterschiedlichen **Hartgrundvarietäten**, wie sie in den Fazieszonen des **SFR** auftreten.

Alle diese Umstände sind nichts weiter als die Konsequenz während seiner pelagischen Entwicklungsphase weiter fortschreitender **Einengung** des gesamten Ablagerungsraumes. Was den Südfall der Schwelle betrifft (**SFR**), mit dessen Verkürzung und **Einfaltung**, Abschnürung und Isolation, und zwar zwischen dem jenseits der Jura-Kreide-Grenze bereits weitgehend lithifizierten, im Zuge der Einengung näher an den Beckenablagerungsraum herangeführten und schließlich an dessen Sedimentstapel angepreßten **Stammgebiet** im N einerseits und jenem rigiden, nach N vorstoßenden „Block“ im S, welcher im wesentlichen vom **Hauptdolomit** der ehemaligen „**Oberen Vilser Decke**“ (jetzt **LD**) repräsentiert sein mag, andererseits.

Der **SFR**, also der an das Stammgebiet angrenzende Südfall der Vilser Schwelle, steht in seiner jüngeren, durch stetiges Absinken des **gesamten** Ablagerungsbereichs (Becken- wie Schwellenablagerungsraum) gekennzeichneten Entwicklungsphase, gleich dem **NFR**, unter wachsendem pelagischem Einfluß. Seine trotz Gleichförmigkeit der pelagischen Sedimentation nicht mit dem **NFR** vergleichbare **Faziesvielfalt** hat sich aus den eben geschilderten, der laufenden synsedimentären Tektonik zuzuschreibenden Vorgängen entwickelt und ist allein über sie erklärbar.

Die beide Faziesräume betreffenden biostratigraphischen, mikrofaziellen und sedimentologischen Korrelationsmöglichkeiten bestechen - vor allem im oberjurassisch-unterkretazischen Entwicklungsabschnitt mit Auftreten und Dominieren der pelagischen Feinsedimentation (Wechselbeziehung „Bianconekalk“-Pfronten-Fm) wie auch mit dem Auftreten nach oben extrem kondensierter, charakteristischer **Mikro-** wie **Makrofaunen** darin, etwa den Calpionelliden, dem älteren (*hoterivica*) und jüngeren (*Hedbergella-Globigerinelloides*) Foramsplankton; den Belemnitenmassen, den Hemicriniden etc.

**6.)** Die fortschreitende **S-N-Einengung verkürzt Distanzen**, die zwischen den Faziesräumen wie auch die zwischen Schwelle und Becken. Was den **SFR** betrifft, kommt es zwischen den obengenannten Barrieren zur **Faltung** des eingeebneten Sedimentstapels (die alte, starre „Unterlage“ und diesbezügliche Reaktionen darin auch im **SFR** zu untersuchen, war mangels Zugänglichkeit nirgendwo möglich).

Es entstehen einige tiefe und breitere, offenere, deshalb Strömungen und deren Fracht, Sauerstoffaustausch etc. noch gut zugängliche, später – um die Apt-Alb-Grenze - von den Tannheimer Schichten aufgefüllte, überdeckte und eingeebnete **Faltenmulden** im mittleren,

barriereferneren Bereich; allmählich zgedrückte, heißt: zunächst zunehmend schlechter zugängliche, allmählich an ihre Widerlager (Barrieren) angepreßte und ganz verschlossene (im S noch leicht überschobene) **Beutelmulden** in den beiden barriernenahen Bereichen (N & S) des **SFR**.

Durch den ViKa-Abbau im N des Steinbruchs wie auch durch die Auswirkungen der Hochwassermassen von 2005 ganz im S des Steinbruchs etwas begünstigt, konnten wir für diese Phase in der Entwicklungsgeschichte der Vilser Schwelle die folgenden eindrucksvollen **Beweise** bergen:

Der mittlere, barriereferne, offene Bereich im Relief des **SFR** erweist sich großteils als **volloxydiert**. Beispiele sind die lachsroten Knollenkalke der Pfronten-Fm, die zahllosen Rot- und Brauntönungen von Fe-Krusten und Belägen, die verwaschenen oder konzentrierten roten und blau- bis violettroten Sedimenteinfärbungen und -imprägnierungen, die Fe-oxidisch gefärbten braunen und Mn-oxidisch schwärzlichen oder stahlblauen biolamellar-großknoidischen Fe-Mn-(& Phosphorit-) Knollen etc.

Der **Pyritgehalt** ist hier niedrig, und meist fehlt das Mineral ganz.

Fast immer und überall die **Ausnahme** davon macht der „**Bianconekalk**“.

Wie alle Faziesvarietäten des obersten, jüngsten Schwellenkalkabschnittes bereits hoch kondensiert, ist er die **liegendebliebene**, heißt: im Relief **nicht mehr bewegte** und resedimentierte Fazies der feinen, lutitischen Kalke.

Im **SFR** bildet den Gegensatz die **Pfronten-Fm** (neu!) - jene charakteristischen lachs- bis ziegelroten gebankten, im Zuge zunehmender Einfaltung des **SFR** wohl wiederholt **in Bewegung geratenen** (TOLLMANN, 1976: „Zergleiten“) und resedimentierten und deshalb mit klein- bis grobknolligem **Bewegungsgefüge** ausgestatteten (oxydierten) lutitischen Kalke des **SFR**.

Trotz der allgemein vermuteten nur mehr sehr niedrigen Sedimentationsraten scheint sich das Milieu innerhalb des liegendebliebenen Anteils dieses feinstkörnigen Sediments, also im „Bianconekalk“, vor allem in weniger durchströmten Reliefpartien alsbald von oxidierenden auf reduzierende Bedingungen umzustellen - des Gehaltes jenes organischen Materials wegen, das den Knollen- wie Stromatolithenaufbau verursachenden **Cyanobakterien** zuzuschreiben ist, zum einen und der Feinstkörnigkeit und Dichte des (einbettenden) Materials wegen zum andern.

Im offengebliebenen Abschnitt des **SFR** enthielt aber selbst der „Bianconekalk“ viel weniger Pyrit (gelbe bis eischalenweiße Farbtöne im Handstück, wesentlich geringere Dichte der feinen, körnigen Kristallaggregate im DS; teilweise gänzlich Fehlen).

In der oxydierten Fazies, Pfronten-Fm, fehlt das Stromatolithenphänomen übrigens gänzlich.

Mit Annäherung an die angesprochenen Barrieren (Widerlager) im N und S des **SFR** liegen ausnahmslos nur mehr durch lebhaft türkis- bis dunkelgrüne Färbung gekennzeichnete **niedrigere Oxidationsstufen** im Sediment vor, und der **Pyritgehalt steigt sprunghaft an**. Das Mineral tritt oft sehr dicht und immer feinstverteilt im Sediment auf (im DS punktenartige, körnige Kristalle und winzige Kristallaggregate), auf den Hartgrundflächen in zahllosen, meist sehr kleinwürfligen Aggregaten.

Wir haben im Norden, an die Neokom-Aptychenschichten angepreßt, als **jüngsten Abschnitt** der den **ViKa einschließenden Gesamtabfolge** (**NFR**) tektonisch verbogene, abgequetschte oder an Kleinharnischen ausgelängte und gegeneinander verschobene, ausgeflaserter grüne und dunkel graugrün verfärbte, am Top typischerweise **fladenartig verknetete**, pyritstrotzende „Bianconekalk“- Sedimentkörper gefunden – tektonisch verpreßte, aus dem ursprünglichen Gefüge gequetschte Relikte des jüngsten Abfolgeabschnitts (mit schwachen, sehr fraglichen Hartgrundanzeichen; Taf 20/1, Abbn 3, 4 & 5).

Sie beinhalten große Mengen an Calpionellidenkalk-Intraklasten als **Aufarbeitungsrelikte** und das **ältere unterkretazische Foraminiferenplankton** - *Globuligerina ?hoterivica*.

Für die geschilderte Erhaltung dieser tektonisch stark belasteten, unregelmäßigen, geringmächtigen

und von synsedimentären Aufarbeitungsvorgängen gekennzeichneten jüngsten Anteile der den ViKa einschließenden Gesamtabfolge (**NFR**) dürfte die **Begründung** auf der Hand liegen: Nicht nur war dieser Abschnitt direkt am Kontakt der unmittelbaren tektonischen Anpreßbelastung ausgesetzt, sondern auch Lithifizierungsgrad (und damit Kompetenz) dürften vom alten „Stammblock“ in die jüngsten Abfolgeglieder hinein wohl kontinuierlich abgenommen haben.

Der allerjüngste, hochkondensierte, von uns mit **Z.3** abgekürzte Schwellenkalkabschnitt mit der durch Kondensation scheinverdichteten, aber sehr typischen *Hedbergella-Globigerinelloides*-Plankton-Vergesellschaftung und dem „jüngsten Hartgrund“ (und beispielsweise mit *Globigerinelloides algerianus* als bekanntem Oberapt-Marker) **fehlt** hier, im **NFR**, während ebendieser Abfolgeabschluß in den offenen Partien des **SFR** in allen Fazieszonen verlässlich vorkommt.

Ausgefallenes, aber nicht minder verlässliches wie bedeutsames Anzeichen für die unmittelbare Nähe einer der drei großen, in allen Fazieszonen des **SFR** durchlaufend verfolgbaren Omissionen sind im übrigen knapp vor dem jeweiligen Sedimentationsabschluß und auf dem Hartgrund in nach oben zunehmender Dichte eingesedimentierte bzw. darauf festgekrustete Rostren kleiner bis fingerlanger schlanker **kretazischer Belemniten**, u.a. der Gattung *Neohibolites*.

Vor und auf der ältesten Omission noch Seltenheiten, treten sie gegen den mittleren Hartgrund schon in großer Dichte auf, und auf dem „jüngsten Hartgrund“ und besonders im **basalen Rothorizont** der Tannheimer Schichten kann ihr Vorkommen abschnittsweise schon als **massenhaft** bezeichnet werden.

Unserer Meinung nach unterstreichen auch sie, hoch- und offenmarine Organismen, den Übergang der Vilser Schwelle aus den ursprünglichen, eigentlichen „Schwelle-Verhältnissen“ heraus (upwelling, spezifische Ökobedingungen, lokale Organismenstandorte, ViKa etc.) und in die Schwelle-Becken ausgleichenden pelagischen Verhältnisse der mittlerweile in die Aptychenschichtentiefen abgetieften Beckenablagerungsräume hinein sehr eindrucksvoll.

In den oben beschriebenen Sedimentkörpern des **NFR** fanden sie sich gleichfalls in großer Zahl, erreichen da aber *nicht* die Dichte wie im **SFR**.

Wir haben im Süden, hart an der Grenze, an der die Sattelfazieszone (**SaFZ** - des **SFR**; Taf 4) unter den Hauptdolomit der Lechtaldecke taucht, unter dünnen, in Reliefvertiefungen erhaltenen Tannheimer-Schichten-Resten dunkel grüngrau verfärbten „Bianconekalk“ mit Hartgrund und bis zur Hälfte in ihn eingewachsenen dunkel grüngrauen Knollen entdeckt („Bianconekalk“ ist gewöhnlich weißlich bis elfenbeingelb gefärbt, bei Zunahme feinverteilten Pyrits auch etwas hellgrau eingemischt).

Teilweise über faustgroß und von zahllosen engstehenden, feinstgefältelten Lagen aufgebaut, die hier meist um verfestigte (eckige!) Sedimentklasten als **Kern** angeordnet sind, sind die biolamellar-großkoidischen Knollen dieser Faziesvarietät die weitaus größten und am vollkommensten gewachsenen von allen in den Knollenhorizonten und -feldern des **SFR** vorkommenden. Sie fallen auch durch ihre besonders „traubig-runzlige“ Oberfläche auf (Taf 3, Abbn 1-3).

Nicht nur der **Pyritgehalt** des Sediments ist **extrem hoch** – selbst am Aufbau der Knollen sind hauchfeine, nahtlos zwischen die einzelnen gekräuselten (Cyanobakterien-)Lagen eingewachsene Pyrithäutchen beteiligt (Taf 3, Abbn 2 & 3). Der hohe Pyritgehalt stumpft hier das lebhaft grüne der niedrigeren Oxidationsstufe, wie es im N auftritt, zu einem dunklen Grüngrau ab. Das Gestein ist schwer.

Und wieder fehlt vom allerjüngsten, hochkondensierten Schwellenkalkabschnitt (**Z.3** - Taf 17, **P1051F**) jede Spur. Auch hier endet die Abfolge mit dem **älteren unterkretazischen Foraminiferenplankton** - *Globuligerina hoterivica*.

Die Prüfung einiger neuer Proben hat im übrigen ergeben, daß in den Jungsedimenten an der Barriere im N (**NFR**, s. oben!) die oben erwähnte, für den jüngsten, höchstkondensierten Schwellenkalkabschnitt (**Z.3**) typische *Hedbergella-Globigerinelloides*-Plankton-

Vergesellschaftung doch bereits mit einigen wenigen Exemplaren beider Gattungen vertreten ist (Tafeln **20/1**, Abbn **6-10** und **20/2**).

Wir glauben, dies mit dem allmählichen Einsetzen dieser typischen Faunenvergesellschaftung erklären zu können, doch ändert es an obigen Erläuterungen nichts Wesentliches, im Gegenteil - es bestätigt vielmehr die S-N-Einengung, in deren Verlauf die Barriere im S (s.oben!) früher ganz „zugemacht“ hat, während ihr voller Schub im N entsprechend später wirksam geworden ist.

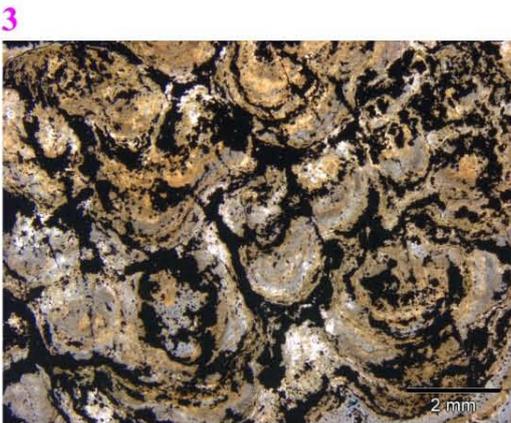
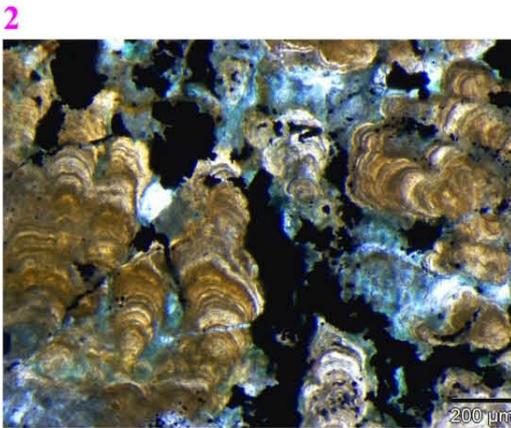
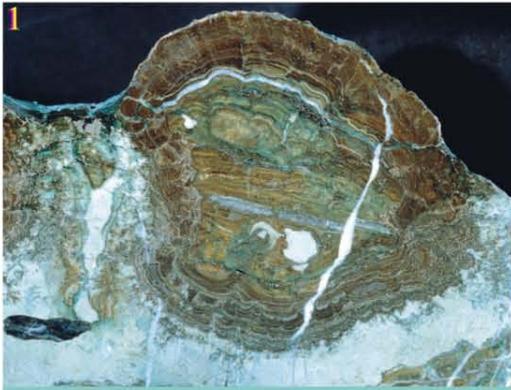
Nicht zuletzt zu erwähnen bleibt, daß Wachstum und Gedeihen der streng biolamellar-großkonkoidischen, stets um einen Kern herum angelegten Knollengebilde, wie sie in den unterkretazischen Feinsedimenten der Vilser Schwelle in topnahen Horizonten des **SFR** massenhaft auftreten, unter derartigen wie den beschriebenen, also anaeroben - ?völlig sauerstofffreien, jedenfalls aber sauerstoffarmen - Bedingungen ganz offensichtlich weitaus am besten zu funktionieren scheinen (Taf **3**, Abbn **1** bis **3**). **Im NFR gibt es diese Bildungen nicht!**

Die Vilser Schwelle entsteht am Anfang langspanniger großtektonischer Aktivitäten zwischen Obertrias und (oberer) Unterkreide. Das oben Ausgeführte beweist, daß deren weitere Auswirkungen Becken- wie Schwellenablagerungsraum gleichermaßen umfassen, daher auch letzterer in die ständigen Veränderungen eingespannt bleibt und beide – bei noch so überraschend breiter fazieller Palette – ihre Wechselbeziehung wie auch die Abhängigkeit des Schwellenablagerungsbereichs von Umgestaltung und Sedimentationsänderungen des Beckenablagerungsbereichs bis zum Schluß sehr deutlich erkennen lassen.

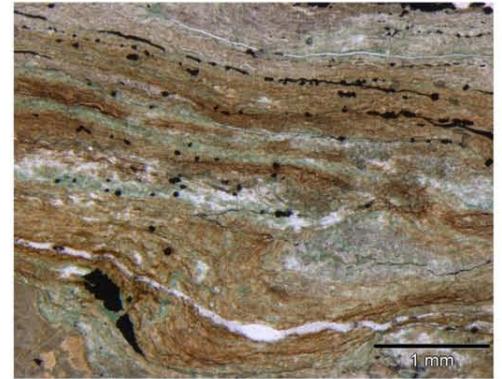
Den Umständen im Arbeitsgebiet eindeutig entnehmbar, daß diese Aktivitäten mit der Umgestaltung der triassischen Ablagerungsräume beginnen - die „Schwellenbildung“, eine Bruchzone, eine Abbruchstufe in der Frühphase lediglich, ist initiales „Nebenprodukt“. In der jüngeren Geschichte sticht aus der Weiterentwicklung der Beckenablagerungsräume vor allem deren ab dem ?oberen Mitteljura (?Callovien, ?etwa ab Brachiopoden-Crinoiden-Wende im ViKa) und bis zur Tannheimer-Schichten-Wende laufend fortschreitende **Abtiefung** besonders hervor, und Sedimentationsänderungen, Sedimente, Faunen wie Fazies belegen das in mehr als den oben angesprochenen Einzelheiten.

**NFR** (Stammgebiet) wie auch **SFR** der Vilser Schwelle scheinen in der Kompressionsphase der Unterkreide, ehemalige Ausdehnungen, Übergangsstellen, aber auch die Distanzen zwischen ihnen und dem Beckenablagerungsraum betreffend, von der Tektonik bereits weitgehend gestaucht, verstellt, verschlossen gewesen zu sein, jedenfalls aber schlechter zugänglich. Wie oben beschrieben, fehlen jüngste Abfolgeanteile an Übergangsstellen, oder sie sind nur mehr unvollständig erhalten. Geringere Oxidationsgrade und viel geringere Mächtigkeiten zeichnen solche Stellen aus. Der barrierefernere, noch offene Abschnitt des **SFR** zeigt sich im Vergleich dazu bis zur jüngsten Omission (mit jüngstem Hartgrund und Sedimentärkontakt mit den Tannheimer Schichten) wohlausgebildet und wohl erhalten (Apt-Alb-Grenzbereich). In diesem offen verbliebenen Abschnitt fallen u.a. die (im Vergleich zum entsprechenden Abfolgeabschnitt des **NFR**) viel größeren Mächtigkeiten der pyritfreien, volloxidierten, lachs-, ziegel- oder dunkelroten, dünn- bis dickgebankten Sedimente der Pfronten-Fm und deren knolliges Gefüge (Bewegungsgefüge) auf, das allerdings auf „Bianconealk“ und letzten Hartgrund zu undeutlicher wird und schließlich ganz verschwindet.

Mit ihrer Entstehungs- und mit der ViKa-Phase verglichen, ist die Vilser Schwelle zu diesem Zeitpunkt somit, beide Faziesräume betreffend, tektonisch so weitgehend umgebaut und verändert, daß sie nur mehr Relikt der ehemaligen Anlage ist, vielleicht als „Tiefschwelle“ oder dgl. zu bezeichnen, dabei aber vor allem im **SFR** von faziellen Ausgefallenheiten geprägt. An Entstehungssituation und Milieu des ursprünglichen Stammgebiets erinnert kaum noch etwas, ehemalige Zusammenhänge sind weitgehend „verwischt“.



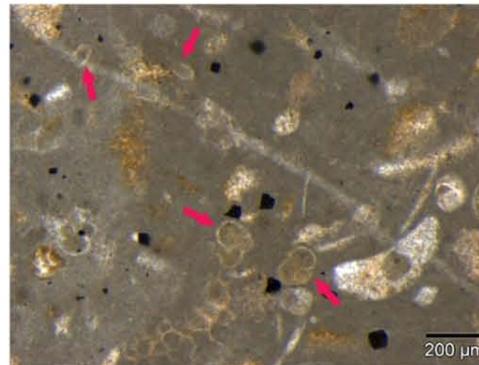
**TAFEL 3**  
Abbn 1 bis 6



4



5



6

**Abb 1:** Schnitt (ob.) durch ein über faustgroßes, türkisgrünes, biolamellar-großknoeidisches **Knollengebilde** des eingefalteten & überschobenen Südabfalls, Sattelfazieszone (s.Text,v.a. Kap II.!). Unten: Auch flach pilzkappenartige, freie, kaum mit der Unterlage verwachsene “Knollen” (langer D =13cm) fanden sich auf dem Hartgrund. Nierig-traubige Oberfläche der Knollen entspricht dem gekräuselt lamellaren, oft halbkugelig-säulig-stromatolithischen Aufbau.

**Abbn 2 & 3 - DS:** Schnittfläche (**Abb 1**) wie mikroskop. Bild zeigen in d Milieu (reduz!) hauchdünne Lamellenzwischenlagen aus **Pyrit** (i.Bild schwarz). Gedeihlichstes Milieu für die aufbauenden Mikroorganismen!

**Abb 4:** Mikroskop. Bereich: Pressungserscheinungen im oberst.Abfolgeabschnitt (S-N-Einengg, **Z.3 fehlt** im Südabfall).

**Abbn 5 & 6:** Transgressionstendenz, **Absenkung** (ab Wende Dogger/Malm) m gravierend veränderten, längst ViKa-fremden Ablagerungsbedingungen: Feinstkörnige (lutitische) Matrix (mudstone), wenig grober Echinodermen- & Schalendetritus etc. Sediment (“Bianconekalk”), period **Ammoniten-Massenauftr** (schon im Malm, 5), Radiolarienschübe etc. weisen auf **pelagische Einflüsse** und auf den **unmittelbaren Zusammenhang mit der Beckensedimentation** hin (Aptychenschichten). Älteres (malm-kretaz) Foramsplankton, u.a.mit *Globuligerina ?hoterivica* (gelbe Pfeile auf 5, untere rote Pfeile auf 6), häufig noch zusammen mit letzten **Calpionelliden** (der obersten Remane-Zonen - obere rote Pfeile auf 6). Das Hedbergellen-Globigerinelloides-Plankton (*G. algerianus*, Oberapt) des jüngsten Schwellenabschnitts, **Z.3, fehlt** (s. dazu im Text, v.a. die Erläuterungen im Kap II., oder etwa **Tafel 17**, d.i. **SFR-Profil P1051F**).

Das Stammgebiet selbst dürfte sogar einem der N-Eindrehung und der kompressiv bedingten Anpressung (Aptychenschichten – Beckennachbarschaft, Kap IX. & Taf 21/1) zuzuschreibenden Reliefausgleich zum Opfer gefallen – mehr noch: es dürfte unter den abdeckenden Beckensedimenten nahezu verschwunden sein, noch ehe die offenen Mulden des **SFR** von den Tannheimer Schichten aufgefüllt und schließlich die ehemalige Vilser Schwelle ganz von ihnen begraben wurde.

Wir vermuten, daß dieser vorerst noch offene Abschnitt des Reliefs zuletzt nur mehr eine Aufeinanderfolge schon stark eingengter, schmaler nordvergenter Faltenmulden und Faltensättel war; letztere vielleicht noch am besten Strömungen und Wasserbewegung zugänglich – ?letzte Faunenstandorte, Ablagerung in den Mulden, nahe dem Lebensort. Stichworte dazu: Ganz lokale, kleine, aber hoch diverse **Faunenreicherungen** (?Sättel); **exotische Gerölle**, auf dem jüngsten Hartgrund, vor allem aber im basalen Rothorizont der Tannheimer Schichten – **nicht** geschüttet, sondern wie „Rosinen im Kuchen“ verteilt etc. [s. dazu „Zur Stratigraphie und zu den Fazieswechseln in der Schwellenfazies der Vilser Alpen (sog. ‚Vilser Schwelle‘) im Bereich der Jura-Kreide-Grenze und in der Unterkreide bis zur ‚Tannheimer-Schichten-Wende‘“!].

7.) Das Stammgebiet der Vilser Schwelle, der **NFR**, läßt keinerlei direkten stratigraphischen Zusammenhang mit den Tannheimer Schichten erkennen, auch keinen wenigstens in Spalten und Hohlräumen erhaltenen. Der **SFR** hingegen hat – abgesehen vom (oben geschilderten) barriereferneren mittleren Abschnitt mit Sedimentärverband Schwellenkalke-Tannheimer Schichten – auch noch ganz im S, in den Reliefvertiefungen des jüngsten Hartgrunds, die vom überlagernden Hauptdolomit der ehemaligen Oberen Vilser Decke nicht eingeebnet wurden, dünne restliche Füllungen davon bewahrt.

Die **Tannheimer-Schichten-Sedimentation**, in der Beckensequenz (ohne Schichtlücke) auf die neokomen Aptychenschichten folgend, hat den komprimierten Kontakt Beckensequenz-Stammgebiet (N-S) sowie das weitere Kontaktumfeld nach S hin, also bis zur ersten noch offenen Faltenmulde des **SFR**, offenbar völlig diskordant übergriffen.

Der mit dem Stammgebiet (**NFR**) gleichzusetzende, kompetentere Schwellenblock (= **Gesamtabfolge** - samt ViKa, Liegendem und zugehörigem „Unterlagen“-Abschnitt) muß in diesem Zeitraum bereits derart verstellt und an den weit geringer lithifizierten jüngeren Abschnitt der Beckenfolge (Aptychenschichten) herangeführt und angepreßt gewesen sein, daß erst wieder in den noch offenen Faltenmulden des **SFR** eine konkordante Schichtenabfolge überhaupt noch möglich war (s. auch Kap IX. & Taf 21/1!); sie sei hier noch einmal und kürzest mit: Pfronten-Formation - „Bianconealk“ mit jüngstem Hartgrund als Abschluß der Schwellenkalke (Oberapt) - Schichtlücke - Rothorizont der Tannheimer Schichten - Tannheimer Schichten angegeben (s.dazu die ausführlichere Taf 17!).

Der Kontakt Schwellenkalke-Tannheimer Schichten ist im **SFR** ein mit dem sehr wechselhaft ausgebildeten, noch hoch kondensierten basalen **Rothorizont** der Tannheimer Schichten eingeleiteter **Sedimentärkontakt** im Grenzbereich Apt-Alb.

8.) Diesem Kapitel, dessen Zweck es ist, Vilserkalk und Vilser Schwelle – untrennbar, wie sie voneinander, aber auch vom nördlich angrenzenden Beckenablagerungsraum sind - in jenen komplexen Zusammenhängen und Wechselbeziehungen zu präsentieren, in denen sie tatsächlich stehen, ihren tektonikgesteuerten Entwicklungsgang aufzuzeigen und sie richtig zu positionieren, sei abschließend angemerkt, daß ja allein schon die im ViKa-Block auftretenden **Spaltensysteme** (nördliche, am Kontakt mit den Aptychenschichten, **AD**-Beckenfolge; südliche, am Kontakt mit dem **SFR** - s. dazu Kap X. & Tafeln 5, Abb 2, 20/1, Abb 2, und Taf 23!), wiewohl unauffällig und wenig breit und tief, eindeutige Aussagen und klare Beweise geliefert haben, etwa Position von Stammgebiet und ViKa betreffend.

So hat etwa das mit mehreren Beispielen belegte Spaltensystem im N derart eindeutige biostratigraphische wie auch sedimentologisch-mikrofazielle Übereinstimmungen mit den Jungsedimenten der **AD-Beckensequenz** wie auch mit dem (ihnen engstverwandten) „Bianconekalk“ (der Schwellenabfolge) erwiesen, daß allein diese Systeme schon früh große Zweifel an den bisherigen tektonischen Vorstellungen geweckt haben.

Da aber darüber wie auch über weitere Beckensedimentkontakte des ViKa (Endlagerbereich, distal) weiter unten noch berichtet wird, so seien hier diesbezügliche Erörterungen mit dem Hinweis darauf beendet.

Zusammen mit den beschriebenen **Übergängen der Lias-KK in die bunten Schwellenkalke** (Taf 17) stimmte uns u.a. auch das wiederholte Nebeneinander Kössener-Lias KK vor dem Hauptdolomit der ehemaligen oberen Vilser Decke entlang der S-Grenze der Schwellenfazies bezüglich Deckenbau und -anordnung, wie etwa von HAAS (2002) vertreten, einigermaßen nachdenklich.

**9.)** Im Typusgebiet haben einzigartige **natürliche Aufschlüsse**, etwa die entlang dem Leebach und in der Umgebung des Roten Steins, viel zu Erweiterung und Vertiefung des Verständnisses für die komplexen Zusammenhänge im Bereich der Vilser Schwelle beigetragen. Ebensoviele zählen aber die im Lauf der Jahre im Zuge der Abbauerweiterungen im **großen Vilser Steinbruch** gewonnenen Einblicke, die teils Bestätigungen brachten, teils aber auch zahlreiche neue Entdeckungen ermöglichten.

Daraus ergab sich die Notwendigkeit, Faziesräume und Fazieszonen zu unterscheiden und den älteren Teil der Schwelle, ihr Ursprungs-, Entstehungs- oder Stammgebiet also (samt den ViKa einschließender Gesamtabfolge, Taf 18), einem **Nördlichen Faziesraum – NFR**; den südlich daran anschließenden Schwellenabschnitt (zugängliche Gesamtabfolge von Kirchsteinkalken und ihren Übergängen in die bunte Schwellenfazies bis Pfronten-Formation und „Bianconekalk“ mit jüngstem Hartgrund) einem **Südlichen Faziesraum – SFR** zuzuordnen (zu diesen abschließenden Erläuterungen s. vor allem Tafeln 4, 9 & 14, Abb 1!). Die speziell topwärts zunehmenden, äußerst informativen faziellen Unterschiedlichkeiten der Abfolge des **SFR** veranlaßten dazu, von N nach S eine **Nordfazies-**, **Südfazies-** und eine **Sattelfazieszone** zu unterscheiden – **NFZ**, **SFZ** & **SaFZ**.

Daß die stratigraphische Übereinstimmung der Fazieszonen trotz der faziellen Unterschiede immer eindeutig, vor allem biostratigraphisch, belegt werden konnte, versteht sich, sei aber hervorgehoben.

Was diesbezüglich beide Faziesräume, **NFR** & **SFR**, betrifft, so versteht sich für sie der große stratigraphische Rahmen. Die positionsbedingt speziell biofaziell so unterschiedlichen Entwicklungsgänge nähern sich verständlicherweise erst mit Absenkung des gesamten Ablagerungsraumes in der jüngsten Schwellen- Entwicklungsphase, also unter zunehmendem, ausgleichendem pelagischem Einfluß einander an.

Stichworte zu **9.)**, **SFR** und Fazieszonen:

Drei große, **in allen Fazieszonen durchlaufend verfolgbare Omissionen**, Zeitabschnitt tiefe Unterkreide-Oberapt (Taf 17!), u.a. mit in allen Zonen verlässlich wiederzufindendem Mikrofaunenanhalt (ausgenommen kondensationsbedingte lokale Totalausfälle). Im **NFR** ließen sich diese Omissionen *nicht* ermitteln, nur die jüngste scheint andeutungsweise vorhanden.

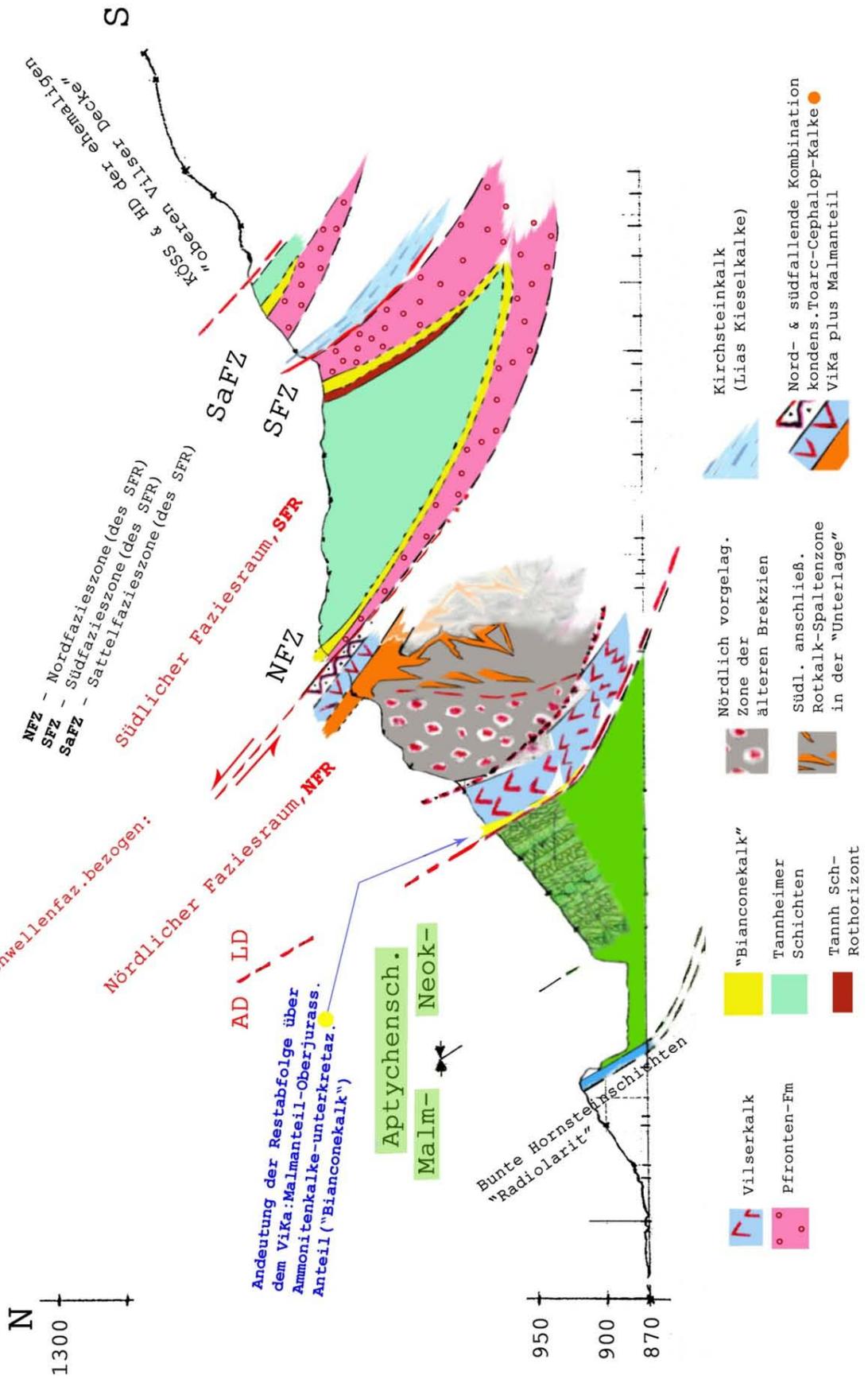
Drei Beispiele für die **Fazieszonen**: „Farbreinster“, aptychenkalkähnlicher „Bianconekalk“, fast keine roten Sedimentfarben, keine Knollen, vergleichsweise geringes Stromatolithengedeihen, Stromatolithenbruch; Volloxidation – **NFZ**.

„Bianconekalk“ mit auffallendem Stromatolithengedeihen („Stromatolithenzone“) und Fe-Mn-Knollenhorizonten, Knollenfelder auch *auf* dem jüngsten Hartgrund; Volloxidation – **SFZ**.

„Bianconekalk“ durch äußerst bunten „**Aufarbeitungshorizont**“ aus Stromatolithenbruch und Krusten-“Scherben“ ersetzt, dicke Fe-Mn-Deckkrusten, **keine** Fe-Mn-Knollen; Volloxidation (Top). Südlich davon, am tektonisch eingeeengten, nahezu überschobenen, verschlossenen „Südabhang“, gedeihlichstes Knollenwachstum in **reduzierendem Milieu**; niedrigere Oxidationsstufe, grüne und graue Sedimentfarben (s. oben!) – **SaFZ**.

# TAFEL 4

Lagerungsverhältnisse, **Profillinie P4**, Stbr. "Fall"  
 (als besterhaltener & informativster Abschnitt der Struktur)



**Profillinie P4**, Steinbruch "Fall": N-S mit **AD, LD** ("Vilser Decke") und **LD**-**Hauptkörper**" (ganz im S, entspricht ehemaliger "oberer Vilser Decke")  
 Zu den Begriffen "**Nördlicher Faziesraum**" - **NFR**; "**Südlicher Faziesraum**" - **SFR**  
 sowie zu "**Nordfazieszone**" - **NFZ**, "**Südfazieszone**" - **SFZ** und "**Sattelfazieszone**" - **SaFZ**; Erläuterungen im Text d. Kap II.

### III. Weitere Fakten, Charakteristik

„**Vilser Schwelle**“ - eine von der Obertrias bis in die obere Unterkreide (Wende Apt-Alb) reichende Geschichte, beendet mit Abdeckung durch die Tannheimer Schichten  
Großtektonische Aktivitäten als Motor für Bildung und Wandel

Großtektonische Aktivitäten bereits obertriassisch mit Zerbrechen eines flachmarinen Ablagerungsraums eingeleitet [„Plattform“; s.u.a. Kap VII., 1.)!], Einsetzen lange vor Auftreten der Rot- und Buntsedimente.

Obertriassische Plattform-„Unterlage“ - mit tiefliassischem Anteil - bricht in ältester, **bruchtektotonischer Entwicklungsphase** entlang einer Bruchlinie (Krustenbruchrand) schließlich endgültig in die Tiefe: Entstehung des Abbruchabhanges (später: Schwellenabhang), Nordrandposition, mit Ausrichtung zum Beckenablagerungsraum hin - **Ursprung** und **Stammgebiet** der **Vilser Schwelle**. Zeitlich: ?tief- bis mittelliassisch. Steter enger Konnex mit Weiterentwicklung und Umgestaltung des angrenzenden Beckenablagerungsraumes.

Stammgebietenanlage überliefert als rotkalkgebundene, **ammonitengeeichte Brekzienzone** (Hangfuß) und, südlich anschließend, rotkalkgefüllte, **ammonitengeeichte Spaltenzone** in der Graugesteins-„**Unterlage**“. Sind als der Nordüberschiebung & völligen Einwalgung leidlich entgangene Relikte von Bruchzone und Schwellenabhang der ältesten, ursprünglichen Anlage rezent erhalten.

Ehedem ausgedehntes, vorerst flacheres Abhangrelief - als Relief der alten, bruchtektotonischen Anlage „Primärrelief“ genannt - mit beckenständig gesteuerten **upwelling**-Strömungen entlang dem Abhang. Aufliegende kondensierte, relief- & strömungsabhängig unregelmäßige bis lückenhafte, **ammonitengeeichte** knollige **Toarc-Cephalopoden-Rotkalke** (cf. Adneter) – upwelling-verursachte, erste (älteste) Sedimentauflage auf dem Bruchrelief - sind Liegendes des ViKa. S. dazu etwa Kap IV.! **Vilserkalk**, nach wie vor upwelling-bezogene Folgesedimentation und „Kern“ des Stammgebiets, verdankt ebendieser Anlage (Primärrelief, upwelling) seine Existenz und repräsentiert in der beschriebenen Kombination „Unterlage“-Rotkalk-ViKa die **eigentliche Vilser Schwelle**.

Bruchtektotonischer Phase folgt **Kompressionsphase**, S-N-Einengung, zunächst mit Anhebungen – Existenz einer (kurzzeitigen) turbulenten **Hochzone**: ViKa, Typ uD in **Rotensteinfazies**.

Einengungsbedingte allmähliche Verkürzung und Versteilung des Schwellenabhanges, allmählich versteilendes Abhangrelief mit Herausbildung der ökologisch bevorzugten, upwelling-bezogenen **Organismenstandorte** (Lebensräume, Ökonischen). Nachbarschaft von **Bildungsort** und **Endlager** des biogendominierten ViKa (Lebensortnähe).

Endlager („Hangfazies“) sehr häufig mit **Beckensedimentkontakten** - zuerst älteren, **spikulitischen**. Nährstoffreiche upwelling-Strömungen Ursache für die zunächst brachiopodendominierten (Typ uD) und später crinoidendominierten Biogenmassen im ViKa (Typ oD). Mit fazieller Verfremdung und schließlich gänzlichem Wegfall des „**ViKa-Milieus**“ verschwinden beide. Reihenfolge: Erlöschen der Brachiopoden, Rückgängigkeit (= vergleichsweise Unbedeutendheit) der Crinoiden, Auftreten und Dominieren der Ammoniten, zunehmend vergemeinschaftet mit pelagischen Mikrofaunen.

Oberjura-Unterkreide: Wiederholte **Transgressionsphasen**. Oberjurassisch eingeleitetes **Absinken** der Schwelle zusammenhängend mit stetiger **Abtiefung** der **Beckenablagerungsräume** - wachsender **pelagischer Einfluß**. „Bianconekalk“-Sedimentation.

Über **malmischen ViKa-Anteil**, Dominieren der Ammoniten und weiterer pelagischer Faunen, Sedimentationswechsel („Bianconekalk“) etc. Einleitung wie auch Fortschreiten der faziellen Verfremdung der ViKa-Ablagerung. Gänzlicher, mit Absenkung („Tiefschwelle“) und Anwachsen pelagischer Einflüsse gekoppelter Verlust des typischen „ViKa-Milieus“ führt schließlich zu deren Auslaufen & Verschwinden.

Der sogenannte „**Südliche Faziesraum**“ der Vilser Schwelle (**SFR**) ist **nicht** in die ursprüngliche Bildungsmechanik des Stammgebiets einzubeziehen (s. auch Taf.4!)! Ist vielmehr im Zuge von Absenkung und Annäherung an das „Tiefschwellen“-Stadium entwickeltes, spätes Ergebnis weit fortgeschrittener Einengung, Folgeprodukt - allerdings unter Beteiligung des Stammgebiets (als einer von zwei Barrieren; Kap II.).

Den **ViKa einschließende Gesamtabfolge** (**NFR**) und jene des an das Stammgebiet nach S hin anschließenden **SFR**, der tektonischen wie beckenachbarschaftlichen Umstände wegen faziell

außerordentlich stark voneinander abweichend, sind in den **gleichen stratigraphischen Rahmen** eingebunden. Abfolge des **NFR** läßt **in allen Stadien** überdeutlich Nachbarschaft und ständige, **unmittelbare** Verbindung mit nördlich anschließendem Beckenablagerungsraum erkennen. Im **SFR** entwickelt sich mit Absenkung, Kompression zwischen zwei Barrieren und **mittelbarer** Abhängigkeit vom Beckenablagerungsraum im N eine Ausnahmesituation; seine faziell stark abweichende Vielfalt, ja sogar Ausgefallenheit widerspiegelt diese (siehe dazu im Kap **II.**!).

Welche Vorstellungen sind eigentlich mit dem Begriff „Schwelle“ zu assoziieren?

Die **Vilser Schwelle** jedenfalls ist eine tektonikverursachte Anlage, deren Entstehung und weitere Entwicklung von der **Obertrias** bis in die **obere Unterkreide** reicht und erst mit der Abdeckung durch die Tannheimer Schichten ihr endgültiges Ende findet.

Entstehung und Entwicklungsablauf verdankt diese „Schwelle“ genannte Anlage keineswegs nur irgendwelchem lokalem tektonischem Geschehen. Aufgrund einer und derselben **Ursache**, nämlich eines schon obertriassisch eingeleiteten, in Streichrichtung über große Distanzen verlaufenden und fortgesetzt vertieften, weiträumigen **Krustenbruches** (Abbruchzone), kommt es vielmehr an vielen Stellen dessen Verlaufs zu der Vilser Anlage ganz ähnlichen Entwicklungen mit sedimentologisch-faziellen Ähnlichkeiten oder gar völligen Entsprechungen.

Man charakterisiert daher die Vilser Schwelle, am Gesamtausmaß der tektonikverursachten Veränderungen gemessen, am besten wohl als kleines, laufend umgebautes und verändertes Teilstück – lokales Produkt jener langspannigen, weiträumig vernetzten großtektonischen Aktivitäten der obengenannten Zeitspanne, in denen **Erweiterung** und **Umgestaltung** der **großen marinen Ablagerungsräume**, die auch zu markanten Veränderungen der Ablagerungsbedingungen und der Ablagerungen selbst führten, mit Sicherheit die Hauptrolle zukommt. Die früheste, bruchtektonische Phase ist lediglich die Einleitung dieser langspannigen Aktivitäten.

„(Vilser-) Schwelle“ versteht sich somit als Bruchzonenanlage und -rand, als kleiner Abschnitt des O-W weitgespannten, obertriassisch-liassisch entstandenen, dem tieferen Ablagerungsraum zugewandten und mit ihm und seiner Weiterentwicklung verbundenen Abbruchabhanges – selbstredend samt den spezifischen, gleichfalls mit Weiterentwicklung und Umbau des tieferen Ablagerungsraumes verknüpften und davon abhängigen eigenen Sedimentationsbedingungen und faziellen Eigenheiten dieser Anlage.

Bruchtektonisch initiiert und herausgeformt (Zerbrechung der obertriassisch-liassischen Plattform, später die Schwelle-„Unterlage“), ist sie laufend in die großtektonischen, so auch in die der bruchtektonischen Phase folgenden kompressionstektonischen Aktivitäten, **S-N-Einengung**, integriert und entwickelt dabei zunächst ihre Sedimentation wie Fazies betreffenden (schwelle-) spezifischen Eigenheiten, ehe sie im großen Gesamtablauf, vor allem unter dem stetig wachsenden pelagischen Einfluß, der sich mit Erweiterung und Vertiefung der Beckenablagerungsräume eingestellt hat, aufgeht.

Diese eigene, schwellespezifische Entwicklung verkörpern vor allem **Liegendes** und die **ViKa-Abfolge**, also der „Kern“ der Stammgebietssequenz (**NFR**) - auf seiner obertriassisch-liassischen Graugesteins-„Unterlage“. Danach (= darüber im Profil) geht der Bereich immer mehr in der mittlerweile fortgeschrittenen weiteren Entwicklung auf, wird ihr eingegliedert, untergeordnet und verschwindet darin letztlich so gut wie ganz. Die „schwellespezifischen Eigenheiten“ dieser Phase sind dann nur mehr kleinere (dabei dennoch oft schwer erklärbare) fazielle Unterschiedlichkeiten in einheitlichem pelagischem Milieu.

Hervorgehoben sei in diesen späteren Phasen, vor dem Tannheimer-Schichten-Ereignis, ein weiteres Mal jener südlich an das ehemalige Stammgebiet anschließende „Tiefschwellen“-Ablagerungsbereich, der - zwischen dem mittlerweile als Barriere fungierenden alten Schwellenblock im N (ehemaliges Stammgebiet) und der südlichen, von der HD-Überschiebung verkörperten Barriere - seinen so überaus erstaunlichen faziellen Eigenentwicklungsweg eingeschlagen hat: der **Südliche Faziesraum** der Vilser Schwelle (**SFR**). Beispiele für diesen eigenen Entwicklungsgang lassen sich genügend

einwerfen, etwa mit Pfronten-Formation (rote Knollenkalke, „bianconekalk“-idene Sedimentation, resultierend aus wiederholter Bewegung und Resedimentation, Oxidation; wesentlich größere Sedimentmächtigkeiten als im **NFR**), weiters mit „Bianconekalk“, Stromatolithen, Knollenfeldern, blanken Hartgründen, solchen mit Deckkrusten etc. sowie mit jenen Unterschieden, die sich aus den unterschiedlich eingeeengten bzw. überschobenen Randbereichen ablesen ließen (Kap **II.**).

Der **SFR** ist **Teil der Vilser Schwelle**, jedoch nicht in die Bildungsmechanik des Stammgebietes einzubeziehen: Zwar wie das Stammgebiet von den langspannigen großtektonischen Aktivitäten der angegebenen Zeitspanne geschaffen, ist der **SFR** doch der fortgeschrittenen **Einengungsphase**, das Stammgebiet hingegen der initialen, also der **Bruchtektonikphase** zuzuschreiben.

Daß das Stammgebiet (**NFR**) - Front zum mächtigen Stapel der Beckensedimente hin (Aptychenschichten) – von den **Finalphasen** der Einengung schließlich doch betroffen und sogar stärker in Mitleidenschaft gezogen wurde als der **SFR**, wird aus ebendieser fortgeschrittenen Einengungsmechanik (im Zusammenhalt mit der unterschiedlichen Kompetenz der beteiligten Sedimentkörper) verständlich (Kap **II.**, Tafeln **4, 20/1**, Abbn **3 & 4, 21/1**).

#### IV. Das Liegende des Vilserkalks

Rote, dunkelrote und dunkelbraune kondensierte **Toarc-Cephalopodenkalke** (cf. Adneter) mit **Omission** und **Hartgrund** im oberen Toarc, auf ausgeprägtem Relief der **obertriassisch-tiefliasischen** (Graugesteins-) „**Unterlage**“ **Bruchsystem** mit nördlich vorgelagerter **Zone** der „**älteren Brekzien**“ und südlich anschließender **Rotkalk-Spaltenzone** in der „Unterlage“ als solches ausgewiesen („Primärrelief“)

Das unmittelbar Liegende des ViKa sind, wie weiter oben schon erwähnt, zum Top hin zunehmend kondensierte, unterschiedlich, jedoch immer geringmächtige rote, braunrote, dunkelbraune, topnächst sogar schwärzliche, häufig (jedoch nicht immer) knollige, Fe- und Mn-oxidisch krustendurchsetzte **toarcische Cephalopodenkalke** etwa der Spanne ***falciferum-aalensis*** – im Arbeitsgebiet übrigens die einzigen dem **Adneter Typ** vergleichbaren Liaskalke.

Sie schließen mit uneben-knolligem, manchmal (hoch-) hügeligem, oft von schwarzen, glänzenden Manganglasköpfen bedecktem oder infolge lokaler Subsolutionsinflüsse korrodiertem und wieder krustenüberzogenem **Hartgrund** ab; zum endgültigen Sedimentationsausfall (Omission) und zur Hartgrundbildung kam es, der Ammoniteneichung nach, erst im oberen Toarc. Gewöhnlich werden sie von wenig mächtigeren, manganoxidisch bläulich-violetten feindetrithischen Liaskalken unterlagert („Violettlias“, s. Kap V. und Tafeln 7, Abbn 1 & 2, 8, Abbn 1-9, 21/2, Abbn 1-3).

Im Arbeitsgebiet stehen diese Rotkalke für eine stark kondensierte, geringmächtige, da **reliefabhängig** zudem (sowohl Mächtigkeit wie Gefüge betreffend) äußerst unregelmäßige Ablagerung, die durch **upwelling-Strömungen** von Beckenseite her und entlang dem Schwellenabhang aufwärts ins Schwellenrelief eingetragen wurde (s.dazu auch Taf 1).

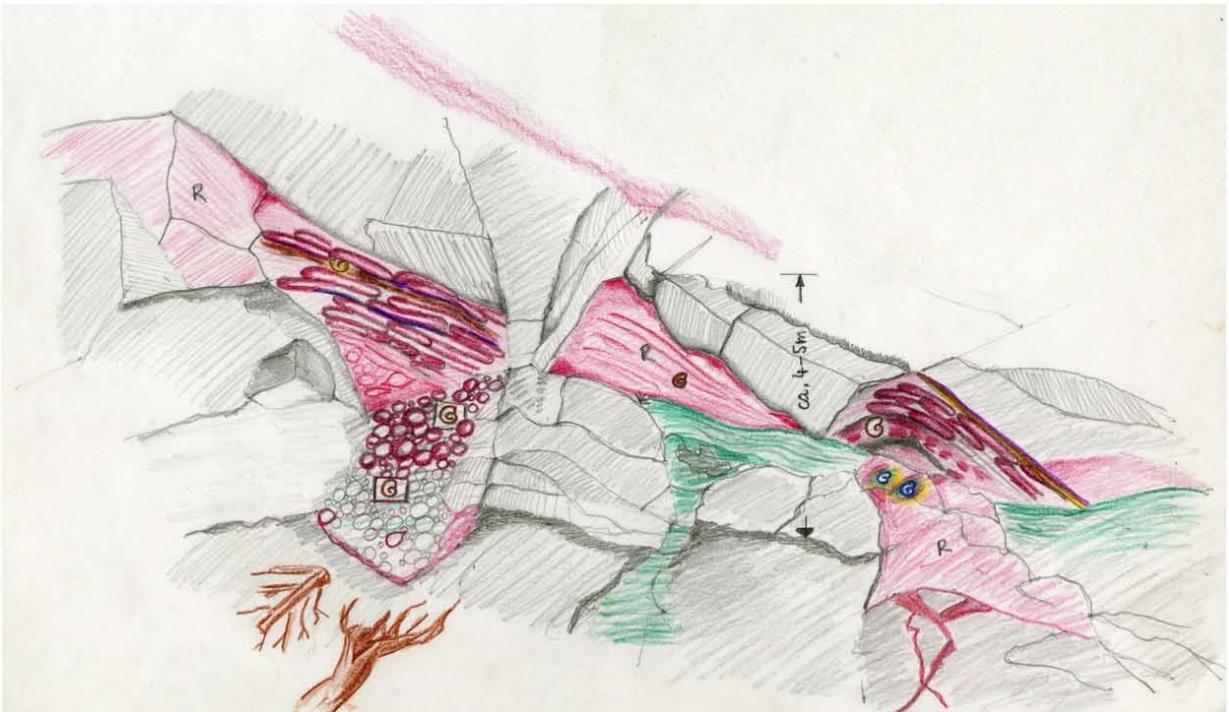
Im Verlauf des Toarc zunehmende Mangalsedimentation und Kondensation, die im oberen Toarc schließlich mit totalem **Sedimentationsausfall** und Ausbildung eines unter Strömungseinfluß etwas unterschiedlich beschaffenen markanten Hartgrundes ihr Ende finden, bergen aber - nicht zuletzt auch der weiten Verbreitung dieses Phänomens wegen - den Hinweis auf weitspannige, umfassende Veränderungen der großen marinen Sedimentationsräume und der Sedimentationsbedingungen.

Wir sehen dabei Entstehung der Vilser „Schwelle“ wie auch die mit ihrer Entwicklung verknüpften spezifischen Ablagerungsmechanismen und -bedingungen als lokale Begleiterscheinungen jener großtektonisch induzierten, lang- und weitspannigen Entwicklung, in der sich eine umfassende **Umgestaltung der ehemaligen alten Beckenablagerungsräume** und mit ihr auch entsprechend großräumige und bedeutende **Veränderungen der Ablagerungsbedingungen** vollzogen - von den Köss-Oberrhät-Ablagerungsräumen in die Fleckenmergel-Beckenentwicklung und weiter in die Aptychenschichten-Beckentiefen.

Auf der Vilser Schwelle – Produkt der Anfänge dieser großtektonischen Umgestaltungen – wird daher die auf dem Unterlagenrelief aufliegende Rotkalk-ViKa-Sedimentation von uns als die im Zuge des frühesten, des bruchtektonischen Geschehens in Gang gekommene und durch den Mitteljura hindurch einigermassen beständige, lokale Sedimentation am Rand und Abbruchabhang einer sich allmählich vergrößernden und vertiefenden Bruchzone aufgefaßt. Erst jenseits der „ViKa-Periode“, in der jüngeren Entwicklungsgeschichte der Schwelle, gehen diese „Schwelle-Begleiterscheinungen“ im weiteren großen, umfassenden Entwicklungsablauf auf und unter.

Bei entsprechender Untergrund- und Reliefbeschaffenheit - Neigung, Reliefvertiefungen, Brüche, Versätze etc. - sind besagte Toarc-Rotkalke mit deutlich wellig-knolligen **Bewegungsgefügen** ausgestattet und haben eine Anzahl von Beckenseite her strömungstransportierte, vielfach bestens erhaltene, teils großwüchsige Ammoniten- und

1



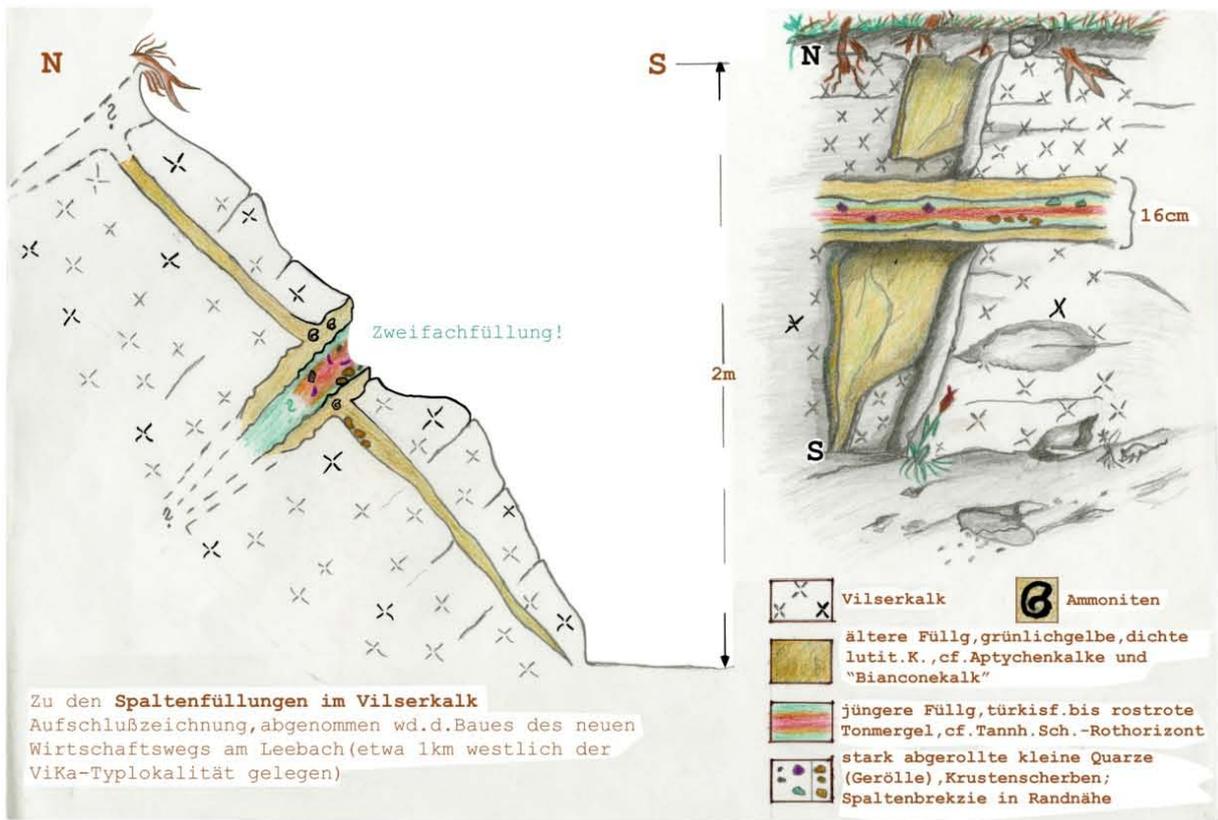
Das Liegende des Vilserkalks, Aufschlußskizze vom Roten Stein, SSO, 1360m: "Unterlage" (O.Trias-U.Lias-Graugesteine) des Bereichs Brekzien- & Spaltenzone (NFR, s.Text!), mit geringmächtigen, kondensierten roten und rotbraunen, teils manganoxydisch bläulich belegten, ammonitengeeichten toarcischen Kalken (den einzigen wirklich dem Typ Adnerer vergleichbaren Liaskalken). **Bewegungsgefüge!** Je nach Bewegungsintensität mit Bildung runder bis ausgelängt rundlicher "Knollen", z.T. stark verrundet in Untergrund-Sedimentfallen resedimentiert. Mitgeschleppte, z.T. prachtvoll erhaltene **Toarc-Ammoniten- & Nautilidenfauna!** Hangend leiten wechselnd dicht gepackte, wechselnd feiner und gröber detritische, teils geschüttete, helle und rote Crinoiden-Brachiopoden-Schuttkalke (bis -Sandkalke, "Sandstein") in den Unterdogger-ViKa in "Rotensteinfazies" über (s.Text!). (Cephalopodenschalen oft als bevorzugte Objekte stromatolithischer Aufwüchse und dunkler Fe-Mn-Krusten und -Beläge.)

**TAFEL 5 - Aufschlußzeichnungen vom Roten Stein (1) und Leebach (2):**

Von den (längst abgebauten) entsprechenden Kontakten im Stbr."Fall" abgesehen, war, das Liegende des ViKa betreffend, der abgebildete Rotenstein-aufschluß weitaus am informativsten (1; s.Beitext & Kap IV.!).

Die Zeichnung stammt von meinem Freund **NIKOLAUS LECHENBAUER**.

**2: Jüngste Spaltenfüllungen im ViKa** (z.Teil Mehrfachfüllungen) - einer d. Nachweise direkten Kontakts des "Stammgebietes" mit d. nördlich angrenzenden Beckenablagerungsraum (Aptychenschichten-"Bianconekalk" - Tannheimer Schichten; s. Beitext und Kap X.!).



2



1

*Grammoceras cf. fallaciosum*  
ob. Toarc (D etwa 7cm)  
Toarc-Cephalopodenkalke, Stbr. "Fall"



2



3

*Phylloceras heterophyllum* (Medianschnitt)  
großes, korrodiertes Exemplar (D ca. 15cm),  
Toarc-Cephalopodenkalke, Stbr. "Fall" (Kap IV.)



Das ist das Individuum nicht ganz vollständig erhaltenes nun  
Grenzbereich. Las-Dogger = aalenis-opalinum (Stbr. Vils)

4



Brekzienfauna, "Fall", Vils  
aalensis-opalinum



5



6

**TAFEL 6** (alle Objekte aus dem Stbr. "Fall", Vils)



7



8

Abbn. 1 & 3: Objekte a.d. Toarc-Cephalopodenkalke (cf. Adneter, Stbr. "Fall"; zur Rotensteinf fauna s. Taf. 5!)  
Abbn. 4 bis 8: Beispiele (5 & 6 Medianschnitte) aus der kleinwüchsigen Brekzien-Anschlußfauna, D etwa 2,5 bis 4,5cm (Toarc-Aalen, s. Kapitel IV.)  
Abb. 2: Toarc- wie Brekzienfauna stets vergesellschaftet mit etlichen großen autochthonen (Spalten-) Gastropoden (Exemplar auf 2 knapp 4cm hoch)

Nautilidengehäuse eingeschlossen, die bei nach Ablagerung erfolgter neuerlicher Sedimentbewegung mitgeschleppt und, in das neu entstandene Bewegungsgefüge eingebaut, resedimentiert wurden. Die eindrucksvollsten Beispiele hierfür fanden sich am Roten Stein S und, leider schon vor vielen Jahren abgebaut, im Steinbruch „Fall“ (ehemalige Etagen 1050 bis 1060, s. Taf 5, Abb 1, & Taf 6). Was im Steinbruch von dieser wertvollen Fauna zu retten war, haben wir im **Vilser Heimatmuseum** ausgestellt.

Die Erhaltung oft feinsten Details von Schalenmorphologie und Ornamentierung der Cephalopoden steht offensichtlich in engem Zusammenhang mit den dicken Fe-Mn-oxidischen Krusten und Belägen, doch scheinen Beläge, die, aus vielen stromatolithisch gekräuselten Lagen zusammengesetzt, lange Mikroorganismen- (= ?Cyanobakterien-) Aktivitäten verraten, auch hartteillösende und -zerstörende Wirkung zu haben (u.a. wohl, wie im DS bestätigt, infolge lebhafter Bohrtätigkeit der Mikroorganismen).

Die Toarc-Rotkalk liegen, Bau und Beschaffenheit des in der ältesten, bruchtektonischen Phase der Schwelle geschaffenen Abhangreliefs entsprechend, ihrer Unterlage sehr unregelmäßig auf und füllen zudem teils beachtlich breite und tiefe Spalten völlig aus, die mit Entstehung der Bruchzone in dieser Unterlage aufgegangen sind:

**Spaltenzone** in den Graugesteinen der obertriassisch-tiefliassischen „Unterlage“ (**NFR**; s. dazu Tafeln 14, Abb 1, & 24, Abb 1).

In der **Brekzienzone** hingegen, in die diese Spaltenzone nach N zu übergeht - mächtige Brekzienbildungen am Fuß der Bruchzone, von uns „**ältere Brekzien**“ genannt -, fand sich die an die **großwüchsige toarcische altersmäßig unmittelbar anschließende Fauna** etwa der Spanne *aalensis-opalinum*, völlig unbeschädigte klein- bis zwergwüchsige, autochthone, wohl jeweils von Schlammlawinen verschüttete Ammoniten, deren Deckung und hauptsächlich Lebensbereich mit Sicherheit die größeren Hohlräume und Zwickel im Blockwerk der zusammengebrochenen Plattform-„Unterlage“ waren (wir sprechen sie als „Brekzienfauna“ oder „Spaltenfauna“ an).

Allerletzte Reste der auslaufenden Rotkalksedimentation, von den Strömungen vom offenen Hartgrund ferngehalten (oder wieder entfernt), mögen sich jedoch in Ecken und Zwickeln des Brekzienblockwerks angesammelt und, bei Bewegungen oder Zusammenbrüchen, zu jenen kleinräumigen, für die weiterentwickelte kleinwüchsige Cephalopodenfauna aber fatalen Folgen geführt haben, wie unten noch weiter ausgeführt.

Von hauchdünnen Fe-oxidisch-rotbraunen Belägen eingehüllt, bewahrte diese mit einigen gleichfalls kleinwüchsigen **Nautiliden** und mit autochthonen großen (Spalten-) **Gastropoden** vergesellschaftete, in der Mehrzahl bestens erhaltene Fauna deutliche Hinweise auf ihr Schicksal. Bei **chaotischer Einbettung** in die feine rote mikritische, von fremden Einträgen völlig freie, nur von einigen großen Ostrakoden besetzte Matrix zeigt sich an den gänzlich **unbeschädigten Gehäusen** fast ausnahmslos jeweils nur die Wohnkammer sedimentgefüllt. Die restliche (gasgefüllte) Kammerung indes blieb leer und wurde im Diageneseverlauf schneeweiß drusig-kalzitisch auszementiert, was in dieser Erhaltung wohl bedeutet, daß sie auch gasgefüllt eingebettet wurde. In größeren Kammern ragen die Spitzen der Kalzitkristalle oft noch in einen kleinen zentralen Resthohlraum hinein (s. Tafeln 6 und 24, Abb 7 & 8).

Die Besiedler dieses Lebensraumes („Ökonische“) wurden ganz offensichtlich von lawinenartigen Abgängen größerer Mengen der ausgehenden, langfristig angesammelten restlichen Rotkalksedimentation mitgerissen, verschüttet und begraben, die Bewegungen oder umfangreichere Zusammenbrüche im Blockwerk der Brekzienzone ausgelöst hatten.

**Spalten-** wie auch **Brekzienzone** sind **ausnahmslos rotkalkplombiert**, ihre Füllungen – wie die toarcischen Rotkalk selbst – ammonitengeeicht! **Vilserkalk als Spaltenfüllung** scheint - von wesentlich jünger geöffneten Spalten in der „Unterlage“ mit jüngeren, ViKa-äquivalenten Füllungen abgesehen – **nicht auffindbar**.

Für Einblicke in die Entstehungsgeschichte der Vilser Schwelle sind derartige Informationen von höchstem Wert: Mit der Herausbildung des (bruchtektonischen) „Primärreliefs“ – mit zunächst beckenständig strömungsgesteuerter erster Sedimentbedeckung – entstand (unter Mitwirkung ebendieses Strömungssystems) die Grundlage für jenen künftigen, abgesteckten und ganz **lokal begrenzten** (mit dem Abhang und seinem Relief gleichzusetzenden) Lebensraum, in dem dann - offensichtlich um einiges später - die Entwicklung der ViKa-Faunen und ihrer Ökonischen in Gang kam.

## V. Violettkalk

Als Arbeitsbegriff mit Altershinweis wird auch „**Violettlias**“ gebraucht

Das Liegende des ViKa (Kap IV.) kann von wenig mächtigeren, gleichmäßig, dabei aber von unten nach oben zunächst blaß, dann zunehmend kräftiger **manganoxidisch bläulich-violett** eingefärbten, je nach Probenentnahme (tiefer bis topnäher) durchgehend feindetrischen oder aber locker bis dicht spikulitisch durchmischten und gröberen Echinodermenschutt führenden **Kalken des Lias** (Biomikrite, wackestone bis packstone) unterlagert sein.

Die Charakteristika dieser - in Ermangelung ihrer Zuordenbarkeit zu einer der gebräuchlichen lithologischen Einheiten (stratigraphischen Begriffe) - im Gelände spontan als „**Violettkalk**“ angesprochenen geringmächtigen, bislang nur im großen Vilser Steinbruch aufgefundenen Ablagerung werden, umso mehr als sie zu Entwicklung und Aufbau des Stammgebiets der Vilser Schwelle immerhin einige interessante Informationen beigesteuert hat, in diesem Kapitel kurz zusammengefaßt. Dabei wird im Text und in Abbildungserläuterungen als „Arbeitsbegriff mit Altershinweis“ auch „**Violettlias**“, für Violettkalk, gebraucht.

Wie die ammonitengeeichten toarcischen Cephalopodenkalke gegen Top hin kondensiert und wohl auch deshalb nach oben zu zunehmend kräftiger blauviolett gefärbt, dürfte der Violettlias die früheste, **allererste Schwellenkalkfazies** darstellen.

Sie führt noch **keine Spur von Ammoniten!**

Unserer Vermutung nach ist sie – beim damaligen Entwicklungsstadium der Beckenablagerungsräume - unmittelbar mit dem frühen Bruchsystem, gemeint: Zerbrechen der Plattform-„Unterlage“, allmähliches Absinken der Bruchzone mit Entstehung von Schwellenabhang und Schwellenrelief, in Verbindung zu bringen, weist mit dem aus ihrer (unten noch eingehender beschriebenen) Abfolge ersichtlichen, markanten **Sedimentationsumschwung** auf die im und mit dem Bruchsystem fortschreitende Abtiefung auch deutlichst hin und dürfte am Fuß des Schwellenabhangs, im Abbruchzwickelbereich anzusiedeln sein - jedenfalls in unmittelbarer Nachbarschaft und Verbindung mit der Beckensedimentation.

Die Anfänge dieser ältesten, ursprünglichen Schwellenablagerung im Liegenden des ViKa sind allem Anschein nach früh, heißt: schon **?unter-** bis **mittelliassisch** anzusetzen.

Den im Lauf der Jahre untersuchten Aufschlüssen diesbezüglich mehr oder minder eindeutig entnehmen ließ sich, daß sie unmittelbar aus dem **liassischen Anteil** der dolomitischen Graugesteine der obertriassisch-liassischen „Unterlage“ (Plattformablagerungen; s. Kap VII.) hervorgeht, und nur ganz allmählich scheint sich aus diesen Anfängen heraus und bis zur Toarc-Omission hinauf jener vor allem farblich auffällige tiefste Abschnitt der Schwellenkalk des **NFR**, der Violettkalk, zu entwickeln (s. dazu auch Taf 21/2, Abb 3). Er kann einerseits die oben beschriebenen roten Cephalopodenkalke (cf. Adneter) - ?bei entsprechender Reliefbeschaffenheit - unterlagern, kann sie (beckenwärts, ?tiefster Abhangbereich) aber auch gänzlich vertreten bzw. ohne aufliegende Rotkalk Liegendes des ViKa sein. Letzteres bedeutet dann, daß er selbst den die **Toarc-Omission** vertretenden **Hartgrund** trägt - ohne rote Cephalopodenkalke oder mit nur ganz schwächtigen, unregelmäßigen Andeutungen davon. Fehlt der Cephalopodenkalk ganz, ist die Omission auch als das ausgebildet, was sie auf der **älteren** (violetten) **Ablagerung** nur sein kann, nämlich Lösungs-, Korrosions- und Abtragungsoberfläche, der Violettlias schließt dann also mit korrodiertem, nur dünn schwärzlich manganverkrustetem Subsolutionsrelief ab (Taf 8, Abb 3, gelbe Pfeile im Beibild links unten).

Unmittelbar darüber kann ViKa folgen (?Distalausläufer), wobei wir allerdings davon überzeugt sind, daß, was Entstehungszeit wie Bildungsumstände betrifft, **Violettlias** und die im Kap VI., 1.) beschriebene älteste ViKa-Ablagerung, „**ViKa-Vorläufer**“, sehr eng miteinander in Beziehung stehen (Taf 7, Abbn 1 & 2).

Obige **stratigraphische** und **fazielle Zuordnung** des Violettlias beruhen auf folgenden weiteren, noch etwas detaillierten Beobachtungen, die im Steinbruch bislang allerdings keineswegs an ungestörter, vollständiger Abfolge gemacht, sondern nur einzeln, stückweise zusammengetragen werden konnten – so, wie sie sich aus den abbaubedingten Veränderungen ergaben. Aufgrund im Laufe der Jahre häufig geänderter Etagenführung im N des großen Steinbruchs und nunmehr vor allem durch den neuen, nach O hin erweiterten ViKa-Abbau begünstigt, konnte ermittelt werden, daß die Ablagerungen des Violettlias offensichtlich ?unter- bis mittelliassisch wurzeln, soll heißen: sich ganz allmählich aus dem jüngsten, dem **unteren** oder **mittleren Lias** zuzuordnenden, dem triassischen Anteil der dolomitischen Graugesteine der Schwellen-„Unterlage“ aber noch sehr ähnlichen Abschnitt heraus entwickeln, nämlich aus hell- und sandgrauen, wie der obertriassische Anteil dolomitisierten, fossilarmen, vorerst oft sogar noch völlig fossilfreien Kalken.

Diese hätten sich im Gelände nicht von den älteren, obertriassischen „Unterlagen“-Anteilen unterscheiden lassen, hätten sie nicht da und dort (mit dem Begriff der „allodapischen Kalke“ zu assoziierende) kleine schmale, geringmächtige **linsenartige Einschaltungen** aus braun, rot und schwärzlich anpigmentiertem, dichtem Echinodermenschutt mit einigen kurzrostrigen, bis gut fingerdicken, massiven, mit Sicherheit in den tieferen Lias gehörigen **Belemniten** beinhaltet (s. auch Taf **18** mit Legendennummer **3** & grünen Pfeilen).

Ab diesem Niveau gesellte sich dem – ohne jegliche scharfe Abgrenzung – ein weiteres Unterscheidungsmerkmal hinzu: Die grauen Kalke zeigten sich - bei abnehmender Dolomitisierung – sehr gleichmäßig und sehr blaß **hellviolett eingefärbt**.

Damit endete die (im älteren Anteil grobkristallig dolomitierte) graue obertriassisch-liassische „Unterlage“ nahezu schlagartig und wurde abgelöst von geringmächtigen, typischerweise ganz hell **tükisgrünen**, sehr feinkörnigen (mikritischen) Kalken mit dünnen, feinen Detrituslagen. Topwärts farblich oft auffallend schlierig damit vermischt, geht dieses Glied dann in vorerst stumpf rötlich-hellvioletten und zuoberst schließlich in den undeutlich und höchstens dm-gebanten, so auffallend blauvioletten (da und dort oft zeilig ziegelrotfleckigen) Violettlias über.

Offenbar erst gegen Top wechselt zudem die tiefer nur feindetritisch durchmischte Ablagerung (mudstone-wackestone) dann in locker bis dicht gepackten gröberen, in den meisten Proben aber auch locker bis dicht **spikulitisch durchmischten** Echinodermen-Biomikrit (Taf **8**, Abbn **6-9**). Stellenweise fanden sich etwas unterhalb dieses obersten Niveaus des Violettlias erneut die oben erwähnten dicken, kurzrostrigen Belemniten, z.T. sogar in beachtlicher Dichte angereichert (s.dazu Taf **8**, Abb **5**).

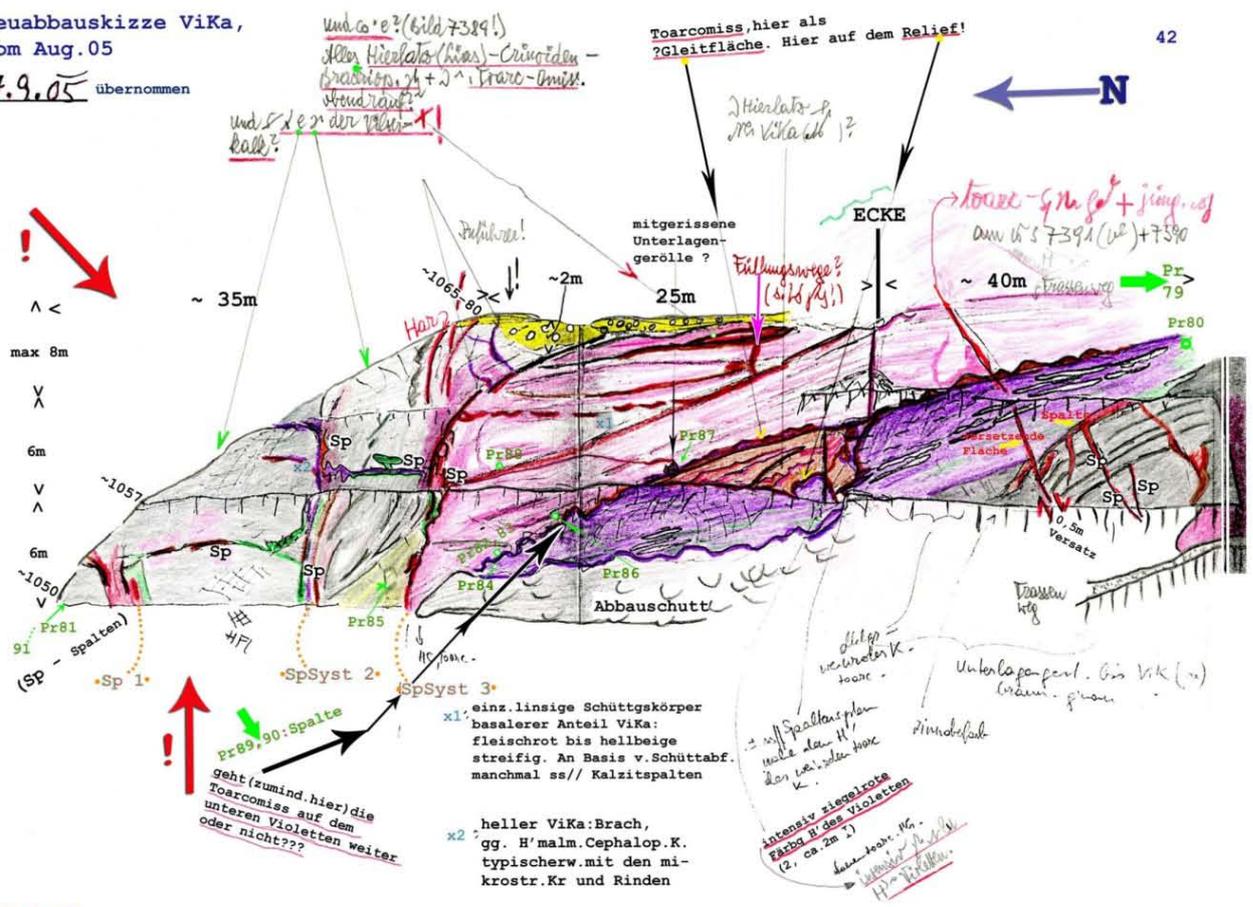
Der **Violettlias** ist **weder knollig noch krustendurchsetzt**, scheint gegen Top aber kondensiert, wenngleich bei weitem nicht im Ausmaß der Cephalopodenkalke.

Im Gelände wie in sämtlichen Proben zeigte sich, daß er (noch) **keine Ammoniten** führt. Gleichfalls auf den Abschluß zu mehren sich unregelmäßig verteilte, wenige Zentimeter lange oder aber auch entlang Bankungsfugen verlaufende längere schmale, scharf abgerandete Farbumschläge ins Rot etwa der aufliegenden Ammonitenkalke. Sie haben jedoch mit jüngeren Hohlraumbildungen und -füllungen offensichtlich nichts gemein – wenngleich wir um eine bessere Erklärung für diese auffälligen, schmalen, scharfrandigen Farbumschläge nach wie vor verlegen sind. Überhaupt läßt der Violettkalk, wie im bisherigen Umfang aufgeschlossen und zugänglich, eine Anzahl Fragen vorerst offen.

Der Lagerungs- und Aufschlußverhältnisse im Typusgebiet wegen nur eine ganz lokale Erscheinung (Steinbruch „Fall“), dürfte der Violettlias im faziellen Wechsel aber dennoch verlässliches Glied der basalen beckenangrenzenden liassischen Schwellenfolge sein.

Ob er, etwa mit den roten Cephalopodenkalken verglichen, bereits „echte Schwellenablagerung“ genannt werden sollte, müßte erst diskutiert werden.

1  
Neuabbauskizze ViKa,  
vom Aug. 05  
7.9.05 übernommen



TAFEL 7

Im August 2005 angefertigte Skizze (1), mit der die damaligen, mit dem Neuabbau im Osten des großen Vilsener Steinbruchs entstandenen ViKa-Aufschlüsse (und deren Beprobung) festgehalten wurden. Die Fotografie (2) zeigt d.Situation wenig später. Mehrere Textstellen enthalten Hinweise auf diese beiden Abb. Hier werden hervorgehoben: "Violettlias", Toarc-Cephalopodenkalke (m.verkrust.Omissionsfläche), ViKa, Typ uD (?Rotensteinfazies) - in dieser Abfolge mit deutlichem Hinweis auf das "Primärrelief" in der "Unterlage". Besond.Hinweis verdienen die ältesten, vorerst flachwinklig-langen Basalfächer, verglichen mit d. jüngeren, auf syntektonisch verstemtem Reliefabhäng entstanden ViKa-Körpern [s. etwa Kap VI/1.), sowie die Legenden zu den Abb.!). Fazielle Ausbildungen, wie sie etwa mit dem od-Typ (ViKa s.str.) vorliegen, dürften bildungsortnahe zu positionieren sein & sind vermutlich in großen Reliefzwickeln unmittelbarem tektonischem Druck wie an vorderster Front entgangen.

2  
Toarc-Omiss (Hartgrund) auf V(links) und auf CK(rechts) Pfeile!

ACHTUNG - Schwellenstreckung W-O & Schmitt-Effekt (Anschnittebene) bedenken!



7378, 7379 & 7485

V = "Violettlias" • CK = Toarc-Cephalopodenkalke (cf. Adneter) • RF = ViKa, Typ uD (Rotensteinfazies) • uD BD = ViKa, Typ uD, zeitlich rötlich & hell alternierender basaler ViKa (Distalausläufer; s. Text!) • mD & od; Amm-K = ?distale ViKa-Typen & Malmanteil & Übergang in die malmischen Ammonitenkalke • an alten Grenzflächen aufgegangene Spalten mit wesentlich jüngeren (u.-kretaz.) Füllungen •



1



2

## TAFEL 8 Abbn 1-9

Der **Violett**kalk ("Violett-lias", Kap V.) im Gelände (Abbn 1-5, Stbr."Fall") & in vier DS (6-9); s.dazu auch Abbn 1-3 auf [Tafel 21/2](#).

Im Kontrast leicht übertriebenes "Schlüsselbild" vom 25.8.2005. Sfr. "Fall", und der alte Verdacht, die roten, kondensierten **Cephalopodenkalke** könnten eine zwar **upwelling-induzierte**, dabei aber völlig vom **Relief** des Nordabhangs abhängige und allein auf diese beiden Faktoren (upwelling, Relief) zu beziehende ("Spezial"-) Sedimentation sein, erhärtet sich immer mehr! Im Bild "Unterlage" Violettkalk/Toarc-Omission und ViKa (vgl. [Tafel 7](#) - Ostabbau-skizze & Fotos, Aug. 2005, vorgesehene Publ. "Violett-kalk").



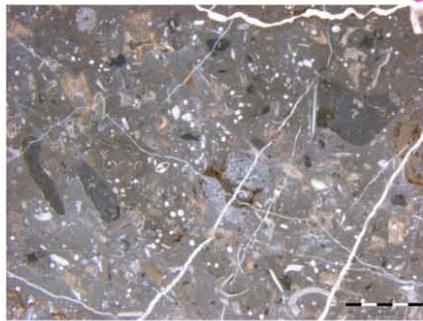
3



4



5

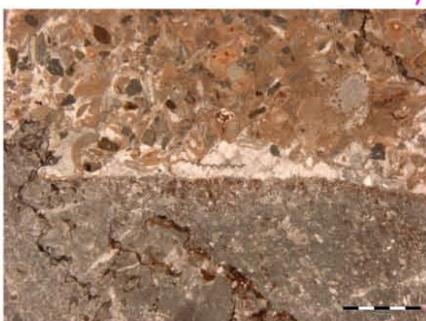


6

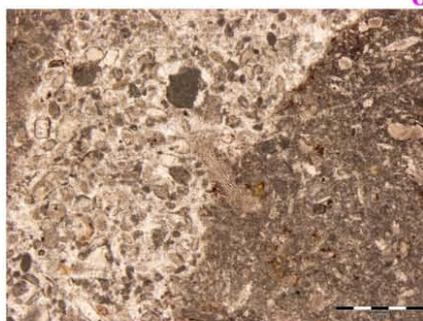
Der in Kap V. beschriebene **Violett**kalk - jene **älteste**, charakteristisch gefärbt liasische (?Schwellen-)Ablagerung, die liegend d **roten Toarc-Cephalopodenkalke** oder allein (und dann gleichfalls mit korrodiertem, krustenbedecktem Hartgrund) auftreten kann:

**Abb 1** zeigt diese unregelmäßige Ablagerung (dunkler Pfeil) a.d."Unterlage", mit ganz dünner Rotkalkauflage, Hartgrund & ältestem ViKa; auf **Abb 2** sind - in einem Reliefzwickel - etwas mächtigere Rotkalken (mit Hgrd) erhalten. **Abb 4**: Detail a d anschließ, **nicht reliefgeschützten** Abschnitt, m Violettkalk(unt), schwächtigen Rotkalken & **HGrd**, von Druck & Bewegung der auflieg ViKa-Fächer mitgenommen und etwas "**aufgearbeitet**". **Abb 3**, eine Naheinstellung im Bereich v **Abb 1**, zeigt den Violettkalk mit Hgrd & aufliegendem ViKa, **ohne** Rotkalkauflage (Relief-, Strömungsabhängigkeit etc.).

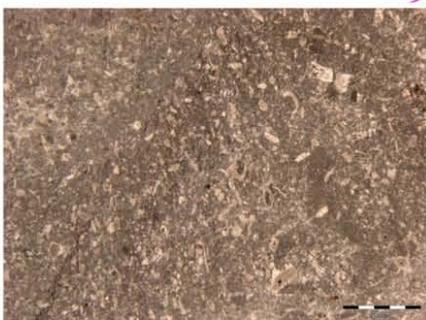
**Abb 5** stammt aus ?oberem, blaß rot-violettem Violettkalk, in dem sich wie basal stellenweise dicke liasische **Belemniten-rosten** häuften [s. auch Kap VII., 1.].



7



8



9

**Abbn 6-9** sind DS-Ausschnitte aus **Violett**kalk-Proben. Mikrofaziell lassen sie sich recht einfach charakterisieren: Während ältere Partien d Violettkalks offenbar ausschließlich sehr feindetritisch eingemischt sind (mudstone-wackestone), verändert sich die Ablagerung **nach oben** in locker gepackten (viel gröberen) Crinoiden-Biomikrit, in dem schüttungsartig dichte Crinoidendetritusabschnitte an Zahl und Mächtigkeit zulegen (**8**). Locker oder aber auch bereits ziemlich dicht **spikulitisch durchmischte Partien** sind im Violettkalk eine häufige Erscheinung (**6**).

## VI. Vilserkalk-Typen („members“)

Unterer Dogger: **Typ uD & Typ uD (Rotensteinfazies)**

Mittlerer Dogger: **Typ mD**

Oberer Dogger: **Typ oD (Callovien - Vilserkalk s.str.)**

Biostratigraphische, sedimentologische & mikrofazielle Einzelheiten  
„**ViKa-Vorläufer**“ – zum frühesten Stadium der ViKa-Entwicklung

Vom ursprünglichen Begriff und somit von den Fakten im nähere Umfeld der Typlokalität ausgehend (s. Erforschungsgeschichte!), ist der Vilserkalk eine undeutlich gebankte, häufiger ungebankte, stets helle Ablagerung - ein weißlicher bis schwach graustichiger, auch hell beiger oder leicht angeröteter, sehr häufig fein **grau** oder **rot gesprenkelter** (Tafeln **13/1 & 13/2**), dichtgepackter Echinodermen-, vorwiegend Crinoiden- und **Crinoiden-Brachiopoden-Biosparit** (grainstone), der wenig Foraminiferen, wenig (Rot-) Algen- und Bivalven-, häufiger Bryozoen-Bioklasten führt, hingegen immer nur vereinzelt Ammoniten. In der Masse der Crinoiden finden sich zwar auf weite Strecken keine oder auch nur mehr vereinzelt Brachiopoden, typischerweise können darin aber kleine lagig-linsige oder kleine nestartige, sehr dichte Anhäufungen davon auftreten (Typlok) – hauptsächlich Brachiopoden der schon in „Einleitung“ genannten, charakteristischen Callov-Vergesellschaftung. Diese verkörpern, verglichen etwa mit den Massen der großen Brachiopoden im basalen ViKa, eine abgelöste, völlig eigenständige, sicher aber auch längst rückgängige Phase in der Brachiopodenentwicklung. Diese Merkmale gelten für den „ursprünglichen“, also für den ViKa s.str. (Callovien). Sie erfahren, der klaren Unterscheidbarkeit weiterer **ViKa-Typen** gemäß, in den nachfolgenden Ausführungen die entsprechenden Erweiterungen.

Weder zur Gesamtmächtigkeit des ViKa noch zur Mächtigkeit der einzelnen Typen (members) können im untersuchten Gebiet fixe Angaben gemacht werden. Dies ist zweifach begründet - zum einen mit den komplexen **rezenten Lagerungsverhältnissen**: Steiles Achseneinfallen nach Osten. Einpressung und Aufschiebung auf die Beckensedimente, Einwalzung und teilweise inverse Lagerung der Schwellensedimente („Deckenstirn“, angeblich der LD) am tektonischen Kontakt mit dem weitgehend inkompetenten Top der AD (Neokom-Aptychenschichten). Mächtige Horizontalverschiebungen (schon von ROTHPLETZ erkannt) an etwa NNW streichenden Verschiebungsflächen, teils mit Vertikalversatz etc. Gerade letztere teilen den ViKa entweder in tektonisch beschnittene, unvollständige Abfolgeanteile, oder sie entziehen ihn im W-O Verlauf (im Zusammenspiel von Achsenwinkel, Verschiebung & Vertikalversatz sowie Einpressung) überhaupt der Zugänglichkeit. Im großen Vilser Steinbruch haben sich die für eine **Beurteilung des ViKa** selbst wie auch **der ihn einschließenden Gesamtabfolge** günstigsten Lagerungsverhältnisse herausgestellt und mit dem Abbau im Laufe der Jahre die besten diesbezüglichen Einblicksmöglichkeiten ergeben. Etwa Tafel **20/1**, Abbn **1-5**, und Tafel **24** mögen dies verdeutlichen.

Zum andern aber sind laufender Umbau und Veränderung der Vilser Schwelle unter Einfluß der **synsedimentären Tektonik** zu bedenken. Initiale Bruch- und nachfolgende S-N-Einengungstektonik haben diesen schmalen, nordrandtypischen **Bruchzonen-Ablagerungsraum** ja erst herausgebildet bzw. später umgeformt! Auf seinem Relief ist die schwelletypische ViKa-Ablagerung entstanden, die oft Bildungsort und Endlager unterscheiden läßt – auf letzterem etwa als „Hangfazies mit Beckensedimentkontakten“ in distalen Bereichen zu bezeichnen. Abhängig vom Relief und dessen Veränderungen, von Änderungen der jeweils bevorzugten Lebens- und nachfolgend dann Ablagerungs- und Ansammlungsbereiche der diese Sedimente dominierenden Organismengemeinschaften, von

den langfristigen Änderungen der Ablagerungsräume und der Faunen selbst und dgl. mehr, verstehen sich aus alldem äußerst unterschiedliche Ablagerungsbedingungen und –umstände auf engstem Raum, aus denen zahlreiche auch die jeweiligen Mächtigkeiten beeinflussende Abfolgevariationen resultieren. Schon die liegenden Rotsedimente (cf. Adneter) bestätigten dies. Der ehemaligen Position (auf kontinuierlich verändertem Untergrund) entsprechend, sind deshalb also in N-S-Profilschnitten jeweils beträchtliche Mächtigkeitsunterschiede des ViKa zu erwarten, die sich bei Vergleichen zwischen Rotem Stein und Vilser Steinbruch ja auch in jeder Hinsicht bestätigt haben.

Daneben erstaunten vielfach auch die faziellen Unterschiedlichkeiten, die in ihrer oft kurzdistanzigen (streichenden) Aufeinanderfolge (Roter Stein-Steinbruch-Leebach-Typlok) schwer und u.E. nur über Relief und Position im Relief interpretierbar sind.

Eine **ViKa-Gesamtmächtigkeit** bis hundert Meter scheint vertretbar, meist dürfte sie indes einiges geringer sein, und aus den angegebenen Gründen ist sie nirgendwo genau ermittelbar. Das **Alter** des oben definierten Vilserkalks s.str. ist Callovien, welchen biostratigraphischen Weg die allerersten Altersangaben gegangen sind, darüber wurde weiter oben kurz berichtet. Bereits A.ROTHPLETZ hat diese Altersangaben ergänzt, etwa mit Brachiopoden wie denen in der Rotensteinfazies des Unterdogger-ViKa oder aber, das Liegende des ViKa betreffend, auch mit den Ammoniten der kondensierten roten toarcischen Kalke (cf. Adneter Fazies) - allerdings ohne Zusammenhänge erkannt zu haben, wie sie jetzt von uns aufgedeckt wurden.

In Ausführungen wie Ergänzungen eingeschlichen haben sich denn auch ziemlich unverständliche stratigraphische Fehlbeurteilungen. Unter diesen eine der schwereren war wohl, obgleich schon der bloße Anblick der Abfolgen, in die sie eingebunden sind, davon hätte abhalten müssen, die lachsroten knolligen, oberjurassisch-unterkretazischen Kalke der Pfronten-Formation (neu, s. Tafel 17) mit eben jenen kondensierten roten toarcischen Cephalopodenkalken (cf. Adneter; Liegendes des ViKa) altersmäßig gleichzusetzen und alles zusammen - vage und ohne irgendwelche Differenzierungen - in Karten und Schriften einfach mit „bunte Liaskalke“ oder dgl. abzutun.

In Karten wie Schriften sind dergleichen Irrungen auch prompt bis heute übernommen worden, und selbst von der Steinbruchbelegschaft der Zementfabrik werden besagte oberjurassisch-unterkretazische Kalke der Pfronten-Formation nach wie vor „Lias“ genannt.

Weitere biostratigraphisch belegte Altersangaben finden sich in den nachfolgenden detaillierten Ausführungen über die ViKa-Abfolge.

Gut verfolgen und genaueren Untersuchungen unterziehen läßt sich die Vilser Schwelle-Ablagerung Vilserkalk im Typusgebiet etwa vom westlichen Roten Stein über Kühbach und Steinbruch „Fall“ bis südlich Vils im Osten (Typuslokalität). In diesem Abschnitt (eigentliches Typusgebiet) gelang auch die Unterbringung des ViKa in die ihn einschließende Gesamtabfolge und die hauptsächlich, mächtigeren ViKa-Typen festzulegen. In Frontposition zum Beckensedimentstapel der AD befindlich, zeigte die den ViKa einschließende Gesamtabfolge im Steinbruch steiles Nordeinfallen und saigere Lagerung (Mittelteil), topwärts Südfallen und im tiefen Steinbruchbereich Südfallen aufgrund Schlepplage und nach N überkippter (inverser) Lagerung (s. dazu Tafeln 4, 9 & 20/1). Nach Osten zu verbirgt das steile Achsenfallen immer mehr vom ViKa, und an der Typlokalität taucht die Ablagerung in den Untergrund ab.

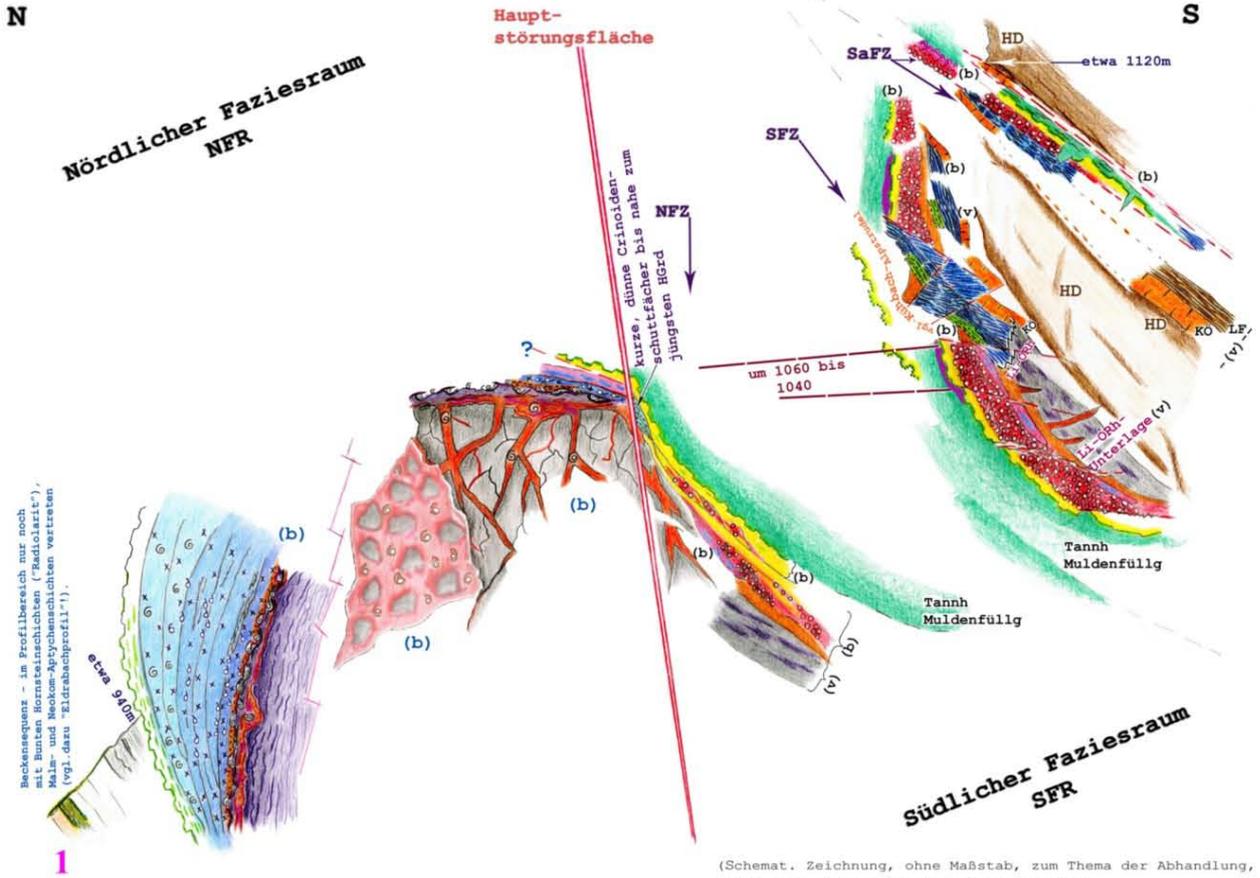
### 1.) Vilserkalk, Typ uD & Typ uD (Rotensteinfazies)

**Älteste ViKa-Abfolgeabschnitte**, beide (samt Liegendem) von den Rotensteinauflüssen (bzw. –fundstellen) und aus dem Steinbruch ins Profil übernommen.

Im Umfeld der Typlokalität (Steinbruch bis Roter Stein) ließen sich – ehemals lateral wie tiefenzonengetrennt – zwei fazielle Varietäten unterscheiden, mit denen der ViKa einsetzen

N

S



(Schemat. Zeichnung, ohne Maßstab, zum Thema der Abhandlung, u.a. auch zu den tektonischen Ausführungen)

**TAFEL 9:** Schematische Darstellung der Struktur NFR-SFR der Vilser Schelle, wie rezent im Umfeld der ViKa-Typlokalität (W-O Roter Stein-Typlok) erhalten (bestehaltener zugänglicher Abschnitt, s.auch Taf.4): Ursprung, Stammgebiet: NFR, und der syntektonisch im Zuge von S-N-Einengung und Absenkung (zwischen N- und S-Barriere) geschaffene SFR (Abb.1; s. vor allem Kap II). Abb.2: Legende.

## 2 Legende

**NFR** - Nördlicher Faziesraum

**SFR** - Südlicher Faziesraum, letzterer mit Nordfazies-, Südfazies- und Sattelfazieszone (NFZ, SFZ, SaFZ)

Auf der Zeichnung:  
(b) = belegt  
(v) = vermutet

**1**  
jüngster Hartgrund

**2**  
j. HGrd auf dem "Bianconealk"

**3**  
Tannheimer Sch. (basaler Rothorizont)

**4**  
Pfronten-Fm mit dem Aufarbeitungshorizont (AH) & Deckkrusten - eine der (reliktischen) Sattelfaziesvarietäten

**5**  
Komb. Pfronten-Fm und "Bianconealk"

**6**  
Komb. "ältere Rotkalk" (unt), mit 21 und Pfronten-Fm

**7**  
"Bianconealk" der NFZ mit blaßroten, zur Knolligkeit neigenden Partien - Bewegungsgefüge!

Brachiopoden  
Ammoniten  
Gastropoden  
Echinoderm.  
etc.

**8**  
Lias-Kieselkalke, Kirchsteinkalk

**12**  
Graue, obertrias-sich-liassische "Unterlage"

**15**  
Vilserkalk, Typ uD, in Rotensteinfazies

**19**  
mit 19/2 (oben): TOARC-OMISSION und mit 19/1 (unten): kondens., rot-bunte Cephalop.-Kalke, Adnet-Typ

**9**  
Übergänge aus den dunklen Lias-KK in die älteren Rotkalk (Lias einschl. 19/1, ?Dogger)

**13**  
Ammonitengeeichte "ältere Brekzien" NFR (Grenzber. Toarc-Aalen)

**16**  
Vilserkalk - Unterdogger (-Brachiopodenkalke), Mittel- & Oberdogger: Typen uD, mD und oD (oD = ViKa s. str., Callovien) 16 wechselt basal mit 15

**20**  
"Violett-Lias", unten hell-, oben dunkelviolette toarcische (und ?ältere) becken-sieitige Feinschutt-kalke (teils locker-, teils dichtgepackte Biomikrite mit teils etwas lagig verdichtetem Feinschutt)

**22**  
Farbe f. d. Hauptdolomit (z. B. HD der ehemaligen oberen Vilser Decke)

**10**  
Allgäuschichten (LF)

**11**  
Köss Sch

**14**  
Südl. an 13 anschließ. Rotkalk-Spaltenzone in der "Unterlage" (12)

**18**  
Restliche, dem "Bianconealk" vollbare Abfolge bis zum jüngst. Hartgrund (NFR)

**17**  
ViKa, Malmanteil (Auslauf d. typ. Faz., Übergang in helle Ammonitenkalke)

**21**  
Helle u. rötliche, geringmächtige Dogger- und Malmkalke - im Profil P1051F etwa (s. Taf 17) helle bis rosafarbene, oolithische (?mikrookolithische) Kalke an d. Basis d. Rotensteinkalks (u. a. Pr/D. Rosa 2!); s. dazu auch hier die Legenden-Nr. 6!

kann (Unterdogger). Dabei kontrastieren das helle, streifig rötlich oder bräunlich durchzogene Gestein ersterer und noch mehr das helle, weißliche letzterer stark mit dem Liegenden, den toarcischen Rotkalken (cf. Adneter), deren dick Fe-Mn-verkrusteter oder infolge Subsolution korrodierter Hartgrundoberfläche sie aufliegen.

Deren eine, von uns „Rotensteinfazies“ genannt - ViKa, **Typ uD (Rotensteinfazies)** -, führt eine Anzahl deutlicher Hinweise auf einen hochenergetischen, **turbulenten Flachwasserbereich**, einen im Frühstadium der Schwelle vorhandenen, aber wohl nur kurzzeitig beständigen, in N-S-Richtung schmalen **Hochzonenstreifen** mit geringen Wassertiefen. Dem Verband Toarc-HGrd-Rotensteinfazies-ViKa-Vorläufer (Taf 7, Taf 18) entnehmbar, ursprüngliche (schmale) Hochzone und frühen, kurzfristigen turbulenten Flachwasserbereich einfach der Entwicklung in den frühen, bruchtektonischen Anfängen der Vilser Schwelle zuschreiben zu können: Nacheinander also erstem **Abbrechen** und **allmählichem Absinken** der Bruchzone, aus denen sich das Stadium der kurzfristigen (N-S schmalen) turbulenten Flachwasserzone ergibt, sowie nachfolgender, mit der Umgestaltung des Beckenablagerungsraumes immer eng verknüpfter, fortlaufender **Abtiefung** (samt Umgestaltung des Primärreliefs und fortschreitender Tiefenzonierung), in deren Verlauf Schwellenhoch und Flachwasserbereich im faziellen Wandel buchstäblich untergehen. Dieser Flachbereich am Top des Schwellenabhangs, dessen Ablagerungen den frühesten ViKa-Abschnitt mitbestimmen, ist also nichts weiter als die in der Frühzeit der Bruchzone noch eine Weile beständige „oberste Stufe“ im Schwellenrelief, direkt an der Abbruchkante gelegen, die mit Weiterentwicklung, Ausbau und Abtiefung der Bruchzone allmählich in die Tiefe sinkt und verschwindet. Auf und mit ihr wurden – erstaunlicherweise mit der kleinwüchsigen Fauna der Rotensteinfazies als Einleitung – offenbar auch erste Ansatzpunkte für nachfolgende Entfaltung und langzeitiges Gedeihen der Brachiopoden geschaffen. Demnach wäre dann Typ uD (gemeint: die „reine“ Brachiopodenfazies des basalen ViKa, s.unten) in diesem Ablauf als der **jüngere uD-Typ des ViKa** aufzufassen, der sich – **nach** dem Rotensteinfaziesstadium! - erst mit fortschreitender Abtiefung und daraus resultierender fortschreitender Tiefenzonierung auf weiterentwickeltem Relief bilden und auf den neugeschaffenen, ökologisch besonders günstigen Standplätzen darauf zur beschriebenen Blüte gelangen konnte. Das heißt, daß die ökologisch passenden Standorte wahrscheinlich erst nach und nach, mit fortschreitender Tiefenzonierung und Reliefumgestaltung und -ausbau entstanden. Bezeichnenderweise sind diese „neuen Standplätze“ ja auch faunenmäßig so verschieden - der Rotensteinfazies verglichen, so andersartig, z.B. crinoidenarm oder sogar –frei (Taf 10, Abb 7-9).

Von den **Charakteristika der Rotensteinfazies** gehört zunächst ihre gänzlich abweichende Brachiopodenfauna angeführt – zahlreiche, aber nie in den dichtgepackten Ansammlungen der zweiten Varietät auftretende, offenbar ausnahmslos bestenfalls kirschkernegroße adulte, hauptsächlich rhynchonellide, viel weniger indes terebratulide Brachiopoden. Unter ihnen am häufigsten ist die ehemalige *Rhynchonella cymatophora* n.sp. = *Cryptorhynchia cymatophora* (ROTHPLETZ), Taf 2/1, Abb 2.

Zusammen mit dieser auffallend kleinwüchsigen Brachiopodenfauna prägen die „Rotensteinfazies“ fast massenhaft Kapsel- und Stachelnfragmente kleiner und größerer Echiniden, ungewöhnlich verdickte Crinoidenstielstücke mit massiven großen Kolumnalia und oft dünnlagig dachziegelartig angereicherter Schalenbruch dickschaliger Bivalven. Gleich bedeutsam allerdings, daß die angeführten Biogene nur einen geringen Anteil der Rotensteinfazies ausmachen, verglichen mit deren **Hauptmasse**: feinem, bis hin zu feinstem **sandigem Zerreibsel** aufgearbeitetem Detritus der angeführten Organismen.

Mikrofaziell handelt es sich gewöhnlich um Bivalven-Brachiopoden-Echinodermen-Biosparit (grainstone); wohl verfrachtungs- und umlagerungsbedingt, können Biogene und Feindetritus (Zerreibsel), teilweise oder gänzlich, aber auch in roter mikritischer Matrix gebunden sein (Biomikrit, grainstone-packstone).

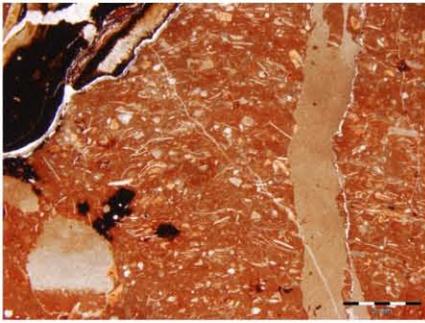
Aufgrund dieser ihrer Merkmale scheint mit der Rotensteinfazies im unteren Dogger, in der Entstehungsphase der ViKa-Ablagerungen also, auf der Vilser Schwelle kurzzeitig ein turbulenter Bildungsbereich mit hoher Wasserenergie, bodenberührender Wellenbewegung, möglicherweise sogar mit brandungsähnlichen Turbulenzen belegbar.

Bezeichnend auch, daß die Anteile an noch bestimmbareren Biogenresten im Biodetritus (Crinoiden, Echiniden, Brachiopoden etc.), Korngrößen, ja sogar sparitische und mikritische Bindung auf kürzeste Distanzen großen Schwankungen unterliegen. Kaum sortiert, scheint, dem Gefüge dieser geringmächtigen, bestenfalls an die drei bis vier Meter mächtigen Ablagerung nach, alles völlig chaotisch zusammengewürfelt - bis hin zu jenem nur mehr sandig feinen Zerreibsel ohne größere Biogenreste („Sandstein“; s. Taf 10, Abbn 4-6). In keiner Probe konnten jedoch irgendwelche Hinweise auf subaerische Exposition und Anzeichen für meteorische Diagenese entdeckt werden.

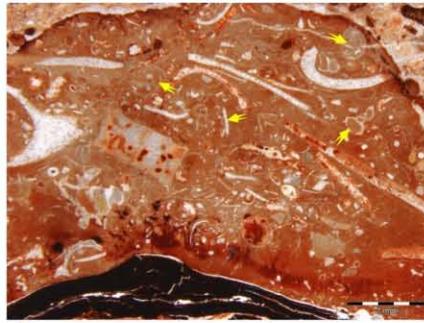
Über den Toarc-Rotkalken stellt sich also, immer scharf davon abgegrenzt, eine der beiden uD-Fazies ein, und die zweite, von der Rotensteinfazies deutlich unterscheidbare, ist ein crinoidenarmer, meist sogar –freier, dichtgepackter, basal oft noch einige Zentimeter nach oben rot „geflammt“ und mit färbig umkrusteten Exemplaren besetzter, dann aber durchgehend heller, meist weißlicher, manchmal blaß rötlicher, „reiner“ **Brachiopodenkalk** – ViKa, **Typ uD**. In ihm erreichen großwüchsige, weit überwiegend terebratulide, hingegen wesentlich weniger gleichfalls großwüchsige rhynchonellide Brachiopoden, so etwa die nach dem Roten Stein benannte ehemalige *Rhynchonella rubrisaxensis* n.sp. = *Prionorhynchia rubrisaxensis* (ROTHPLETZ), in Massen angereichert und dichtgepackt, gesteinsbildende Häufigkeit (Taf 2/1, Abb 1).

Dieser Typ zeigt im Gefüge der gut erhaltenen, kaum kompaktionsdeformierten Brachiopodenmassen (meist mit an- oder aufgelösten Schalenkontaktstellen) nur geringfügig geopetal verfüllte Zwickel- und geopetal mikritisch-feindetritisch internsedimentierte Innenhohlräume der Brachiopoden. Dabei weist das etwas „wässrig“ sparitisch aufgelockerte mikritische Füllmaterial mit stets nur am Boden der Hohlräume angesammeltem, sehr geringem Feindetritusgehalt auf ein tiefer gelegenes, von Schüttungen, Turbulenzen und weiteren Umlagerungen kaum mehr beeinflusstes Endlager solcher Partien hin. Daß die Brachiopodenmassen des uD-Typs dennoch auch auf dem Endlager mehrfach in Bewegung geraten und leicht verrutschen konnten (Endlager - Hang), zeigt sich wiederholt an flach bis steil voneinander abwinkelnden Geopetalgefügen (Taf 10, Abbn 7-9).

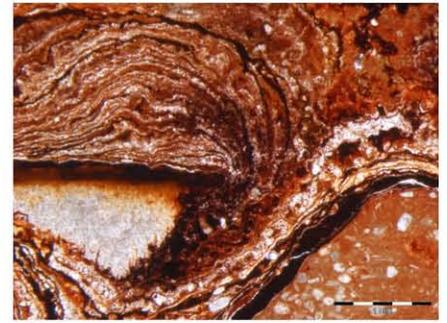
Der weiße Brachiopodentyp des ViKa liegt, wie ehemals im großen Steinbruch festgestellt, den Toarc-Rotkalken ohne jede Spur von Rotensteinfazies auf, und umgekehrt scheint, wo letztere auf die Toarc-Omission folgt, kein unmittelbarer Zusammenhang mit dem weißen Brachiopodentyp auffindbar. Keiner der in Augenschein genommenen Aufschlüsse ließ Wechselfolgen erkennen. Auch dies bestätigt die zu Beginn der ViKa-Entwicklung bestehende schmale **Hochzone** der Schwelle, auf die, den nordabfallenden Schwellenabhang abwärts, erst die ökologisch bevorzugten Lebensbereiche der großen Brachiopoden-Massenansammlungen folgten. Die Ablagerung der Hartteilmassen und Gehäuse erfolgte in beiden Fällen (Typ uD & Rotensteinfazies) nahe dem Lebensort im Abhangrelief. Beide uD-Typen in scheinbar gemeinsamer Abfolge präsentierte eine einzige Stelle am Roten Stein N. Gerade sie zeigte aber mit ihrer strengen Trennung zwischen einer dort undeutlich geschichteten und bis zu drei Metern mächtigen hellen, bräunlich und rot durchzogenen, bröslig-sandigen Rotensteinfazies und dem festen, völlig crinoidenfreien weißen Brachiopoden-Typ darunter besonders eindrucksvoll, daß die lateral getrennte ursprüngliche Faziesanordnung hier offensichtlich tektonisch zusammengeführt worden ist (Tafeln 10, Abbn 4-9, und Taf 18).



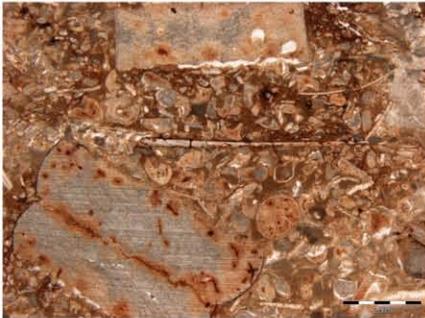
1



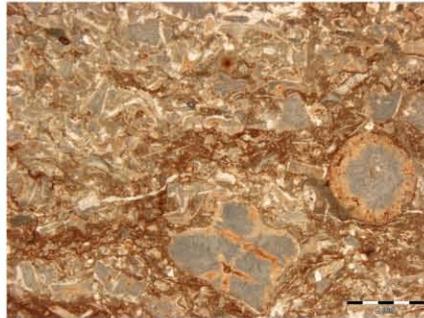
2



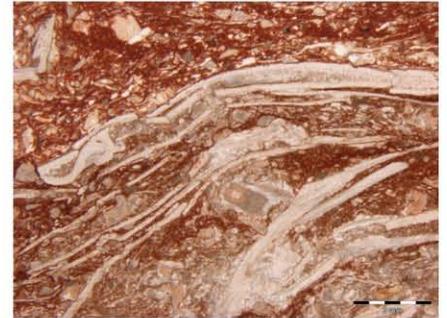
3



4



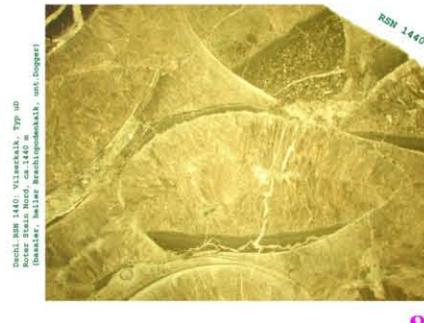
5



6



7



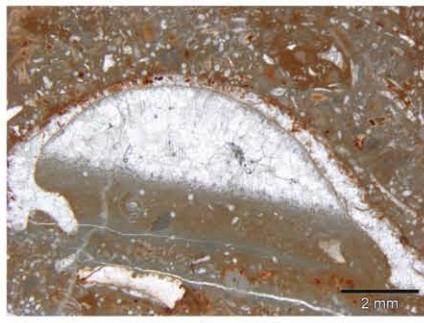
8



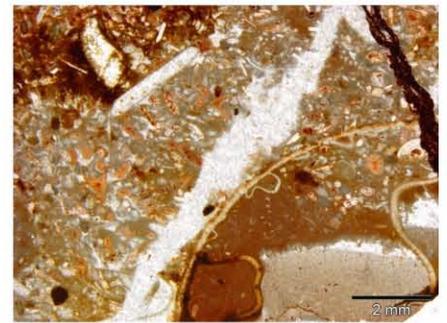
9



10



11



12

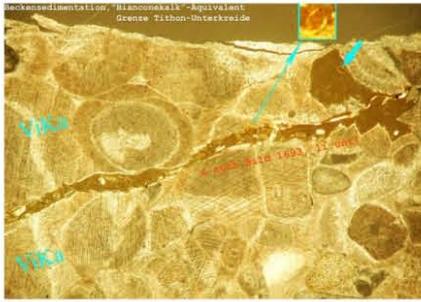


### TAFEL 10, Abbn 1 bis 13 (s. Kap IV. & Kap VI.)

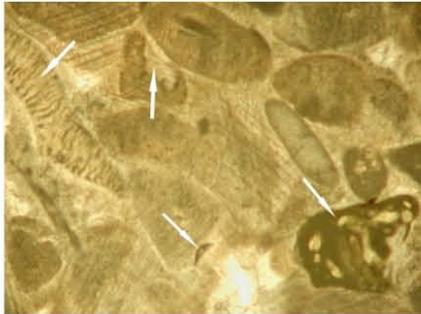
Abbn.1-3: Rote Toarc-Cephalop.-Kalke m.Hartgrundkrusten, Filamenten & Ammoniten (1 & 2), auch gekräuselt-biolamellarer, stromatolith. Krustenaufbau (3) - **Roter Stein S.** Abbn.4-6: **Typ uD, Rotensteinfazies - Roter Stein N** (Biogenzerreißel, feinsandig; Brachiopoden s. auf Tafel 2/1, Abb.2!). Die Abbn. 7-9 stammen aus hellem, "reinem" Brachiopodenkalk des **ViKa, Typ uD - Roter Stein N.**

Zum **Vergleich** DS-Ausschnitte aus Proben a.d. Steinbruch "Fall", Toarc-Omission, Hartgrund & **ältester ViKa** ("ViKa-Vorläufer", s. auch Tafel 11!): Abb.10 mit HGrd-Kruste und aufliegendem ViKa, Biosparit mit lockerem, rot pigmentiertem Echinodermenschutt und Intraklasten. Abbn.11 & 12 zeigen etwas jüngere Abschnitte des ViKa, die schon im Entwicklungsstadium Rotkalke-HGrd (Abb.12)-basaler ViKa immer wieder Kontakte und Vermischungen mit **spikulitischem Beckensediment** aufweisen (Biomikrit, wackestone-packstone, wie 11, oder als mikritisch-spikulitisch eingemischte Biosparite auftretend).

Abbn.13: Ausschnitt aus "reliefgeschütztem", daher etwas mächtigerem Toarc-Cephalopodenkalk (cf. Adneter) mit wahrsch. in Bewegung geratenem HGrd und krustenbedecktem NAUTILUS (Privatsammlung; s.auch im **Heimatmuseum Vils!**).



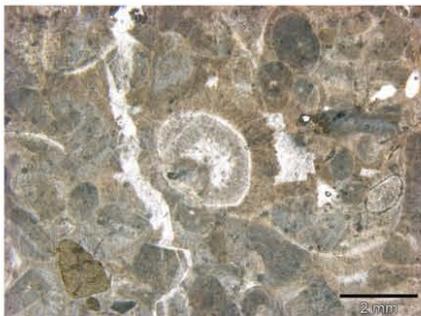
1



2



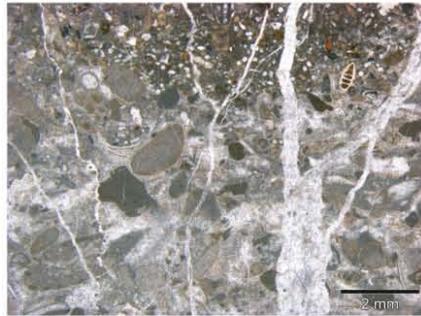
3



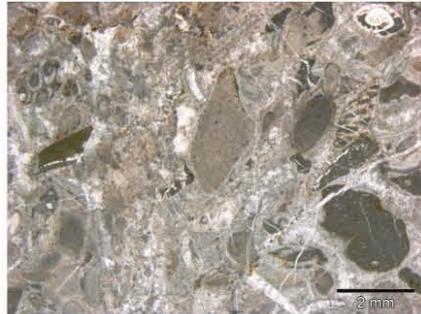
4



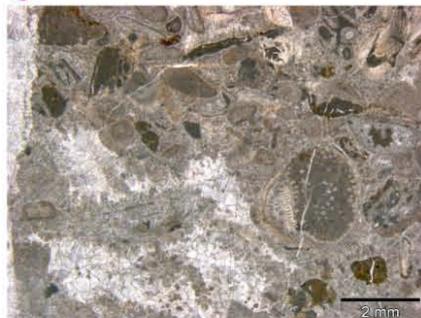
13



5



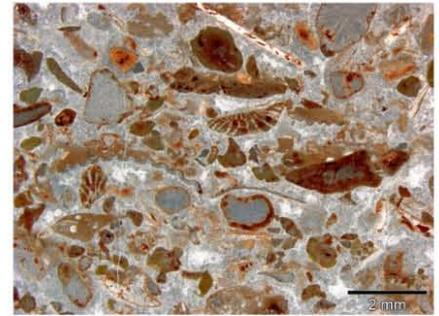
6



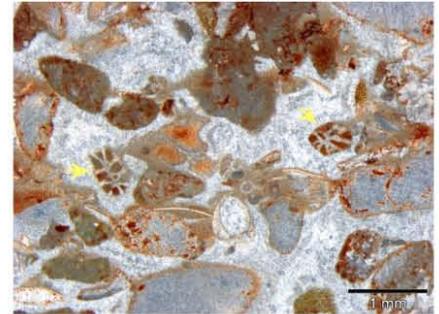
7



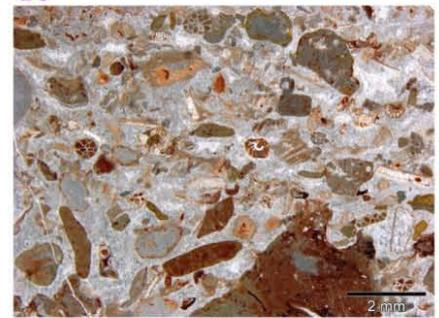
8



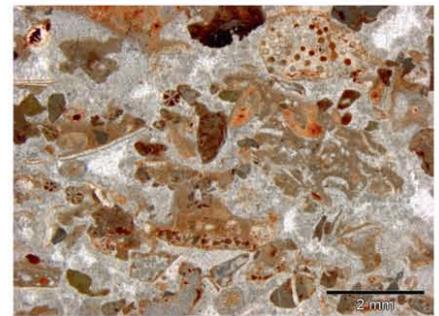
9



10



11



12

**TAFEL 11, Abn 1-13**  
zum Thema  
"ViKa-Vorläufer"  
Kap VI./1.)  
(s. auch Taf 7 & Taf 10)

Die DS-Ausschnitte 1 bis 13 beziehen sich auf jene Erläuterungen des Kap VI./1.), die sich mit **Ursachen** und frühesten **Anfängen** d ViKa-Entwicklung auseinandersetzen ("ViKa-Vorläufer"): Abbn 1-4 stammen aus Proben a d **oD-Typ** des ViKa am Leebach (nahe Typlok); Abbn 5-7 aus oD-ViKa aus d einengungsbedingt gestauchten, nach N einrotierten & verkürzten Fächern im Steinbruch (s. auch Taf 7), distal, auf 5 (oben) im Kontakt mit **spikulitischem mikritischem Beckensediment**. Abbn 8-12 zeigen **im Vergleich dazu** Probenausschnitte aus den beschriebenen und abgebildeten "Vorläuferfächern" [VI./1.) & Tafel 7]. Abb 13 hingegen ist ein DS-Ausschnitt einer (?unterkretaz) **Jungfüllung** aus einer d spaltenartigen Öffnungen, die bruchfrei zw den einzelnen lithifiz. ViKa-Körpern ("Fächern") aufgegangen sind.

Die abgebildeten DS sprechen für sich und zeigen sehr klar die Unterschiede zwischen d wohl reliefgeschützten, teils mikritisch infiltrierten: **gesprenkelten, hellen** (1-4, Leebach) u den tektonikbeanspruchten, kompressionsverdichteten, ebenfalls divers becksensedimentkontaktierten **hellen** oD-Fächern (5-7, Stbr) einerseits und demgegenüber den auffallend lockeren, sowohl farblich wie auch Imprägnierung & Komponenteninhalt nach der Toarc-Omission noch sehr nahestehenden "reinen" Biospariten des ursprünglichen, **ältesten ViKa**, den sog "ViKa-Vorläuferfächern" andererseits (8-12).

**Hinweis:** Im **Profil** auf **Tafel 18** wird der ViKa – der Bedeutung wegen, die diesem Faktum zukommt – in die Gesamtabfolge (des **NFR**) eingebunden präsentiert. Was die beiden uD-Typen betrifft, wurde er (versehentlich) „vereinfacht“ dargeboten, heißt: wie in der oben beschriebenen Rotensteinabfolge. Den Geländebefunden nach wären die beiden uD-Fazies korrekterweise aber **lateral voneinander getrennt** zu zeichnen, die RFaz auf dem Liegenden im Schwellenhoch (linke Profilseite), der Brachiopodentyp auf dem Liegenden, aber am Abhang.

In diesem Zusammenhang wird mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß das **Profil** nicht nur den **ViKa als Glied der Gesamtabfolge** vermitteln soll, sondern auch jene **faziellen Unterschiede** wenigstens anzudeuten sucht, die sich aus Bau und Entwicklung der Schwelle, aus ihrem ganz spezifischen, am Abhang positionierten Ablagerungsbereich („Hangfazies“; Reliefabhängigkeit) sowie aus dessen unmittelbarer Nachbarschaft und Verbindung mit Beckenablagerungsraum und Beckentiefen ergaben – *rechte Profilseite - linke Profilseite!* Die im Entwicklungsgang der Schwelle aus alledem resultierende fazielle Komplexität, vermag u.a. auch **Taf 7, Abbn 1 & 2** zu vermitteln.

Der **Tafel 18** (Profil „Gesamtabfolge“) wurde zur weiteren Veranschaulichung der komplexen Zusammenhänge **Tafel 19**, eine ältere Aufschlußskizze vom Roten Stein S, angeschlossen. Den ausgeführten Sedimentationsumständen nach und unter Berücksichtigung der Tatsache, die Vilser Schwelle als *das* Musterbeispiel für laufenden Umbau während ihres gesamten Bestehens und damit auch für tektonisch induzierte Sedimentationsänderungen und Faziesunterschiede hervorheben zu können, versteht sich die fazielle Komplexität im gesamten Schwellenbereich und gerade auch im ViKa-Ablagerungsraum (**NFR** – eigentliche Vilser Schwelle) von selbst. Ein tektonik- und aufschlußbedingt schwer deutbares Beispiel dazu haben wir am Roten Stein Süd entdeckt und seiner an dieser Stelle unerwarteten Ausgefallenheit wegen skizziert, beprobt und auf **Tafel 19** wiedergegeben, wobei die roten Cephalopodenkalke, in unmittelbarer Nähe mehrfach als Liegendes des ViKa aufgeschlossen, an dieser Stelle allerdings nur vermutet werden: Helle, völlig unregelmäßige kleine, nestartige ?Unterdogger-Brachiopodenanhäufungen in ebenso unregelmäßigen, wahrscheinlich Einschwemmungen zuzuschreibenden Kontakten mit grauem, mikritischem Beckensediment mit breitem Biogenspektrum (Forams, **spicula**, Lamellibranchiaten, Gastropoden etc.). Der Brachiopodenkalkanteil mit internsedimentfreien, hohlen, drusig ausgekleideten großen Brachiopoden und durchsetzt von kleinen und größeren offenen Hohlräumen, alles eingehüllt von bis über einen Zentimeter dicken radialfibrösen, grob palisadenartigen Zementen. Solche Beispiele, die schon am Aufschluß durch ihre geringe Festigkeit und Bröseligkeit auffielen und nicht mehr dem „üblichen“ ViKa-Bildungs- oder Endlagermilieu zugehören können, könnten – wie s. **Kap IX.** „Mikrostromatolithen“ - ein sehr spätes Entwicklungsstadium des alten Schwellenblocks (**NFR**) vertreten, in dem (längst lithifizierte) Randabschnitte der ViKa-Einheit, einengungsbedingt bereits nach N einrotiert und abgesenkt, vor Annäherung und endgültiger Anpressung des Schwellenblocks an den Beckensedimentstapel (s. **Kap II., IX. & Taf 21/1**) noch Einspülungen viel jüngerer (?tithonischen) Beckensedimentes erfuhren. Vielleicht aber steht das Beispiel auch bloß für einen Abschnitt des alten (lithifizierten) ViKa-Blocks, der in der Absenkungsphase längere Zeit unter stärkeren Strömungseinfluß geriet (= angeströmt wurde).

Die Ammonitenfaunen der Rotkalken dokumentieren unteres Toarc bis Grenzbereich Toarc-Aalen. Mit fortschreitendem ViKa-Neuabbau im O des Vilser Steinbruchs kamen - über ausgeprägtem „Unterlage“-Relief [s. **Kap VII./1.) & Taf 7**], reliefabhängig entsprechend unregelmäßigem „Violettlias“, unregelmäßig geringmächtigen kondensierten Toarc-Cephalopodenkalken (cf. Adneter) sowie der abschließenden Toarc-Omission - nordgerichtete, flachwinklig-lange und bis zu einigen Metern mächtige, stumpf rote, aber im Abstand von wenigen Zentimetern zeitig hell weißlich alternierende, lithologisch **von Hierlatzkalken schwer unterscheidbare** Crinoidenschuttfächer mit nur flächig etwas angereicherten Brachiopoden zum Vorschein.

In der ViKa-Abfolge erstmalig entdeckt und auch für uns ein Novum, fallen diese Fächer durch ihre lithologisch wie stratigraphisch deutliche Abgrenzung von den nördlicher

positionierten, (kompressionstektonisch beeinflusst) kürzeren, etwas gebogenen und steiler nordfallenden jüngeren, hellen ViKa-Fächern auf (Tafel 7).

Diese Abgrenzungen sind unter fortgesetztem tektonischem Einfluß und infolge fortgeschrittener Lithifizierung der einzelnen voneinander getrennten Sedimentkörper sogar bruchfrei aufgegangen, worunter eine „Reaktivierung“ der ehemaligen Trennflächen verstanden sei, und haben dunkel rotbraunes mikritisches, viel jüngeres, oberjurassisches- unterkretazisches, locker mit Intraklasten, großen Crinoidenresten und dicken Muschelschalen durchsetztes Füllmaterial aufgenommen (Tafel 11, Abb 13).

Mit den geschilderten Merkmalen überdeutlich vom Unterdogger-ViKa und den jüngeren ViKa-Anteilen abweichend, repräsentieren diese langen flachen, im Gefüge so auffallend rötlich und weißlich zeilig alternierenden Fächer, die vergleichsweise locker Crinoidenschutt und erste Brachiopoden führen, sehr wahrscheinlich die **frühesten Stadien der ViKa-Entwicklung**. Die folgenden Ausführungen dienen daher u.a. noch dem Versuch, Rotensteinfazies und diese am neuen Abbau im O des Steinbruchs entdeckten frühesten Stadien der ViKa-Entwicklung miteinander in Einklang zu bringen.

Zur Bestätigung dieser Vorstellung über **Entstehung des ViKa-Ablagerungsraums** und die **allmähliche Entwicklung der ViKa-Ablagerungen** haben wir, was im Jahr 2005 am ViKa-Vortrieb im Osten des großen Vilser Steinbruchs („neuer Ostabbau“) schon im Gelände augenblicklich auffiel, skizziert, fotografiert und beprobt (Skizze & Foto der **Tafel 7**, Abbn 1 & 2). Die Proben aus den flachen roten, **hierlitzkalkähnlichen „Vorläuferfächern“** wurden in einem **DS-Vergleich** solchen aus dem eigentlichen, typischen ViKa gegenübergestellt (heller ViKa vor Ort, Leebach, Typlok etc.), die eigens dafür zusammengestellte **Tafel 11**, Abbn 1 bis 13, widmet sich allein diesem Vergleich. Zudem demonstrieren, in Zusammenschau mit Tafel 7, 1 & 2, die Abbn 2 & 4 der Tafel 8 die Situation aus der Nähe: Toarc-Rotkalk mit Hartgrund und – aufliegend – mit erstem, der Rotensteinfazies ähnelndem feinem, mikritisch gebundenem Crinoidendetritus-Rotkalk, im Relief (relieffüllend) erhalten; wo **nicht reliefgeschützt**, hat die Bewegung der ersten, der roten „Vorläuferfächer“ die gegen Top hoch kondensierten Toarc-Rotkalkreste und Hartgrundkrusten überfahren, ein wenig mitgeschleppt und mäßig in Unordnung gebracht - „aufgearbeitet“. Jungtektonische Bewegungen und Überprägungen mögen sich im dünnen, mylonitartig bröselig-flasrigen, auf der reaktivierten Gleitbahn gebildeten Zwischenmittel widerspiegeln.

Die langen flachen, zeiligen roten „Vorläuferfächer“ sind die bei vorerst flacher Hangneigung langsam und allmählich in Bewegung geratene, noch nicht umgelagerte und komprimierte **älteste ViKa-Ablagerung**.

Dieses typische, auffallend locker gepackte, nur unvollkommen korngestützte, gänzlich sparitisch gebundene Sediment steht mit seinem hohen, aus zurückliegender Rotsedimentation und Hartgrund stammenden Intraklastenanteil sowie mit seinen samt und sonders angeröteten, rot umkrusteten, rot eingesäumten oder rot pigmentierten Biogenen (und andern Komponenten) noch überdeutlich toarcischer Omission und Hartgrund sehr nahe. Sein Biogenspektrum scheint breiter und vielfältiger als in den brachiopoden- bzw. crinoidendominierten eigentlichen ViKa-Typen.

Seine zu Ende des bruchtektonischen Stadiums und nach Rückgang der Rotkalksedimentation (cf. Adneter) zu langen flachen Fächern angewachsenen, auf flacher Bahn sanft beckenwärts abgeglittenen ersten Biogenansammlungen – man möge sie „**ViKa-Vorläufer**“ nennen und als weitere Neuentdeckung den ViKa-Typen voranstellen - haben das frühe, noch bruchtektonisch-flachere, noch nicht kompressionstektonisch umgebaute (= verkürzte und versteilte) Schwellenrelief ausgeglichen und überwunden - **ohne**, wie die eigentlichen ViKa-Typen, auf zusehends versteilemdem Nordabhang beckenwärts in größere Tiefen um- und

schließlich dort endgelagert worden zu sein.

Die beeindruckenden, im DS-Vergleich auf Taf 11 festgehaltenen Unterschiede zwischen den Fazies sprechen für sich. Abb 13 ist ein DS einer **Jungfüllung** aus den verschobenen, bruchfrei aufgegangenen Abgrenzungen zwischen älteren und jüngeren Sedimentkörpern (Beschreibung oben & Tafel 11).

Diese Entwicklungsphase wird den beschriebenen ViKa-Typen (Typ uD ff.) vorangestellt, denn sie repräsentiert - zusammen mit der ihr vorausgehenden Rotensteinfazies - **Anfänge** und **Einsetzen** des **ViKa** - „**ViKa-Vorläufer**“-Typ.

Die „Rotensteinfazies“ ist Entwicklungsanfang, ihr folgen, mit Absenkung und Reliefausbau, die an Materialaufkommen und Ausdehnung schon umfangreicheren Vorläuferfächer – übrigens mit vorerst noch wenigen, nur flächig-dünnlagig auftretenden (ersten, großen) Brachiopoden.

Wir bezeichnen den weißen uD-Brachiopodenkalk als **Typ uD** des Vilserkalks („member“). Wo die rötlich- oder bräunlich-weiße Rotensteinfazies mit ihrer von ROTHPLETZ in den Unterdogger gestellten (von GARCIA JORAL teilweise revidierten) kleinwüchsigen, wohl den stärkeren Turbulenzen der Hochzone angepaßten Fauna statt seiner auf dem Toarc-Hartgrund aufliegt, fügen wir „Rotensteinfazies“ hinzu: **Typ uD (Rotensteinfazies)**. Sie sind als lateral wie auch tiefenzonengetrennte, nicht völlig gleichaltrige ViKa-Fazies anzusehen (Typ uD, Rotensteinfaz: älter; Typ uD: jünger).

## 2.) Vilserkalk, Typ mD

Sehr hell, eher crinoidenschutt- und brachiopodenarm, hingegen ammonitenführend und teils massenhaft bositraangereichert - **Typ mD** des Vilserkalks. Aus dem Vilser Steinbruch (d.i. etwa 2 km westlich Typlokalität) ins Profil übernommener Abfolgeabschnitt.

Der bereits von ROTHPLETZ (1886) erwähnte, seiner Beschreibung nach durch einige neue Brachiopodenarten, etwa „*Terebratula albica* n.sp.“, oder auch durch das vermehrte Hinzutreten von *Posidonomya alpina* unterscheidbare, von TRAUTH (1922) nach seinem Vorkommen nahe dem wenige Kilometer ONO der Typlokalität gelegenen sogenannten „Weißhaus“ „Weißenhauskalk“ genannte, angebliche Bathon-ViKa (höherer Mitteldogger) wurde von uns nicht beprobt. Er ist an dieser Lokalität ein rötlicher, oft auch heller bis weißer, durch seine lagig in Crinoidenspatkalk eingeschalteten Brachiopodenansammlungen noch am besten charakterisierbarer ViKa-Typ mit einigen Foraminiferen und Gastropoden (Probe Weißhaus, von **U.HAAS** zur Verfügung gestellt, s. Taf 12, Abb 2).

Liegendes wie Hangendfortsetzung sind dort nicht zugänglich, biostratigraphische Anhalte fehlen, die teils noch in recht beachtlichen Mengen enthaltenen Brachiopoden (im ViKa Faziesfossilien) sind für stratigraphische Unterteilungen u.E. unbrauchbar - auch wenn in solchen Partien da und dort tatsächlich die eine oder andere neue Art entdeckt worden sein sollte.

Wirklich charakteristisch bzw. aufgrund gelungener Eichung tatsächlich mit einer gewissen Leitqualität ausgestattet ist im ViKa wohl nur die **Fauna der Rotensteinfazies** bzw. die von uns so bezeichnete „leitende Vergesellschaftung des oberen Dogger“ oder „*pala-antiplecta-vilsensis*-**Vergesellschaftung**“ (s.Einleitung!).

Vor Jahren im Zuge neuer Trassenführung erstmalig angefahren, kam aber, steil nach N einfallend und teils schon in den Kontakt mit den Aptychenkalken eingepreßt, im N des Steinbruchs ein sehr heller, kaum spätiger, viel weniger dicht crinoiden- und brachiopodenbepackter, dafür aber durch einige leider schlecht erhaltene Ammonitenfragmente sowie durch Anhäufungen von Posidonomyen gut unterscheidbarer ViKa-Typ zum Vorschein. Ein größeres, etwas besser erhaltenes Fragment eines

*Stephanoceras cf. humphriesianum* (Taf 12, Abb 1) erlaubte zwar, diese Partien des ViKa dem **mittleren Dogger** zuzuordnen und sie somit als den auf den uD-Typ folgenden Abschnitt ins Profil zu übernehmen, einen direkten Zusammenhang mit einem der uD-Typen oder gar eine vollständige Abfolge Hartgrund-uD-mD bot der Aufschluß jedoch leider nicht. Dieser Typ mD ließ ein weiteres Mal die (in Endlagerposition) so häufigen **Kontakte des ViKa mit Beckensedimenten** erkennen, und zwar zum einen durch seine feine **Sprenkelung** - ein sehr charakteristisches, im ViKa immer wieder zu beobachtendes Merkmal. Hervorgerufen wird diese durch Infiltration grauer oder roter, sehr feiner, mikritischer Sedimentfracht in lange offenen Porenraum (primäre Porosität, lockeres, teilzementiertes Gefüge, Zwickelhohlräume etc).

Zum andern zeigte der mD-Typ auch vollständige Vermischungen mit mikritischem Beckensediment, wie sie von turbulenter verfrachtetem, schüttungsartig damit in Kontakt gekommenem Schwellenmaterial herrühren dürften. Ein noch recht erheblicher (mit dem Beckensediment eingebrachter) **Schwammnadelanteil** fehlt dabei auch in diesen Proben nicht (Taf 12, Abb 4).

Im ViKa erstmalig umfangreicheres **Ammonitenauftreten** sowie sein unterschiedlich dicht mit Posidonienschälchen (*Bositra buchi*) besetzter, dem **Reitmauerkalk** (Oberbajocien bis Callovien) vergleichbarer **Filamentkalkanteil** charakterisieren diesen der Abfolge im Steinbruch entnommenen mD-Typ, dem zudem ein geringer Crinoiden- und – im Gegensatz zum „Weißenhauskalk“ – auch ein sehr geringer Brachiopodenanteil eigen ist.

**Hinweis:** In dieser Profilposition (Typ mD und, auslaufend, noch Typ oD) sei der Hinweis angebracht, daß in der Abfolge der Vilser Schwelle – ihrer Position und den Ablagerungsumständen und -mechanismen entsprechend - **Kontakte mit Beckensedimenten** häufig sind und eine ganz gewöhnliche, ja zwangsläufige Erscheinung darstellen. Auffallend und bezüglich des Entwicklungsganges und der Veränderungen in den Beckenablagerungsräumen ganz bezeichnend, daß nahezu alle Kontakte mit Beckensedimenten, die sich von den oberen Anteilen von Violettkalk und roten Cephalopodenkalken - dem Liegenden des ViKa - an bis zum ViKa, Typ mD, und noch bis hinein in den ViKa, Typ oD, einstellen, Kontakte mit unterschiedlich **spikulitisch eingemischten Beckensedimenten** - bis hin zu Spikuliten – sind (s. dazu u.a. Taf 15/5, Abbn 25-28!). Erst im späteren, hochmarinen Entwicklungsstadium der Schwelle, unter zunehmendem pelagischem Einfluß – etwa ab dem ?auslaufenden oD-Typ und in seinen malmischen Anteil hinein –, sind diese für die eigentliche ViKa-Abfolge so überaus typischen, unterschiedlich von **Gerüstelementen von Kieselschwämmen**, spicula, geprägten Beckensedimentkontakte **verschwunden - ersetzt** fortan durch der weitem Entwicklung entsprechende, vorwiegend planktonische Elemente, gebunden in der feinstkörnigen mikritischen Matrix des „Bianconekalks“ (und seinen in den Kalkbänken der Aptychenschichten zu findenden Entsprechungen): Globochaeten (in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien), protoglobigerinides Foramsplankton, Schwebcrinoiden und Radiolarien, Calpionelliden, unterkretazisches Foramsplankton (*hoterivica*, Hedbergelliden etc.). Von dieser „Grenze“ an alles ständig begleitet und dominiert von (schubweise) wachsender **Ammonitenpräsenz**. Zu diesem Thema s. auch Kap VII., 1.), „Rahmen“, „Vorschwellenstadium“ etc.!

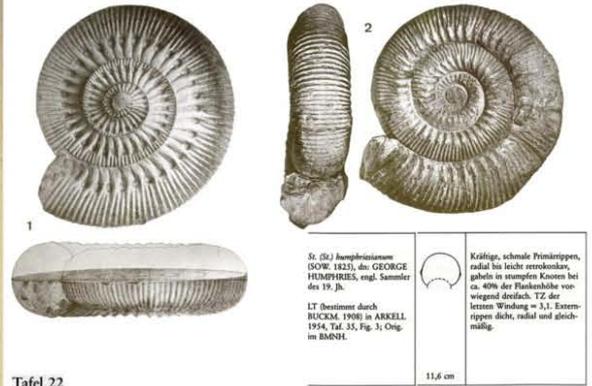
Wir bezeichnen diesen besonders hellen, im Vergleich zum Callov-Typ wesentlich crinoidenärmeren, häufig ganz fein grau getüpfelten Mitteldogger-ViKa-Typ mit seinen vereinzelt, nur selten zu kleinen Ansammlungen verdichteten Brachiopoden, den anscheinend bereits zunehmenden Ammoniten und den teils massenhaften Posidonienfilamenten als **Typ mD** des Vilserkalks („member“).

Wenngleich in dieser Position (Kontakt ViKa-Aptychenschichten, „Stirn“ ...) ausnahmslos tektonisch belastet, erlaubte diese Steinbruchfundstelle dennoch, ihn als originale Fortsetzung der ViKa-Abfolge ins Profil zu übernehmen - statt ihn stückwerkhaft von entfernten (profilfremden) Fundorten, etwa



**Stephanoceras cf. humphriesianum** (SOW.1825), schlecht erhaltenes Exemplar aus hellem Mitteldogger-Vilserkalk vom Steinbruch "Fall", Vils, E1020.

Aus R.Schlegelmilch: Die Ammoniten des süddeutschen Doggers  
Fischer Verlag, 1985, Tafel 22



Tafel 22

- 1 *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *humphriesianum* (SOW.1825), LT, "Inferior Oolite", Sherborne/Dorset (England); aus BUCKM. 1908, Taf. 7, Fig. 1;  $\times 0,8$
- 2 *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *humphriesianum zietenii* (QU.1886), HT, Mittel-Bajocium, Schwäbische Alb; Orig. zu QU.1886, Taf. 66, Fig. 10; IGPT;  $\times 0,45$

*Stephanoceras* WAAGEN 1849, dt.: gr. *stephano* = Kranz, *ceres* = Horn; TA Am. *humphriesianus* SOW. 1825 (sehrste Übergangsform zur synonymen, "stratigraphischen" Gattung *Stenoceras*). Mäßig evolvierte, verpumptische bis leicht conische Formen mit vorwiegend breitelipitischen, aber auch runden und trennreperitoiden Querschnitten. Primärrippen spalten in Knoten auf der Flanke in 2 bis 4 Extremitäten. Mittleres Bajocium.

Umgestaltung *Stephanoceras* s. str. (18 synonyme "Gattungen" s. MORTON 1971, ergänzt wird hiermit: *Stenoceras* MASCKE 1907 part.), großwüchsige Formen mit glatten Alterskammern ohne Okren; Zunahme von N und Abnahme von H im Bereich der adulten Wohnkammern.

1

## TAFEL 12, Abbn 1 bis 4 (Kapitel VI.)

Abb. 1: Ammonit aus ViKa, Typ mD,  
Stbr. "Fall" (s. Bilderläuterung!)

Abb. 2: Rötlicher ViKa, Typ (?)mD, von  
der Roten Wand beim Weißhaus (mit An-  
häufung schlecht erhaltener Brachiopoden)

Abbn. 3 & 4: DS aus ViKa, Typ mD (Stbr.),  
mit Mikrostromatolithen & Ostrakoden (3)  
und Kontakt mit spicula-führendem mikri-  
tischem Beckensediment (4)



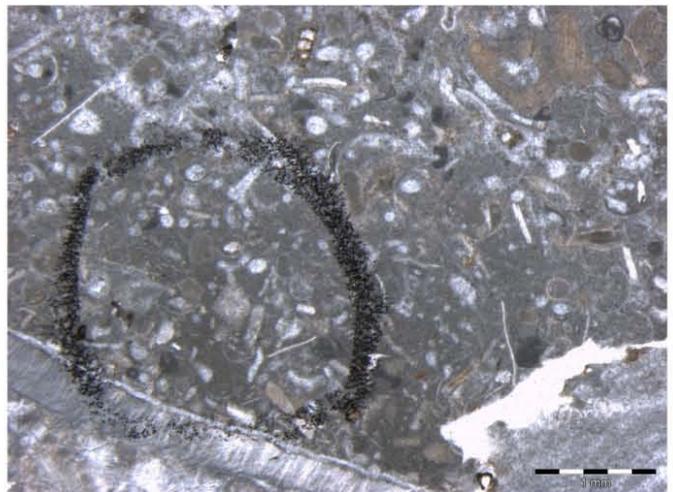
Vilserkalk des unteren &  
mittleren Dogger, beim  
Weißhaus, Bereich Rotwand  
("Weißhauskalk")  
"Terebratula albicosa"  
(Aufnahme U. Haas)

2

3



4



Weißhaus, beziehen und einbauen zu müssen. Zu vermerken (und zu tolerieren) bleibt dabei allerdings, daß der Aufschlußbereich, erheblich tektonisch belastet, wie er war, eine vollkommen erhaltene, vollständige Abfolge, womöglich samt gänzlich ungestörtem Übergang aus dem uD-ViKa zu übernehmen wiederum nicht erlaubte.

### 3.) Vilserkalk, Typ oD

**Vilserkalk s.str.**, Callovien - ursprünglicher Begriffsumfang. Heller, spätiger Crinoiden-Brachiopodenkalk – Typlokalität, Leebachaufschlüsse, Profilanteil Vilser Steinbruch.

Der Oberdogger-Vilserkalk wurde zuallererst und nahezu ausschließlich nach den an der Typlokalität gewonnenen biostratigraphischen Erkenntnissen beschrieben. Danach hat man ihn, mit lithologisch „passenden“, vage zugeordneten älteren Anteilen zusammengefaßt, nur mehr als völlig zusammenhanglose, vom Hierlatzkalk unterscheidbare Mitteljura-Schwellenfazies hingestellt und in diesem Umfang bis heute übernommen. Er ist von der Typlokalität über den den Leebach im N flankierenden hohen Rücken („Schwarzwand“) nach W bis in den Vilser Steinbruch noch am besten zu verfolgen und zu studieren.

Die Bezeichnung „Oberdogger-ViKa“ beruht im angegebenen Geländeabschnitt vor allem auf den charakteristischen, ammonitengeeichten Oberdoggerbrachiopoden (s. etwa in „Einleitung“), deren lagige oder eigenartig nestartige Ansammlungen aber von der Typlokalität nach W hin in der „erdrückenden“ Masse der Crinoiden immer seltener auftauchen.

Während unserer Untersuchungen der **Windischgarstner Lokalität** ermöglichten Einzelfunde von eindeutig der bekannten (geeichten) *pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung zugehörigen Brachiopoden, auch den dortigen, sehr hellen Kalk als **ViKa, Typ oD**, anzusprechen.

Aufgrund der tektonischen Umstände - Einengungs- bzw. Überschiebungsrichtung, Achsensteigen in Richtung W etc. - wird der ViKa-Einheit von der Typlokalität nach W hin zwar zunehmend Platz zwischen liegenden und hangenden Einheiten eingeräumt, und sie legt, Zugänglichkeit und Vervollständigung der Abfolgeglieder betreffend, bis in den Steinbruch zu. Nirgendwo indes ungestört und vollständig erhalten, wird sie dort schließlich von jener mächtigen Horizontalverschiebung (mit Vertikalversatz) abgeschnitten und beendet, die den Steinbruch, N-W-gerichtet, quert (Taf 24, Abbn 2 & 3).

Ganz anders gelagert, faziell abgewandelt und mit anderen Abfolgeanteilen taucht der ViKa erst hoch am Roten Stein wieder auf, doch dort wiederum fehlt der typische ViKa s.str., wie vom engeren Typlokalitätsumfeld bekannt.

Nur im Steinbruch, hart vor der genannten tektonischen Begrenzung, konnte im Lauf der Jahre und begünstigt durch den schon geraume Zeit bevorzugt im ViKa vorangetriebenen Rohmaterialabbau eine wenngleich alles eher als ungestört zusammenhängende und deshalb auch bestenfalls annähernd vollständige ViKa-Abfolge ermittelt werden.

Von den bestätigenden oder erweiternden Informationen aus den anderen Lokalitäten (Typlok, Leebach, Roter Stein) gestützt bzw. aufgebessert, ist sie als die **für den ViKa repräsentative Einheit** zu betrachten. Vorgestellte **Typen** plus Malm-ViKa repräsentieren dabei die auf dem Entwicklungsablauf des ViKa beruhenden **hauptsächlichen** Bildungen bzw. Fazies plus ViKa-Auslauf, heißt also: hauptsächlich die Brachiopoden- und Crinoiden-Faunenfolge samt zwischengeschalteter mD-Faunenumstellung sowie die brachiopodenfreie Auslaufphase (Malm-ViKa) *vor* der Ammoniten-Faunenfolge. Nur bei Typ uD in **Rotensteinfazies** und **ViKa-Vorläufern** wird zwei zeitlich befristeten, gleichfalls entwicklungsgeschichtlich begründbaren faziellen Besonderheiten Rechnung getragen. Schon Entstehung und Entwicklung gemäß und ebenso aufgrund der tektonikbedingten

Vorbehalte wird diese „ViKa-Einheit“ aber nicht als eigenes, isoliertes ViKa-Profil dargeboten, sondern im schematischen, unmaßstäblichen, auf Liegendes, Gesamtabfolge, Typen und fazielle Unterschiede hauptgewichteten **Profil der Tafel 18** in den Rahmen einer „**den ViKa einschließenden Gesamtabfolge (NFR)**“ eingebunden. Wie beschrieben, konnte sie schon nach den ersten Untersuchungen am neuen ViKa-Abbau im NO des Steinbruchs sogar um den ältesten ViKa [„ViKa-Vorläufer“, s. oben unter **1.**] erweitert werden.

Dieser neue, nach O im ViKa vorangetriebene Abbau hat, wenngleich leider befristete, so doch willkommene neue Einblicke gewährt und dabei voll bestätigt, daß die mit Bau und Entwicklung der Schwelle so eng verknüpfte fazielle Komplexität der gesamten Bildung die Erstellung einer allein und einzig verbindlichen ViKa-Abfolge nicht zuläßt.

Nicht nur der (hier nur grob umrissenen) komplexen tektonischen, sondern vor allem der noch komplexeren faziellen Gegebenheiten wegen **muß** daher jegliche Vorstellung von einem „vollständigen“, allgemein, allein und einzig verbindlichen ViKa-Profil ein für allemal verworfen werden. Aus den hier zusammengefaßten Gründen ist der Darstellung des ViKa wie im **Profil der Tafel 18** der Vorzug eingeräumt worden.

Im Steinbruch fanden wir damals einen steil nordfallenden, hellen, sehr homogen blaß grauweiß getönten, brachiopoden- und ammonitenfreien, allerfeinst graugetüpfelten **reinen Callov-Crinoidenspatkalk** (Crinoiden-Biosparit, grainstone). Am Leebach hingegen und an der Typlokalität stießen wir bei eigens der oD-Brachiopodenfauna gewidmeten Nachforschungen im gleichen Crinoiden-grainstone u.a. auf etliche kleine Ammoniten und auf jene kaum je lagigen, sondern meist nestartig eingeschalteten, dichten Ansammlungen vorwiegend kleiner Brachiopoden, in denen die auch anzahlmäßig beachtliche **pala-antiplecta-vilsensis-Vergesellschaftung** einen vergleichsweise verlässlichen stratigraphischen Anhalt bietet. Tafel **2/1**, Abbn **3 & 4**, und Tafel **2/3** vermitteln diese typische oD-Brachiopodenvergesellschaftung (s. dazu auch Abbn **1 & 2** der Taf **13/1**). Welchen Weg die Eichung dieser Fauna genommen hat, ist in der Einleitung nachzulesen.

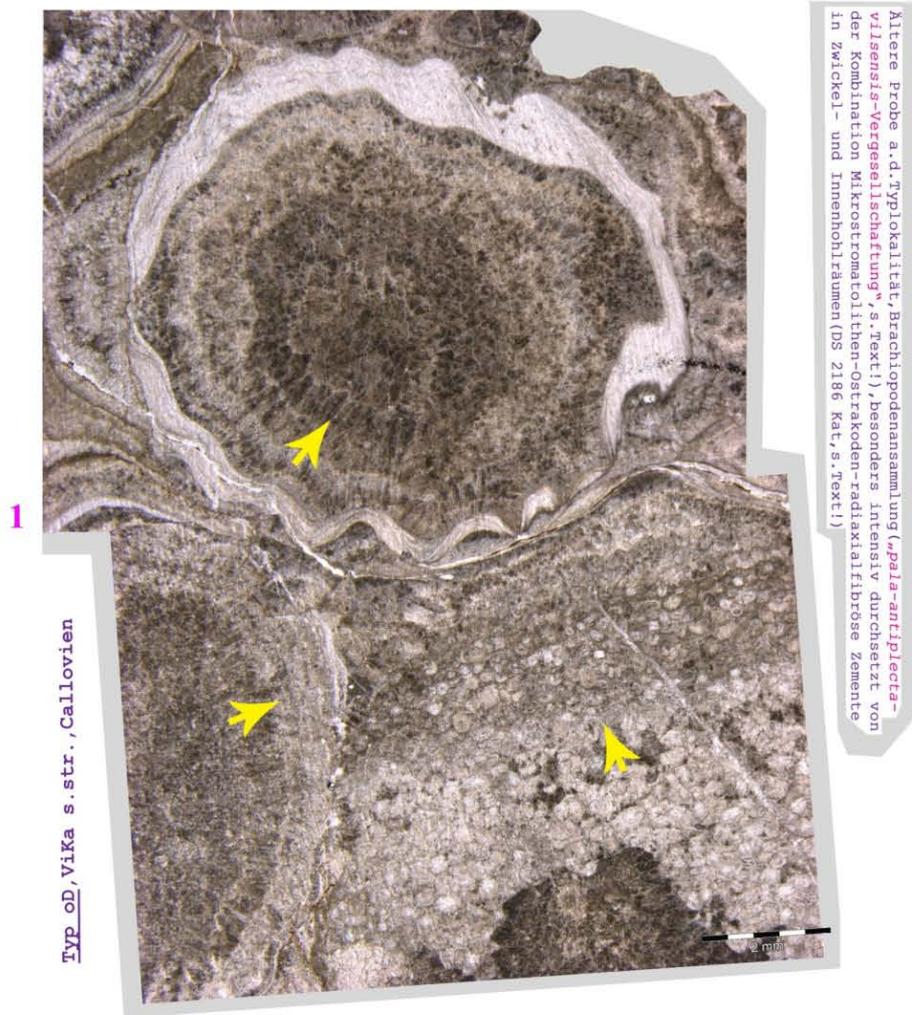
In diesem Bereich findet sich der ViKa häufig auch als völlig ungetüpfelter, nur spärlich gebundener Crinoiden-grainstone – ein Merkmal, das eher mit seinem Bildungs- denn mit dem Endlagerort am tieferen Schwellenabhang in Verbindung zu bringen sein dürfte.

Die dem „Bianconekalk“ ganz ähnlichen hellen Kalklutite **viel jüngerer Spaltenfüllungen im ViKa** stammen zum Teil gleichfalls aus diesen Fundstellen (Kap **X.**, Taf **5**, Abb **2**, Taf **20/1**, Abb **2**, und Taf **23**). Sie belegen Alter zwischen Tithon- und tieferer Unterkreide.

Wir bezeichnen somit den hellen, aufgrund seiner besonderen Merkmale nahezu unverwechselbaren Callov-ViKa (ViKa s.str.) als **Typ oD** des Vilserkalks („member“). Er ist der bei weitem **crinoidendominierte** ViKa-Typ, dessen (längst rückgängige) kleinwüchsige Brachiopodenfauna wohl nur mehr ökologisch günstigen kleinen Nischen im Schwellenrelief zuzuschreiben ist. Die „Brachiopodennester“, mit denen sie in Erscheinung tritt, entsprechen jedenfalls nur mehr völlig isolierten, kleinen dichtgepackten, gänzlich vom Crinoiden-Spatkalk umschlossenen Anhäufungen. Mit diesen seinen besonderen Merkmalen steht Typ oD im krassen Gegensatz zum **brachiopodendominierten** (meist nahezu crinoidenfreien) Typ uD des ViKa.

Typ oD wird samt allen seinen zwischen Typlokalität und Steinbruch ermittelten Merkmalen der ViKa-Abfolge im Steinbruch (Liegendes, Typ uD, Typ mD, brachiopodenfreier oD) angeschlossen.

Die **Typlokalität** selbst, bis vor wenigen Jahren von Generationen von „Sammlern“ heimgesucht, ist heute ein verwachsener Hügelanstieg, an dem nur mehr wenig von dem zu finden ist, was BUCH, OPPEL und ROTHPLETZ zu ihren Forschungen und Schriften angeregt hat. Schon in so geringer Entfernung von den Rotenstein- und Steinbruchaufschlüssen taucht der ViKa hier, zusammen mit einem südseitig zwischen ihm und tektonischen Relikten des **SFR** (Pfronten-Fm) eingequetschten Keil von Tannheimer Schichten in den Untergrund.



Ältere Probe a.d. Typlokalität, Brachiopodenansammlung (*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung", s. Text!), besonders intensiv durchsetzt von der Kombination Mikrostromatolithen-Ostrakoden-radialfibröse Zemente in Zwickel- und Innenhohlräumen (DS 2186 Kat., s. Text!)

**TAFEL 13/1, Abbn 1-3: DS-Ausschnitte aus ViKa, Typ oD - ViKa s.str., Callovien, ViKa-Typlokalität & Leebach, S' Vils**

**Abb 1:** Ausschnitt aus linsen- od. nestartiger Brachiopodenansammlung im **ViKa, Typ oD** ("leitende Brachiopodenvergesellschaftung des oberen Dogger" od "*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung" (s. etwa in "Einleitung", Kap VI. & VII.!)). Auch im **Typ oD** sind mikrostromatolithische Einhüllungen in Verbindung mit Kolonien autochthoner Ostrakoden und mit dicken radialfibrösen Zementen zu finden (gelbe Pfeile; s. auch Kap IX. & Tafeln 21/1, 21/2 & 22).

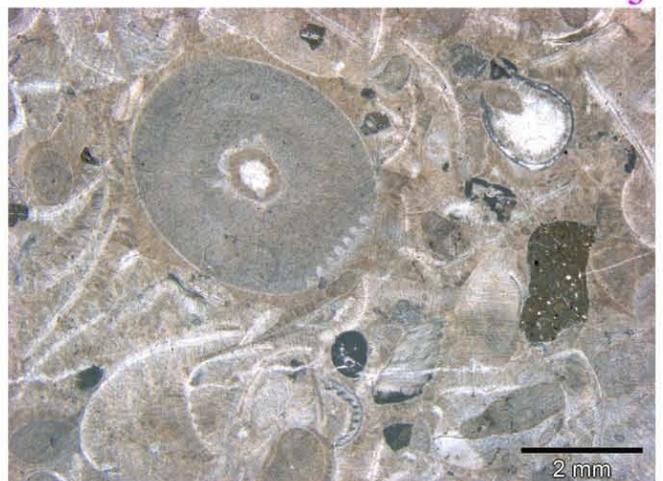
**Abb 2:** Detail aus demselben DS wie Abb 1 - abgesprengter, zwickelverspreizter und eingehüllter Schalenbruch.

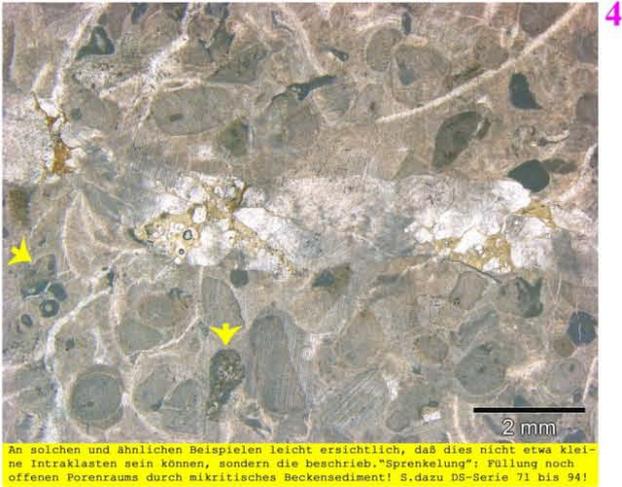
**Abb 3:** **Typ oD** mit Schalenbruch und Crinoidenkolumnalien & mit der so häufigen feinen **Rot- oder Grausprenkelung** dieses Typs (i.B. die kleineren dunklen Flecken). Es handelt sich dabei um Infiltration noch offenen Porenraums durch feines mikritisches Beckensediment (Endlager des ViKa - "Hangfazies"; Vorgang gut erkennbar an der glatten Abrandung und perfekten Einpassung in die Zwickelhohlräume). **Beckensedimentkontakte** verschiedenster Art, am häufigsten mit spikulitischen Sed., sind im ViKa aufgrund seiner (Schwellen-) Position ein häufiges und ganz gewöhnliches Phänomen.

2

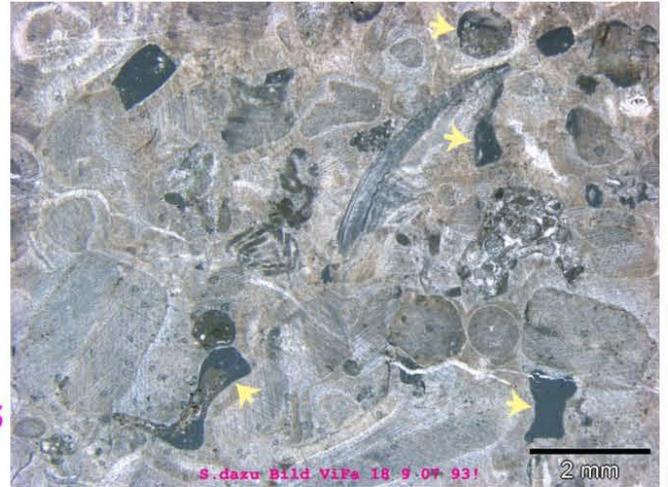


3





4  
An solchen und ähnlichen Beispielen leicht ersichtlich, daß dies nicht etwa kleine Intraklasten sein können, sondern die beschrieb. "Sprinkelung": Füllung noch offenen Porenraums durch mikritisches Beckensediment! S. dazu DS-Serie 71 bis 94!



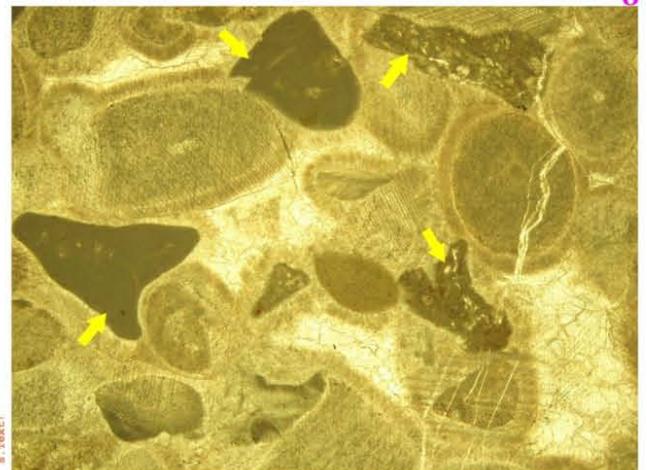
5  
S. dazu Bild ViFa 18 9 07 93!



6  
S. dazu Bild ViFa 18 9 07 93 und 93a!



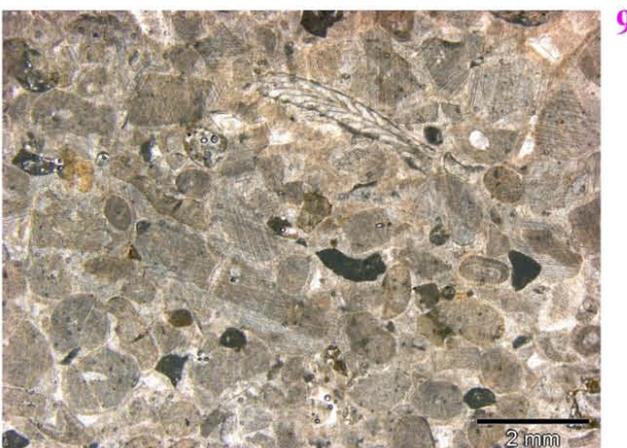
7  
Dochl. VFL. 960: Vilsenkalk s. str., Typlokalität ("Tegau")  
Sehr helle Crinoiden-Brechung (Epa. - Falsch, Callovian)  
Viel hellere, unregelmäßige, runde bis ovale, unregelmäßige  
Sovallsedimente, Grau- bis. Rotsprenkelung (Pfeile) etc.  
s. Text!



**TAFEL 13/2, Abbn 4-10 - Fortsetz.v.13/1**  
DS-Abbildungen aus ViKa, Typ oD - Vilsenkalk s.str., Callov, Vilsenkalk-Typlokalität & Leebach, S' Vils

Abb.4 bis 8: Typ oD, zum gleichen Thema wie Abb.3: Sprinkelung des ViKa, die Objekte mit gelben Pfeilen & Abb.7 beinhalten besonders deutliche Hinweise darauf.  
Abb.9 & 10: Typ oD mit viel offengebliebenem, nur zementiertem Porenraum (Biosparit, grainstone) und (im ViKa häufigen) Bryozoenresten (9) sowie größeren Crinoidenresten (Stielabschnitt - 10).

Beachtenswert das allgegenwärtige "syntaxiale Weiterwachsen" im Diageneseverlauf (etwa 9, etwas links unterhalb Bildmitte!).



Als Folge des langspannigen großtektonischen Geschehens – nach der bruchtektonischen Phase Einengung und Absenkung des Schwellenablagerungsraums und stetig wachsender pelagischer Einfluß, der die jüngere, restliche Schwellensedimentabfolge kennzeichnet – läßt sich zwar bereits ab Oberjura deutlich die **fazielle Verfremdung des ViKa** erkennen, doch vollzieht sich diese, unter Erhalt vorerst noch als „ViKa-typisch“ tolerierbarer lithologischer Merkmale, so allmählich, daß den beschriebenen ViKa-Typen (uD bis oD) ein **malmischer ViKa-Anteil** angeschlossen werden kann.

Im Sinne der mittlerweile geklärten Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte dieser Ablagerung und damit auch im Sinne einer moderneren „**Vils-Formation**“ (für „Vilserkalk“) wird daher der malmische ViKa-Anteil über die lithologischen Merkmale (samt noch vertretbaren Änderungen) definiert, und Übergang in den jüngeren Abfolgeabschnitt und Auslaufen der Ablagerung werden kurz beschrieben und begründet.

Darüber ist aber in den Kapiteln **VII.** und **VIII.** nachzulesen.

## VII. Brachiopoden & Crinoiden - Hauptfaunenelemente im Vilserkalk

Foraminiferen, Ammoniten, Bryozoen

Faunenanteile mit „Leitqualität“

Zu den **Sedimentationsumstellungen** und **Faunenfolgen** im „Stammgebiet“

Zur „**Umrahmung**“ der Vilser Schwelle

Die Trias-, Jura- und Kreidesedimente in der Umgebung von Vils sind seit alters für ihren Reichtum an Fossilien (Makro- & Mikro-) bekannt; dies gilt insbesondere für die Vilser Schwellenfazies (eingeschränkt auch für die Tannheimer Schichten).

Insgesamt umfaßt er eine sehr breite Palette, die von Kössener Korallen, Lumachellen, dicken Austernbänken, regelrechten Muschelpflastern auf Schichtoberflächen sowie großen Brachiopoden über die Fleckenmergel-Ammoniten und die Belemniten und Aptychen der „Radiolarite“ und Aptychenschichten bis hin zur von Ammoniten und Brachiopoden bis zu hartgrundbesiedelnden Crinoiden sowie Hai- und Ganoidenzähnen gespannten Vielfalt der Schwellenkalk reicht und zudem noch die Inoceramen, Belemniten und Ammoniten der Tannheimer Schichten einschließt.

Die fast schon berühmten „**Vilser Kugeln**“ sind zwar keine Fossilien, sondern meist um **fossile Holzreste** herum gebildete **Schwerspatkonkretionen** (häufig als Septarien vorliegend), doch seien sie als Besonderheit der Tannheimer Schichten dieser Gegend nebenbei erwähnt.

Gewöhnlich wird mit der Schwellenfazies nur der ViKa assoziiert und mit ihm in allererster Linie **Brachiopoden**. Echinodermaten - wie im Dünnschliff immer wieder bestätigt, vorwiegend **Crinoiden** – stellen indes ein zweites, nicht minder bedeutendes Faunenelement, und wie im uD-Typ die Brachiopoden, so charakteristisch und gesteinsbildend häufig sind Crinoidenreste etwa im oD-Typ des ViKa. In letzterem finden sich Brachiopoden nur mehr in nest- und linsenartigen Anhäufungen innerhalb der Crinoiden-Spatkalk.

Taxonomisch, biostratigraphisch und ökologisch noch einmal und ganz besonders interessant werden **Brachiopoden** auf der Vilser Schwelle in Form einer kleinen **unterkretazischen**, nur ganz lokal angesiedelten und am Lebensort erhaltenen, streng auf die jüngste große Omission bezogenen und deshalb in die letzten Zentimeter der Schwellenkalk vor dem „jüngsten Hartgrund“ [Nordfazieszone (NFZ) & Südfazieszone (SFZ) des SFR] sowie in den (dem HGrd) aufliegenden basalen Rothorizont der Tannheimer Schichten (SFZ) einsedimentierten Vergesellschaftung großer adulter, häufig sogar bis ins gerontische Stadium ausgewachsener *Nucleata* und *Platythyris* (**Pygopidae** - Apt-Alb-Grenzbereich). In diesem späten Entwicklungsstadium der Vilser Schwelle gesellen sich - als Hartgrundbesiedler gleichfalls streng auf die letzte große Omission bezogen – u.a. auch kurzstielige **Hemicriniden** zu dieser kleinen, lokalen Brachiopodengemeinschaft.

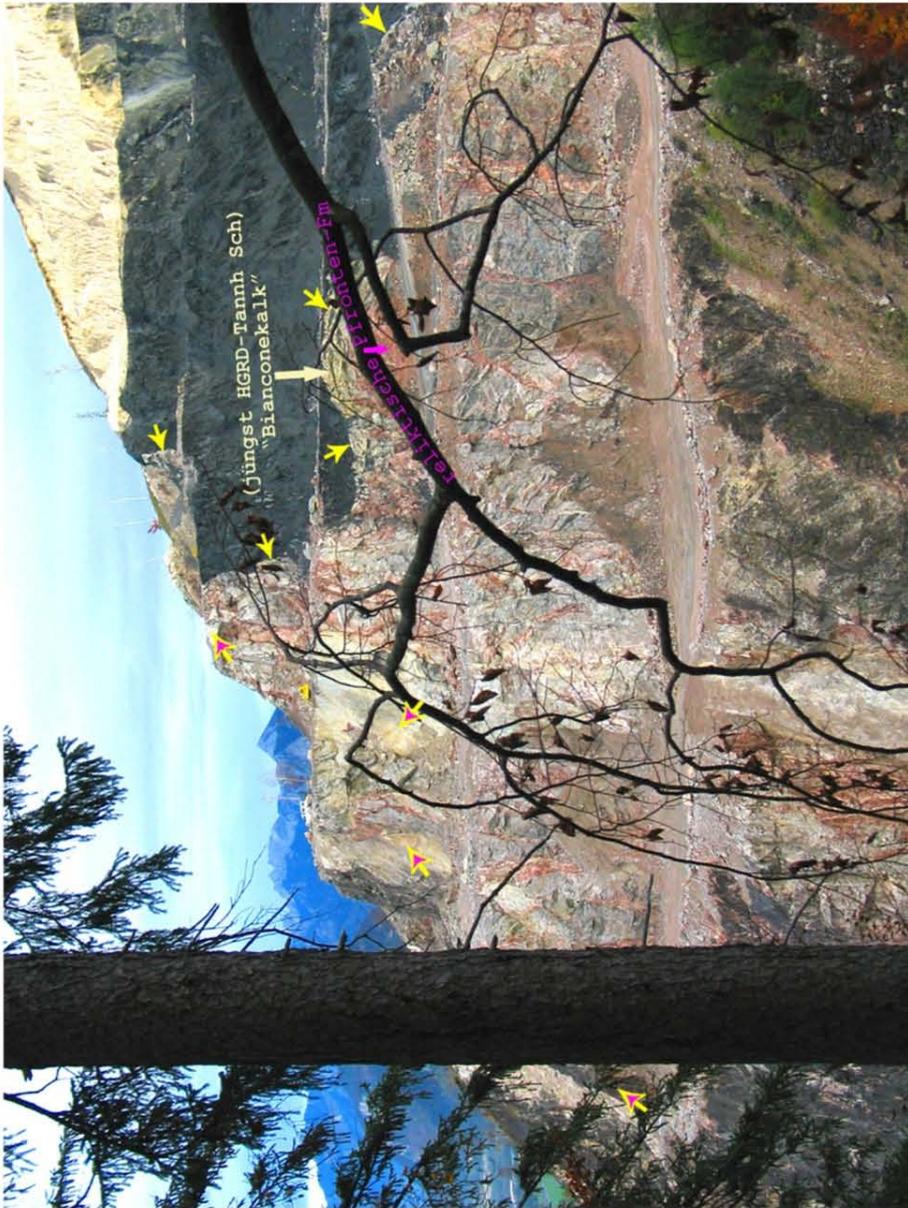
Zu „NFZ“ & „SFZ“ bzw. zur stratigraphischen Position der **Fauna** s. Tafeln 4 bzw. 14, Abb 2; zum Thema selbst s. **M.LEUPRECHT**: „Über ein kleines Vorkommen unterkretazischer Brachiopoden im Arbeitsgebiet“! Angemerkt sei noch, daß diese Fauna **in der Stammgebietsabfolge (NFR) fehlt!**

**Foraminiferen** zählen im ViKa eher zu den Seltenheiten, ihre Gesamtzahl wie auch die Zahl der Gattungen und Arten ist in den meisten Proben gering; auf größeren Bioklasten aufgewachsene Formen kommen bisweilen etwas häufiger vor.

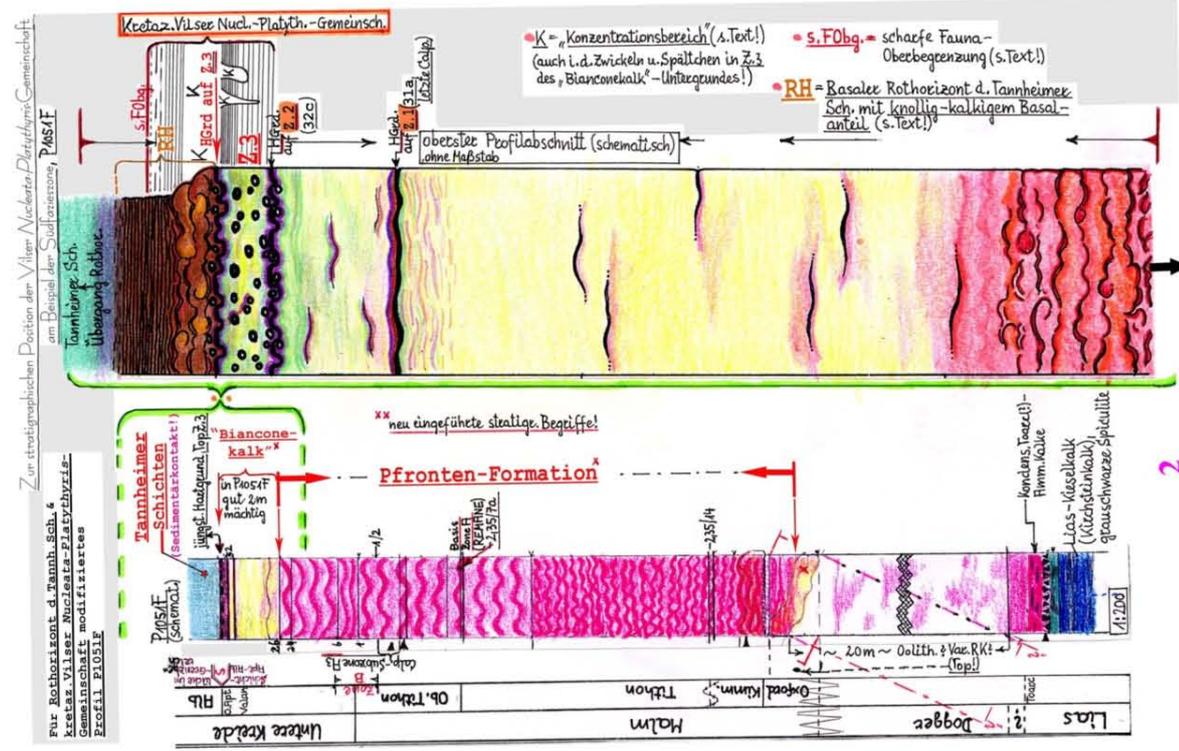
Was seinen **Mikrofossilinhalt** betrifft, so sei im vorliegenden Kapitel dazu nur angemerkt, daß dieser im ViKa allein (bestandsmäßig wie auch biostratigraphisch gesehen) unbedeutend genannt werden kann, vergleicht man ihn etwa innerhalb der Gesamtabfolge (NFR) mit dem im Liegenden und Hangenden des ViKa oder aber gar mit dem in der Abfolge des SFR der Vilser Schwelle.

Wahrer Mikrofossilreichtum stellt sich zwar schon in deren älterer, vor allem aber dann in deren jüngerer Geschichte ein – mit Absenkung der Schwelle, Intensivierung der Kontakte mit dem sich vertiefenden Beckenablagerungsraum und mit steter Annäherung an pelagische Verhältnisse.

Als Beispiele dazu herausgegriffen seien etwa die von ihrem Einsetzen bis zum Erlöschen vertretenen **Calpionelliden**, das ältere und vor allem das jüngste unterkretazische **Foramsplankton** (*Globuligerina hoterivica* und die hoch kondensierte *Globigerinelloides*-Hedbergellen-



1 Steinbruch "Fall", obere Etagen vom Vilseralmweg aus, Ansicht etwa aus SW'-Richtung. Von ob nach unt: Überlagerung, Tannheimer Schichten (dunkel), Rotkalk-Spaltenzone in der obertriass-tiefliass "Unterlage" (li); dieselbe (v unt n ob) im Kontakt mit jüngsten Schwellenkalken des SFR, jüngstem HGRD & mit den Tannh Sch (re Bildhälfte). **Zwei tekton. Flächen:** Rechts tekt. überprägter (je nach Reliefanschnitt gut od. schlechter sichtbarer) **Sedimentärkontakt** Tannh Sch-jüngst.HGRD-"Bianconekalk"-Pfronten-Fm, etwas **flacher** a.d."Unterlage" aufgeschoben - SFR (gelbe Pfeile, s.Text!). Links mächtige glatte **Harnischfläche**, tief und **steil**, im Hauptstörungsbereich als **Trennung zw. NFR & SFR** (auf dem Harnisch nach re ob gerichtete, rot unterlegte gelbe Pfeile, s.Text!). Vom tekt. Kontakt **NFR-SFR** nach S stellt die "Unterlage" (samt ihrer Rotkalk-Spaltenzone) wahrscheinlich auf beträchtliche Entfernung das zwar überprägte, jedoch originale, ursprüngliche Liegende **auch des SFR der Vilsler Schwellen!**



2

**TAFEL 14, Abbn 1 & 2**  
 Steinbruchansicht mit **NFR** und **SFR** trennender Hauptstörungszone - **Abb.1** (s.Beitext und **Tafel 4**).  
 Modifiziertes Profil **P1051F** (s.**Tafel 17**) mit für die stratigraphische Position der in **Kap VII.** erwähnten **kretazischen Vilsler Nucleata-Platythyris-Brachiopodengemeinschaft** (Pygopidae) vergrößertem oberstem Abschnitt (Bereich **Z.3**-jüngster Hartgrund-basaler Rothorizont der Tannheimer Schichten) - **Abb.2.**

Vergesellschaftung) sowie die stellenweise gesteinsbildenden Anreicherungen oberjurassischer **Schwebcrinoiden**. Isoliert betrachtet, scheinen eben ViKa-Bildungs- und Ablagerungsmilieu weder Aufkommen und Entwicklung von Mikroorganismen und wohl noch weniger der Erhaltung ihrer Hartteile besonders förderlich gewesen zu sein.

Kurz gehaltene Ausführungen zur Entstehung und Geschichte des so bezeichneten „Südlichen Faziesraums“ der Vilser Schwelle (**SFR**) sind (u.a.) im Kap **II**. dieser Arbeit nachzulesen.

Trotz deren Kürze kann ihnen entnommen werden, daß seine (bio-) fazielle Vielfältigkeit, ja Ausgefallenheit seiner Abgeschlossenheit zuzuschreiben ist - einer **Eigenständigkeit**, die mit noch hinreichender **Zugänglichkeit von N, vom Beckenablagerungsraum** her befristet war.

Erinnert sei dabei beispielsweise an seine dichten, kondensierten Planktonfaunen, an die Ammoniten- und Aptychenanreicherungen in den lachsroten knolligen Kalken der Pfronten-Fm, die größeren Sedimentmächtigkeiten als im **NFR** (Rotensteinkalk bis „Bianconekalk“ mit jüngstem Hartgrund, Oberapt) etc. Später mag dieser südlich an das Stammgebiet angrenzende Teil der Vilser Schwelle, zwischen den beschriebenen beiden Barrieren zusehends vom Beckenraum abgeschnitten, als nunmehr weitgehend isolierter (Tief-) Schwellenabschnitt zunehmend **extremere Ökobedingungen** zugesteuert sein und hat sich, allmählich zusammengeschoben, verkürzt, eingefaltet und sodann, im noch offen verbliebenen Mittelabschnitt, von den Tannheimer Schichten abgedeckt, für seine hochdiversen Faunenelemente in diesem Spätstadium zu etwas wie einem tektonikgeschaffenen „Safe“ gewandelt. Charakteristisch für diese Abgeschlossenheit zwischen den Barrieren sind etwa die in der Sattelfazieszone (**SaFZ**) ganz im S des **SFR** (Taf **4**) als regelrechter „Aufarbeitungshorizont“ auftretenden Produkte und Reste aus der nördlich vorgelagerten „Stromatolithenzone“ und die – gleichfalls strömungsbedingt! – nur dort vorzufindenden, äußerst bunt eingefärbten jüngsten Sedimentabschnitte und auffallend dicken Fe-Mn-Deckkrusten (15cm und darüber).

Vorgesehen ist eine dem **SFR** und seinen Zusammenhängen gewidmete, in dieser Abhandlung mehrfach erwähnte und direkt an sie anschließende Arbeit, in der u.a. den aus dem Makro- und Mikrofossilreichtum resultierenden **biostratigraphischen Möglichkeiten** viel Platz reserviert ist. Ihr vorläufiger, der Präsentation Pangeo 2006 entlehnter Titel: *Zur Stratigraphie und zu den Fazieswechseln in der Schwellenfazies der Vilser Alpen (sog. „Vilser Schwelle“) im Bereich der Jura-Kreide-Grenze und in der Unterkreide bis zur „Tannheimer-Schichten-Wende“*.

Recht selten vertreten sind im ViKa weiters **Gastropoden**, und dies gilt, den uD-Typ in Rotensteinfazies davon ausgenommen, ebenso für **Bivalven**.

Immer wieder hingegen waren große, vollständig erhaltene **Gastropoden** in den roten toarcischen Füllungen der Spalten- bzw. Brekzienzone (der Schwellen-„Unterlage“) zu finden. Feine rote Mikrite haben sie dort allem Anschein nach an ihrem Lebensort eingebettet und bewahrt, auf den Gehäusen abgeschiedene rotbraun-eisenoxidische Beläge zu teils bester Erhaltung beigetragen (Taf **6**, Abb **2**).

**Ammoniten** sind im ViKa gleichfalls nicht häufig und meist sehr schlecht erhalten (Taf **12**, Abb **1**) - ganz im Gegensatz zu den reichen Faunen in seinem Liegenden (Taf **6**), aber auch zu den Massen des malmisch-unterkretazischen Anteils der Gesamtabfolge (offenbar schubweise und mit Massen kleinster Konche - ?Brut). Im Malmanteil des ViKa und darüber gewinnt dieses Faunenelement sehr rasch etwa in dem Maße an Bedeutung, in dem sie die Brachiopoden verlieren (oberjurassische Ammonitenkalke, Taf **16/1** & **18**, Leg.-Nr. **9**).

In einigen Proben aus dem Typ mD und vor allem aus dem Callov-Typ (oD) ist uns der beträchtliche Anteil an **Bryozoen**(-resten) aufgefallen (Taf **11** & Taf **13/2**, Abb **9!**).

Unter den **Echinodermaten** überwiegen, wie erwähnt, stets bei weitem die **Crinoiden**. Nur in der „Rotensteinfazies“ des Typs uD (Taf **10**) treten – neben Massen dickschaliger Bivalven und den für diese Fazies typischen, kaum kirschkerne großen Brachiopoden (Taf **2/1**, Abb **2!**) –, zusammen mit Crinoiden, sehr häufig flachgedrückte Seeigelgehäuse (Coronae) und große Mengen abgefallener Stacheln auf.

So beeindruckend die Brachiopodenmassen etwa des Typs uD vom Roten Stein (mit Mächtigkeiten von 10, 15, 20m und darüber) oder – beinahe noch eindrucksvoller - die des

**ViKa-Vorkommens** bei **Schattwald** aber auch sein mögen, so sind die ViKa-Brachiopoden biostratigraphisch, so überhaupt, doch nur eingeschränkt nutzbar.

Lokales, also schwellegebundenes, von befristet günstigen Ökofaktoren geschaffenes und abhängiges Element, fehlen ihnen, die paar auf beachtlichen Umwegen ammonitengeeichten Formen aus dem Oberdogger-ViKa möglicherweise davon ausgenommen, jedenfalls für feinere stratigraphische Unterteilungen des ViKa-Abschnittes der Gesamtabfolge die nötigen Voraussetzungen (Leitfossilqualitäten). Es gibt für sie kein Bezugssystem – etwa in Form ungestörter, geeichter Entwicklungsgänge. Sie sind kaum mehr als eines von den lithologischen Merkmalen der Ablagerung: Anfangs Hauptbestand, sodann rasch rückgängiges, zusehends crinoidendominiertes Element lichter Crinoiden-Brachiopoden-Kalke („Schwellenfazies“), zwar mit einigen ammonitengeeichten Oberdoggerformen, ansonsten aber ohne jegliche kontinuierliche, zusammenhängende Entwicklung.

**Schlagartig** treten sie über den roten toarcischen Cephalopodenkalken (cf. Adneter; Kap IV.) in Erscheinung. Sie sind Faziesfossilien. Nicht etwa infolge ihrer Leitqualitäten konnte das Alter der (Schwellen-) Ablagerung festgelegt werden, sondern **sie** sind nach einigen wenigen über die Ablagerung bekannten Fakten vage zugeordnet worden.

Dabei dürften die paar geeichten Oberdoggerbrachiopoden, welche die altersmäßige Einstufung des ViKa s.str. zuließen, wohl den wichtigsten Bezugspunkt gestellt haben. Erst durch unsere Entdeckungen ist dieses ihr Auftreten – mit Einsetzen (Untergrenze), gedeihlichster Entwicklungsphase („ViKa-Entwicklungsphase“), Auslaufphase (Ober-„Grenze“), mit verbindlichen stratigraphischen und faziellen Zusammenhängen, mit fazielltem Wandel, den Begründungen dazu etc. – fester umrissen.

Ihre Gehäuse, im Lebensbereich dicht an dicht in Massen abgelagert, sind zudem ja vielfach erneut in Bewegung geraten, resedimentiert worden (Endlager) und dabei in vielfältige Kontakte mit Beckensedimenten geraten (s. etwa Taf 19). Ungestörte, kontinuierliche Entwicklungen (Einsetzen, Reichweiten etc.) ermitteln zu wollen, wäre auch aus diesem Grund völlig ausgeschlossen. Außerdem scheinen wesentliche Leitfossileigenschaften wie stammesgeschichtliche Kurzlebigkeit und gute Unterscheidbarkeit dem Großteil der Brachiopoden des gegenständlichen Zeitabschnitts (Lias-Dogger-Malm) überhaupt zu fehlen. Großtektonisch gesteuerte, anfangs Lebensraum und Lebensbedingungen hervorbringende, jedoch relativ kurzfristig auch wieder verändernde Vorgänge begünstigten Aufkommen und Entfaltung zunächst; gerade diese langspannig fortgesetzten Vorgänge haben in der Folge aber jegliche kontinuierliche weitere Entfaltung nicht bloß beeinträchtigt, sondern unterbrochen und schließlich ganz beendet und damit Raum sowie Grundlagen für neue, ganz andersartige Entwicklungen geschaffen (Faunenfolgen, s.unten!).

Die Literatur bestätigt einige dieser Überlegungen. Aus Beschreibungen mit genauerer Lokalitätsangabe (s. etwa bei ROTHPLETZ) geht hervor, daß nicht nach den enthaltenen Fossilien – Brachiopoden, aber auch anderen! – das Alter der Ablagerung festgelegt worden sein kann, sondern, umgekehrt, die enthaltenen Fossilien ganz eindeutig nach dem **vermeintlichen Alter** der Ablagerung zugeordnet, „bestimmt“ worden sein müssen.

Z.B. hinterer Leebach: Vermeintliche rote Liaskalke, tatsächlich jedoch rote knollige jüngste, oberjurassisch-unterkretazische Abschnitte der „Pfronten-Fm (**SFR**); vermutlich handelt es sich bei den abgebildeten Brachiopoden um vereinzelt aufgefundene Exemplare der in dieser Arbeit mehrfach erwähnten kleinen unterkretazischen *Nucleata-Platythyris-Vergesellschaftung* (**Pygopidae**). Diese verfügen im übrigen über wesentlich bessere Leitfossilqualitäten als die Brachiopoden des Lias-ViKa-Zeitabschnittes.

Angeblich unterdoggertypische Brachiopoden entpuppen sich in etlichen Fällen als schon im Lias vertretene, im gesamten ViKa persistierende, ununterscheidbare Durchläufer etc., und nach dergleichen Erfahrungen gelangt man alsbald zur Überzeugung, daß Studien über die biostratigraphische Verwertbarkeit der Brachiopoden des Lias-ViKa-Zeitabschnittes – abgesehen davon, daß solche nicht Gegenstand dieser Arbeit sind - keine lohnende Aufgabe wären, weshalb denn auch darauf verzichtet wurde, eingehender danach zu forschen.

Die ViKa-Brachiopoden sind (Schwellen-) Faziesorganismen, schlagartig aufgekommen unter den befristet günstigen Bedingungen der „**ViKa-Entwicklungsphase**“. Sie sind eine der dem tektonikinduzierten laufenden Wandel unterworfenen, stetig davon beeinflussten **Faunenfolgen** - nach Wegfallen der günstigen Lebensbedingungen jeglicher Weiterentwicklung offensichtlich ganz beraubt [(Schwellen-) Faziesfossilien].

Wesentlich interessantere, dem Themaschwerpunkt dieser Abhandlung dienlichere Informationen bieten die **wechselnden Faunenfolgen im ViKa** selbst und – über diesen hinaus – dann in der ihn einschließenden Gesamtabfolge.

In einer und derselben Entwicklungsphase, z.B. in der des ViKa, konnten sich in den verschiedenen Lebens- und Ablagerungsbereichen der Schwelle unter unterschiedlichen ökologischen Voraussetzungen (und Sedimentationsbedingungen) offensichtlich auch **unterschiedliche Faunen** unabhängig voneinander entwickeln und behaupten: Tiefen-, Turbulenzen-, Strömungs-, Reliefabhängigkeiten, z.B. die beiden uD-Typen betreffend. Die nachfolgend vorgetragenen **Faunenfolgen** indes sind eine der Folgen der großräumigen, umfassenden Veränderungen der Ablagerungsräume und Ablagerungsbedingungen in der Gesamtentwicklungszeit; Ergebnis des langzeitigen Entwicklungsgangs und der Umstellungen und Neuentwicklungen während seines Verlaufs - mit Auswirkungen bis hin zu Erlöschen und vollständiger Ablösung von Faunen. Diese Veränderungen beeinflussen den Schwellenablagerungsraum entsprechend, die aus vielfältigen Ursachen allmählich veränderten Ökoverhältnisse und Milieuänderungen führen zunächst zu – noch! - schwellespezifischen Faunenfolgen und Ablagerungen, z.B. weicht in der ViKa-Entwicklungsphase **Brachiopodenentfaltung**, Typ uD, sukzessive **Crinoidenentfaltung**, Typ oD. Kontakte und Zusammenhänge mit dem Beckenablagerungsraum werden häufiger und deutlicher.

Letztlich geht der ehemals eigenständige Schwellenablagerungsraum aber im Großgeschehen gänzlich auf. Die Vilsener-Schwelle-Gesamtabfolge mit ihrer Vorgeschichte: „Liegendes“ und ViKa-Abfolge, gegenüber ihrer späteren Entwicklungsgeschichte: Untergang der schweleneigenen Faunen, Erscheinen der im zusehends ausgeglichenen Schwelle-Becken-Lebensraum gleichermaßen präsenten Ammoniten, Dominieren der „Bianconekalk“-Sedimentation und pelagischer Faunen (Plankton) etc., dokumentiert diesen gesamten Ablauf auch sehr klar. Aufkommen der **Brachiopoden**, ihre mit dem **Dominieren der Crinoiden** gekoppelte Rückgängigkeit und ihr später vom umfassenden Milieuverlust beschleunigtes Ende verkörpern im skizzierten Entwicklungsgang die beiden **frühesten Faunenfolgen**.

Im Rahmen zwischen Toarc-Hartgrund (unten) und Übergang in den malmischen ViKa-Anteil (oben) lassen sich gewisse **Leitqualitäten** aber doch zumindest der oD-Brachiopodengemeinschaft des ViKa zusprechen, der angeblich *macrocephalus*-geeichte Hauptanteil dieser Fauna setzt sich immerhin aus sehr charakteristischen Fossilien zusammen („*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung“; s.u.a. in „Einleitung“!).

Weiters wohl auch den Massen der großen uD-Brachiopoden, denn sie folgen in Form dieser mächtigen, „reinen“ Brachiopodenmassen charakteristischer Zusammensetzung immer nur unmittelbar auf die roten Toarc-Cephalopodenkalke (und Hartgrund), später findet sich solches Brachiopodengedeihen nicht mehr (Taf 10, Abb 7-9).

Und ebenso der adult durchwegs nur erbsengroß (oder noch kleiner) gewachsenen Fauna der „Rotensteinfazies“ des uD-Typs mit ihrem weit überwiegenden Rhynchonellenanteil (Tafel 2/1, Abb 2!) und dem ebenso kleinwüchsigen Anteil an terebratuliden Brachiopoden.

Beim Vergleichen der diversen Vergesellschaftungen erstaunt allemal das Ausmaß der Unterschiedlichkeit sowohl „zeitgleicher“ (uD) wie zeitunterschiedlicher ViKa-Faunenanteile (oD). Wie bereits geäußert, könnten die kleinen, lagig-linsigen oder nestartigen, trotz ihrer Dichte in der Masse der mittlerweile aufgekommenen Crinoiden fast verlorenen Anhäufungen

der oD-Vergesellschaftung einen Hinweis auf nur mehr wenige kleine, ökologisch noch taugliche Entwicklungsnischen bergen.

Im ViKa bei **Windischgarsten** fanden sich Vertreter derselben Vergesellschaftung, jedoch meist nur vereinzelt oder in vergleichsweise geringer Zahl, locker verteilt in hellem Echinodermen-Spatkalk.

Im **Oberjura** jedenfalls reagieren alle diese während der Mitteljura-Zeitspanne zunächst zu so ansehnlicher Entfaltung gelangten ViKa-Brachiopoden auf den zunehmenden Milieuverlust mit Auflösung ihrer vielfältigen Gemeinschaften und mit raschem Rückgang.

Den damals intensiv betriebenen diesbezüglichen Nachforschungen nach (Typlok, Roter Stein, Vilser Steinbruch) bedeutet dies offenbar nicht weniger als Reduzierung auf alsbald nur mehr vereinzelt, dabei allerdings oft auffallend großwüchsige Formen, mehrheitlich rhynchonellide und teils besonders große **pygopide** (?*Pygope*). Größere Ansammlungen sind verschwunden, und dem scheinen sich offenbar sehr rasch Totalausfall und Erlöschen aller dieser Entwicklungen anzuschließen.

In den roten Knollenkalken der Pfronten-Fm fanden letztere, ebenfalls mit auffallend großen Exemplaren, ihre (im **SFR** bis in die Unterkreide reichende) Entsprechung.

### **Sedimentationsumstellungen, Faunenfolgen** („Stammgebiet“) und **Umrahmung** der Vilser Schwelle

Der tiefgreifende Wandel im gegenständlichen Ablagerungsraum und –zeitraum läßt sich mit folgendem Überblick über **Sedimentationsverlauf** und –änderungen sowie über die damit verbundenen **Faunenfolgen** (im Stammgebiet) veranschaulichen.

#### **1.) Ausgangssituation:**

Ein (noch nicht eingehender untersuchter) flacher obertriassisch-(tief-)liassischer Ablagerungsbereich - ?**Plattform** - wird in einer ältesten, bereits vor Auftreten der Rot- und Buntsedimente in Gang gekommenen, bruchtektonischen Entwicklungsphase zerlegt und in der Folge als (Graugesteins-)„Unterlage“ des Stammgebiets der Vilser Schwelle in weitere, langfristig fortgesetzte großtektonische Aktivitäten und durch sie verursachte Sedimentations-, Fazies- und Faunenwechsel einbezogen. Die **bruchtektonische Anfangsphase** ist nicht lokales Ereignis, sondern **Einleitung großräumiger Veränderungen**, unter denen der **Umgestaltung der alten Ablagerungsräume** die meiste Bedeutung zukommt.

Sedimentations-, Fazies- und Faunenwechsel in ihrem Gefolge sind eindrucksvoll auch in der Schwellenabfolge erhalten und abgebildet - in der frühen, „schwellespezifischen Phase“ („Schwellenfazies“, „ViKa-Entwicklungsphase“) zunächst zwar sehr deutlich von der Beckenfazies unterschieden, mit Absinken und Ausgleichung Schwelle-Becken dann aber Beckenfazies und Beckensedimentation mehr und mehr angeglichen.

In der rezent erhaltenen Anlage scheinen „Unterlage“- (= Plattformsedimente) und Rot- und Buntsedimente („Schwellenfazies“) darüber scharfe, unüberwindliche Grenze zum nördlich vorgelagerten Beckenablagerungsraum (**AD**-Beckensequenz) zu sein, was zu langen, in Unkenntnis stratigraphischer und fazieller Fakten geführten Streitigkeiten über die Tektonik Anlaß gab (Deckenlehre: „Vilser Decke in Schwellenfazies“ - „gebundene Tektonik“). Tatsächlich aber birgt diese „Grenze“ den zwar tektonisch stark belasteten, teils verdeckten oder sonst veränderten, aber dennoch vollständig erhaltenen Abbruchrand, aus dem das „**Vilser-Schwelle-Stammgebiet**“ hervorgegangen ist, sowie dessen ununterbrochenen Zusammenhang mit dem nördlich vorgelagerten Beckenablagerungsraum (**AD**).

Die **Bruchzone** ist das Stammgebiet, **ist** die eigentliche Vilser Schwelle mit den ihr eigenen Ablagerungen – Schwellenfazies, zunächst mit „Liegendem“ und „ViKa-Entwicklungsphase“.

Seine weitere Entwicklung und Umgestaltung ist engst mit Umgestaltung und Abtiefung der Beckenablagerungsräume verknüpft und ohne sie nicht denkbar.

Die den **ViKa einschließende Gesamtabfolge** (Stammgebiet, **NFR**) ist der, wenn auch tektonisch belastete, so doch klare, eindeutige Beweis dafür. Ihre Buntsedimentfolge entspricht der originalen, im **SFR** sogar bis über den Sedimentärkontakt mit den Tannheimer Schichten hinaus vollständig erhaltenen Sequenz und beinhaltet somit, wenngleich im **NFR** massiv überprägt, die **gesamte Entwicklungsgeschichte der Vilser Schwelle** - samt ihrem mit Abdeckung durch die Tannheimer Schichten vollzogenen Ende (**NFR & SFR**).

Die Sedimente der ehemaligen Plattform - nunmehr „Unterlage“ - setzen sich, soweit zugänglich, aus dünn- bis dickbankigen, anteilsweise auffallend sterilen und durch und durch homogenen, sandgrauen, oft **gelbstichig** grauen **dolomitierten Kalken** zusammen. Nach Zerbrechung und Sedimentationsumstellung sind Rotsedimente als Füllungen mächtiger Spalten und feinsten Spältchen eingedrungen.

Die **Gesamtmächtigkeit** der Plattformablagerungen dürfte, wiewohl nirgends auch nur annähernd genau ermittelbar, jedenfalls nicht unter 50 bis 60m betragen (u.U. bis um die ?100m), größere, bei Steinbrucherweiterung abgesprengte Sequenzabschnitte vermitteln den Eindruck einer wechselvollen Sedimentationsgeschichte dieser Abfolge.

Die **Ausmaße** der Plattform lassen sich nicht verbindlich festlegen. Nach S hin könnten sie schmale tiefere Zonen lediglich unterbrochen haben (Kirchsteinkalke – Spikulite, ?vermittelnd zwischen Beckenfazies und Plattform- bzw. Schwellenfazies), es ist aber auch dort ein umfangreicherer, tieferer Abbruch denkbar, wenngleich **kein** mit den Gegebenheiten im Stammgebiet vergleichbarer (**SFR d Vilser Schwelle, Taf 17**).

Im Zusammenhang mit Vilser Schwelle und ViKa werden die Plattformsedimente in dieser Abhandlung als **obertriassisch-liassische** (Graugesteins-) „**Unterlage**“ bezeichnet.

**In allen Phasen** der weiteren Entwicklung und Veränderungen bleiben enge Beziehung und Zusammenhänge zwischen mittlerweile aus bzw. auf dieser „Unterlage“ herausgebildeter Vilser Schwelle und dem nördlich vorgelagerten Beckenablagerungsraum bestehen.

Ein **unterliassischer Anteil** der Plattform-Graugesteine (= der nachfolgenden Schwellen- „Unterlage“) wird ob darin aufgefundener schmaler, rötlich und braun pigmentierter Echinodermenschutt-„Linsen“ mit fingerlangen massiven, dicken Belemnitenroströsten als gesichert angesehen. In diesem Niveau zeigten diese ehemals (= rhätisch) noch charakteristisch sand- und gelbgrauen Gesteine erstmalig eine sehr blasse **violette** Farbbeimischung im grauen Grundton. Daraus scheint sich später das überaus kräftige Violett des „Violettkalks“ darüber entwickelt zu haben (Näheres s. Kap **IV. & V.**).

Unseres Wissens geht aus keiner der bisher zur gegenständlichen Geologie gezeichneten Karten wie auch verfaßten Schriften die Kenntnis der hier behandelten Plattform-Graugesteine („Unterlage“) hervor. Da wir indes nicht annehmen wollen, daß stratigraphische Zusammenhänge zwischen Rot- und Grausedimenten der Vilser Schwelle nicht wenigstens bei Ansichtwerden der teils ja doch mächtigen Rotkalkspalten in der „Unterlage“ erkannt worden sind, so bleibt wohl nicht viel mehr, als hinter der Unkenntnis besagter Plattform-Graugesteine deren vermeintliche Identität mit dem Hauptdolomit zu vermuten. Den gegenständlichen Ausführungen wird daher der **Hinweis** angeschlossen, daß die Einstufung dieser – zugegebenermaßen oft täuschend ähnlichen – Graugesteine der Vilser-Schwelle- „Unterlage“ als Hauptdolomit **falsch** ist! Ob und wie die Plattform-Graugesteine dem Hauptdolomit aufliegen, konnte im Arbeitsgebiet nicht ermittelt werden.

Mit Ablauf der bruchtektonischen Phase bildet sich aus bzw. auf dem niedergebrochenen Nordrand der Plattform das zum Beckenablagerungsraum im N hin vermittelnde, vorerst wohl flachwinklig-stufig angelegte „**Primärrelief**“ der Vilser Schwelle heraus. Die mit der nachfolgenden Einengungsphase verbundenen Schwelle- und Reliefumgestaltungen - etwa Anhebung, Abhangversteilung und –verkürzung etc. - veranlaßten, diese Bezeichnung zu Unterscheidungszwecken zu verwenden; s. auch unter **1.**) im Kap **VI.**, „ViKa-Vorläufer“.

Abbau und Erweiterungen im Vilser Steinbruch ermöglichten schließlich, die **Bruchzone** genauer zu beschreiben und als ehemals vermutlich ausgedehnte Brekzien- und Spaltenzone (N-S) zu identifizieren: Zone der „**älteren Brekzien**“ und südlich anschließende **Spaltenzone**, eine offenbar ziemlich weit nach S reichende Zone breiter und tiefer, aber auch feinsten Rotkalkspalten in der „Unterlage“.

Zusammen sind sie jener „Unterlage“-Abschnitt, auf dem (Primär-) Relief und (Nord-) Abhang der Vilser Schwelle angelegt wurden – **Stammgebiet**.

Ihre N-S-Erstreckung betreffend, war die Vilser Schwelle (selbst wenn ihr **SFR** einbezogen würde) somit vergleichsweise schmal angelegt. Dennoch muß sie, was den zum nördlich vorgelagerten Becken hin vermittelnden Schwellenabhang anlangt, wohl als mächtige, allmählich ausgebaute und in die Tiefen des Becken-Sedimentationsraumes hinabreichende, mit ihm und seiner weiteren Entwicklung stets direkt verbundene Anlage mit ausgeprägten Reliefunterschieden und von diesen wie auch von deren Tiefenlage abhängigen, **unterschiedlichen Lebensbereichen** gedacht werden.

In W-O-Richtung verläuft die Fortsetzung der Vilser Schwelle bzw. ihr entsprechender Systeme offenbar über große Distanzen. Die **tektonischen Aktivitäten**, die dieser Anlage und ihrem fortlaufenden Wandel zu Grunde liegen, erstrecken sich (den Arbeitsbereich betreffend) **zeitlich** von der **Obertrias bis in die obere Unterkreide**. Ausdehnung wie mit ihnen verbundene Umstellungen betreffend, kommt ihnen überregionale Bedeutung zu.

U.a. den Untersuchungen der mit dem ViKa-Neuabbau im O des Vilser Steinbruchs entstandenen Aufschlüsse nach ist nur die älteste Phase dieser langen, umfassenden tektonischen Aktivitäten mit bruchtektonischen, auf Dehnung und Verwerfungen (Brüche, Schollenbildung durch Abschiebungen etc.) beruhenden Vorgängen gleichzusetzen. Wie schon erläutert (Kap **VI**), ist jene turbulente Hochzone, auf der die „Rotensteinfazies“ gebildet wurde, ein guter Beleg für Einleitung und Anfang dieser ältesten, bruchtektonischen Phase. Weitere Reliefaus- und -umformungen, Versteilung des Nordabhanges, Verkürzungen S-N etc., sind hingegen der nachfolgenden S-N-Einengungsphase zuzuschreiben (Auf- und Überschiebungsvorgängen, mit allen späteren Folgen, so etwa den oben unter **II**. beschriebenen). Im Spätverlauf der Einengung vollziehen sich sodann nicht nur Annäherung des Stammgebiets an die Beckensedimentabfolge und damit Verkürzung der ursprünglichen Horizontaldistanzen (s. etwa unter **IX**.), es kommt im Zuge dieser Vorgänge auch zu allmählicher, nach N gerichteter Verdrehung und Verstellung des alten Stammgebietsblockes und zu weiterer Versteilung und Verkürzung des Abhanges. Diskordante Auflager und Kontakte der Sedimentkörper des alten Blocks und ebenso diskordante Füllungsabschnitte einiger jüngerer Spaltenfüllungen im ViKa belegen dies sehr eindrucksvoll (Taf **23**). Während solcher Bewegungen etwas geöffnete Kontaktflächen im alten Block wurden (wie Spalten) mit viel jüngeren, bunten schwellenseitigen Materialien gefüllt (u.a. mit dunkelroten, mikritisch gebundenen Biodetritusfüllungen mit dicken Muschelschalen - ?Inoceramen; Taf **7** und Abb **13** auf Taf **11**).

**Hinweis** auf die **Abbn 1** und **2** der **Tafel 7**, Skizze & Foto vom Abbaustand August 2005, weil aus den abgebildeten Aufschlüssen auch rezent sehr eindrucksvoll der Unterschied zwischen den oben, in Kapitel **VI/1.**, beschriebenen langen flachen, rötlichen, auf dem „Primärrelief“ angelegten ViKa-Basalfächern und den jüngeren, kürzeren, auf versteiltem Abhang gebildeten und bereits verstellten ViKa-Fächern hervorgeht.

„**Rahmen**“ der Vilser Schwelle:

Der Ausgangssituation angeschlossen und zu bedenken gegeben wird die **Umrahmung** der Vilser Schwelle. Verstanden seien darunter jene nördlich des **NFR** („Unterlage“ und den ViKa einschließende Gesamtabfolge) wie auch südlich des **SFR** [Übergänge aus Kieselkalken in die rote und bunte, über Pfronten-Formation (neu!) und „Bianconekalk“ (neu!) bis zum „jüngsten Hartgrund“ (neu!; Oberapt) reichende Schwellenfazies] auftretenden Sedimente, welche als zeitlich-fazielle Entsprechungen die Vilser Schwelle „einrahmen“ und Einblick in deren fazielle Nachbarschaft gewähren. Diese Umrahmung tritt ja im nördlichen wie südlichen unmittelbaren Nahbereich mit zahlreichen kleinen und größeren – alles reliktschen! - Aufschlüssen an den rezent erhaltenen (Schwellen-) Bestand heran.

Zu ihr zählen:

**a)** Ziemlich mächtige helle, weißlich-rötliche oder gelbliche **Oolithe**, überwiegend mit großen triassischen Involutiniden als Ooidkerne (nordseits, z.B. Ranzen, nahe Straßenrand der Bundesstraße nach Vils, wie südseits, z.B. Galgenberg; vom Ranzen stammen auch Proben mit Korallen und viel Korallendetritus).

Zum Thema s. **Tafelserie 15/1 bis 15/5** (mit zugehörigen Erläuterungen auf **15/4 & 15/5**)!

In den nördlichsten Anteilen der „Unterlage“-Gesteine im Vilser Steinbruch (Übergangsbereich Brekzienzone-Spaltenzone) setzen sich große niedergebrochene und verstellte Schollen aus dicken Bänken hell sandgrauer, **dolomitisierter oolithischer Kalke** zusammen, in denen dickere und bis ganz feine, dünne Ooidlagen wechseln und große Involutiniden die Kerne der Ooide stellen (s.dazu Taf **15/1**, Abbn **1 & 2!**). Wiewohl sie zeitlich recht gut „übereinstimmen“ dürften, so sind sie doch eindeutig den Plattform- („Unterlage“-) Graugesteinen zuzurechnen und lithologisch nicht identisch mit den unter **a)** aufgezählten hellen **Oberrhät-Oolithen** („Rhätoliaskalke“).

**b)** Graue und schwarze **Kieselkalke** (Kirchsteinkalke, Spikulite), nordseits wie südseits, im S mit ihren unmißverständlichen, aushellenden Übergängen in die rot-bunte Schwellenfazies (eingehende Ausführungen dazu unten). Im Nahbereich dieser Übergänge finden sich immer wieder bunte spikulitische Kalke oder, noch öfter und häufig im Mischungskontakt mit schwellenseitigen Echinodermenschüttungen, bunte, etwa honiggelbe oder rötliche reine Kieselschwarten sowie Hornsteinlagen oder –„schnüre“ (Taf **15/5**, Abbn **25 & 26**) - ähnlich übrigens den ViKa-Proben aus dem Klausgraben bei Losenstein.

**c)** Schmale Relikte von **Kössener Schichten im S**, also vor dem HD der ehemaligen oberen Vilser Decke (etwa Roter Stein S, nahe R.St.-Alm, Steinbruch „Fall“ S, ca. 1130 m etc.). Trotz ihrer Kleinheit lassen sich diese Relikte faziell von der vergleichsweise sehr reichen, üppigen Kössener Entwicklung im N (AD-Beckensequenz) sehr deutlich unterscheiden.

Der erwiesenen unmittelbaren Zusammenhänge wegen lassen sich der „Umrahmung“ der Schwelle außerdem hinzufügen:

**d)** die Sedimente der nördlich vorgelagerten (AD-) Beckenfazies.

Auch im Vilstal-Streifenfenster, „Schwanseezone“ (samt der Gegend um das ehemalige Schönbichl-Zollamt), häufen sich ja jede Menge bislang wenig beachteter Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Beckenfazies und Vilser Schwelle. Der Auswirkungen der finalen Einengungstektonik wegen bedürfte es gerade in dieser Zone besonders intensiver stratigraphischer und fazieller Nachforschungen.

Der **Umbau der Beckenablagerungsräume** ist in der Oberjura-Unterkreide-Entwicklungsphase, etwa ihre Abtiefung betreffend, bis in die **Aptychenschichten-Beckentiefen** vorangeschritten.

Das damit einhergehende Absinken der Vilser Schwelle ins „**Tiefschwellen“-Stadium** bewirkt, der zunehmenden Ausgleichung und dadurch Intensivierung der Zusammenhänge wegen, daß sich die den ViKa einschließende Gesamtabfolge (**NFR**) gegen Top hin mehr und mehr der Beckensedimentation angleicht und ihr ähnlich wird. Dies hat u.a. zur Folge, daß etwa jüngste, aus ihrem „**Bianconekalk**“-Abschluß (Schwellenfazies) entnommene Proben von solchen aus den Kalken der Aptychenschichten (Beckenfazies; dem südalpinen **Biancone** ähnlich) jedenfalls im Handstück oft kaum mehr zu unterscheiden sind. Im **SFR** wird diese Unterscheidung bei Proben aus der dem Beckenablagerungsraum nähergelegenen Nordfazieszone (**NFZ**; s.Taf **4!**) besonders schwierig. Etwa die (bisweilen sogar roten oder bunten) spikulitischen Sedimente im Mischungskontakt mit dem ViKa (Endlager - Hangfazies) erlauben es, Schwellensediment- und Beckensedimentanteile noch leicht und eindeutig voneinander zu trennen und zu unterscheiden.

Demgegenüber ist der „**Bianconekalk**“ bereits schwellenseitiges Äquivalent der feinkörnigen Aptychenkalke-Beckensedimentation dieser Spätphase zu nennen, von der Beckenseite her zu beziehen, auch davon abhängig und der Beckensedimentation bereits sehr weitgehend angeglichen.

Eine gewisse, von zahlreichen Faktoren herrührende **schwellenseitige Eigenständigkeit** und Unterscheidbarkeit bleibt aber auch in dieser Phase immer erhalten: Makroskopisch etwa durch bunteste Fe-Mn-Einfärbungen in den südlichsten Schwellefazieszonen, stromatolithische Bildungen, Fe-Mn- (& Phosphorit-) Knollen, Strömungsaufarbeitungsrelikte und dgl., mikroskopisch durch Einfärbungen, *Frutexiten* in allen Bildungsstadien, durch extrem kondensierte Mikrofaunen, größere Echinodermen-Bioklastenanteile und überhaupt viel dichteres biogenes Feinmaterial oder durch so rätselhafte Erscheinungen, wie sie wesentlich größere, dickwandigere Mikroorganismen, etwa auffallend große Calpionelliden mit sehr häufig gut bis sehr gut erhaltenen Kragenpartien, darstellen. Faziell weiter vervielfältigt wird diese Eigenständigkeit dann etwa durch Bildungen wie die roten Knollenkalke der Pfronten-Fm, die ganz verschiedene Lithologie und Gefüge aus Bewegung und Oxidation genau derselben feinstkörnigen (Rest-) Sedimentation dieser Endphase (mit sehr geringen Sedimentationsraten) beziehen (s.auch Kap II.).

Und schließlich:

e) weniger ihrer Umrahmung zuzurechnen, als vielmehr als Teil oder Abschnitt der Vilser Schwelle zu verstehen – der Falkensteinzug.

Trotz bedeutender, stratigraphisch-faziell wie tektonisch begründeter Erschwernisse konnte der **unmittelbare Zusammenhang von AD-Beckenfazies und Vilser Schwellenfazies** nunmehr eindeutig nachgewiesen und gesichert werden. Die uralte, grade auch den **Falkensteinzug** betreffende und einschließende Streitfrage - „Vilser *Decke*“, eine aus Unbekannt aus dem S verfrachtete und im N ortsfremd abgelegte Mitteljura-Schwellenfazies – ist im Arbeitsgebiet ebenso eindeutig gelöst und entschieden worden, und zwar zugunsten dessen, was die sogenannte „**gebundene Tektonik**“ vertritt. Zusammen mit dem Vilserkalk, seiner Entstehung, stratigraphischen, faziellen, paläogeographischen Position, seiner faziellen Verfremdung, seinem Ende, den Ursachen dafür etc., ist ebendieser Nachweis Schwerpunktthema der Abhandlung (s. dazu auch Kap XII.).

Mit dem oben unter 1.) Ausgeführten („Plattform“) und dem, was als „Rahmen der Vilser Schwelle“ erhalten blieb [a) bis d)], kann - für die Zeitspanne Rhät-tieferer Lias, jedenfalls aber vor Einsetzen der Schwellen-Rotsedimente – folgendes „**Vorschwellenstadium**“ zu skizzieren versucht werden. Den nachfolgenden Betrachtungen darüber vorausgeschickt sei aber, daß die **Radiolarite** der AD-Beckensequenz immer nur kalkige „Radiolarite“ (ZACHERS „Bunte Hornsteinschichten“) sind, die vielerorts massenhaft Aptychen führen und viel mehr schon an die Aptychenschichten denn an Radiolarite erinnern. Gleich große, die Beziehung „Plattform“ - Schwelle - **Umgestaltung und Abtiefung der alten Beckenablagerungsräume** betreffende Bedeutung messen wir dem Umstand zu, daß den **Fleckenmergeln** der AD-Beckensequenz jene hellgrauen bis schlierig gelbgrauen, eisenoolithisch-dunkel getüpfelten, ganz geringmächtigen **Basiskalke in Enzesfelderausbildung** vorausgehen (Eldrabach-Profil, AD).

In den Ausführungen unten werden sie auch „Liasbasis“ genannt.

Zunächst von N nach S betrachtet, kann, aus der Beckenfazies heraus (AD-Beckensequenz mit wohlentwickelten Kössener Schichten samt ebensolcher Korallenfazies), ein als breiter **Oolithsaum** erhaltener, durchströmter, turbulenter **Flachwasserbereich** angenommen werden. Er könnte die Plattform, der jedenfalls im obertriassischen Anteil (= Hauptanteil) Anklänge an evaporitische Sedimentationsverhältnisse zuzusprechen sind, ringförmig umschlossen haben, finden sich doch auch im südlichen Rahmen immer wieder zu massigen hellen Wänden aufgestapelte Oberrhätkalke, überwiegend Oolithe (hier wie dort mit Mächtigkeiten um die 20-30m). Als Beispiele dazu seien für den nördlichen Rahmen die mächtigen hellen Oolithe des (W') Ranzens, für den südlichen die des Galgenbergbereichs angeführt. Da im nördlichen Rahmen (vor allem W-Ranzens) auch immer wieder **Korallen** die Oolithe begleiten, mag der Oolithsaum im N mit einzelnen kleineren Riffkörpern, vielleicht gar mit einem größeren, zusammenhängenden **Riffkomplex** in Verbindung gestanden sein. Es schließen ja auch die Kössener Schichten der AD-Beckensequenz **Korallenkalke** von beachtlicher Mächtigkeit ein (Eldrabach-Profil). Neben diesen, den beeindruckenden Austernlagen, Lumachellen und großwüchsigen Brachiopoden etwa der Reichenbachaufschlüsse sind uns im Wald um das Eldrabachprofil auch noch Megalodontenkalke untergekommen.

Zwar seltener als im S, finden sich doch auch im nördlichen Rahmen, jeweils in der **Nachbarschaft der Oolithe** (z.B. Ranzenweg zur Ulrichsbrücke), eben jene hier etwas heller grauen, schwächigeren **Kieselkalke**, durchwegs **Spikulite**, aufgeschlossen, wie sie – dunkler bis schwarz, oft erheblich tonig-mergelig durchsetzt und mit schwarzen, wolkig verteilten Kieselsäurekonzentrationen – häufiger und mächtiger im südlichen Rahmen erscheinen, dort - im Gegensatz zum nördlichen Vorkommen - oft mit zuerst aushellenden und dann **bunten Übergängen in die Schwellenfazies** [s. oben, unter **b**]). Als beste Beispiele zu letzteren seien die Aufschlüsse im Vilser Steinbruch und am Galgenberg, über dem Eisstockschützenhaus, erwähnt, ganz besonders aber der **Kühbach-Aufschluß** unterhalb des Alpstrudel-Wasserfalles. Er wie auch seine Fortsetzung entlang dem **Zitterbach** nach W vermitteln ein Stück weit die besten Einblicke in die komplexen und komplizierten diesbezüglichen Zusammenhänge. Sie harren noch weit eingehenderer Untersuchungen.

Die der **Allgäu-Fm** vorausgehende eisenoolithische, brachiopodenführende „**Liasbasis**“ (AD-Beckensequenz, Eldrabach-Profil: nur gut einen Meter mächtige **Enzesfelder**-Ausbildung, siehe Taf **15/3**, Abbn **17-20**) scheint zeitlich wie faziell gut mit nicht mehr sehr mächtigen jüngsten oolithischen Kalken und Oolithen vom Ranzen (über dem Stegenhof) übereinzustimmen (Taf **15/3**, Abbn **21 & 22**), die aber dort ganz eindeutig dem **nördlichen Oolithsaum** zuzuzählen sind. Die Vermutung als richtig vorausgesetzt, daß diese (topographisch voneinander entfernten) Bildungen nur scheinbar nicht zusammengehören (erstere AD-Beckenabfolge, letztere Oolithsaum), könnte die zwischen Köss & Allgäu-Fm faziell ja doch recht auffällige Liasbasis (Köss – Liasbasis - Allgäu-Fm) das vom nördlichen Oolithsaum auf tieferen Hangabschnitten zuerst mit der Kieselschwammfazies und auf dem Endlager schließlich mit der Beckensedimentation in Berührung gekommene Äquivalent des **jüngsten, liassischen Anteils** des nördlichen Oolithsaumes darstellen.

**Mikrofaziell** ist diese Annahme übrigens bestens gestützt: Gut ausgespülter, etwas verwaschener Oosparit - nach **Umlagerung** biogen eingemischter Oomikrit.

Neben den wenigen Rhynchonellen und dem locker bis dichtgepackten Echinodermenschutt der kieselsäureharten Kalke der „Liasbasis“ ist ihr in allen Proben enthaltener, aber vergleichsweise noch geringer, lockerer Anteil an **Kieselschwammnadeln** für obige Auslegung von besonderer Bedeutung. Weiters, daß in ihrem wenig dichten Ooid-Komponentenanteil **erstmalig *Involutina liassica*** die Ooidkerne stellt, während die typischen großen Triasinvolutiniden der ältern Oolithe (einige ?Übergangsformen vielleicht davon auszunehmen) gänzlich verschwunden scheinen (Taf **15/3**, **17-20**). Und schließlich, daß - Spikula, Kieselhärte, Echinodermenschutt und Matrix ausgenommen - alles andere ganz gleich für das obengenannte Ranzenäquivalent gilt (Taf **15/3**, Abbn **21 & 22**).

Im übrigen paßte die auffällige Unterbrechung der Beckensequenz so gar nicht dahin, wo sie ist, wollte man die angesprochenen, „Plattform“-Schwelle-Becken betreffenden Umstände und faziellen Zusammenhänge unberücksichtigt lassen. Diese hier abgehandelten und in den obigen Vergleich gestellten „Basiskalke“ befinden sich wohl auch nicht zufällig am Beginn des von der **Wende „Köss-Fleckenmergel“ verkörperten Becken-Abtiefungsfortschrittes**: Er scheint zu dieser Zeit soweit gediehen, daß es zu derartigen Umlagerungen kommen konnte (?mußte).

Was nun Auftreten und Anordnung der Kieselkalke betrifft, könnte somit **im N**, zwischengeschaltet zwischen Oolithsaum und Liasbasis und wegen steileren Abfallens zur Beckentiefe hin möglicherweise schmaler ausgebildet, dem Oolithsaum beckenwärts ein **Schwammsaum** (Kieselschwammfazies) angegliedert werden (Kieselkalkgürtel, Spikulite – Kirchsteinkalk).

Im S scheint diese Fazies hingegen breiter, umfangreicher entwickelt gewesen zu sein. Auch sie mag die Plattform (wie der Oolithsaum) rundum gleichsam eingesäumt haben.

Dieser **Schwammfazies** („Kieselkalkgürtel“) ist, da an allen untersuchten Lokalitäten (wegen anderer Aufschlußverhältnisse Windischgarsten ausgenommen) sowohl als reine **Spikulite** wie auch in diversesten **Mischungen** und Kontakten mit Biogenschüttungen wie auch als bunt eingefärbte, gleichfalls oft mit Biogenschüttungen vermischte **Kieselschwarten** oder **Hornsteinlagen** sehr häufig wiederzufinden (s. Taf **15/3**, Abbn **23 & 24** und Taf **15/5**), große, wohl in erster Linie auf den Entwicklungsstand der Beckenablagerungsräume zu beziehende Bedeutung zuzumessen.

Eindeutig festlegen ließ sich diesbezüglich jedenfalls, daß sie, offenbar ebenso strömungsbegünstigt wie strömungsabhängig (upwelling?), vom **Lias** bis zum Übergang in den **Oberjura** einen **leitenden Umstand** darstellt und deshalb „**Leitfazies**“ genannt zu werden verdient.

In der früheren wie späteren Entwicklung fehlt dieses typische, während der angegebenen Spanne sehr ausgeprägte Phänomen nämlich. In dichter oder weniger dichter Vermengung mit ihnen begleitet es die (Endlager-) Beckenkontakte der Schwellensedimente dieser Spanne sozusagen „auf Schritt und Tritt“ (s. auch Taf **18** und i d Einleitg des Kap **X.**!).

Was demgegenüber **im südlichen Rahmen** besonders auffällt, sind die dort vergleichsweise pechschwarzen Kieselkalke mit ihren schwarzen, tonig-mergeligen Partien und der dunkelbraun bis schwärzlich getönten, wolkig oder lagig verteilten, glasig-scharf brechenden Kieselsäure.

An nahezu allen Aufschlüssen sind hier jene **Übergänge** erhalten, in denen diese Fazies – unter rascher Spikula- und Kieselsäureabnahme – zunächst aushellt. Bankung und die Bankungsdicke von etwa 10 bis 25 oder 30cm bleiben vorerst erhalten, die **aushellenden Bänke** sind teils auch bunt eingefärbt. Zwischen ihnen hat sich dünner, fast weißer „Sand“ durchwegs als nahezu unverfestigter Echinodermensand (KK-Keil, Steinbruch: überwiegend Crinoiden) erwiesen.

Diese Anordnung wechselt dann alsbald in die nicht mehr deutlich gebankte **bunte und rote Schwellenfazies** [s. oben unter **b**] & Taf **17!**].

Da auch die **Kössenerrelikte** des südlichen Rahmens dunkler, vermergelter, detritisch sind und mit der offenmarinen, durchlüfteten und durchströmten, mächtigeren, vergleichsweise fast „üppig“ zu nennenden Kössener Fazies des nördlichen Rahmens nicht annähernd mithalten, so könnte vermutet werden, wie oben unter **1.**) angedeutet: Die Plattformanlage könnte nach S hin ehemals ausgedehnter, mit Einsetzen und Fortgang der großtektonischen Aktivitäten jedoch in eine schmälere, nicht wie im N (zum Becken hin) weite offenmarine Abtiefung abgebrochen und übergegangen zu denken sein. Die Ursache wäre sicher in jenem komplexen Zusammenspiel zwischen den bruchtektonischen und den späteren Einengungsvorgängen zu suchen, welches zu Entstehung und laufendem Wandel der Vilser Schwelle geführt hat. Nach S hin scheinen **alte flache Ablagerungsbereiche** zwar auch laufender Veränderung und Umbau unterworfen, Entwicklung und Fortschritt der **Beckentiefen** haben sich aber offensichtlich im N und **nach N hin** vollzogen (AD-Beckenfazies), in dem Umfeld und in den Bereich hinein, in dem die Bruchtektonikphase zuerst die Vilser-Schwelle-Anlage geschaffen hat.

Unter Hinweis auf diese Phasen der Synsedimentärtektonik, in deren Verlauf die Vilser Schwelle angelegt und verändert wurde (**NFR & SFR**; s.u.a. im Kapitel **II.**), sei die Betrachtung über das ihr vorausgegangene „Vorschwellenstadium“ daher kurz folgendermaßen zusammengefaßt:

**Im N** (Bereich AD-Beckensequenz) wohlausgebildete **Kössener** Entwicklung mit Korallen sowie ein in Richtung Plattform anschließender, turbulenter Flachbereich, in dem beachtlich mächtige **Rhätoliasoolithe** entstehen konnten, gleichfalls im Konnex mit Korallen.

Die **Kieselschwammfazies** (Kieselkalke), die in den nach N hin zunehmend offenmarinen Verhältnissen der fortschreitenden Beckeneentwicklung aufkommt, vermittelt zwischen Flachbereich und Beckenfazies (Allgäu-Fm) und persistiert als „Leitfazies“ bis zum Oberjura.

**Im S** hingegen steht dem eine vergleichsweise ganz „unterentwickelte“, ärmere, detritische, vermergeltere **Kössener** Entwicklung und eine desgleichen beachtlich mächtige **Oolithsequenz** gegenüber und weiters eine allem Anschein nach irgendwie „bedeutendere“ - ?mächtigere, ?breitere - **Schwammfazies** (Kieselkalke) als im N. Im S zudem in unmittelbarem Konnex mit der bunten Schwellenfazies - **ohne Vilserkalk!** -, zeigt sich diese, ähnlich der Kössener Fazies, schwarz und vermergelt, versehen also mit Hinweisen, erstens in einem den offenmarinen Verhältnissen im N **nicht** entsprechenden Ablagerungsraum entstanden und zweitens, jedenfalls in einer späten Phase, in vermutlich schlecht durchlüftetem und schlecht durchströmtem Milieu von „normalmarinen“, offenen Bedingungen endgültig getrennt und schließlich ganz weggeschlossen worden zu sein.

Erinnert sei dazu noch an jene späte synsedimentäre Phase der Einengung, der zwischen nördlicher und südlicher Barriere die Herausformung des **SFR** der Vilser Schwelle zuzuschreiben ist (s. Kap **II.**).

## **2.) Weitere Entwicklung, Sedimentationsumstellungen, Faunen (-folgen):**

Bereits in den frühen Phasen jener großtektonischen Aktivitäten, denen – von den frühesten bruchtektonischen Vorgängen über Entstehung und Umbau der Vilser Schwelle bis hin zu deren mit Abdeckung durch die Tannheimer Schichten vollzogenem Ende – immerhin eine zwischen **Obertrias** (Rhät) und gesamter **Unterkreide** (Oberapt bzw. Oberapt-Alb) festzusetzende Gesamtzeitspanne einzuräumen ist, kommt es, wenngleich vorerst lokal, zu bemerkenswerten, gravierenden Umstellungen.

In der Abbruchzone, am zum nördlich vorgelagerten Becken hin vermittelnden Schwellenabhang und Relief manifestieren sich diese in völlig veränderter, geringmächtiger und unregelmäßig-lückenhafter, offensichtlich **upwelling-induzierter Sedimentation**. Es werden hoch kondensierte rote Kalke auf dem „Unterlagen“-Relief abgesetzt, die ein knolliges Gefüge - Bewegungsgefüge! - aufweisen können, eine **beckenseits herangeführte**, durch die upwelling-Strömungen im Abhangrelief des Stammgebiets abgelagerte unter- bis obertoarcische **Cephalopodenfauna** bewahrt (s. Taf 5, Abb 1, & Taf 6) und sowohl Brekzienzone (als rote Matrix der Graugesteinskomponenten) wie auch die mächtige Spaltenzone in der „Unterlage“ vollständig gefüllt und plombiert haben. Es sind uns bislang keine Spalten mit ViKa-Füllungen bekannt; jüngere Spalten mit jüngeren hellen Füllungen können dies aber bisweilen vortäuschen.

Diese geringmächtigen, immer selten kondensierten roten, knolligen Kalke sind im Arbeitsgebiet die einzigen der **Adneter Fazies** gut vergleichbaren – ammonitengeeichten! - roten Liaskalke; von uns wird in dieser Arbeit, wo von ihnen die Rede ist, deshalb meist ein „cf. Adneter“ hinzugefügt. Die lachsroten Knollenkalke der Pfronten-Formation (neu) sowie der helle „Bianconekalk“ (neu) – darauf sei nach Durchsicht der älteren Schriften und Karten aus guten Gründen mit Nachdruck hingewiesen – sind **Oberjura-** und **Unterkreidesedimente** des **SFR**, was den „Bianconekalk“ betrifft, auch des **NFR** der Vilser Schwelle. Die **roten Liaskalke cf. Adneter** haben bestenfalls partienweise Farbe und knolliges Gefüge mit dem der Pfronten-Fm gemein, **sonst NICHTS!** Aber selbst in der Farbe und, des doch etwas unterschiedlichen Bildungsmechanismus wegen, auch im Knollengefüge lassen sie sich meist ganz leicht unterscheiden.

Die Toarc-Ammonitenfauna taucht, zusammen mit großen (autochthonen) Gastropoden, nicht selten auch in den Füllungen der mächtigen Rotkalkspalten der Spaltenzone auf (z.B. Roter Stein, O, 1350 bis 1360m; ehemals, und besonders eindrucksvoll, auch im Vilser Steinbruch). In der Folgezeit dürfte sich in einem eigenen, im ausgedehnten Brekzien- bzw. Spaltenzonenbereich der „Unterlage“ entstandenen **neuen Lebensraum** die auffallend kleinwüchsige **Cephalopoden-Anschlußfauna** (Zwergfauna) des Grenzbereichs Toarc-Aalen entwickelt haben („Brekzien-“ oder „Spaltenfauna“; s. Kap IV., Taf 6, Taf 24, Abbn 7 & 8). Der unter V. beschriebene **Violettkalk** („Violettlias“) ist in dieser Phase der Sedimentationsumstellung wohl als die erste, älteste, basale Schwellenablagerung anzusehen, die kondensierten knolligen Rotkalke (cf. Adneter) darüber entsprechen der auslaufenden Restsedimentation vor der toarcischen Omission und Hartgrundbildung. Wo dieses älteste, zum Top hin bereits kondensierte und auffallend blauviolette Sediment der Vilser Schwelle langfristig unbedeckt blieb, schließt es mit korrodierte Oberfläche (Subsolutionsrelief) und dünnen schwarzen Verkrustungen ab.

Die kondensierte rote Liassedimentation endet abrupt mit der markanten **Toarc-Omission** mit ihrem eisen- und manganoxidisch rot bis dunkelbraun und schwarz belegten, oft dick krustenbedeckten **Hartgrund**, der aber auch ein krustenfreies, korrodiertes, wellig-unebenes Subsolutionsrelief aufweisen kann.

Unvermittelt, schlagartig – nur mit da und dort dünnen rot „geflamten“, von roten, braunen und schwärzlichen Verkrustungen zusammengehaltenen basalen Brachiopodenlagen – setzen darüber die mächtigen hellen, durchwegs sparitisch gebundenen **Brachiopodenmassen** des **uD-Typs** des ViKa ein. Je nach Aufschluß und Reliefanschnitt kann diesen der **uD-Typ** in „**Rotensteinfazies**“ ersetzen (im Beispiel vom Roten Stein W, ca. 1470m - mit Sicherheit tektonikbedingt -, auch überlagern; Kap VI.).

Die mikrofazial meist gut gestützten Hinweise, die diese typische (frühe) Vilser-Schwelle- und ViKa-Abfolge beinhaltet, sind mannigfaltig. Sie reichen von Hangversteilungen (Nachrutschen – häufig voneinander abwinkelnde Geopetalgefüge im uD-Brachiopodentyp, Taf 10, Abbn 7-9) und Absenkung der Bruchzone (daraus herzuleitende, kurzzeitige

turbulente Hochzone: Typ uD, „Rotensteinfazies“) - beides somit Abbrechen, Absinken und Herausbildung von Relief & Schwellenabhängig zuzuschreiben - über die Notwendigkeit, zwischen **Bildungsort** und **Endlager** (der ViKa-Ablagerungen) zu unterscheiden, letzteres - „Hangfazies“ - mit verschiedenartigen **Kontakten des ViKa mit mikritischen Beckensedimenten**, unter denen besonders die „Sprenkelung“ des ViKa und seine häufigen Kontakte mit locker bis dicht spikulitisch gepacktem Sediment hervorzuheben sind, bis hin zu den weit in diese Anfangsphase hinein und über sie hinaus offensichtlich noch höchst wirksamen upwelling-Strömungen.

Vom upwelling müssen die Massen der Unterdoggerbrachiopoden ja noch lange ökologisch besonders profitiert haben - wohl in erster Linie das permanent herangeführte, ausreichende Nahrungsangebot betreffend. Gleiches gilt für die in dieser Entwicklungsphase weithin und langfristig leitende **Schwammfazies** und, in der Endphase des ViKa, wohl auch noch für die **Crinoiden**.

Nach Absterben der Organismen nächst ihrem Lebensbereich im Relief abgelagert, wurden größere Anhäufungen ihrer Hartteile schließlich auf ihr Endlager weitertransportiert und resedimentiert. Sie kommen dort häufig mit Beckensedimenten in Kontakt (Taf 10).

Die **weiteren Veränderungen** – wie alle Phasen des Entwicklungsverlaufs unausgesetzter synsedimentärer Tektonik zuzuschreiben - sind nicht minder augenfällig:

Die frühen, enormen Massen von Brachiopoden weichen dünner- bis mäßig dicklagigen, weit weniger voluminösen Anhäufungen kleinerer, **neuer Formen** (mD, z.B. ROTHPLETZ‘ „*T.albica*“, oD mit „leitender Vergesellschaftung“ des oD-Typs; s. etwa in „Einleitung“!). Dies gilt bereits für den Mitteldogger-ViKa („Weißenhauskalk“, angeblich Typ mD; Taf 12), und in die Entwicklungsphase, welche dieser Typ repräsentiert, fallen erste brachiopodenarme bis –freie, echinodermerreichere Abschnitte, häufig mit an den **Reitmauerkalk** gemahnenden Massenansammlungen feinsten „**Filamente**“.

Die gedeihlichste Periode der Brachiopodenentfaltung ist jedenfalls Vergangenheit, ihre Entwicklung mit Sicherheit schon mehrfach unterbrochen.

Im **oD-Typ** findet man fast nur mehr kleine nestartige oder linsenförmige Ansammlungen noch kleinerer, aber vielfach ganz **neuer Brachiopoden** (s. Tafeln 2/1, Abb. 3 & 4 & 2/3), eigenartig „abgekapselt“ allerdings und fast verloren in den Massen der nunmehr dominierenden Echinodermaten, in dieser Entwicklungsphase weit überwiegend **Crinoiden**.

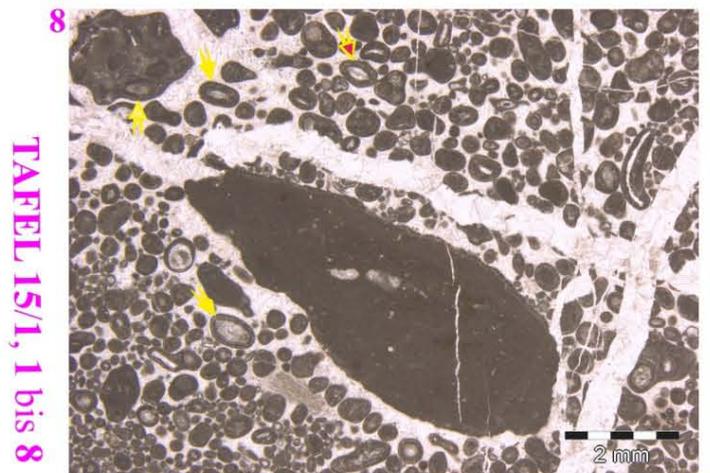
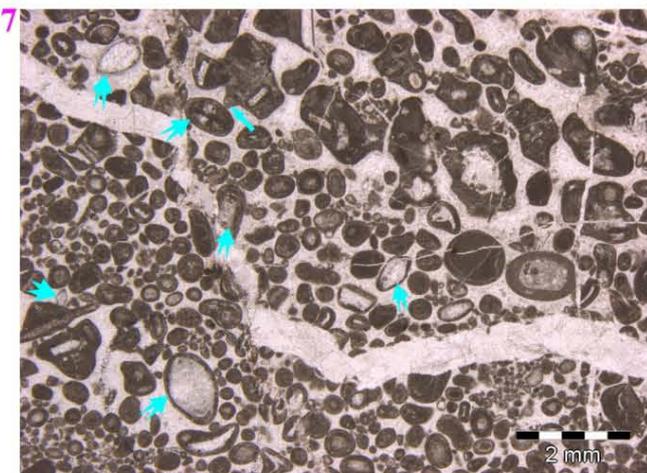
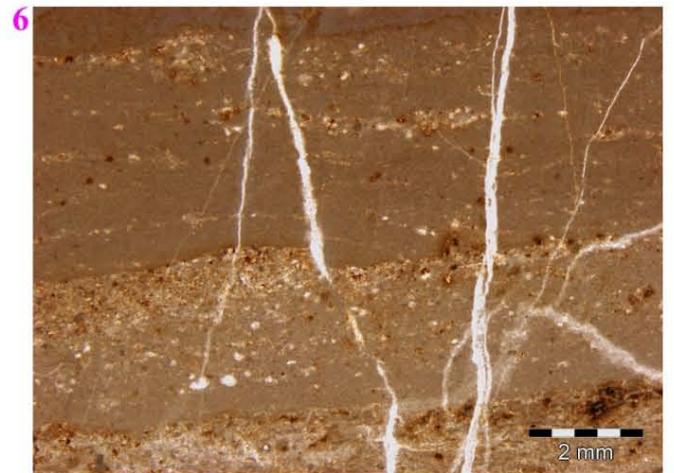
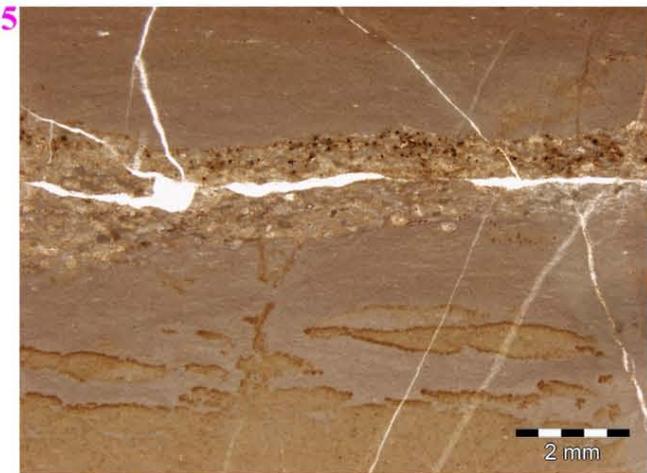
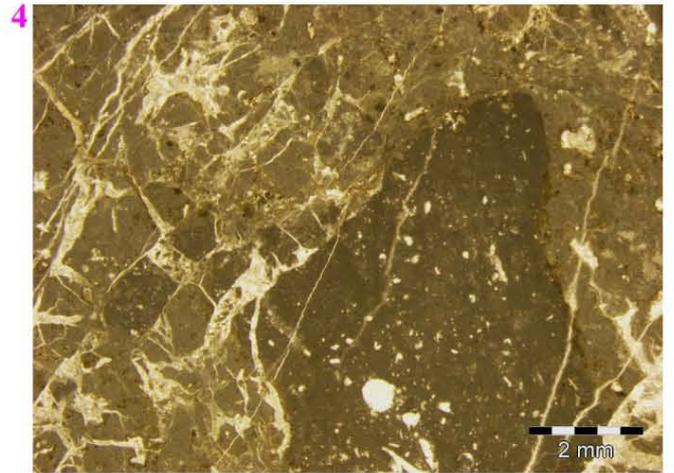
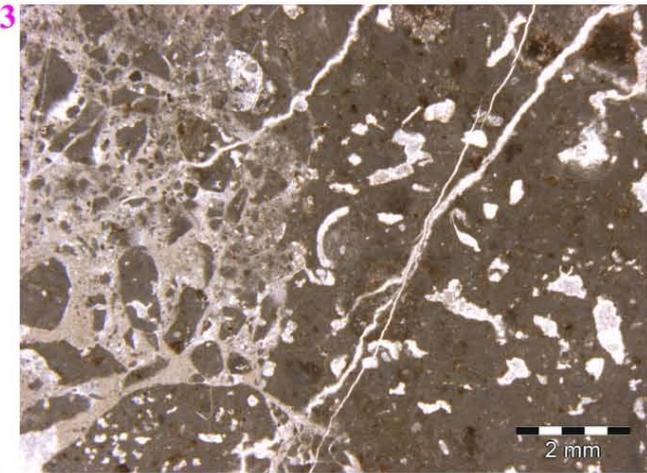
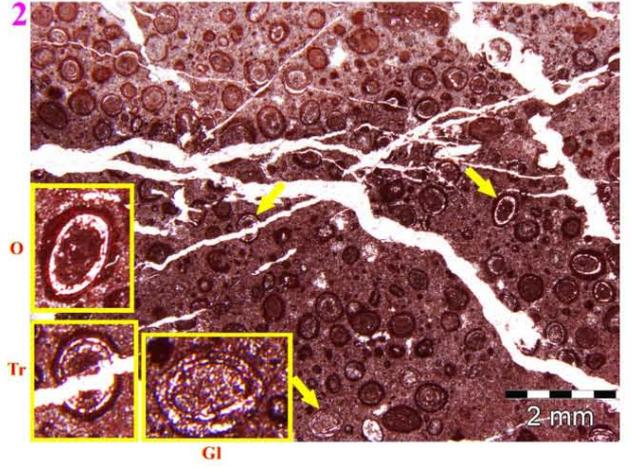
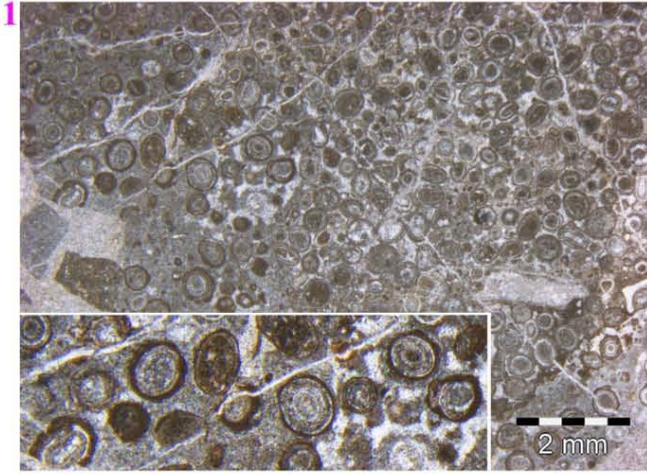
Wie den Typ uD die Brachiopoden, so dominieren den Typ oD (ViKa s.str.) in gesteinsbildendem Ausmaß die Skelettelementmassen dieser Echinodermaten.

Auch diese **Neubesiedlung** - mikrofazial gut „ausgewaschene“, sehr häufig grau und rot gesprenkelte, teilweise ammoniten- und bryozoenführende **Crinoiden-Brachiopoden-Biosparite** (grainstone) – profitierte mit Sicherheit noch vom upwelling.

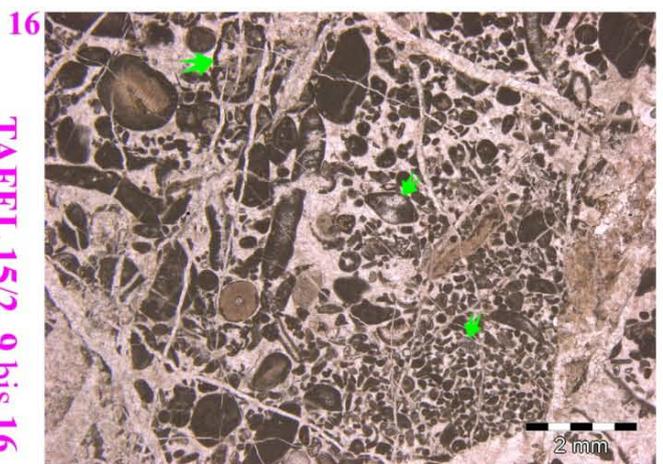
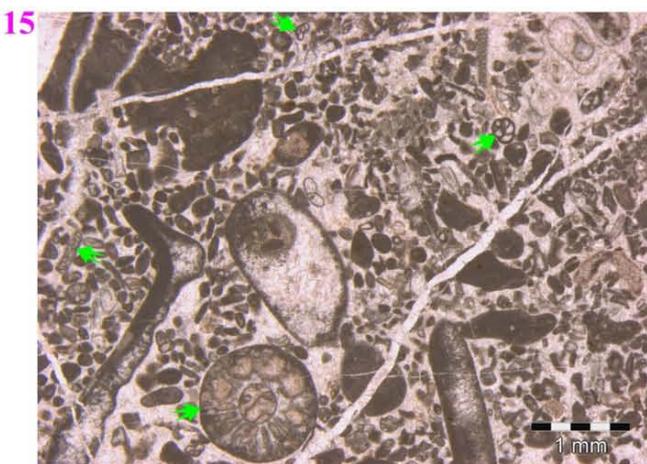
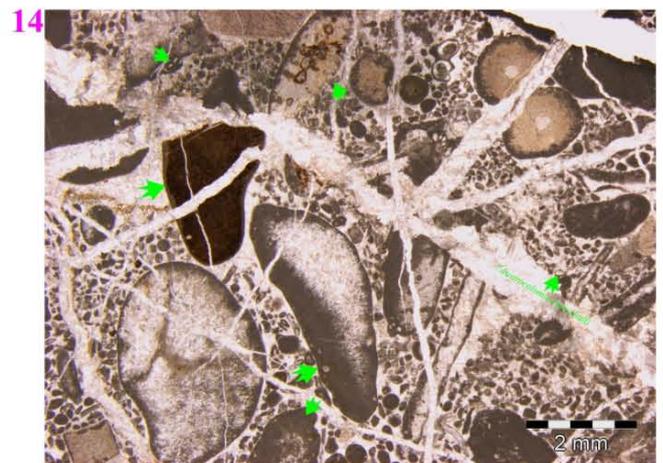
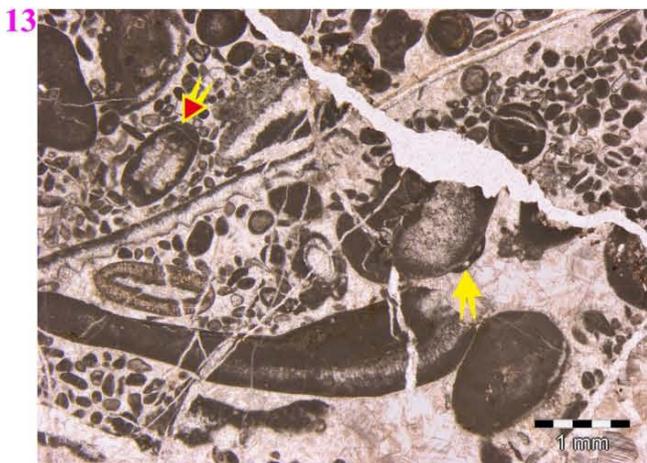
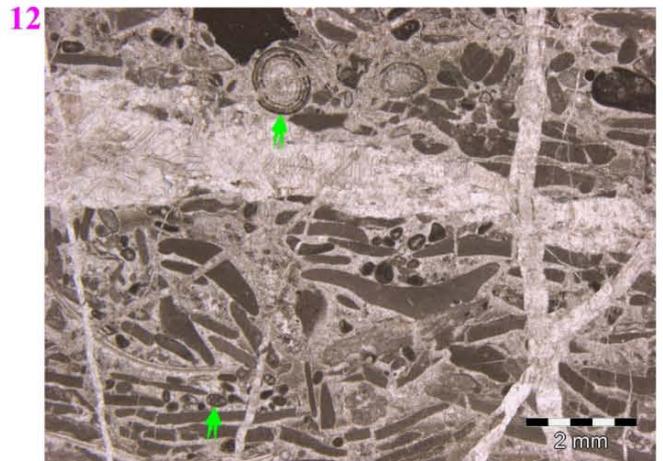
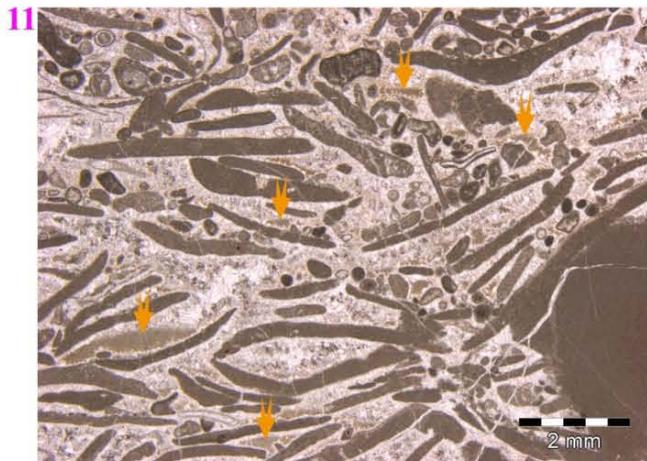
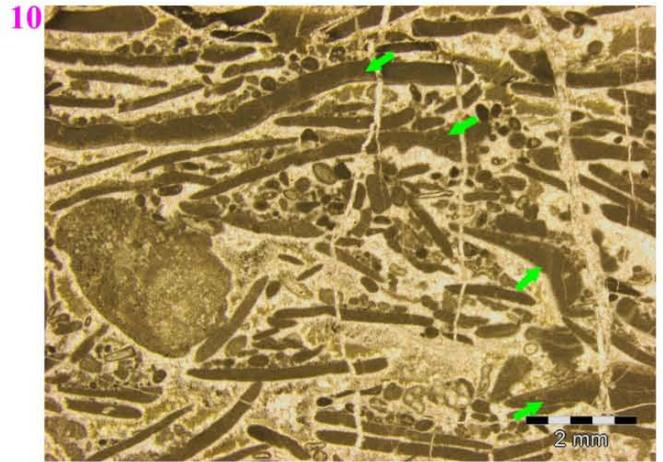
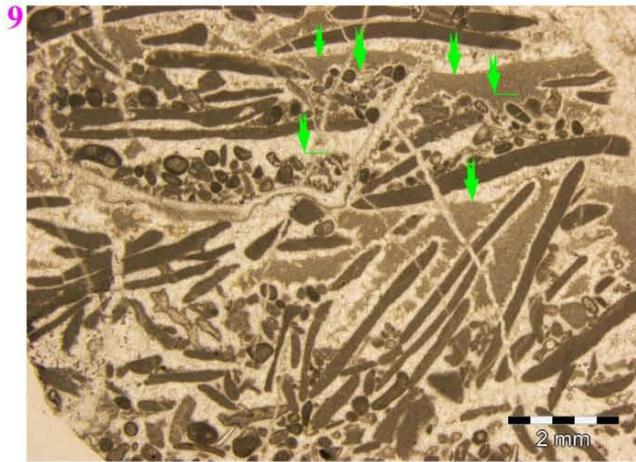
Sie dürfte zudem aber auch einen Hinweis auf die mittlerweile bereits in Gang gekommene Absenkung der Schwelle beinhalten (Crinoiden).

**3.) Weitere, den malmischen Anteil des ViKa wie auch die allmähliche fazielle Verfremdung dieser schwelletypischen Ablagerung einschließende Entwicklung, weitere Sedimentationsumstellungen und Faunenänderungen**

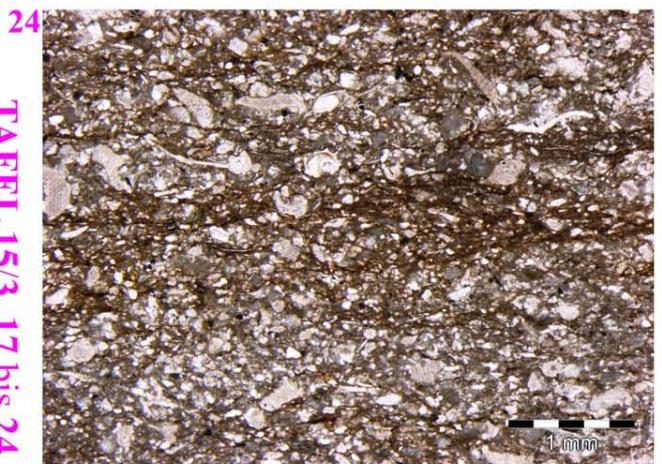
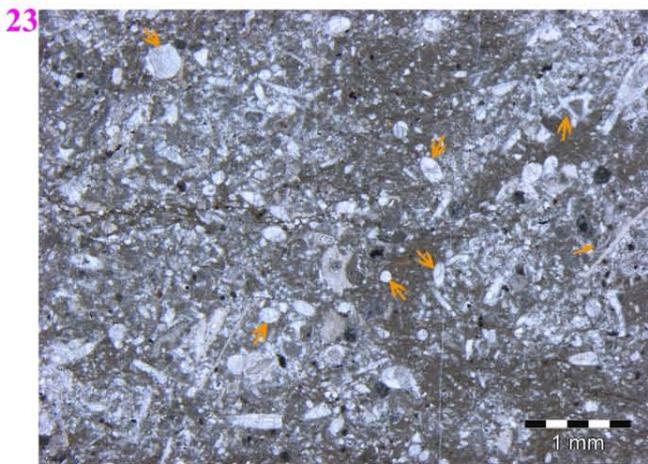
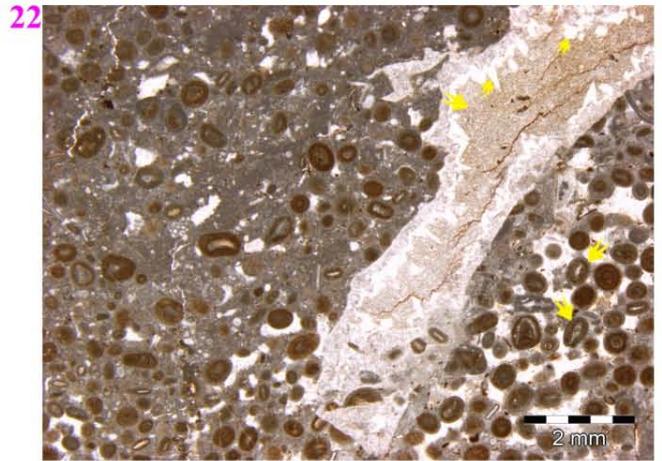
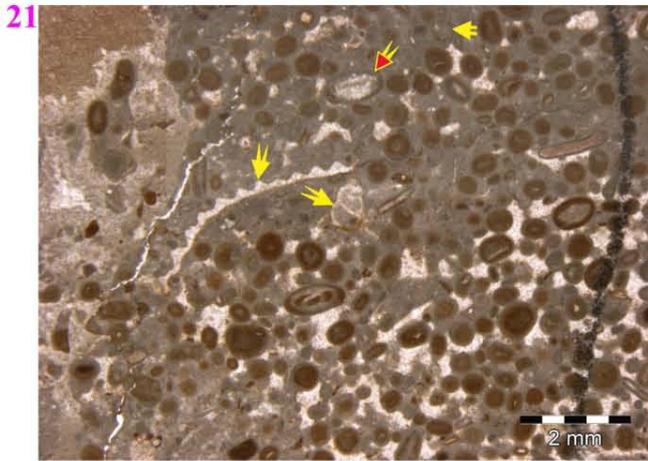
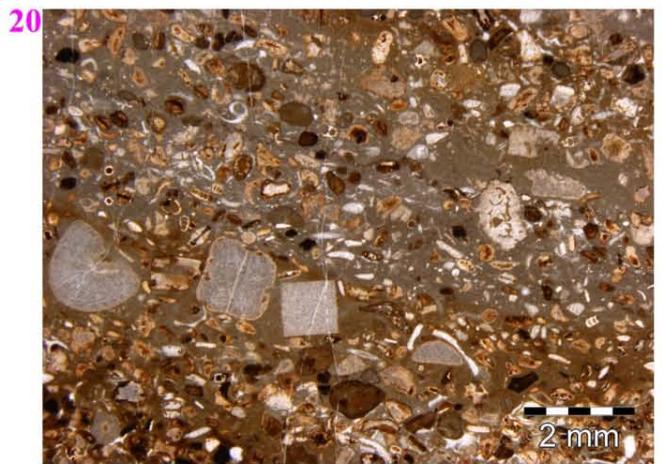
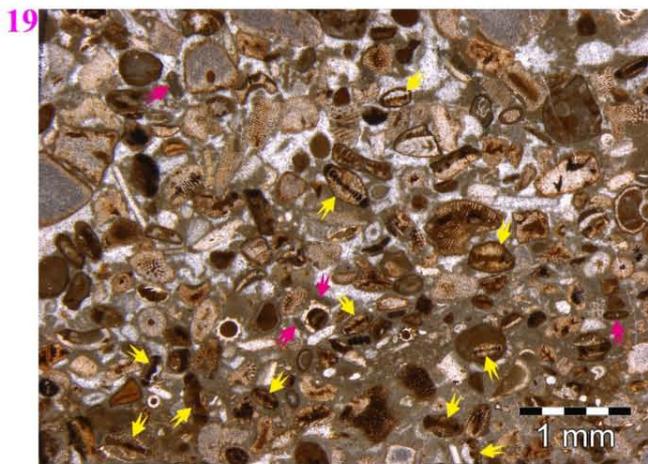
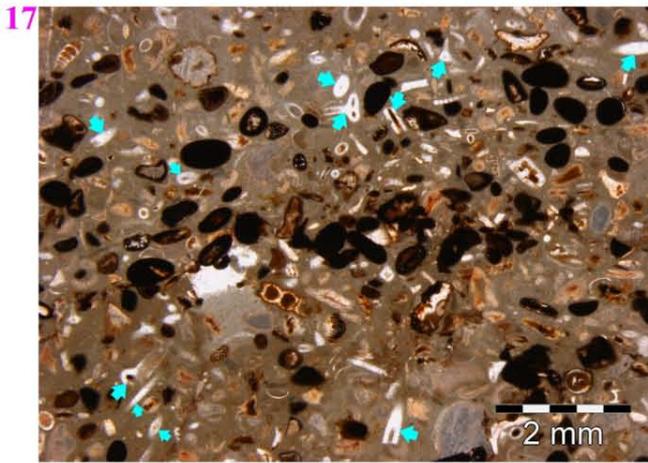
S. dazu im Kapitel VIII.!



TAFEL 15/1, 1 bis 8



TAFEL 15/2, 9 bis 16



TAFEL 15/3, 17 bis 24

**Tafel 15/4:** Erläuterungen zu den **Tafeln 15/1 bis 15/3**, Abbn **1-8, 9-16 & 17-24**; Abbn **25-28** auf **Tafel 15/5** ertl. Zu Kapitel VII., “Plattform”, VII./1.), “Unterlage” und zu “Rahmen der Vilser Schwelle”

**Abbn 1 bis 6:** DS-Ausschnitte aus **Plattform-Graugesteinen** der “Unterlage” (Spalten- & Brekzienzone), Vilser Stbr., N - dolomitisierte oolithische Kalke, mit teils mikritisch angelagerten bis stark verrindeten Ooiden, teils mit triassischen Involutiniden als Ooidkerne (**1 & 2**, Abb.2: eingefärbt). Lange vor Einsetzen der Rotkalksedimentation, d.h. bereits obertriassisch zerbrochene (brekzierte & wieder verheilte) Plattform-Flachwasserkalke (Intertidal), teils mit großen Intraklasten (**3 & 4**). Flachwasserkalke (?Wattfazies) aus Plattform- (“Unterlage”-) Abschnitten v. Galgenberg, mit sehr dünnen, feindetrithischen Einschwemmungen (**5 & 6**).

**Abbn 7 & 8: Oberrhätkalke (“Rhätoliaskalke”)** vom Galgenberg - helle **Oolithe** (Oosparit, grainstone), mikritisierte Ooide, hochdiverse Ooidkerne aber meist erhalten: **Algen**, Forams, Ostrakoden, Schalenbruch, Echinodermendetritus etc. Neigung zu onkoidischen Anlagerungen und zur Bildung von Komponentenaggregaten. Beachtenswert der respektable Anteil triassischer Involutiniden (meist als Ooidkerne), unter die sich aber zunehmend häufig **Involutina liassica** & **I.turgida** ähnliche u. gleiche Formen mischen (blaue & gelbe Pfeile auf **7 & 8**; s.dazu auch Abbn **9-16!**).

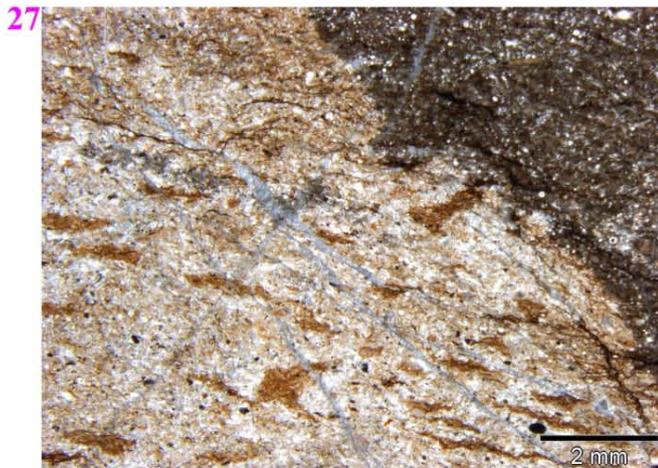
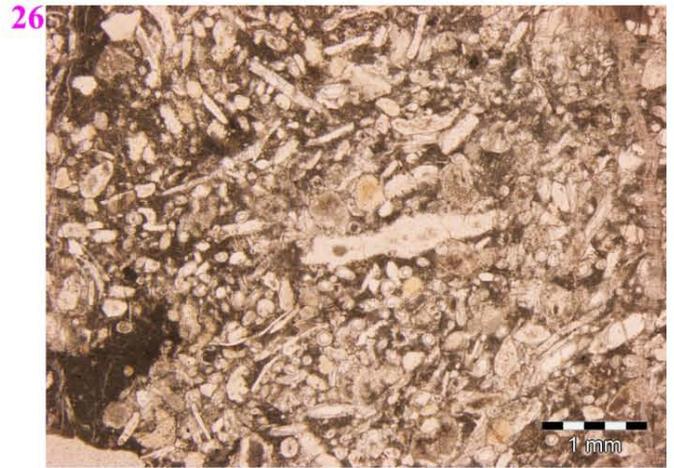
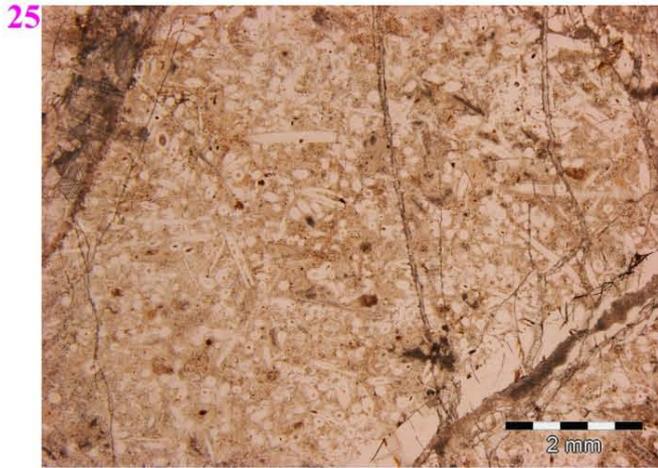
**Abbn 9 bis 12:** DS-Ausschnitte aus anderen Abschnitten der **Oberrhätkalke (“Rhätoliaskalke”)** d. Galgenbergs - Beispiele für **Spülsäume & Trockenfallen**, verbunden mit ?meteorischen Diageneseinflüssen. Die Gefüge bestehen aus in Flachstbereichen, etwa Spülsäumen um Auftauchzonen, locker zusammenschwemmten, abgelegten & (frühdiagenetisch) zementierten Komponenten: aus restlichen, verschwemmten Ooiden, “aufgearbeiteten” (=bereits ?abgelösten u. aufgetrockneten, später erneut verschwemmten) Mikritpartikeln (“Schlammsherben”) und aus Schalentteilen, welche letztere häufig von den wenigen restlichen Ooiden aufgefüllt (internsedimentiert) werden oder, wie die Schlammsherben auch, als Hohlraumabschirmungen fungieren. Bei einigen wenigen unter den Komponenten könnte es sich allerdings, ihrer symmetrischen Form wegen, um Ausnahmen, nämlich um mikritgefüllte Lösungshohlräume nach Muschel- oder Brachiopodenschalen handeln. Beachtenswert die erste (frühdiagenetische), “hundezahnartige” Zementation, die nur zögernd und **nicht** zwischen- und zwickelhohlraumfüllend fortgesetzt wird (?Wechsel zw. kurzzeitigem Trockenfallen und Überspülung). Nur selten und geringfügig hohlraummittige blockige (spätdiagenetische) Ergänzung. Das locker feinkristallig gestützte restliche Hohlraumgefüge wird - Anzeichen folgender längerer Wasserbedeckung - allmählich “wässrig” mikritisch zugeschwemmt (**9 bis 12**). Verschwemmte Ooide geringer mikritisiert. *hantkeni* und *friedli* auf **12!**

**Abbn 13 bis 16:** DS-Ausschnitte aus der **nördlichen “Umrahmung”** d. Vilser Schwelle (vor allem Ranzen, Westteil), **Oberrhätkalke (“Rhätoliaskalke”)** - recht mächtige, massige, sehr helle **Oolithe** (Oosparit, grainstone). Auffallend die weit überwiegend sehr kleinen (Einfach-) Ooide, etwas geringer mikritisiert und mit gut erhaltenen hochdiversen Kernen, und demgegenüber immer eine Anzahl wesentlich größerer Komponenten (große Ooide, Kornaggregate, größere Biogene etc.), die sich, von den stets resistenteren Echinodermen abgesehen, stark bis vollmikritisiert erweisen (v. außen nach innen fortschreitend). Der Neigung zu mikritischen Verrindungen und onkoidischen Anlagerungen scheinen in diesen Beispielen u.a. aufgewachsene Foraminiferen Vorschub zu leisten. Ein Wechsel (Verfrachtung) aus turbulentem Bildungsbereich in flacheres, ruhigeres Milieu dürfte hier auf der Hand liegen. Biogehalt insgesamt (Kerne): **Algen**, darunt. Dasycladaceen, Forams, Schwammfragmente, Muschelbruch, Echinodermen etc. Auch hier fallen - unter erheblichem Anteil triassischer Involutiniden (meist als Kerne) - die **Involutina liassica** und **I.turgida** ähnlichen und gleichen Formen auf (**13 bis 16**; s. Kap VII.). Gemessen an der vielfältigen fazialen Abstufung sowie am Biogehalt der “Rahmengesteine” der Vilser Schwelle, könnte für deren **Vorschwellenstadium** ein von der zentralen Plattform nach außen sich allmählich vertiefender Meeresraum angenommen werden, welcher - über zahlreiche Fazieszonen (Oolithsaum, Algen- und Schwammgürtel, kleinere Riffkörper bzw. zusammenhängender Riffkomplex, Brachiopoden-Crinoiden-Säume, Kieselschwammsaum u. dgl.) sich erstreckend - schließlich in den in fortgesetzter Abtiefung begriffenen Beckenablagerungsraum überwechselte (Kap VII.).

**Abbn 17 bis 24:** DS-Ausschnitte aus der der **Allgäu-Fm** vorausgehenden hellgrauen bis schlierig gelbgrauen, eisenoolithischen, brachiopodenführenden „Liasbasis“, AD-Beckensequenz, Eldrabach-Profil, nur gut einen Meter mächtige **Basiskalke** in **Enzsfelder**-Ausbildung (**17-20**; s.dazu in Kap VII.); aus den geringmächtigen **jüngsten oolithischen Kalken & Oolithen**, Ranzen (Stegenhof), **nördlicher Oolithsaum (21 & 22**; gleiches Kap); sowie aus biodetritusvermischten kieseligen Kalken und Kieselkalken (“Kieselkalkgürtel”, “Schwammsaum”) des “**nördlichen Rahmens**” (**23 & 24**; s.gleichfalls Kap VII.). Nord- wie südseits in nächster Nachbarschaft der beschriebenen Oolithe auftretend, zeigt sich die Kieselschwammfazies im N kalkiger (häufig nur spiculaführend & schwächer verkieselt), stärker biodetritus eingemischt u. tekton. stärker belastet (**24**).

Gut erkennbar die die charakterist. dunkle Tüpfelung der **Basiskalke** hervorrufende Fe-oxidische Imprägnierung eines Teils der Ooide, die aber bei weitem nicht alle Biogene gleich betrifft (ooidstrukturlöschend, Kern meist noch erkennb., **17 bis 19**). Gestein **kieselsäurehart**, Spiculaschnitte & Schnitte durch beschriebene charakteristische Forams **pfeilemarkiert!** Sehr deutliche Merkmale nicht turbulenter Verfrachtung (Umlagerung), teils mit erhaltenen sparitischen Komponenten zwickeln & nur schwach randimprägniert & internsedimentierten Biogenen (Abbn **17-20**). Im Zuge d. Abtiefung erfolgende Umlagerung? Zum Vergleich die **jüngsten Oolithe** aus dem “Oolithsaum” der N Umrahmung: Teils unvollständig, teils vollständig ausgewaschene Oosparite mit den im Text angesprochenen charakteristischen Forams sowie Brachiopoden (**21**) & einigen Gastropoden (**21 & 22**; s. Kap VII.).

Massive tektonische Verdichtungs- und Deformationserscheinungen, teils in noch plastischen, teils in bereits vollithifizierten Sedimentpartien, konnten in den biodetritusvermischten kieseligen Kalken und **Kieselkalken** d.“**nördlichen Rahmens**” sehr häufig beobachtet werden. Tekton. verdichteter, “kantiger” Biodetritus & Ausbildung von Drucksäumen (**24**), aber auch spröde Brüche und Verschiebungen sind Merkmale dieser tektonischen Belastung (**23 & 24**; s. Kap VII.).



TAFEL 15/5, 25 bis 28

**Tafel 15/5**, Abbn.25-28 (Fortsz.g.d.**Tafeln 15/1** bis **15/3**, Abbn.1-8, 9-16, 17-24, & **15/4**, Erläuterungen dazu)  
Zu Kapitel VII., “Plattform”, VII./1.), “Unterlage” und zu “Rahmen der Vilser Schwelle”

**Abbildungen 25 bis 28:** Einige wenige Beispiele zu den im Kapitel VII. abgehandelten **Kieselkalcken** (Kiesel-schwammfazies, “Kieselkalcksaum” etc.) d. “**südlichen Umrahmung**” (Galgenberg, Vilser Steinbruch, Kühbach).

Abbildungen **25 & 26:** DS-Ausschnitte aus grauen kieseligen Kalcken mit spicula-Fragmenten und viel feinem übrigem Biodetritus (**26**) & rötliche od.honiggelbe Kieselagen und -schwarten, gleichfalls mit spicula-Fragmenten, oft mit Biogenvermischungen und -schüttungen (**25**). Mobile amorphe, lagige (**25**) od.wolkig-diffus verteilte Kiesel-säure (**26**) ausschließlich aus der Kiesel-schwammfazies zu beziehen. Galgenbergaufschlüsse (Eisstockanlage-umgebung), Übergangsbereich KK - rot-bunte Schwellenfazies.

(**Kap VII.:** “**Schwammfazies** (Kieselkalckgürtel), sowohl als reine **Spikulite** wie auch in diversesten **Mischungen** und Kontakten mit Biogenschüttungen wie auch als bunt eingefärbte, gleichfalls oft mit Biogenschüttungen vermischte **Kiesel-schwar-ten** oder **Hornsteinlagen** sehr häufig wiederzufinden ...”)

Abbildungen **27 & 28:** DS-Ausschnitte aus kalkigeren Rand- und Übergangsbereichen in die rot-bunte Schwellen-fazies, eher aber aus ?Liegendübergängen in die Kieselkalke, “KK-Keil”, Steinbruch “Fall” (spezifisch verwend-barer Anteil mittlerweile großteils abgebaut). Dichte (**27**) wie weniger dichte, diffuse Kiesel-säurekonzentrationen (**28**; helle Bereiche in beiden Bildern) zumindest Fe-oxidisch od. aber bereits tonig-mergelig durchsetzt, großteils überhaupt schwarz vermergelt. Kiesel-säure hier nur mehr kleinwolkig od. als schmale kurze “Schnüre” oder Bänder verteilt, DS jeweils aus Randbereichen Kalk-Kieselkonzentration gewählt.

Verglichen etwa mit den Galgenberg-Spikuliten, ist in diesen Randpartien die spicula-Dichte wesentlich geringer.

Vergleiche dazu **Tafel 15/3**, Abbn.23 & 24 - Kieselkalke (Kiesel-schwammfazies) des “nördlichen Rahmens”!

### VIII. Entwicklungsverlauf der den **Vilserkalk einschließenden Gesamtabfolge** (NFR, „Stammgebiet“) im Zeitabschnitt **Oberjura-Unterkreide**; Vergleiche mit dem **SFR** über **Malmanteil, fazielle Verfremdung, Auslaufen & Ende des ViKa**

Weitere syntektonische **Sedimentations- & Faunenumstellungen** im Bereich der Vilser Schwelle **Typ oD, oberjurassischer ViKa-Anteil & Übergang in oberjurassische Ammonitenkalke**  
Transgressionen, Absenkung – Angleichung Schwellensedimentation-Beckensedimentation, laufende Annäherung an pelagische Verhältnisse, „**Tiefschwellephase**“

Zum **ViKa-Profil**: Abfolgeveränderlichkeiten lateral & vertikal, kein absolut verbindliches ViKa-Profil – **Festlegungen**, mit Erläuterungen zur Profildarstellung: Stückelungen aus dem Umfeld der Typlokalität (Roter Stein, Vilser Steinbruch, Typlokalität; Weißhaus)  
Zu „lithologische Einheit“; **?Vils-Formation**

Im Verlauf der **oberjurassisch-unterkretazischen Phase** der großtektonischen Entwicklung werden Stammgebiet (NFR) wie der im S anschließende **SFR** der Vilser Schwelle von der synsedimentären Tektonik weiter um- bzw. neugestaltet und dabei auch faziell in ganz spezifischer Weise geprägt (s. Kap **II.** & Ausführungen und Abb in **IX.** & **X.**!).

Stets untrennbar mit dem Beckenablagerungsraum und dessen Umgestaltung verbunden und in immer engere, unmittelbarere Kontakte mit ihm einbezogen, folgt daraus die entsprechend umfassende Umstellung auch der Schwellensedimentation.

Dabei wird, an der Beckensedimentation gemessen, zwar bis zuletzt ein eigener, „schwellspezifischer“ Charakter bewahrt und – ganz besonders im **SFR** – zudem von erstaunlicher Faziesvielfalt begleitet, Annäherung und später Angleichung an das Beckenmilieu sowie der direkte Zusammenhang mit den Beckenablagerungen sind aber dennoch offenkundig. Die Faunenumstellungen und deren Angleichung unterstreichen das.

Beim ersten, oberflächlichen Augenschein sind Veränderungen, welche den Übergang des ViKa in jüngere Abfolgeanteile anzeigen, der vorerst noch großen lithologischen Ähnlichkeit wegen nicht leicht auszumachen, bestreiten doch auch den auf den Callov-Typ (Typ oD) folgenden **malmischen Vilserkalkanteil** helle, allerdings oft ins Hellrote wechselnde, häufiger noch hell beige oder gelbliche, rot getüpfelte, sehr kompakte harte Kalke mit feinerem, wie im DS bestätigt, viel lockerer verteiltem und häufig bereits mikritisch gebundenem Echinodermendetritus (s. Taf **1** & Taf **16/2**, Abb **5**). Die Tüpfelung entspricht auch hier meist mikritischer Infiltration noch offenen Porenraums und damit der im ViKa so häufigen grauen, in diesem Niveau dann überwiegend roten „Sprenkelung“.

Im N des Steinbruchs ist dieses stets geringmächtige Abfolgeglied lange vor Erweiterung des ViKa-Abbaues nach O auf den obersten Etagen aufgedeckt (und bald auch abgebaut) worden. Es ist als Ablösung des oD-Typs und **Übergang in den oberjurassischen Anteil des ViKa** aufzufassen, und neben obigen Merkmalen fiel, von ganz vereinzelt verstreuten Restexemplaren abgesehen, darin das **Fehlen der Brachiopoden** besonders auf.

Wie schon im Kap **VII.**, vor **1.**), kurz gestreift, haben die zu Anfang in Massen vertretenen Brachiopoden – offenbar der Abtiefung des Ablagerungsraumes und des Verlusts der während der „ViKa-Periode“ am Schwellenabhang (und Relief) herrschenden günstigen Lebensumstände wegen (upwelling) – bereits mit Beginn des Oberjura mit sehr raschem Rückgang reagiert. Gesteinsbildende Massen ebenso wie die Vergesellschaftungen der auslaufenden „ViKa-Periode“ (Typ oD) sind Vergangenheit, die ViKa-typischen Faunen ab Oberjura als endgültig erloschen anzusehen.

Die im malmischen Vilserkalkanteil und auch noch darüber aufgefundenen Brachiopoden, vereinzelte, meist auffallend große rhynchonellide und **pygopide** Formen, ändern daran nichts, im Gegenteil - sie können mit den ViKa-Faunen und jenen günstigen Umständen, die

während der ViKa-Entwicklungsphase herrschten, die Massen dieser Faunen hervorbrachten und ihre Entwicklung förderten, in keinerlei Zusammenhang mehr gebracht werden.

Die Ablösung des oD-Typs - an ViKa-typischen lithologischen Merkmalen gemessen, mit gutem Recht „malmischer ViKa-Anteil“ zu nennen – wechselt nicht abrupt, sondern nach und nach in noch hellere, typischerweise nicht mehr angerötete malmische Kalke über.

Dieser Übergang vollzieht sich aber so allmählich, daß sie beim bloßen Geländeaugenschein vorerst ein einziges Merkmal hinreichend deutlich vom Malmanteil oder auch vom älteren ViKa unterscheidet: hellweiße, grobspätige Kalzitfällungen kleinerer und größerer Hohlräume, deren Umrisse, wenn auch fast durchwegs deformiert, zumeist noch die Ammonitengehäuse verraten, die hier eingeschlossen wurden. Ihre Zahl scheint zunächst nicht sehr groß und nur mäßig anzusteigen, doch verraten Dünnschliffe, wie dicht besetzt diese **Ammonitenkalke** alsbald sein können.

In dieser Entwicklungsphase tritt dann auch die neue, junge „**Bianconekalk**“\*-

**Sedimentation** erstmalig in Erscheinung: Als etwas stumpf weiße bis gelbliche, solange nicht ferromanganimpregniert oder stark pyrithaltig jedenfalls immer sehr helle, feinkörnig-dichte, kryptokristalline mikritische Matrix dominiert sie alsbald bereits im Gefüge der Ammonitenkalke (Taf **16/1**, Abb **1**, kurzer gelber Pfeil rechts unten).

Rotfärbungen, wie von den Schwellenablagerungen her gewohnt, fehlen diesem feinen neuen Sediment, ausgenommen biolamellar-stromatolithische Aufbaue, wie sie oberste, hartgrundnahe kondensierte Abschnitte vor allem im **SFR** aufweisen. In deren Nahbereich treten, zusammen mit zahlreichen andern erstaunlichen faziellen Phänomenen, bisweilen derart ungewöhnlich kräftig bunte Einfärbungen und Ferromanganimpregnierungen auf, daß die Bezeichnung „Bianconekalk“\* oft nicht mehr gerechtfertigt ist.

„**Bianconekalk**“ (\*) für die „neue“, junge Sedimentation der späten Entwicklungsphasen der Vilser Schwelle (Oberjura & Unterkreide; Becken: Ammergauer & Schrambach) wurde von uns in Anlehnung an den **südalpinen Biancone** gewählt. Typischer, nicht eingefärbter „Bianconekalk“\* der Vilser Schwelle ist vom südalpinen Biancone im Handstück wie auch Schliff nur sehr schwer oder gar nicht mehr zu unterscheiden. Diskussionen mit Dr. DONOFRIO (Institut Innsbruck) zum Thema sowie eingehendes Studium zahlreicher seiner Proben, speziell jener aus der Lokalität an der Nordflanke des Monte Belloca (NNO Verona), haben die nahezu vollkommene Übereinstimmung bestätigt.

Den sedimentologischen Veränderungen nach (Matrix, Zusammensetzung, Gefüge, Inhalt etc.), ganz besonders mit ihrem **Massenauftreten von Ammoniten**, das sich in **Schüben** zu ereignen scheint und in die Unterkreide hinein fortsetzt, weisen schon (und spätestens) diese Kalke und erst recht ihre jüngere Fortsetzung mit Nachdruck auf einen umfassenden und tiefgreifenden Umschwung hin, der sich im Beckenablagerungsraum permanent fortgesetzt hat, die Schwellenregion mehr und mehr beeinflußt und letztlich gänzlich einbezieht. Sie werden in den weiteren Ausführungen „**malmische Ammonitenkalke**“ genannt (Tafeln **16/1** & **16/2**), und obwohl beim Augenschein im Gelände dem ViKa lithologisch (speziell farblich) noch zum Verwechseln ähnlich, sind doch mit ebendiesem Glied Verlust des „ViKa-Milieus“ und **fazielle Verfremdung des ViKa bereits in vollem Gange**, und aus zahllosen weiteren, das Auftreten der Ammoniten begleitenden Merkmalen werden wachsender Einfluß der Beckensedimentation auf den Schwellenbereich mit Angleichung der Schwellensedimentation und der Faunen und damit auch die **Annäherung an pelagische Verhältnisse** immer deutlicher und eindrucksvoller sichtbar.

Nicht von ungefähr, sondern ebendiesem Angleichungsprozeß zuzuschreiben sein dürfte die beachtliche Affinität schon der schwellenseits zur Ablagerung gelangten malmischen Ammonitenkalke und erst recht der Restabfolge darüber mit den Malm- und Unterkreide-Aptychenschichten (Beckenfazies) – umso stärker noch, je mehr die helle, feinkörnig-dichte mikritische „Bianconekalk“\*-Matrix die Komponentenbindung stellt (und trotz des

schwellenseitig bedingten höheren Echinodermentanteils der Ammonitenkalke). Daß die mittlerweile in so großer Zahl auftretenden Ammoniten hier abgelagert wurden und - diagenetisch gesehen, grade noch - erhalten blieben, während sie dort fehlen und nur durch ihre Aptychen vertreten sind, ist ja nur Indiz dafür, daß sie – vermutlich noch bestehender Tiefenunterschiede wegen - den Karbonatlösungsprozessen im Schwellenbereich eher zu entgehen vermochten als in den Beckenablagerungstiefen.

Die Ammonitenkalke aufwärts sowie die Restabfolge kennzeichnen vermehrt Sedimentationsunstetigkeiten, und zwar von nur unauffälligen, angedeuteten bis hin zu dünn krustenbedeckten Omissionsflächen. Auf letzteren sind kleinere und größere Ammoniten – krustengeschützt – oft besser erhalten, meist aber als **Subsolutionsfragmente** (mit geopetal abgetragener Oberseite; Taf **16/1**, Abb **1**).

Von derartigen Ausnahmen abgesehen, sind kleine und große Gehäuse - vermutlich infolge Kombination von Lösungs- und vielfältigen neomorphen Kristallisationsvorgängen (Um-, Sammelkristallisation etc.) - großteils untrennbar mit dem Sediment verbunden.

Der „**Bianconekalk**“\* selbst gerät zum wechselhaften, immer schmalen abschließenden Schichtglied im Profil des **NFR** wie des **SFR**, die feinkörnig-dichte, kryptokristalline Matrix dieses lutitischen Schwellenkalkabschlusses bestimmt aber, wie ausgeführt, bereits von den malmischen Ammonitenkalken aufwärts den Rest der den ViKa einschließenden Gesamtabfolge (**NFR**), und ohne (die etwa im **SFR** in diesem Niveau durchaus üblichen bunten Fe-Mn-) Einfärbungen ist ein Handstück aus dem „Bianconekalk“\* von einem aus den Kalkbänken der malmischen und unterkretazischen Aptychenschichten kaum noch oder gar nicht mehr zu unterscheiden. Im „Bianconekalk“\* der Nordfazieszone (**NFZ**; beckennäher!) des **SFR** wurde dieses Faktum am augenfälligsten.

Wechselseitige Beziehungen wie fazielle Verzweigungen dieses feinen pelagischen Sedimentationsabschlusses (*vor* der abdeckenden Tannheimer-Schichten-Sedimentation) - Kalke der **malmischen** und **unterkretazischen Aptychenschichten** (Beckenfazies) einerseits, „**Bianconekalk**“\* & **Pfronten-Fm** (Schwellenfazies) andererseits – **sind außerordentlich komplex!**

Zu alledem s. Tafeln **4** & **17** sowie LEUPRECHT (**neu**): *Zur Stratigraphie und zu den Fazieswechseln in der Schwellenfazies der Vilser Alpen (sog. „Vilser Schwelle“) im Bereich der Jura-Kreide-Grenze und in der Unterkreide bis zur „Tannheimer-Schichten-Wende“!*

Sind die Ammoniten als neues, tragendes Element im den ViKa ablösenden Rest der Gesamtabfolge auch besonders hervorzuheben, so unterstreichen den großtektonisch verursachten Umschwung, der den gesamten Sedimentationsablauf und damit auch die Sedimentfolge der Vilser Schwelle erfaßt hat und völlig verändert, doch noch zahlreiche **weitere, neue Umstände**. Charakteristischerweise häufen sich ab dem Oberjura, wie erwähnt, **Sedimentationsunstetigkeiten**. Unter ihnen wechseln äußerst unauffällige mit solchen, die durch dünne braune und schwärzliche Verkrustungen und Beläge deutlicher als Omissionsflächen hervortreten (Taf **16/1**, Abb **1** bis **3**).

Flächenmäßig scheinen solche jedoch stets begrenzt und unterscheiden sich auch im (vertikalen) Aufbau ganz wesentlich etwa von den letzten großen, im **SFR** in allen Fazieszonen durchlaufend verfolgbar unterkretazischen Omissionen – am meisten vom die Schwellenkalkfolge abschließenden „jüngsten Hartgrund“ (Taf **17**).

Je nach Beschaffenheit - etwa Anreicherungen kleiner Ammoniten und angewitterter Glaukonite bei sonstiger **auffallender Komponentenarmut** der Matrix - vermuten wir hinter solchen Unstetigkeiten mit der weiteren Absenkung der großen marinen Ablagerungsräume (Becken) in Verbindung zu bringende markante **Transgressionen**. Für den jüngsten Abfolge- („Bianconekalk“-) Abschnitt sind gerade diese besonders auffallenden Veränderungen im Sedimentationsablauf kennzeichnend, und selbst das nördliche (Jung-) Spaltensystem im ViKa hat derartige „Schübe“ bewahrt (Taf **3**, Abb **5** & Taf **23**, Abb **3**).

Von den Ausmaßen der Toarc-Omission oder denen der Unterkreide (vor den Tannheimer

Schichten; Taf 17) scheinen alle diese Unstetigkeiten aber doch weit entfernt, was aus einem Vergleich der jeweiligen Vertikalaufbaue denn auch leicht zu ersehen ist.

Unauffällige Unstetigkeiten, wohl kurzzeitigere (?von Strömungsänderungen hervorgerufene) Sedimentationsänderungen und –unterbrechungen, sind demgegenüber oft nur an unverkrusteten, dünn glaukonitbesetzten Trennflächen mit gekappten, nicht in den folgenden Abschnitt hineinreichenden Biogenen erkennbar.

Den ehemaligen, ViKa-typisch dichtgepackten, korngestützten, vorwiegend sparitisch gebundenen Crinoidendetritus (mit Brachiopoden, Typ oD) ersetzt jetzt zusehends lockerer eingestreuter, brachiopodenfreier Echinodermendetritus, gebunden in der feinen lichten, mikritischen „**Bianconekalk**“-Matrix. Crinoiden spielen, von einigen offenbar großwüchsigen Formen in der Nordfazieszone (NFZ, Taf 4) des SFR abgesehen, fortan nur mehr eine untergeordnete Rolle und scheinen nach oben (innerhalb wie außerhalb der Schwellenzonen) weiter an Bedeutung zu verlieren. Neu und ungewöhnlich allerdings sind die **Hemicriniden** – als Besiedler des „jüngsten Hartgrunds“ des SFR der Schwelle (Apt-Alb-Grenzbereich) ökologisch eng gebundene und deshalb nur lokal auftretende, vergleichsweise doch recht seltene Crinoiden. Mehrere Fragmente fanden sich, immer auf oder nächst dem Hartgrund, im basalen Rothorizont der TannhSch.

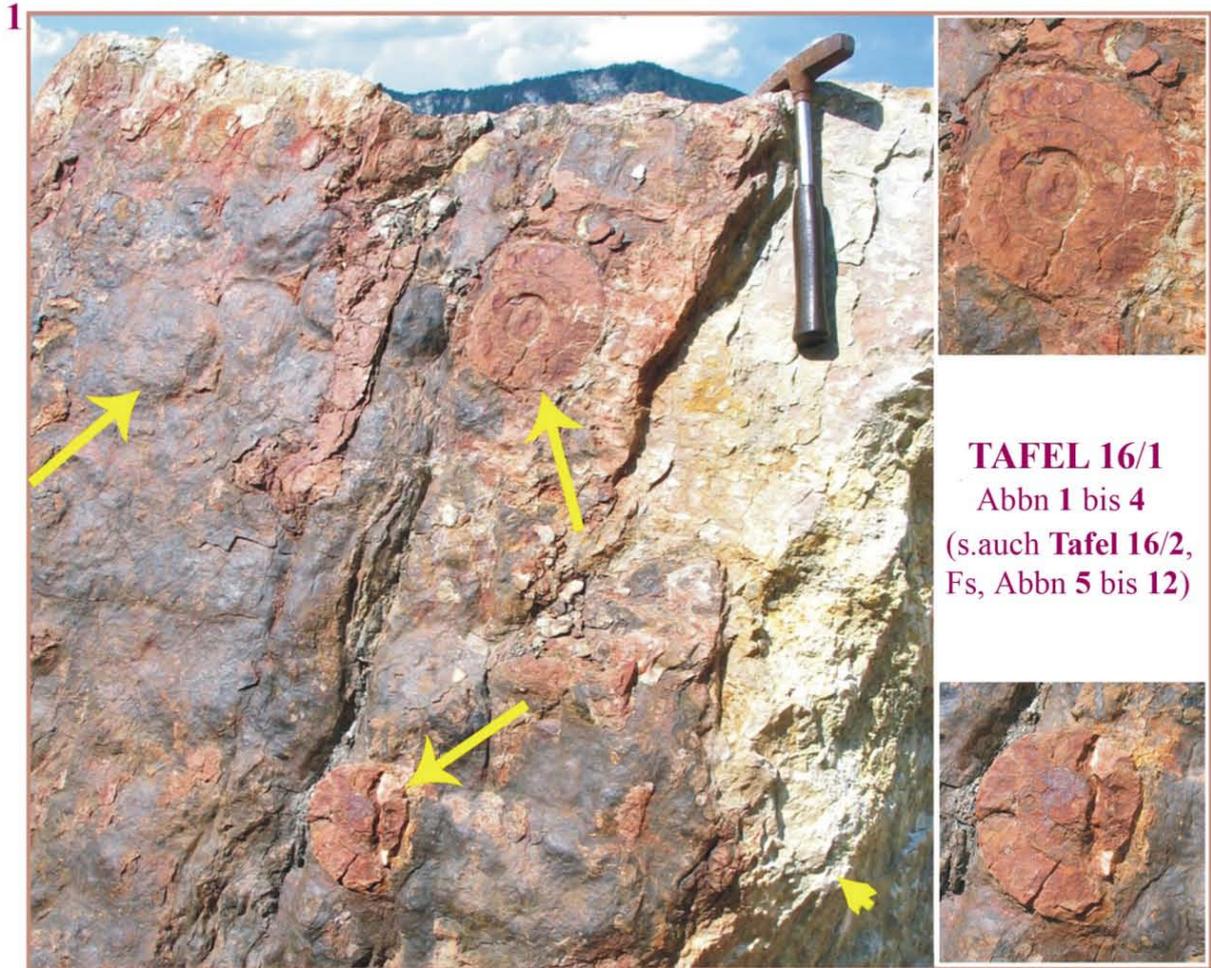
Der gesamte ehemalige, altbekannte Faunenbestand erfährt eine Reihe weiterer, entscheidender Veränderungen, und **neue Elemente** halten Einzug:

Unter den Restbestand an Echinodermaten mischen sich zunehmend häufig **Schwebcrinoiden**. Sie präsentieren abschnittsweise sogar Aufschwünge mit gesteinsbildenden Massenanhäufungen: Beispielsweise zeigte sich im Steinbruch „Fall“, Zeitabschnitt **Kimmeridge-?Tithon**, der bislang mächtigste aufgefundene, dichtest gesteinsbildende Schwebcrinoidenanteil in zusammen um die 2m mächtigen, bräunlich-roten knolligen Bänken über dem die Pfronten-Formation einleitenden **Rotensteinkalk** (Oxford).

Vom oberen Jura an bis weit in die Unterkreide hinein scheint ein sprunghafter Aufschwung der **Radiolarien** zu verzeichnen. Er zeigt sich in der Beckenfazies (Bunte Hornsteinschichten - „Radiolarit“, Aptychenschichten) und fast noch deutlicher die ganze Tiefschwellenphase der Vilser Schwelle hindurch, im NFR, noch deutlicher aber im SFR. Da in den Abfolgen des NFR wie des SFR die stratigraphische Kondensation nach oben stetig zunimmt, so wird die anhaltende, stellenweise erstaunliche Radiolariendichte allerdings von ihr mitverursacht sein. In der Pfronten-Formation (Schwellenkalkabfolge des SFR, Taf 17) setzt sie immerhin bereits an der Basis, also mit dem Rotensteinkalk, Oxford, ein und bleibt bis in den „Bianconekalk“-Abschluß hinein bestehen, ist darin vergleichsweise aber wieder rückläufig. Obgleich sich die Radiolarien darin samt und sonders kalzitisch umgewandelt erweisen, konnte bislang weder in der Pfronten-Fm noch im „Bianconekalk“ Kieselsäure überhaupt oder gar in Anreicherungen, wie von den Lias-Kieselkalken („Kirchsteinkalke“, Spikulite!) bekannt, nachgewiesen werden.

**Globochaeten** - speziell im **Mikroonkolith**, liegend der Pfronten-Fm, SFR; Taf 17 - und „**Protoglobigerinen**“ (*G. ?oxfordiana*) erscheinen des öfters in Massen; im Dogger und noch bis in den Dogger-Malm-Übergang auch „**Filamente**“ (?*Bositra*).

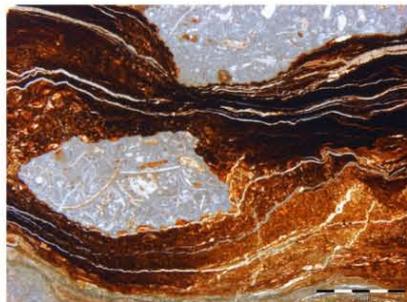
Eine abschnittsweise und vor allem im Nahbereich von Hartgründen oft recht erhebliche Anzahl an **Gastropoden** dürfte wohl als nahe ihrem Lebensort erhaltene „Algenweider“ aufzufassen sein. Im Gegensatz zu den oft großwüchsigen Spaltengastropoden (etwa denen in den Toarc-Rotkalkspalten) finden sich unter der hier angesprochenen „Algenweiderfauna“ nur selten bis höchstens 2-3cm messende Exemplare. Weit überwiegend besteht sie aus



**TAFEL 16/1**  
 Abbn 1 bis 4  
 (s. auch **Tafel 16/2**,  
 Fs, Abbn 5 bis 12)



2



3



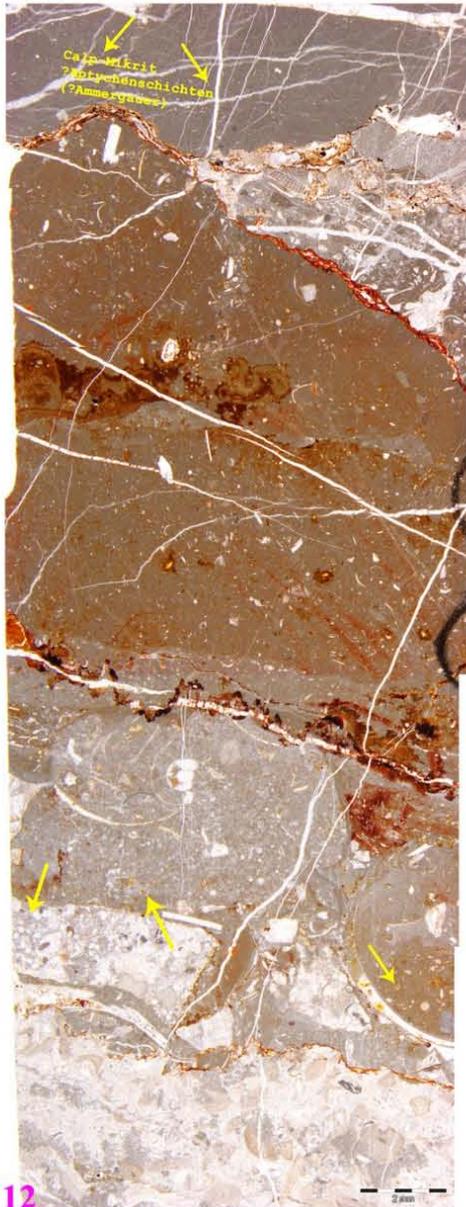
4

**NFR**, Stammgebiet - zum Thema Übergang des **ViKa-Typs oD** (Callov) in den bereits brachiopodenfreien **Malmanteil des ViKa**, in die vom neuen, rasch anwachsenden (Makro-) Faunenelement der Ammoniten bestimmten hellen, echinodermen-ärmeren **malmischen Ammonitenkalke** und in den **jüngsten Abfolgeabschnitt** (**Taf 16/2**; Kap VIII.):

**Abb.1:** Ab dem lithologisch durchaus vertretbaren **malmischen ViKa-Anteil** unter Hinzutreten der "Bianconekalk"-Matrix und alsbaldigem Dominieren pelagischer Faunenelemente (samt weiter steigender Ammonitenpräsenz!) rasch fortschreitende fazielle Verfremdung & Ende des ViKa. Mangelsedimentationsanzeichen, "Ammonitenschübe" (mit Massen winziger Conche - ?Brut) und lokal dick krustenbelegte Sedimentationsunstetigkeiten - hier mit **Subsolutionsfragmenten** noch malmischer Ammoniten (DS-Mikrofaunennachweis!) - mehren sich, der ViKa ist (Schwellen-) Geschichte (s. dazu **Kap VIII.**, ViKa einschließ Gesamt-abfolge-Profil: **Taf 18**, sowie **Taf 16/2!**). Stbr."Fall", E 1080; D des großen Exemplars 18cm.

**Abbn.2 & 3:** Aus dem Nahbereich der schwarz verkrusteten Omissionsfläche (**Abb.1**) entnommene Proben/DS, zu denen auch die Mehrzahl der (fortlaufend nummerierten) DS-Ausschnitte der **Tafel 16/2** gehört. Ähnlich der Toarc-Omission gehen auch diesen noch zuoberst lagig, aber dünner & kompakter, zeitlich kurzspanniger aufgebauten Krusten gekräuselt stromatolithische, rot und braun Fe-Mn-impregnierte Lamellen und Mikrolagen voraus. Beachtenswert die in noch plastischen Stadien erfolgten Brüche, Verschiebungen & Kleinfaltungen!

**Abb.4:** Beim Abbau entdeckter Ammonit (Perisphinctiden, **D 49cm**) a.d. **Malmanteil des ViKa**, von H.MELAUNER unter dem Garagenvordach eingemauert. Ein *Lytoceras* gleicher Herkunft, **D 55cm**, ist im Heimatmuseum Vils ausgestellt!



**12**  
**ViKa 5, Ausschnitt:**  
 ViKa (E 907, Invers), diskordante Kontakte mit Malm-Cephalopodenkalk (sGlobuligerinen, Pfeile) und Tithon- (?Berrias-)Calpionellidenkalk (?Aptychenkalke). Kleine Klüften älterer Beckensedimentkontakte (spikulitisch - unten, Pfeil ganz links!)



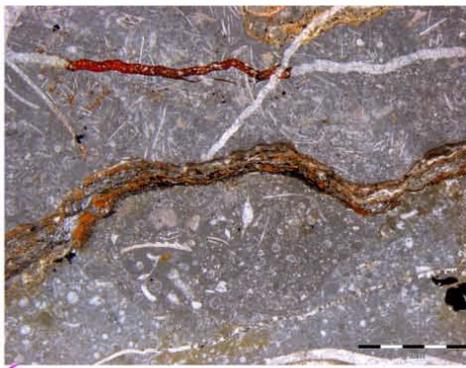
**11**



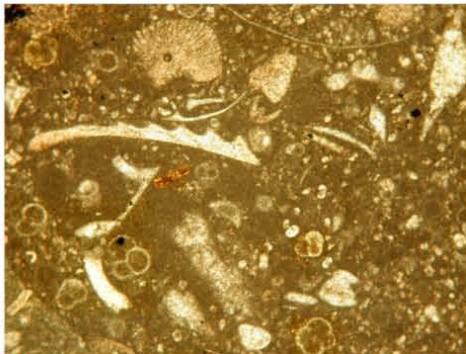
**10**



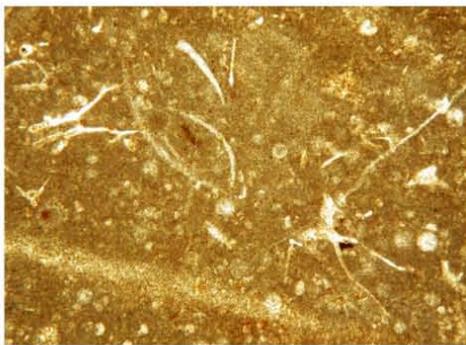
**5**



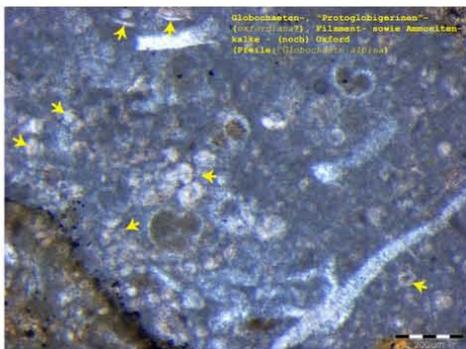
**6**



**7**



**8**



**9**

**TAFEL 16/2,**

**Abbn 5 bis 12**

(Fs d Taf 16/1, Abbn 1-4)

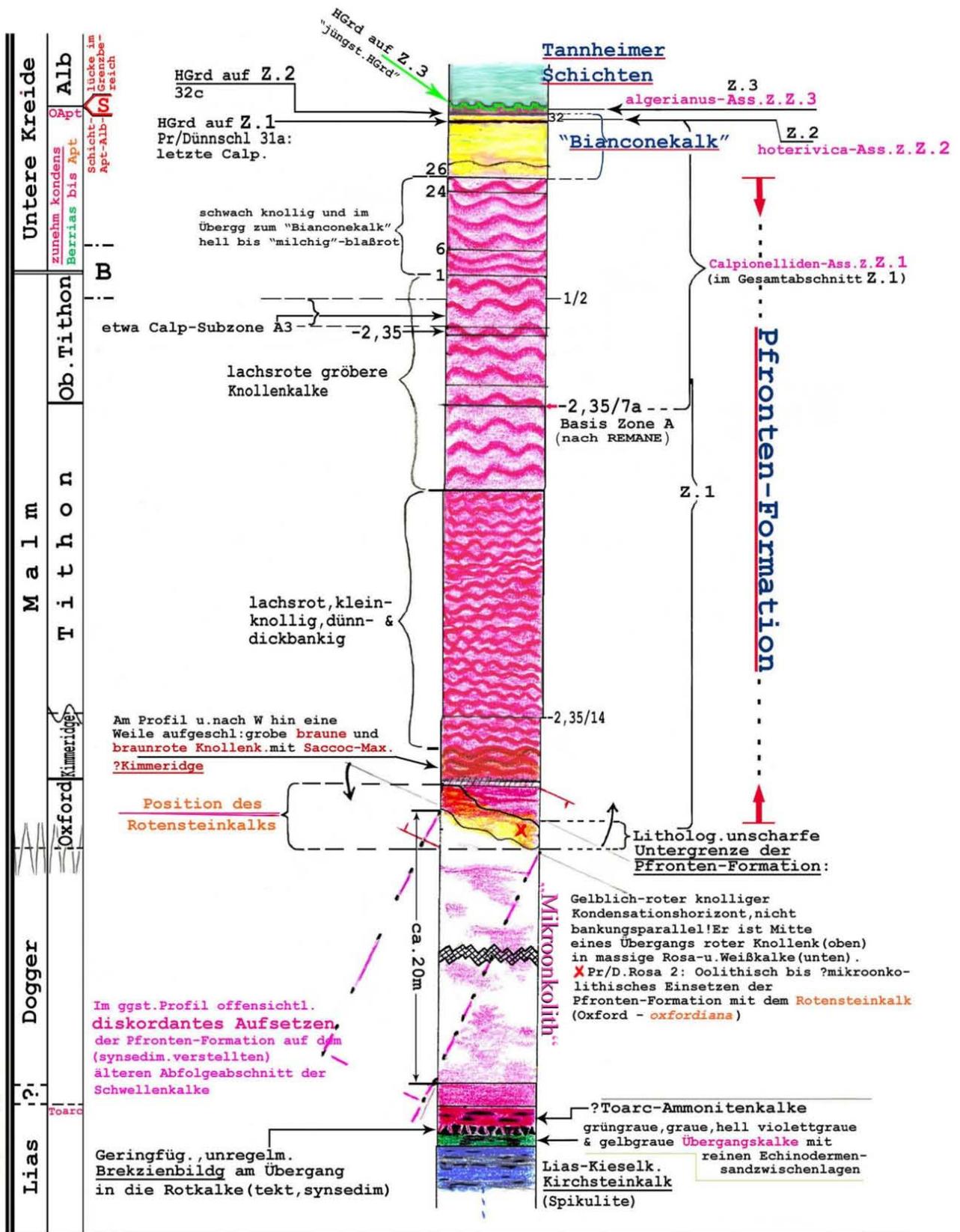
**Abb.5: Malm-ViKa, Übergang aus ViKa, Typ oD (Callov), in feinere, rot gesprenkelte Echinodermenschuttkalke, locker gepackt und zunehmend mikritisch gebunden. Sehr häufige Beckensedimentkontakte - im Bild ganz unt, Mitte.**

**Abbn.6 bis 10: DS-Ausschnitte, wie Abbn 2 & 3 (s. 16/1) den malm & jüngeren Abfolgeanteilen über dem ViKa entnomm (Nahbereich Abb.1 auf 16/1). Echinodermenarme, brachiopodenfreie, an Globochaeten, Protoglobigerinen (?oxfordiana), Filamenten (6 ob), im tithon Anteil oft gesteinsbild Saccocomen sowie an Aptychen & Ammoniten reiche, zunehmend i d "Bianconekalk"-Matrix gebundene Biomikrite. Abbn 7 & 8 sind Ausschnitte aus 6!**

**Vor dem gänzlichen Umschlagen ins pelagische Milieu (tithon & unterkretaz. Calpionell-Kalke) findet sich häufig *Globochaete alpina* massenhaft angereichert (6 & Ausschnitt 9); im SFR fand sich dies in den d Pfronten-Fm vorausgehenden "Mikroonkolithen" & i.d. Basis d. Pfront-Fm (=Rotensteinkalk) bestätigt (s. **Tafel 17: Profil P1051F**). In den d ViKa ablösenden Ammonitenkalcken fällt auch die beträchtliche Zunahme von Spirillinen div. spec. auf - Beispiel **Abb.10**.**

**Abb.11 - abgewitterter rötlicher Malm-ViKa mit Bruchwerk letzter, vereinzelter Brachiop. ("Schill").**

**Abb.12: Zusammengesetzte Ausschnitte eines DS aus steil nordfallendem bzw schon **inversen ViKa**, Stbr., Brecheretage (904m). Gestörte, vor allem im Gelände deutlich sichtbar diskordante Kontakte des syntekton nach N verdrehten, teils auch aufgebrochen. "ViKa-Blocks" m.Malm-Cephalopodenkalk-Anteil & ?Aptychensch und mit darüb folgenden jüngeren Abfolgegliedern (Calpionellidenkalke, gz ob. i Bild).**



**Stratigraphisches Profil P1051F, Steinbruch "Fall", Vils - SFR der Vilser Schwelle (s.auch Taf 4)**

Verändert, Maße s. im Text! Im Original M 1:200.

**Hier speziell zu den im Text gebrauchten Begriffen Pfronten-Formation & "Bianconeckalk"**

Z. 1, Z. 2, Z. 3 sind die Kurzbezeichnungen f.d. erstellten Ass. Z (als solche gekennzeichnet) wie auch f.d. ihnen entsprech. Abfolgeabschnitte.

Am obersten Abschnitt des Profils läßt sich ermesen, welch enorme Kondensation die jüngste Schwellen-sedimentation bes. ab dem ältesten Sedimentationsausfall aufwärts (= älteste durchgehend verfolgbare Omissionsfläche, HGrd auf Z. 1) erfährt.

**TAFEL 17: P1051F, SFR der Vilser Schwelle, Abfolge im S des Stammgebietes (NFR); s. Kap II., Taf 3, Taf 4, Taf 9 ec.!**

mikroskopisch kleinen, bestenfalls einige Millimeter messenden, offenbar aber sehr vielgestaltigen Formen.

In den malmischen Ammonitenkalken finden sich bisweilen Ammoniten von beachtlicher Größe. Nur einige wenige sind als Steinkerne bewahrt oder manchmal - auf den oben erwähnten Fe-Mn-verkrusteten Omissionsflächen - als korrodierte rostfarbene Subsolutionsfragmente erhalten (Taf **16/1**, Abbn **1** & **4**). In den jüngsten, den unterkretazischen, der Beckensedimentation immer ähnlicher geratenden Sedimentationsabschnitt hinein vollzieht sich ein Wandel zu fast durchwegs viel kleineren Gehäusen, unter ihnen – offenbar „schubweise“ massenhaft angereichert - besonders kleine, juvenile Conche: **?Brut**.

Angemerkt sei, daß sich die tragende Rolle der Ammoniten selbstredend auch im **SFR** der Schwelle, vom Oberjura (Rotensteinkalk) bis zum „jüngsten Hartgrund“, bestätigt fand; sie scheint offensichtlich ja noch in die TannhSch hinein eine Fortsetzung zu erfahren.

Faziell ganz andersartig als im Stammgebiet (**NFR**), äußert sich diese Präsenz im **SFR** zwar nicht selten auch in kleinen Ansammlungen von (meist kleineren) Ammoniten, viel mehr aber noch in bisweilen recht beachtlichen Anreicherungen (dünnen Lagen) von (meist kleinen) **Lamellaptychen** in der Pfronten-Fm („Bunte Aptychenkalke“). Die Ammonitenanzahl & -dichte scheint hier geringer als in den Ammonitenkalken des Stammgebiets zu sein, die der Aptychen ist aber erstaunlicherweise weit größer. Wir führen alles das auf die auf den verschiedensten Ursachen gründenden, völlig unterschiedlichen Ablagerungs- wie auch Erhaltungsbedingungen da und dort zurück und erwähnen als Beispiel nur noch, daß die Ammoniten im Knollengefüge der roten Kalke der Pfronten-Fm, wenn überhaupt noch als solche erkennbar, kaum je anders denn als arg verbeulte und verbogene, in den allerseltensten Fällen artbestimmbare **Steinkerne** vorliegen.

Im **SFR** mit andersartigen, deutlicheren Merkmalen ausgestattet und daher besser erkennbar als im **NFR**, prägen die Ablagerungen der Vilser Schwelle während ihrer jüngsten Entwicklungsspanne erneut **Mangelsedimentation** und **Kondensation**.

Dabei sind diese unterschiedlichen Merkmalsausstattungen mit Sicherheit der ruhigen Abgeschirmtheit des **SFR** zuzuschreiben (s.u.a. im Kap **II!**), verglichen mit den stärkeren, unmittelbaren Einflüssen von Beckenseite her, denen der **NFR** (vorerst noch) ausgesetzt war - u.a. vermutlich viel größeren Strömungsenergien -, ehe späte syntektonisch verursachte Distanzenverminderung, Kontaktintensivierung mit den Beckensedimenten und dgl. mehr die finalen Verhältnisse schufen (wie sie unten noch kurz zusammengefaßt werden; s.dazu auch Kap **IX.** & Taf **21/1!**).

Es mag diesbezüglich an so eindrucksvolle Hinweise wie etwa den gedacht werden, daß rote Knollenkalk der Pfronten-Fm und „Bianconekalk“-Abschluß (**SFR**) die **Calpionelliden** (wenn auch nur „unten“ zonierbar – nach oben rasant zunehmende Kondensation!) vom **Einsetzen bis zum Erlöschen** beinhalten, während die **NFR**-Abfolge von deren Präsenz nicht viel mehr denn kleine, schon beinahe „schlammfetzenartig“ zu nennende Aufarbeitungsrelikte zu bewahren vermochte, aus denen sich kaum noch Zusammenhänge, geschweige biostratigraphische Möglichkeiten ergeben. Die Merkmalsunterschiede sind somit Bau und Morphologie dieser späten Phase in Verbindung mit einer Anzahl beckenseits gesteuerter Einflüsse zuzuschreiben, vor allem wohl der Strömungsführung von Beckenseite her. Mangelsedimentation und Kondensation setzen sich über den auslaufenden Jura hinaus fort, und in der Unterkreide nimmt dieses Phänomen zum Teil extreme Ausmaße an, am eindrucksvollsten im **SFR**: Restliche, nur mehr Zentimeter messende Sedimentabschnitte zwischen **drei in allen Fazieszonen durchgehend verfolgbaren Omissionen** bezeugen dort die zunehmende Mangelsedimentation und mit ihr eine zuletzt ins Extreme gesteigerte Kondensation, gefolgt von offenbar **langdauernden** gänzlichen **Ausfällen**, welche von verschiedenartig gestalteten **Hartgründen** mit ihren in den Fazieszonen oft sehr unterschiedlichen Varietäten repräsentiert werden.

Dabei steckt in diesem selbst in seiner mächtigsten Ausbildung gerade noch einen halben Meter messenden jüngsten Schwellenkalkabschnitt zwischen den Omissionen die Zeit etwa zwischen dem Erscheinen der jüngeren unterkretazischen Calpionelliden (D, E – REMANE) und dem oberen Apt (*algerianus*). **Erscheinen** und **Erlöschen** der **Calpionelliden**, wie sie in der **Pfronten-Fm** im **Profil P1051F** (Stbr „Fall“, Taf 17) zu ermitteln waren und – das obere Ende betreffend - mit dem jüngsten Profilabschnitt des **Zitterbachprofils, P1401Z**, zur Demonstration des kondensationsbedingt nach oben zunehmenden Zonierungshandicaps, ergänzt wurden, haben wir mit etwa 300 Ausschnittaufnahmen aus einer Serie von etwa 100 Dünnschliffen dokumentiert. Im Detail kann hier nicht darauf eingegangen werden, einen bescheidenen Eindruck vermag aber Taf 17 zu vermitteln.

Alle drei Omissionen tragen diese ausgeprägten Hartgründe, und der letzte, aufgrund seiner erstaunlich vielfältigen Oberflächenformen („Kleinrelief“ etc.) schön- und bestausgebildete von ihnen, der sogenannte „**jüngste Hartgrund**“, steht - über eine Schichtlücke - im Sedimentärkontakt mit dem „Rothorizont der Tannheimer Schichten“, **Grenzbereich Apt-Alb**. Die extreme Kondensation dieses jüngsten Schwellenkalkabschnittes, Ausfälle, die **Schichtlücke** zwischen Schwellenkalkabschluß und Rothorizont der Tannheimer Schichten wie auch die noch in den Rothorizont hinein fortdauernde starke Kondensation **erschweren eine detailliertere zeitliche Erfassung dieses Bereichs aber außerordentlich**.

Der damals im Steinbruch fast lückenlos aufgeschlossenen und zugänglichen Pfronten-Fm (**SFR**, Profil **P1051F**, Tafel 17) entnehmen ließ sich aber doch, daß die Anfänge dieser Mangersedimentations- und Kondensationsphase in die Zeitspanne **Tithon-Berrias** zu verlegen sind. Damit verbunden u.a. der Übergang der grobbankigen, klein- bis grobknolligen, lachsroten Pfronten-Fm in ihren dünnbankigen, nur mehr schwach knolligen, dem „Bianconekalk“ schon viel ähnlicheren, viel blasser roten Restabschnitt, der dann in den „Bianconekalk“ selbst mündet.

Alles das belegt, zusammen mit den in die Unterkreide hinein anhaltend präsenten Ammoniten, das mit der Abtiefung der Beckenablagerungsräume engstverknüpfte Absinken der Schwelle und Annäherung an und schließlich Eintritt in **pelagische Verhältnisse**. Wir einigten uns, dies mit „Erreichen des Tiefschwellestadiums“ oder einfach mit „**Tiefschwellephase**“ der Vilser Schwelle zu umschreiben.

Wenngleich in dieser dem ViKa gewidmeten Arbeit nicht eingehender abgehandelt, so seien die für beide Faziesräume (**NFR** wie **SFR**) der Vilser Schwelle verbindlichen, so überaus charakteristischen **Mikrofaunen** der jüngsten, pelagischen Entwicklungsphase – gesamt Oxford bis in den Grenzbereich Apt-Alb, insbesondere Tithon-Obertithon-Oberapt & Apt-Alb-Grenzbereich - doch noch etwas detaillierter zusammengefaßt, und zwar anhand der im **SFR** gewonnenen, dort wesentlich umfangreicheren und deutlicheren diesbezüglichen Informationen:

+Zu „Radiolarien“, „Globochaeten – Mikroonkolith“, „Protoglobigerinen (*?oxfordiana*)“, „Filamenten (*Bositra*)“ sowie zu „Gastropoden“ s. die kurzen Hinweise oben. Sie wurden keiner eingehenden Bearbeitung unterzogen, die „**Mikroonkolith**“-Abfolge betreffend (Taf 17), ist dies aber vorgesehen.

+**Calpionelliden**: **REMANE** - A bis C in der Pfronten-Fm zonierbar, D & E darüber nicht mehr, aber **Präsenz aller Zonenmarker**, alle mit erstaunlich großen, deutlichen loricae und mit viel besser erhaltenen Kragenpartien als bei vergleichbaren Exemplaren aus den Beckensedimenten (Profil P1401Z, s.oben!).

+**Älteres unterkretazisches Foraminiferenplankton** – u.a. *Globuligerina hoterivica*.

+Auffallend **kleinwüchsige Hedbergellidenfauna**, ?Apt – fallweise in kleinen, buntest eingefärbten fransigen, „schlammfetzenartigen“ Kondensationsrelikten vor **Z.3, Vorläufer** der nachfolgend angeführten Abschlußfauna.

+Allerjüngster, hochkondensierter Schwellenkalkabschnitt (**Z.3**; Tafel 17) mit kondensationsbedingt zusätzlich scheinverdichteter, typischer, *nicht mehr kleinwüchsiger Hedbergella-Globigerinelloides-Plankton-Vergesellschaftung*, vom „jüngsten Hartgrund“ abgeschlossen. Typischerweise mit dem in

diesem Niveau auch häufigen *Globigerinelloides algerianus* als bekanntem Oberapt-Marker. Rotherhorizont-**Hedbergellidenfauna ohne algerianus** [zwischen *P.cheniourensis* & *algerianus* (Schwellenabschluß) und *cheniourensis* & *H.gorbachikae*, **ohne algerianus** (basaler Rotherhorizont)]. U.a. in Kap **II.**, flüchtig auch in Kap **VII.** (themabezogen) angesprochen, finden sich einige der wichtigsten Marker aus dem Jüngstabschnitt der den **ViKa einschließenden Gesamtabfolge (NFR)** auf Tafel **20/1**, Abbn **6-10**, und Taf **20/2** (Fortsg v **20/1**), Abbn **13 & 21-24**.

+**Schwebcrinoiden** in Schüben („Maxima“), das ?erste übrigens bereits zwischen Top Rotensteinkalk (Oxford) und etwa dem Einsetzen der Calpionelliden (s.oben).

+Hingewiesen sei zuletzt darauf, daß wir auch den **basalen Rotherhorizont** der **TannhSch** betreffend, über wertvolle Untersuchungsergebnisse verfügen, speziell zu dessen so überaus interessantem **Mikro-** wie **Makrofauneninhalt**. Als Beispiele angeführt etwa die **Entwicklungsreihe Gaudryina-Spiroplectinata** (Forams a d agglutinierenden Benthos), seine **Ostakodenfauna (Protocthyere** div.spec. usw.), die unterkretazischen Belemnitenmassen & Brachiopoden, Hemicriniden, Fischzähne usw. Der Rotherhorizont ist mit dem Schwellentop sedimentär verbunden, aufgrund des jüngsten langdauernden Totalausfalls vom Schwellenkalkabschluß („jüngster Hartgrund“) jedoch durch eine beachtliche **Schichtlücke** getrennt. Basal noch immer extrem kondensiert, trägt er neben diesem zahlreiche andere, weitere Merkmale, die den vorerst noch sehr engen Zusammenhang mit dem Schwellentop, besser: mit dessen in dieser Schlußphase herrschenden Sedimentations- und faziellen Verhältnissen verraten - ehe auch diese den großen Umschwung („TannhSch-Wende“) einleitende „Vorhut“ von der eigentlichen TannhSch-Sedimentation zugedeckt wird. Das **Ende der Vilser Schwelle** ist (erst) damit endgültig besiegelt.

Tektonikbedingt und aufgrund der eigenständigen Sedimentationsverhältnisse (größere Mächtigkeiten, geringere tektonische Belastung im offenen, nur gefalteten Abschnitt etc.) sind alle diese Faunen im **SFR** weit besser und vor allem viel vollständiger erhalten als im **NFR**, soweit im **NFR** überhaupt vorhanden (/erhalten), entsprechen sie einander in ihrer Zusammensetzung aber vollkommen („gleicher stratigraphischer Rahmen“ – vgl. Kap **II.**!). Die Kondensation erreicht meist schon mit Erscheinen der jüngeren unterkretazischen Calpionellidenvertreter (bzw. –gemeinschaften) alsbald derartige Ausmaße, daß jegliche Zonierung undenkbar wäre (z.B. Zitterbachprofil mit auf Zentimeter zusammengedrängten, auffallend großen, gut erhaltenen Markern der jüngeren REMANE-Zonenvergesellschaftungen; s.oben!).

Permanente, bereits in den späten synsedimentären Stadien mit allmählicher Verwischung, Verfälschung oder auch gänzlicher Austilgung ehemaliger Zusammenhänge verbundene, postsedimentär noch weiter gesteigerte tektonische Belastung (s. auch Taf **21/1**) bedeutete gerade für den jüngsten, kondensierten, ohnehin nur mehr geringmächtigen Abschnitt der den **ViKa einschließenden Gesamtabfolge** (Stammgebiet, **NFR**) besonders gravierende finale Beeinträchtigungen – im Zug von Distanzenverkürzung & Kontaktintensivierung Schwelle-Becken z.B. Verschiebungen, Stauchung und vor allem Pressungen etc., mit negativen Einflüssen sogar auf Sedimentgefüge und Mächtigkeiten und dgl. mehr (Taf **20/1**, Abbn **3, 4 & 5**, Taf **3**, Abb **4**). Dieser in dieser Position außerordentlich hohen Belastung wegen ist der „**Frontbereich**“, soll heißen: das unmittelbare Kontaktumfeld Becken-Stammgebiet (**NFR**), denn auch alles eher als ungestört und lückenlos überliefert. Schon die fladenartigen Verpressungen am Top der Gesamtabfolge – Taf **20/1**, Abbn **3, 4 & 5** – sprechen da für sich! Dank Position in der Gesamtabfolge und Vergleichsmöglichkeiten mit dem **SFR** konnten jedoch jüngere, oberjurassische, wie jüngste, unterkretazische Entwicklung auch dieses Abschnitts eindeutig geklärt und nachvollzogen werden (zumindest im Hauptsächlichen). Wie auch andernorts angesprochen, sind dabei die den andersartigen Einwirkungen auf ihre unterschiedlichen Positionen entspringenden faziellen Unterschiede **NFR-SFR** allein schon enorm, was heißen soll, daß – tektonikgesteuert - in den Positionen der Faziesräume in der gleichen Zeitspanne schon primär in so vielem voneinander abweichende Abfolgen geschaffen wurden, von den geschilderten finalen Beeinträchtigungen also ganz abgesehen.

Trotz alledem ließen sich **NFR** und **SFR** fast überraschend problemarm „zusammenpassen“. Im und mit dem **SFR** sind ja umfangreiche Vergleichs-, Rückschluß- wie auch Ergänzungsmöglichkeiten für den „Frontbereich“ (**NFR**, Stammgebiet) bewahrt geblieben, und Position und tektonische Einzelheiten berücksichtigt und Vielfältigkeit und Unterschiedlichkeit der beiden Faziesräume als **tektonisch gesteuerte fazielle Spielarten einer und derselben Entwicklung** erkannt, waren denn erste Übereinstimmungen bereits im Gelände leicht herauszufinden und festzuhalten: Etwa Übergang in die und Dominieren der charakteristischen jungen „**Bianconekalk**“-**Sedimentation** (Becken wie auch Schwelle-Faziesräume); Faunenübereinstimmung, makroskopisch besonders beeindruckend z.B. die vor und in den großen Omissionsphasen auftretenden, die nach wie vor beständigen **Ammoniten** ergänzenden und bereichernden unterkretazischen **Belemnitenmassen** – Kap II., unter 6.) – etc. Die Faziesräume umschließt der gleiche stratigraphische Rahmen, und etwa das Einsetzen und Vorherrschen der „Bianconekalk“-Sedimentation stellt für beide in den späten Stadien eine der zahlreichen „leitenden Informationen“ dar. Wie in Kap II./5.) ff besprochen, ist die so überaus eindrucksvolle fazielle Eigenständigkeit des **SFR** das Ergebnis der Einengung und Abschottung zwischen zwei Barrieren, deren eine, nördliche, mit dem Stammgebiet der Schwelle gleichzusetzen ist. Vor allem der jüngere Entwicklungsgang dieses dem Stammgebiet nachgeordneten Abschnitts der Vilser Schwelle läßt sich allein mit den dazu ausgeführten tektonischen Vorgängen erklären.

### Zum ViKa-Profil

#### Fakten & Festlegungen

Das **Profil** auf Taf **18** stellt die den **ViKa einschließende Gesamtabfolge** des Stammgebiets der Vilser Schwelle (**NFR**) dar. Es ist, wie schon in früheren Kapiteln und in anderen Zusammenhängen ausgeführt und auch begründet, gesamt (einschließlich des oben beschriebenen jüngsten Abschnitts) schematisch gehalten - besterhaltenen Teilabschnitten und ausgesuchten, entsprechend informativen Proben nach ohne Abmessungen und Maßstab gezeichnet [s. dazu auch Kap VI., 1.) & 3.)!].

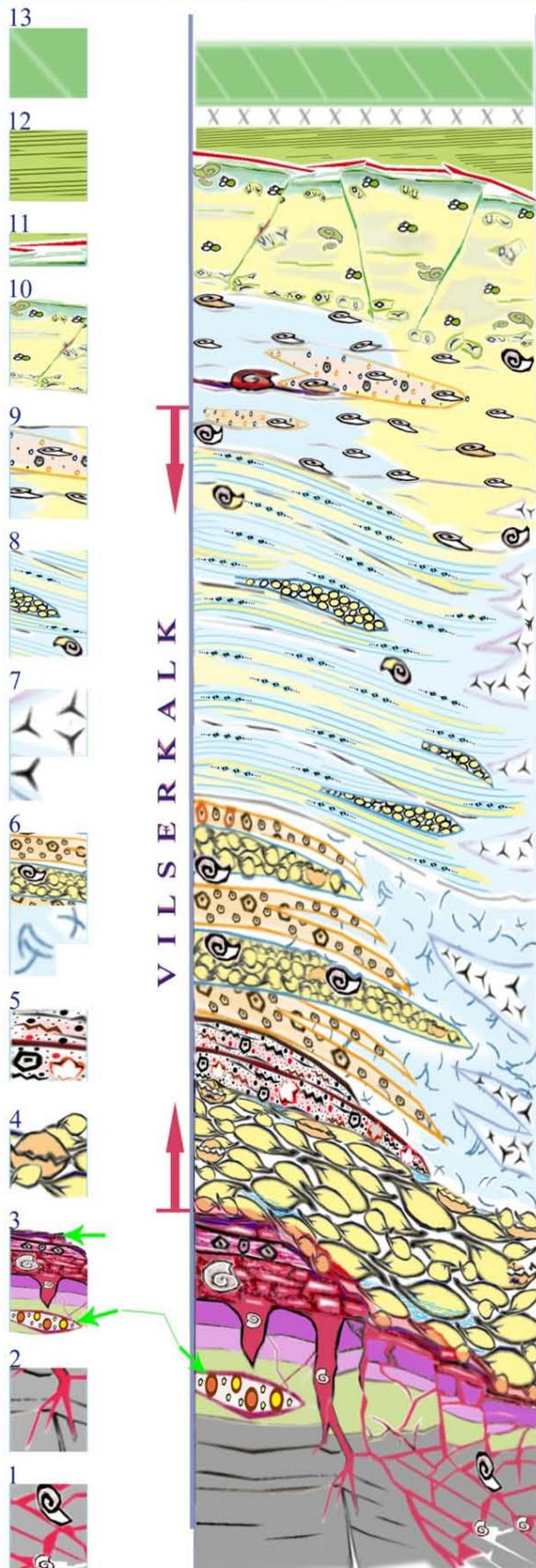
**Nicht** gilt dies für die Profile des **SFR**, wie auf den **Tafeln 14 & 17** dargestellt!

Synsedimentäre und jüngere Tektonik, fazielle Verschiedenheit und Vielfalt etc. machen in dieser komplexen, permanent veränderten Becken-Schwelle-Kombination schon zwischen „Frontbereich“ (**NFR**) und „Hinterland“ (**SFR**, samt den Fazieszonen) eine Unzahl von Unterschieden. Im „Frontbereich“ kommen jene spezifischen dazu, die dem direkten, ununterbrochenen Zusammenhang Stammgebiet (**NFR**, Schwelle)-Becken entspringen. Der dauernden Abhängigkeit des ersteren von Stand und Fortgang der Beckenentwicklung wegen bedeutet dies im Stammgebiet zahllose **vertikale** wie **laterale Abfolgeänderungen**, die vom jeweiligen Stand der Beckenentwicklung und von den Kontakten der Sedimente des Stammgebiets mit den Beckensedimenten bestimmt werden. Soweit dem Abhandlungsinhalt dienlich, werden diese Unterschiede in den Kapiteltexten zumindest angesprochen, vielfach auch eingehender ausgeführt.

Das Profil des Stammgebiets (**NFR**, Taf **18**) ist auf Hauptinhalt und Tenor der Abhandlung abgestimmt: Ursprung, Positionierung und Bildungsmechanismus der Vilser Schwelle, Bildungsbedingungen des ViKa etc., nicht zuletzt aber auch den Wandel zu vermitteln, dem Schwelle samt Ablagerungen im Lauf ihrer Entwicklungsgeschichte unterworfen waren, sowie dessen Ursachen. Es soll den ViKa, bislang äußerst mangelhaft dokumentiertes, weitgehend unbekanntes Schwellensediment, als bezüglich dieser seiner Entwicklungsgeschichte nunmehr in zahlreichen Einzelheiten bekanntes **Glied der Stammgebiets-Gesamtabfolge** („ViKa-Phase“) herausstreichen.

Auf Abmessungen und umfangreich erläuterungsbedürftige, dabei wenig verbindliche Einzeldarstellungen wurde daher verzichtet - am Abhandlungsinhalt, an der geschilderten, tektonikbedingten Erhaltung der Abfolge(n) wie auch an ihrer faziellen Komplexität gemessen, wären derartige Detaillierungen vorerst wenig zweckmäßig und daher überflüssig.

Schematische, unmaßstäbliche **GESAMTABFOLGE** des NFR, OBERTRIAS ("Plattform") bis APT & Wende APT-ALB ("jüngster Hartgrund"-Tannheimer Schichten), idealisiert dargestellt, was ihren **VILSERKALK-Anteil** betrifft (Kapitel VI., VII., VIII., IX. etc)



„Den ViKa einschließende Gesamtabfolge“ (NFR)

TAFEL 18

**VILSERKALK-Profil**  
(mit Malmanteil): 4 bis 9

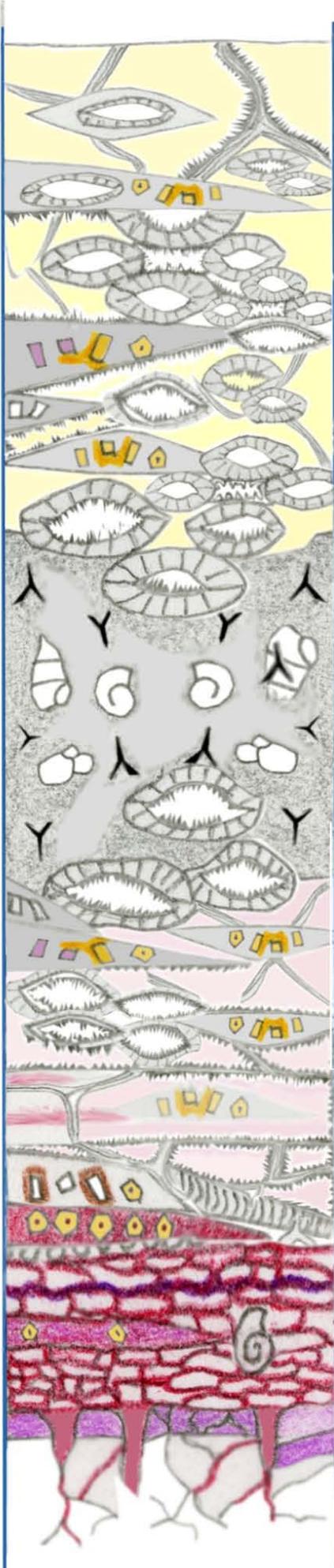
- 13:** Tannheimer Schichten - a. d. in Kap. II. angeführten Gründen die Abfolge des NFR diskordant übergreifend
- 12:** (Malm- &) Neokom-Aptychenschichten, in tekton. Kontakt (=11) mit dem jüngsten Abschnitt der Schwellenkalkabfolge ("Bianconekalk", Z.3 - Apt, Oberapt-Alb)
- 10:** Jüngst.Schwellenkalkabschn.(=Z.3, "Bianconekalk"), im NFR im Wesentl.aufgearbeit. Material (Intraklasten) der ält.(=malmisch-unterkretaz.) "Bianconekalk"-Abschnitte (Calpionellidenkalke, *hoterivica*-Plankt., Aptych., Ammoniten etc.) im *G.algerianus*- & Hedbergellen-Biomikrit von Z.3. Jüngst.HGrd fehlt!
- 9:** Den ViKa s.str.(Callov) - unter Crinoidenrückg. & Brachiop.-Ende - ablös.malmischer Amm.-Kalk, zunehmend i.d.dichten, kryptokristall.Matrix d."Bianconek." gebunden.Basal litholog. durchaus vertretbar: „**malmischer ViKa-Anteil**“ (allmähl.faz."Verfremdung")
- 8:** ViKa, Typ oD (ViKa s.str., Calloviens), am Endlager beckenseits mikrit. infiltrierter("gesprenkelter") Crinoiden-Brachiop.-Biosparit (grainstone), weitaus **crinoidendominiert**, Brachiop. nur mehr in nestartig.Anreichergrn. Geschätzte max.Mächtigg.um die 50-60m.
- 7:** Signatur diene d.Hinweis auf die auf dem Endlager gehäuft auftretenden Kontakte des ViKa mit **spikulitischen** Beckensedimenten
- 6:** ViKa, Typ mD (Stbr."Fall" & Weißhaus), heller bis rötlicher ViKa mit dünnen,lagigen Crinoiden-&Brachiop.-Anreicherungen.Häufig mit "Filamenten" (*Bositra buchi* - ähnlich Reitmauerkalk) und Ammoniten. ROTHPL.: "*T.albica*" n.sp. und Hinzutreten von *Posidonomya alpina* (=B.buchi) kennzeichnend.
- 5:** ViKa, Typ uD ("**Rotensteinfazies**"):Bildg. auf frühen, turbulenten Hochzonen, mit kleinwüchsiger Brachiopodenfauna etc. in sandfeinem Biogenzerreibsel ("Sandstein"; s.Text!).
- 4:** ViKa, Typ uD, heller Brachiopodenkalk (*P.rubrisaxensis* etc.).Geringer Crinoidenanteil, T.uD weitaus **brachiopodendominiert!**
- 3:** Das Liegende d. ViKa: Kondensierte rote, knollige Toarc-Cephalopodenkalke (cf.Adneter);Fe-Mn-verkrustet.**toarc.Hartgrd.(Pfeil)**. Rotkalkspalten, "Violettlias" & Liasanteil der "Unterlage" lieg.(**Pfeile**; s.Kap IV., V., VII.)
- 2 & 1:** Obertriass.Plattformkarb.,graufarbige dolomitische Kalke der "**Unterlage**"d. Vilser Schw.(s.Kap.VII.). Von N nach S ineinander übergeh.Zone d."älteren Brekzien"&Rotkalk-Spaltenzone (letztere mit Füllungen wie 3). Brekzienzone: Komponenten d. Graugesteine gebund. in roten Mikriten mit zwergwüchsiger Anschlußfauna Toarc-Aalen (*aalensis-opalinum*)

## TAFEL 19

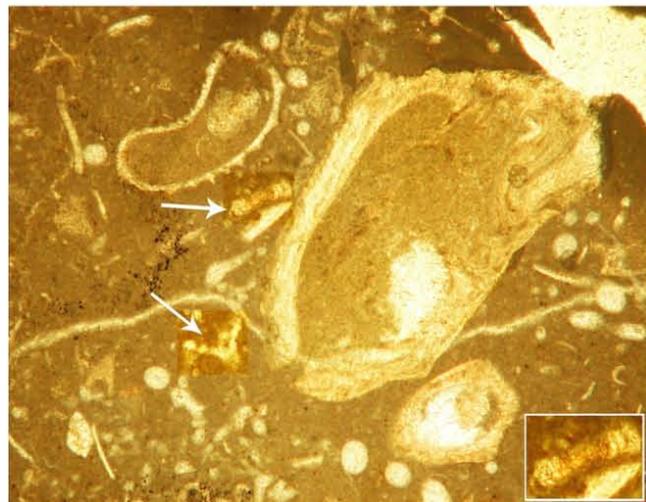
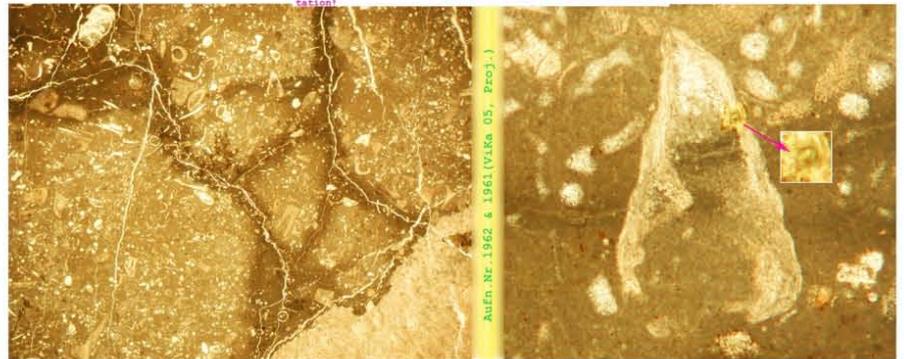
Profilabschnitt (schematisch) vom **Roten Stein Süd**, 1350 & 1365m: Toarc-Cephalopodenkalk (wie Leg.-Nr.3 des Profils auf Taf 18), liegend, und Basalabschnitt des **ViKa, Typ uD**.

Besonderheit dieses etwas über den roten Cephalopodenkalken anstehenden, nicht mehr als 1,5 bis 2m vertikal zugänglichen Brachiopodenkalkabschnitts war zum einen einer der im Typ uD (aufgrund vorerst fehlenden Auflastdrucks) gar nicht so seltenen größeren Hohlräume mit (?früher) drusiger Auszementierung und Restlumen, besonders in Brachiopodeninnenhohlräumen, sowie (?späterer) bis zu mehr als einen Zentimeter dicker, radialfibröser Zementation, die nahezu alle Objekte einhüllte und an den Brachiopodengehäusen ganz besonders auffiel ( ). Allein schon die bröslig-inkompakte, grobkristallige Beschaffenheit des Gesteins machte auf diesen Aufschluß aufmerksam, und es scheint ungewiß, ob die dicken radialfibrösen Aufwüchse mit drusig ausgekleidetem Restlumen nicht die alleinige Aussteifung und Stützung dieses großen Hohlräume darstellen.

Zum andern aufgefallen ist der Kontakt auch dieses ViKa-Abschnitts mit grauem, **spikulitischem** Beckensediment, im DS **Biomikrit** (wackestone-packstone) mit beträchtlichem **Schwammnadelanteil** sowie Planktonforams, kleinen Gastropoden, Bivalven, Ostrakoden & Echinodermendetritus (s. DS-Aufnahmen unten!). Der Abschnitt könnte wohl auch einem auf seinem Endlager mit mikritischem, spikulitischem Beckensediment in Kontakt geratenen Ausläufer (distal) einer der Unterdogger-Brachiopodenmassensammlungen zuzusprechen sein. (?Malm-Alter der Füllung)



Dochl. R25 14 VIKa: Vilsbiburg, Typ uD. Halle Brachiopodenkalkes des unt. Dogger, Roter Stein Süd Musterbeispiel für die vielfältigen Kontakte endgelagerten ViKa mit der Beckensedimentation!



Wie schon in Kap VI., 3.), angesprochen, ist u.E. die Vorstellung von einem allein und einzig verbindlichen Vilserkalk-Profil zu verwerfen – aus den beiden bereits angedeuteten hauptsächlichsten Gründen: Einer davon ist - bei ausreichender, aber knapper Verfügbarkeit der „entscheidenden“ Aufschlüsse des Typusgebiets - in der gegenwärtigen Erhaltung der ViKa-Abfolge zu sehen, der andere, wichtigere in Ursprung, Bildungsbedingungen und Bildungsablauf von Vilser Schwelle & ViKa - im **Dauerzusammenhang** mit dem nördlich vorgelagerten, im Zeitablauf so massiv umgebauten, veränderten Beckenablagerungsraum und mit allen Abhängigkeiten und den nahezu zahllosen daraus resultierenden faziellen Konsequenzen für Schwelle und „Kernablagerung“ ViKa.

Man mag dabei an das einleitende, flachere „Primärrelief“ (Kap VII.) ebenso wie etwa an die mit dem Abtiefungsfortschritt des Beckenablagerungsraumes einhergehende Tiefenzonierung samt ihren Auswirkungen auf die Faunenentwicklung denken, samt den **lateralen Veränderlichkeiten**, die sich je nach Verschiebung vom Bildungsort weg und hin zum Beckenablagerungsraum ergeben, und man mag weiterdenken bis hin zum pelagischen Stadium - mit all den zahllosen Veränderungen, wie bis dahin zu verzeichnen (und wie sie in den Kapiteln abgehandelt werden). Die am ViKa-Neuabbau im O des großen Vilser Steinbruchs gewonnenen neuen Informationen bestärkten die getroffene Entscheidung noch, der Einbindung des ViKa in die Gesamtabfolge und einer anschaulichen Darstellung, die ihn als deren Bestandteil und faziell variablen Entwicklungsabschnitt zeigt, die meiste Bedeutung beizumessen (Taf 18). Zusammen mit den Kapitelausführungen klärt diese Darstellung endgültig, wann und warum er sich im Entwicklungsverlauf der Vilser Schwelle als gleichermaßen lokale wie typische Ablagerung bilden konnte, und wie er sich zwischen Liegendem und durch großtektonisch verursachte Sedimentationsumstellungen herbeigeführter fazieller Verfremdung positioniert findet.

Auf ein eigenes **Vilserkalk-Typusprofil** wurde somit verzichtet. Bei bestenfalls ungefähren, nur in wenigen Einzelfällen halbwegs verbindlichen Mächtigkeitsangaben könnte ein eigenes Profil über die „**ViKa-Phase**“ aus den zahlreich angeführten Gründen nicht anders festgelegt und wiedergegeben werden, als an den besten verfügbaren Aufschlüssen des Typusgebietes ermittelt, in der den ViKa einschließenden **Gesamtabfolge** (Stammgebiet, **NFR**) dargestellt und (hauptsächlich) in den Kapiteln VI. bis VIII. (erweitert IV. bis VIII.) abgehandelt und kommentiert: Zwischen Liegendem als stets fixer **Unterbegrenzung** (Kap IV.) und dem Einsetzen der „malmischen Ammonitenkalke“ als wesentlich weniger eindeutiger **Oberbegrenzung**, als Ablösung („fazielle Verfremdung“, u.a. im vorliegenden Kap beschrieben), repräsentieren den ViKa die drei in Kap VI. ausgeführten **Typen uD bis oD** mit ihren faziellen Varietäten, **Typ uD** in „**Rotensteinfazies**“ und „**Vorläufer**“.

Der lithologisch zwar tolerable oberjurassische ViKa-Anteil wird aber als „**malmischer ViKa**“ geführt (s.oben & Kap VI. & Taf 1) und den Typen uD bis oD als weiterer ViKa-Typ deshalb **nicht** angeschlossen, weil er – nicht zuletzt entwicklungsgeschichtlich bedeutsam! - eines der wesentlichen lithologischen Merkmale des ViKa bereits mangelt – die Brachiopoden. Selbst die Crinoiden, das anfängliche Brachiopodenaufkommen & -gedeihen ablösende und schließlich den jüngsten Abschnitt der ViKa-Phase dominierende Fauna (Typ oD), sind im Malm-ViKa schon stark rückläufig und den Crinoidenmassen des oD-Typs längst nicht mehr vergleichbar.

Die zum Profil zusammengefügt, als **Typen** („members“) in die Abhandlung aufgenommenen und ausführlich beschriebenen ViKa-Abschnitte entstammen den mächtigsten, frischesten **Aufschlüssen** des Typusgebietes, jenen, die damit auch die besten Aussichten auf erhaltene Zusammenhänge boten, so z.B. Steinbruch & Roter Stein: Liegendes-Typ uD bzw. Typ uD, Rotensteinfazies; Steinbruch: Typ mD-Typ oD; Steinbruch: Typ oD-Malmanteil-Ammonitenkalke-Restabfolge usw.

Als häufigste und mächtigste **Bildungsabschnitte** repräsentieren diese ViKa-Typen (members) auch die wesentlichen **Entwicklungsschritte** der „**ViKa-Periode**“, wie sie zwischen Liegendem und malmischem ViKa erkennbar wurden. In der auf sie folgenden, jüngeren Weiterentwicklung kann der beschriebene oberjurassische Abfolgeanteil als „Malm-ViKa“ lithologisch noch zum ViKa gestellt werden. U.a. am Fehlen der Brachiopoden und an seiner vergleichsweise geringen Mächtigkeit ersichtlich, verkörpert er indes – nach Auslaufen und Abschluß der ViKa-Periode! - bereits den **Übergang** in die neue, junge, der **ViKa-Phase** (als Stufe des Gesamtablaufes) sich rasch entfremdende, letzte, pelagische Entwicklungsphase („fazielle Verfremdung“).

Neben der **zeitlichen** (vertikal) wird im Profil auch die **laterale Abfolgeveränderlichkeit**, Richtung Becken, zumindest angedeutet, wie sie in den Kapiteln etwa in Ausführungen über Tiefenzonierung und **Beckensedimentkontakte** des ViKa zur Sprache kommt, oder aber auch über die Bedeutung des Schwellenreliefs für die Abfolgeveränderlichkeit.

Da die Abschnitte wechselnd, W-O auf die Typlokalität zu jedoch zunehmend tektonisch reduziert sind, fehlen die hier besprochenen Voraussetzungen mit Annäherung an die Typlokalität immer häufiger, im ViKa-Vorkommen beim Weißhaus – „Weißhauskalk“ – übrigens erst recht. Dafür hat vor Jahren der Bau eines Wirtschaftsweges entlang dem Leebach (nahe Typlok) mit jungen **Spaltensystemen** im ViKa viel neuen Einblick eröffnet (Kap **X**). Die Chance, zwischen Rotem Stein und Typlokalität, speziell im offensten und besterhaltenen Abschnitt der Struktur, im Steinbruch (und an einigen frischen Leebachaufschlüssen), mit den besterhaltenen, mächtigsten Abschnitten, aus denen die Typen des ViKa zusammengestellt wurden, hauptsächliche Ausbildung, Zusammensetzung, stratigraphische Abfolge, bedeutender aber noch Entstehung und Entwicklungsgang des ViKa und mit ihm den der Vilser Schwelle verfolgen und mitteilen zu können, wurde entsprechend genützt. Der Vilser Steinbruch hat für einen Teil unserer Untersuchungen und Aussagen die entscheidenden, immer aber befristete Einblicke gewährt. Weder im Typusgebiet noch an den entfernten ViKa-Lokalitäten finden sich Hinweise auf eine baldige weitere derartige Chance.

Im Typusgebiet gibt es allerdings **keine ungestört zusammenhängende Abfolge** der ViKa-Typen. Selbst im großen Steinbruch konnten nur etwa durch die bekannten Horizontalverschiebungen und ihre Ausläufer tektonisch gestörte Abschnitte zum Profil gestückelt werden. Es mußte meist über solche tektonische Begrenzungen und Schnitte hinweg stratigraphische Zusammenhänge zu ermitteln versucht werden, was nur bei ausreichender Kenntnis der Typen, ihrer Fazies- und Faunenwechsel sowie der Übergänge (innerhalb der Typenfolge, vor allem aber der oberen - in und aus der Auslaufphase hinaus) gelingen kann, durchaus nicht auch muß.

Reduzierte, duplizierte Mächtigkeiten, verschobene, gekappte, ganz unterdrückte Abfolgeabschnitte etc. mußten sehr häufig hingenommen werden, und daß daraus Gesamtmächtigkeit, Übergänge, Zusammenhänge zwischen den ViKa-Typen etc. betreffende, unvermeidbare kleine Ungenauigkeiten in die Abfolgedarstellung einzurechnen sind, liegt auf der Hand. Am großen Zusammenhang und an der Richtigkeit der ermittelten Typen-, ViKa- & schließlich ViKa einschließenden Gesamtabfolge ändert das aber nichts!

Im Steinbruch wie am Roten Stein unverfälscht erhalten (im Steinbruch damals auf E 1060 N frisch gesprengt und daher besonders eindrucksvoll) fand sich der Verband Liegendes (Kap **IV**.)-ViKa-Basis (Kap **VI**.); im Steinbruch (später) zudem der Verband Malmanteil-Ammonitenkalke-Restabfolge. Liegendes, Typen & Malm-ViKa betreffend, ließ sich schon von den vor langen Jahren vorgenommenen Abbauänderungen und Ausbauen der Etagen 1010 N, 1050 N, **1060 N** (Liegendes-Typ uD) bis 1100 N viel profitieren.

Endgültige, nahezu unerwartete „Klarheit“ und Eindeutigkeit, was Ammonitenkalke, Restabfolge sowie tektonische Einzelheiten des „Frontbereichs“ anlangt, sind dem ganz

jungen ViKa-Abbau im N des Steinbruchs und dem rasanten Vortrieb nach Osten zu verdanken. Wie sich im übrigen herausgestellt hat, wäre unmöglich, alle faziellen Abwandlungen zu berücksichtigen und sie – speziell der Aufschluß- und Lagerungsverhältnisse wegen – auch nur versuchsweise in die richtigen Zusammenhänge zu stellen. Als Beispiel dafür diene die dem Profil (Taf 18) angeschlossene Skizze von einem etwa 1,5 bis 2m vertikal zugänglichen ViKa-Aufschluß am Roten Stein SO (Skizze Taf 19).

Einige **Typen-Abnahmestellen** (Beispiele, nicht vollständig!):

#### **Roter Stein:**

R.St. NW: ViKa, Typ uD (**Rotensteinfazies**) - s. VI., 1.), und Taf 2/1, Abb 2, sowie Taf 10, Abbn 4 bis 6. R.St. N: Mächtigstes Auftreten des ViKa, Typ uD, heller, teils auch hell rötlicher, geschätzte 20 bis 30m mächtiger Kalk mit großen Brachiopoden in gesteinsbildender Dichte, *P.rubrisaxensis* etc.; s. VI., 1.) und Taf 2/1, Abb 1, sowie Taf 10, Abbn 7 bis 9. R.St. N, topnahe: ?ViKa-Malmanteil (und ?autochthone Rotensteinkalkvarietät). R.St. S: ViKa, Typ uD, wie auf Taf 19 skizziert und beschrieben; nahebei „kreidiger“ ?ViKa mit zahllosen kleinen Ammoniten.

Am **Roten Stein** fanden sich die – nach den leider bereits vor Jahren vollständig abgebauten im Stbr. „Fall“ - informativsten Aufschlüsse des **ViKa-Liegenden** (Toarc-Cephalopodenkalke; s. IV., Taf 6, Abbn 1 & 3, sowie Taf 10, Abbn 1 bis 3 & 13). Der Großteil des Roten Steins besteht aus den u.a. in VII. beschriebenen „**Unterlage**“-Gesteinen [mit Brekzien- und Rotkalk-Spaltenzone, letztere wie im Stbr mit Toarccephalopoden i.d. Füllungen, erstere mit kleinwüchsiger Anschlußfauna Toarc-Aalen i d roten Brekzienmatrix (bislang nur im Stbr) – s. IV. und Taf 6, Abbn 2 & 4 bis 8]. Auf die Rolle des Roten Steins als **Rotensteinkalk-Typlokalität** kann hier (und überhaupt in der Abhandlung) nicht näher eingegangen werden, da die Erläuterungen zu dieser aus der Literatur bekannten, im Grunde falschen und irreführenden Mitteilung viel zu weit führen würden. Die Ergebnisse unserer Nachforschungen schließen mittlerweile aber auch die Kenntnis der **wahren Position des Rotensteinkalkes** ein.

**Steinbruch „Fall“** (Kalk- und TannhSch-Abbau der Zementfabrik SCHRETTNER & Cie):

Ehedem im N des Stbr (**NFR**, Stammgebiet), E 1060, auf roten knolligen und schließlich höchstkondensierten schokobraunen und schwärzlichen, krustendurchzogenen **Toarc-Cephalopodenkalke** mit subsolutionsbedingt korrodiertem oder schwarz manganglasköpfig belegtem **Toarc-Hartgrund** einige Meter mächtiger **heller**, fast weißer, **basal rot geflammter ViKa, Typ uD** (auch noch südfallend!), gefügt aus großen Brachiopoden (*rubrisaxensis* etc., Taf 2/1, Abb 1) in gesteinsbildender Dichte [Kap VI., 1.), Taf 2/2 etc.]. Neuaufschlüsse im Zuge laufender Sprengungen bereits vor langen Jahren vollständig abgebaut.

Mit dem i d Anfängen unbegleiteten, unbeaufsichtigten Abbau ist der Wissenschaft der Großteil der einmaligen, unwiederbringlichen **kondensierten toarcischen Cephalopodenfauna** im Liegenden der basalen Brachiopodenkalke des ViKa, Typ uD, leider für immer entgangen; was zu retten war - letzte Zeugen sträflicher Ignoranz! -, kann im Vilser Heimatmuseum & im Diss-Schauschrank des Geologischen Instituts Innsbruck betrauert werden.

Neuabbau im O: Toarc-HGrd, ViKa, Typ uD (Rotensteinfazies), darüber „ViKa-Vorläuferfächer“ (wie auf Taf 7!).

E 1010 N, Bruchwand: Geschätzte 5-10m mächtiger ViKa, Typ **mD**, hell, kaum spätig, aber mit rötlichen linsigen Crinoidenansammlungen, brachiopodenarm, filament- (=Bositra-) angereichert, mit zahlreichen mittelgroßen, schlecht erhaltenen **Ammoniten** (s. Tafn 12 & 18!). Kontakte mit spikulitischem, mikritischem Beckensediment! Bereits vor langen Jahren abgebaut.

Behelfsetage 1050 N, Bruchwand: Mächtiger heller, fein grau gespenkelter ViKa, Typ oD - brachiopodenfreier, „reiner“ Echinodermen-Spatkalk, vorwiegend grober Crinoidendetritus in gesteinsbildend dichter Packung. Im Steinbruch in dieser typischen Ausbildung weitgehend abgebaut.

Um E 1060 bis 1080 (Altabbau) sowie Neuabbau NO, im Bereich zw. 1100 & 1060 (s. dazu etwa Tafn **16/1, 16/2 & 18**): Heller, rot gesprenkelter, nur mehr locker crinoidenfeindetritisch gepackter, geringmächtiger **Malm-ViKa** (Altabbau). Hell beiger bis ganz hell graustichiger, echinodermenschuttführender und in dieser Varietät im Aufschluß lithologisch nur durch die auffällige Dichte selten vom Einbettungsgestein trennbarer, teilweise großer **Ammoniten** vom ViKa, Typ oD, und vom Malm-ViKa unterscheidbarer, von mikrostromatolithischen Bändern (s. Kap. **IX.!**) durchzogener, als **Übergang** Malm-ViKa – Ammonitenkalke aufgefaßter Malmkalk (Altabbau & beginnender Neuabbau). Geht allmählich in die von der „Bianconekalk“-Matrix und von den neu hinzutretenden **pelagischen Faunenelementen** dominierte jüngere Abfolge über (Taf **18**).

Die **Liegendgrenze** des Profils (durch den ViKa) ist immer eindeutig (Kap **IV. & VI.**), die **Hangendgrenze** jedoch aus Gründen der Entwicklungsfortschritte in den Ablagerungsräumen - Becken & Schwelle, fortlaufende Abtiefung, durch die ab dem oberen Dogger-Malm die letzte, die pelagische Phase eingeleitet wird – sowie der damit einhergehenden faziellen Änderungen („fazielle Verfremdung“) von dem abhängig, was im Sinn des modernen Formationsbegriffs noch **als „lithologische Einheit“ zu tolerieren** ist (einschließlich der Änderungen, die sich bei lateralen Verschiebungen zwischen Schwelle- und Beckenablagerungsraum ergeben).

Die die ViKa-Abfolge betreffenden diesbezüglichen **Aus-** und **Festlegungen** finden sich hauptsächlich im vorliegenden Kapitel ausgeführt und begründet.

Die Vilser Schwelle wird - was die alten Ablagerungsmechanismen angeht, „unwirksam“ geworden – ja letztlich ins pelagische Milieu einbezogen, und der ViKa verschwindet.

Ein wenn auch stark crinoidenrückgängiger und (fast) brachiopodenfreier Malmanteil mag dem Erfordernis der „lithologischen Einheitlichkeit“ noch genügen, völlig zu Recht als

„Malm-ViKa“ toleriert und in die ViKa-Abfolge aufgenommen werden. Den getroffenen Festlegungen nach würde das dann bedeuten, daß sich eine „**Vils-Formation**“ aus den **Typen uD bis oD** (der eigentlichen „ViKa-Periode“) plus dem **Malm-ViKa** zusammensetzte – jenen hellen, nur mehr locker crinoidenbesetzten Biospariten (crinoidenführenden Biospariten, jünger dann auch Biomikriten) im Hangenden des eigentlichen ViKa als lithologisch (noch) tolerierbarem **Übergang aus der ViKa-Phase** und als deren **Ausklang** (wenngleich aus den obigen Ausführungen ersichtlich, daß bereits das in Frage gestellt werden könnte).

Diese geringmächtigen hellen, anfangs noch rotsprengligen, crinoidenführenden Malmkalke („Malm-ViKa“) geraten dann ja alsbald zu jenen in der neuen, kryptokristallinen Matrix – „Bianconekalk“-Sedimentation! – gebundenen weißlichen (gleichfalls noch crinoidenführenden) Biomikriten, in denen die Ammoniten schon längst („malmische Ammonitenkalke“) bestimmendes (Makro-) Faunenelement geworden sind, das in die Unterkreide persistiert. Im basalen, von der „Bianconekalk“-Sedimentation noch weniger beeinflussten Anteil jedenfalls beim bloßen Augenschein im Gelände dem ViKa lithologisch noch sehr ähnlich, wären diese u.E. nicht mehr nur des Fehlens der Brachiopoden (wie im Malm-ViKa), sondern nunmehr auch der längst aufgekommenen und anhaltend präsenten Ammoniten wegen tatsächlich lithologisch nicht mehr tolerierbar und daher einer moderneren „Vils-Formation“ – Ersatz für den alten „Vilserkalk“ - nicht mehr zuzuordnen.

Mit dem vollständigen Wechsel zur „Bianconekalk“-Matrix und allmählich dominierenden restlichen pelagischen Faunenelementen (samt einem weiterhin wachsenden Ammonitenanteil) ist die **Hangendgrenze** – in dieser Phase denn auch im Aufschluß und am Handstück leichter erkennbar - natürlich längst **weit überschritten**.

An solchen Übergängen wird klar, welch unpräzises, schon beinahe nach Belieben handhabbares und auslegbares Erfordernis die „lithologische Einheitlichkeit“ eigentlich darstellt. Sie kann nur durch entsprechende Beschreibungen, Erläuterungen und Begründungen präzisiert werden (wie im vorliegenden Fall geschehen).



1

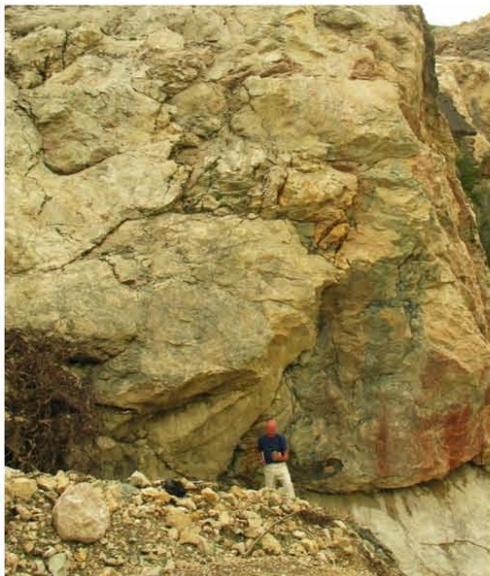


2

**TAFEL 20/1**  
Abbn 1 bis 10

Zur den  
**ViKa einschließen-**  
**den Gesamtabfolge**  
(NFR)

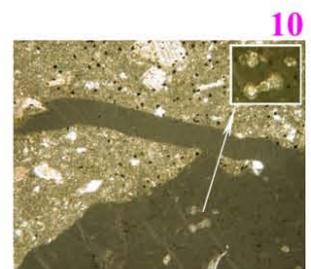
S. auch **Tafel 20/2**,  
Fs. mit den Abbn  
**11 bis 24!**



3



4



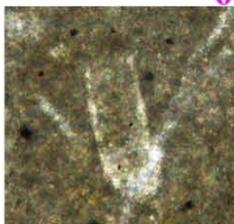
10



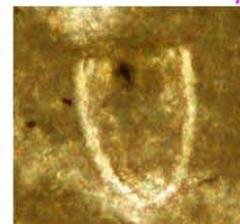
9



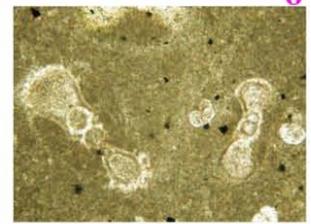
5



6



7

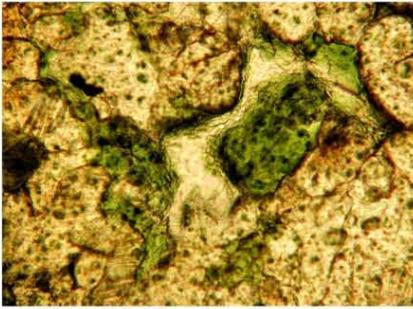


8

**Erläuterungen zu Taf 20/1, Abbn 1 bis 10, & Taf 20/2, Abbn.11 bis 24**

**ViKa** im Stbr "Fall", Vils, N, Blick in Richtg O, Neuabbauber, m System synsedimentärer (farbuntersch) **Jungspalten** (Kap X.) & jüngst Tektonik (Harnischflächen): **Abb 2**; Kontakt m verpreßten (Neokom-) Aptychensch: **Abb 1**. (Brecherniv: ViKa invers & geschleppt) **Abbn 3, 4 & 5**: Stbr, N, ca 940m: **Top** der den **ViKa einschließ Gesamtabfolge** (Kap VII., VIII. etc.) - "Bianconekalk"-Abschluß (ohne HGrd), "Bianconekalk"-Matrix mit hoch kondensierter **aptischer** Fauna *Globigerinelloides-Hedbergella*, mit Aufarbeitungsrelikten (Intraklasten) der **älteren Abfolgeanteile** (Tithon, tiefere U-Kreide). Deutlich sichtb der schon synsedimentär verquetschte **Abfolgetop** (**Abbn 3 & 4**; s. etwa Kap IX.!); typisch f dies Bereich die breit fladenartigen Sedimentkörper - **Abb 5**! Ebenso typisch: Zum Top hin zunehm **Kondensation**, türkisgrüne & graue Sedimentfarben, hoher Anteil **feinstverteilten Pyrits** und - topnahe - stetig anwachs **Glaukonit**gehalte (authigene Neubildgn; s. dazu auch im Kap II.!). Die **Abbn 6 bis 10** sind DS-Ausschnitte aus zwei Proben dies Bereichs: **Calpionelliden** (*T.longa* - 6, *C.darderi* - 7) der höchsten (=unterkretaz) Zonen sowie - unter den Planktonforams (Hedbergelliden) - das planspirale "Paradepferd" des **Oberapt**, *Globigerinelloides algerianus* (**Abbn 8, 9 & 10**; **Abb 10** zeigt eine kleine lagig-linsige feindetrit Einschaltg, die zur Feinstkörnigkeit der umgebenden "Bianconekalk"-Matrix kontrastiert. 6 bis 10 entsprechen den Faunen des "Bianconekalk"-Abschlusses über d **Pfronten-Formation** (=Z.3, SFR) **vollkommen!** Im Südfall d Schwelle jedoch **fehlt Z.3** (s. dazu etwa die Ausführgn im Kap II.!); [Abmessungen d abgebild Mikrofoss zw 60 & 200µm].

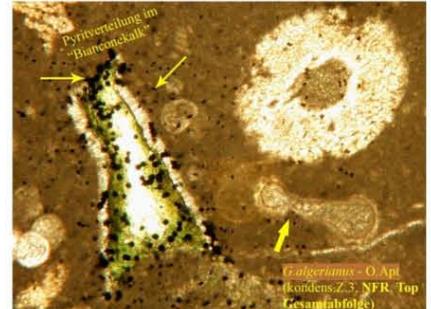
Zu d **Abbn 11-24** auf **Taf 20/2**, Fs.: 14 weitere Belege a d **jüngst Abschnitt** d den **ViKa einschließend Gesamtabfolge** (NFR). **Abbn 14 bis 19** sind DS-Ausschnitte aus Aufarbeitungsrelikt (Intraklasten) älterer, **malm-tithoni** **Abschnitte**: An Aptychen, Saccocomen, teilw auch an Globochaeten & "Protoglobigerinen" reiche Biomikrite. **Abbn 11, 13 & 19** sollen vor allem die hohen, feinkristallinen **Pyrit-** & zunehm **Glaukonit**gehalte demonstrieren. **Restl Ausführgn Taf 20/2, Fs.!**



11



12



13



14



15



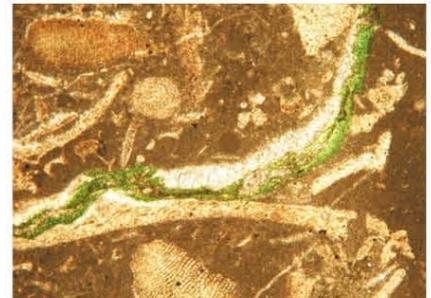
16



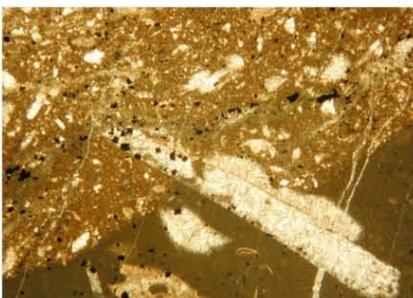
17



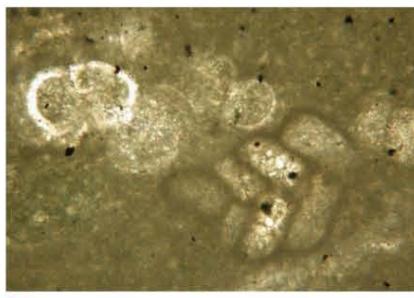
18



19



20



21



22



23



24

**TAFEL 20/2**  
Abbn 11 bis 24  
Zur den  
ViKa einschließenden  
Gesamtabfolge (NFR)

S. dazu auch **Tafel 20/1,**  
Abbn 1 bis 10

Die nur i d obersten, höchstkondensierten Partien dichter biogenbepackte "Bianconekalk"-Matrix führt häufig dünne lagig-linsige, auffallend feindetratische Einschwemmgn - 20. Im Ggsatz zu den beeindruckenden Feldern & Horizonten von Fe-Mn- & Phosphorit-Knollen im SFR sind im NFR auch in obersten Abschnitten nur selten Ansätze z Entstehung dies großonkoidischen Gebilde zu entdecken - 12. Abbn 13 & 21 bis 24: Unterm Plankton des jüngst Abschnitts (*algerianus* - 13, cf *blowi* - 23, 24 sowie diversen Hedbergellen - 21, 23) tauchen - hier noch selten, im Rotherizont der Tannh Sch & i d Tannh Sch selbst (SFR) dann häufig - a d agglutinierenden Benthos Formen d *Gaudryina-Spiroplectinata*-Entwicklungsreihe auf - 21 & 22. [Z.3, O-Apt, jüngst HGrd-Schichtlücke im Grenzber Apt-Alb & Sedimentärkontakt Tannh Sch im SFR!]

## **Schlußwort**

zum ViKa-**Profil**, getroffenen & begründeten **Festlegungen** dazu und zu „**Vils-Formation**“

Der nunmehr endgültigen Klärung von Ursprung und Entwicklung der Vilser Schwelle, mit ihr auch des zeitlichen Bestandes des ViKa, seiner Lithologie und deren Änderungen, seiner stratigraphischen Position in der Gesamtabfolge sowie den dazu gegebenen Ausführungen, Erläuterungen und Begründungen entsprechend, **wird vorgeschlagen**, den alten, bislang als zusammenhangloses, isoliertes Deckenrelikt geführten Vilserkalk („Seichtschwelfenfazies“ einer Vilser Decke u.Ä.), wie er sich nunmehr mit beschriebenen lithologischen Merkmalen und deren Änderungen als (litho-) stratigraphische Einheit in die obertriassisch- unterkretazische Gesamtabfolge eingliedert findet, nach Lösung jener unbedeutenden Probleme betreffs der geforderten „lithologischen Einheitlichkeit“ im Sinne des modernen Formationsbegriffes künftig als „**Vils-Formation**“ - für den alten, starren stratigraphischen Begriff „**Vilserkalk**“ - zeitunabhängig, gemeint: ohne unüberschreitbare zeitliche Begrenzungen in der ihn einschließenden Gesamtabfolge zu präsentieren.

## IX. Mikrostromatolithen im Vilserkalk

Kombination Mikrostromatolithen - Ostrakoden – Karbonatüberschußzementation  
Entstehung, Ursachen; Erläuterung des Begriffs „jüngere Brekzien“

Das Phänomen „Mikrostromatolithen“ zeigt sich ausschließlich im **NFR** der Vilser Schwelle (Stammgebiet). Man findet diese auffallende Erscheinung im älteren Abschnitt der den **ViKa einschließenden Gesamtabfolge** - seltener in harten Aufbrüchen (Spalten, Brekzienzwickeln) der „Unterlage“-Graugesteine, besonders häufig hingegen im ViKa bis hinauf in seinen malmischen Anteil und in die Ammonitenkalke darüber. Im jüngsten Abfolgeabschnitt („Bianconekalk“) hingegen ist sie verschwunden, und im **SFR** fehlt sie überhaupt. Am meisten beeindruckt sie beim Anblick der „jüngeren Brekzien“.

Diesem hochinteressanten Phänomen sei hier gebührend Rechnung getragen, verraten doch bevorzugter Bildungsbereich und Hauptauftreten, daß es gleichfalls in engem Zusammenhang mit der allgegenwärtigen synsedimentären Tektonik zu sehen ist, in diesem Fall erstaunlicherweise begleitet vom Leben als Nutzer auch unscheinbarster Ökonischen.

Bei dieser Erscheinung handelt es sich zunächst um 2 bis etwa 5mm breite, dunkel honigfarbene Beläge von **Mikrostromatolithen** („Cyanolithen“), die auf Wand- und Begrenzungsflächen von Spalten, Brüchen, Zwickeln aufwachsen oder Brekzienkomponenten vollständig umhüllen und auf alledem erste Überzüge bilden.

Besonders bemerkenswert ist aber, daß sie – noch häufiger - in schmalen, bandartigen oder auch schmalen, wirr und unregelmäßig gewundenen Hohlräumen vorkommen - solchen, die in syntektonisch gestörten, ganz offensichtlich in noch un- oder nur schwach lithifizierten Stadien auseinandergezogenen, verschobenen, verrutschten, verpreßten, unter Zug- oder Druckeinwirkung jedenfalls noch plastisch verformbaren Sedimentpartien aufgegangen sind. Und stets treten sie, da wie dort, in Kombination mit **Generationen radialfibröser Zemente** auf, die, senkrecht und jeweils sehr dick (palisadenartig) auf ihrer Unterlage aufgewachsen, die nach den mikrostromatolithischen Belägen noch verbliebenen Hohlräume allmählich füllen und dabei beträchtliche Restlumina meist vollständig überbrücken.

Den stromatolithischen Überzügen jedoch unmittelbar folgend, von ihnen als Nahrungsgrundlage wohl auch abhängig und schließlich zwischen ihnen und ersten Zementgenerationen in ihrem ehemaligen kleinen Lebensbereich erhalten geblieben, besiedeln viele von diesen Hohlräumen – Brekzienzwickel, Spalten, Kleinhöhlen wie auch die schmalen, „weichen“ und plastischen Aufbrüche - dichte Kolonien **autochthoner Ostrakoden**. Viele früh abgestorbene Individuen werden dabei bereits in die gekräuselten Lamina der Stromatolithen eingeschlossen und von ihnen überwachsen.

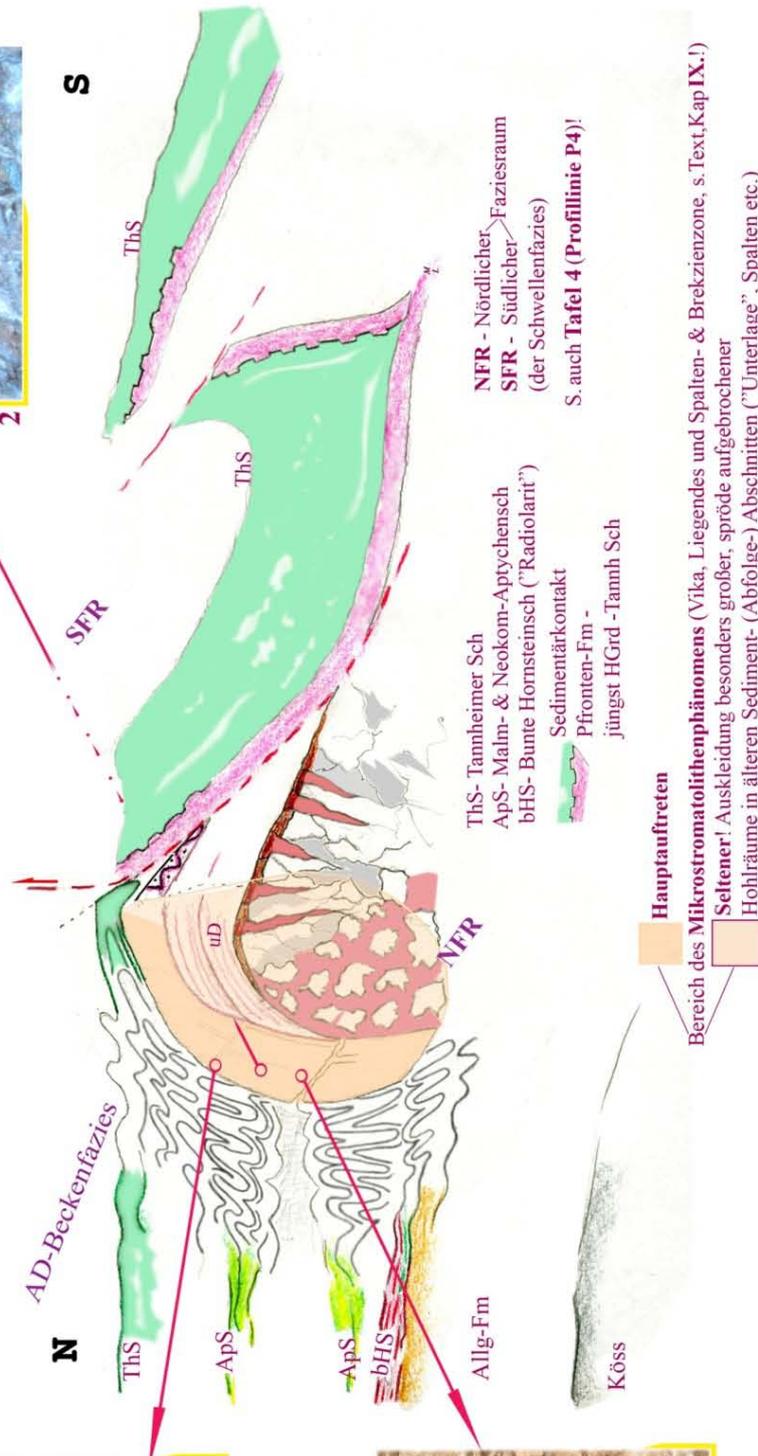
Am eindrucklichsten zeigte sich diese Kombination in den „**jüngeren Brekzien**“. Ganz im Gegensatz zu den „älteren Brekzien“ (s. etwa Kap **IV.** oder **VII.!**) sind sie im Zuge jüngerer Einengungsphasen nach N vorgeschobene und stirnseits (des Schwellenblocks) abgelegte, geringmächtige **Brekzienkeile**, die aufgrund ihrer **Komponentenbindung** schon im Gelände augenblicklich auffallen. Bislang nicht eingehend untersucht, scheinen ihre Zusammensetzung hauptsächlich spicula- und filamentangereicherte, teils auch einige Ammoniten einschließende rote Komponenten aus älteren und jüngeren Sedimentabschnitten (bis ?callovisch-oxfordischen Alters) des ehemaligen Nordabhangbereiches (**NFR**, Beckensedimentkontakte!) zu bestreiten (Taf **22**, Abbn **1-7**).

Es finden sich darin allerdings auch offenbar aus tieferen Abschnitten der Schwelle- „Unterlage“ abgetrennte und mitgeschleppte Komponenten, von denen nicht wenige ältere, triassische Fazies andeuten (?„Plattform“), die im rezent zugänglichen Bestand gar nicht aufscheinen (oder aber erst durch genauere Nachforschungen in den Graugesteinen der „Unterlage“ nachgewiesen werden könnten). Komponenten aus der Abfolge des **SFR** der

## TAFEL 21/1: "Mikrostromatolithen im ViKa"

Unmaßstäblich & übertrieben dargestellte, in der finalen S-N-Einengungsphase geschaffene "Knautschzone" am Kontakt Beckensedimente - Schwellenblock (NFR - ViKa einschließlich **Gesamtabfolge**). Phänomen am ausgeprägtesten im jung. ViKa samt Malmteil und nächst dem Kontakt, der durch "Zusammenrücken" der Ablagerungsräume, Einfaltung & Verpressung intensiviert wurde (s. Kapitel IX.1). Phänomen syntektonisch induz., dürfte u.a. eng an den schwach lithifizierten jüngsten Beckensedimentanteil sowie teils wohl auch an die (abdeckenden) Tannh. Sch. gebunden sein!

**1** Schmale, bandartige Mikrostromatolithen (-kombination) in unlithifiziert aufgegangener, **2** in noch plastischer, **3** in (?teil-) lithifizierter, brekzienartig zerlegter Sedimentpartie (s. auch Abb. zu den Kap. V., VI. & IX.)



**TAFEL 21/2, Abbn 1-7. Zu den Abbn 1 bis 3 s. auch im Kap V. & Tafel 8, Abbn 1-9!**

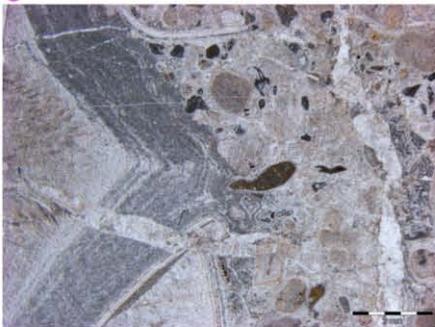
Die **Abbn 4 bis 7** sind DS-Ausschnitte, die d **Mikrostromatolithenphänomen** in einem steilstehend., mehrfach erweiterten & mehrfach jünger (jedenfalls postliassisch) gefüllten Spaltensystem i d "Unterlage" belegen (d **Abbn 5 & 6** d **Tafel 24** sind Ausschnitte aus diesem System). Syntektonisch in der in längst lithifiziertem Stadium weiter zerbrochenen "Unterlage" angelegt, erweitert & mehrfach gefüllt, erwies dessen (seltene) helle, jüngste Füllung ein weiteres Mal die häufige Gemeinsamkeit von (?malmischen) **ViKa**-Anteilen und dem **Reitmauerkalk** sehr ähnlichen Anteilen (Filamentkalk mit Protoglobigerinen & Schälchenansammlgn von ?*Bositra* - nicht abgebild!). Die Mikrostromatolithenkombination findet sich hier innerhalb der durch syntekton. Verschiebungen noch "weich" aufgegangenen Füllg wie auch zw. Füllg und Spaltenwand (s. dazu d Kap IX., X. & zugehörige Abbn!).

Mit den **Abbn 1 bis 3** wird das **Mikrostromatolithenphänomen** am Beispiel des im Kap V. abgehandelten **Violettalks**, "Violettlias", noch einmal dargeboten. Der auf **Abb 3** festgehaltene Aufschluß (Stbr."Fall", Vils) zeigt jüngsten Violettalk nahe der Toarc-Omission, der in Bewegung geraten, etwas schichtig resedimentiert und später entlang dieser Flächen wieder aufgegangen sein dürfte. Die **Abbn 1 & 2** sind zusammengesetzte DS-Ausschnitte einer dieser schmal spaltenartig geöffneten Unstetigkeiten (die im übrigen im Violettalk eine einmalige, alsbald dünn auslaufende Erscheinung darstellten). Wir fanden nur wenige Beispiele, die die im Kap IX. abgehandelte **Kombination Mikrostromatolithen - Ostrakoden - Karbonatüberschüß-** **4 zementation** so eindrucksvoll bewahrt haben. Als das **älteste**, noch brachiopoden- & ammonitenfreie Rotsediment des Vilserschwelle-Stammgebiets ist der Violettlias in diesem Niveau ein locker **Schwamm-** **spicula** und größeren Crinoidendetritus führender Biomikrit (wackestone-packst.).

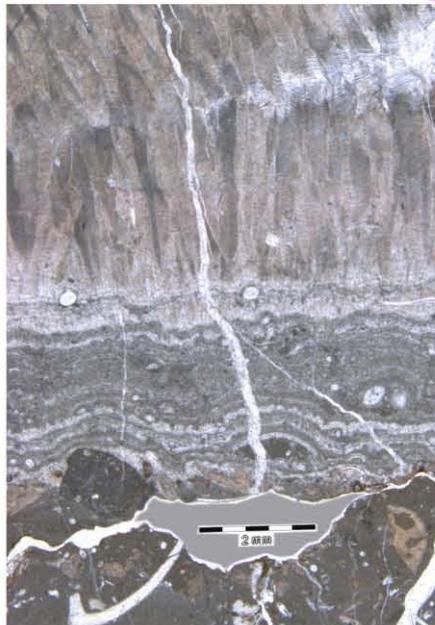
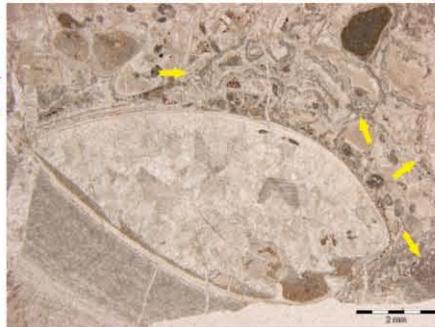
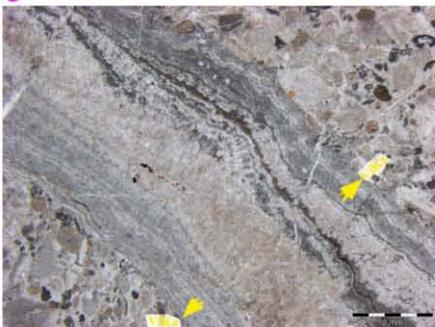
**7** (=Ausschnitt aus **4**)



**6**



**5**

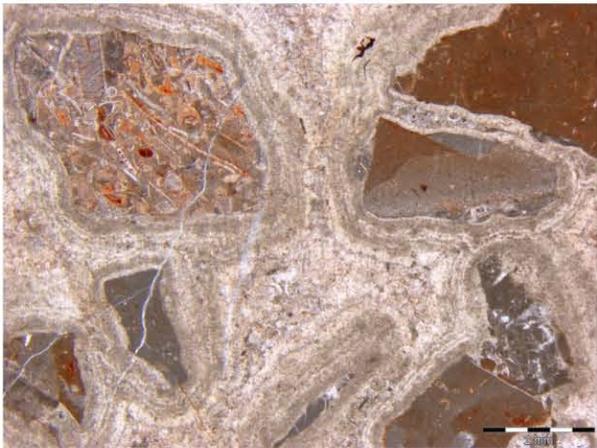




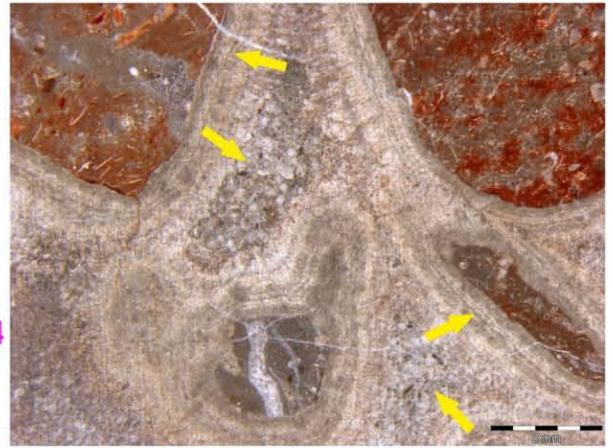
1



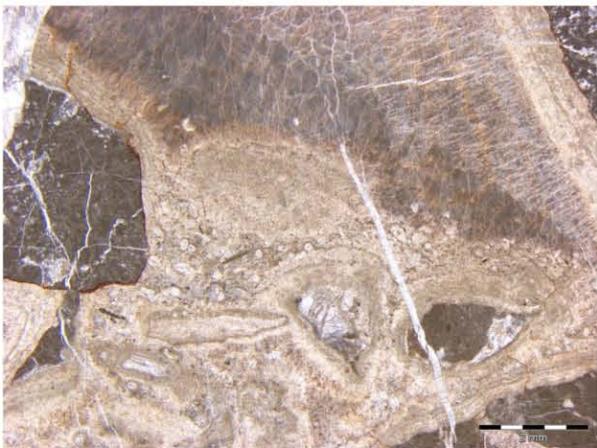
2



3



4



5



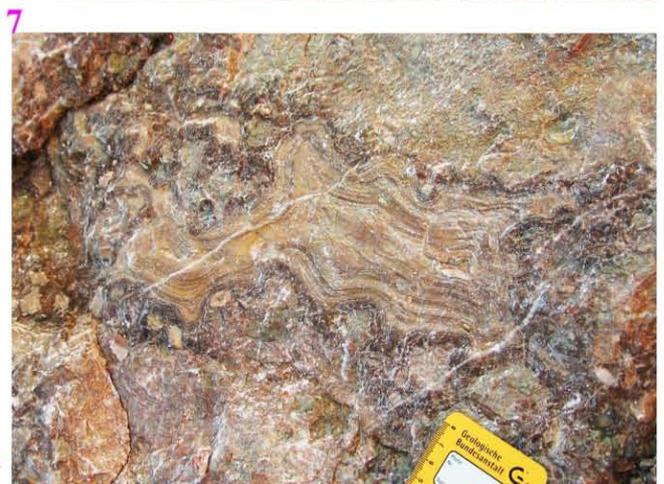
6

## TAFEL 22, Abbn 1 bis 7

Zum **Mikrostromatolithenphänomen**, besonders auffällig in den **„jüngeren Brekzien“** (s. Kapitel IX.):

Kombination erster mikrostromatolithischer Aufwüchse mit autochthonen Ostrakodenkolonien & dicken radialfibrösen Zementen (Karbonatüberschuszementation) fungiert in den **jüngeren Brekzien** regelrecht als **„Brekzienmatrix“**: Abbildungen 1 bis 6: DS-Ausschnitte, Abb. 2 zeigt eine typische kleinere, dicht besetzte Ostrakodenkolonie (s.auch **Tafel 13/1**).

Abb. 7: Geländeaufnahme - größerer, zw. stark korrodierten Komponenten geöffneter und von zahllosen Zementgenerationen allmählich zugewachsener, völlig ausgefüllter Hohlraum (linke Kante Meßtäfelchen ca.5cm). 1-7: Stbr.„Fall“, Vils.



7

Vilser Schwelle sind in den „jüngeren Brekzien“ hingegen nicht vertreten.

Regelrecht als „Brekzienmatrix“ fungierend, überbrückt die Kombination in diesen jüngeren Brekzien leicht Zwickel- und Hohlformendurchmesser von 10, 20cm, und selbst so große Hohlräume beherbergen – immer im Stromatolithennahbereich - Ostrakodenkolonien.

Nur selten findet sich - mittelständig - ein kleiner, drusig ausgekleideter oder hell blockig kalzitisch ausgefüllter ehemaliger Resthohlraum (Taf 22, Abb 1).

Im **Vilserkalk** bereits von ROTHPLETZ entdeckt, findet sich das Mikrostromatolithenphänomen vornehmlich in den jüngeren Abschnitten (Typen mD und oD), im malmischen ViKa-Anteil und in den ammonitenreichen Malmkalken, die ihn ablösen; im basalen Brachiopodenkalk (Typ uD) hingegen scheint es selten zu sein, wenn nicht gar zu fehlen.

Die Beschreibung ROTHPLETZ' zu diesem Thema bezieht sich auf eine größere nestartige Brachiopodenanhäufung im Vilserkalk der Typlokalität (Typ oD, Callovien). An ihr fiel ihm auf, daß samt und sonders „*unbeschädigte Gehäuse von einer 1-2 mm starken bräunlichen Kalkkruste umzogen*“ waren. Er deutete dies als „*echte Sinterbildung, die man sich nur durch das Vorhandensein submariner, kalkreicher Quellen erklären kann*“ (Monographie, S.38 und S.66).

Wir konnten das Auftreten des Phänomens mikrostromatolithisch ausgekleideter Hohlräume verschiedenster Größe und Gestalt noch präziser lokalisieren und abgrenzen und stellten dabei fest, daß es sich im **NFR** und dort von den obertriassisch-liassischen „Unterlage“-Gesteinen bis in die malmischen Ammonitenkalke hinein wiederfindet, in den jüngsten, dem Kontakt mit den Beckensedimenten nächstgelegenen Abschnitten von ViKa und Ammonitenkalken aber anscheinend bevorzugt. Das Gestein schien in diesem Bereich partienweise wie dicht und wirt von **Girlanden** durchzogen.

Der Grund für diese Häufigkeitszunahme liegt auf der Hand (und wird noch erläutert). Im **SFR** der Vilser Schwelle gibt es dieses Phänomen überhaupt nicht, und auch im jüngsten, hochkondensierten Abfolgeanteil des **NFR** scheint es zu fehlen – möglicherweise des zu unmittelbaren tektonischen Drucks und der geringen Restmächtigkeit, zu geringen Lithifizierungsfortschrittes des dichten, feinkörnigen „Bianconekalk“-Sedimentes, vielleicht aber überhaupt dessen Dichte und Feinkörnigkeit wegen.

Bei den älteren, in lithifiziertem Stadium aufgebrochenen Abfolgeanteilen des **NFR** erstaunt häufig, welch beträchtliche Hohlraumlumina, etwa breite Spalten, von zahllosen Generationen der dicken radialfibrösen Zemente vollständig ausgefüllt werden: Durchmesser von **30, 40 Zentimetern** sind gar nicht so selten! Schnitte durch solche Füllungen zeigen ein lagiges Gefüge, und einige Lagen fallen – wie die stromatolithischen Erstbeläge selbst - durch zarte interne, feingekräuselte Lamina und Lagenbegrenzungen auf. Vom Aufwuchs auf die Mikrostromatolithenschicht bis tief in die Hohlräume sind die Zementgenerationen oft gelblich gefärbt, nehmen aber in der Farbintensität kontinuierlich ab, und nach Abschluß aller Aktivitäten, welche zur Entstehung der Mikrostromatolithenkombination beigetragen haben, werden eventuell noch übriggebliebene kleine (mittelständige) Resthohlräume (wie in den jüngeren Brekzien) meist ganz verschlossen - von ungefärbten, weißen grobblockigen Kalzitementen.

Gewöhnlich verschließt die Kombination - beid- bzw. allseitig aufgewachsen – den verfügbaren Hohlraum von allen Seiten gleichmäßig; daher rührt die Mittelständigkeit der immer sehr kleinen Resthohlräume. Nur die weich geöffneten schmalen „Bänder“ verschließt die Kombination häufig nur von einer Seite her.

Betrachtet man alldas noch etwas aufmerksamer, so stellen sich solche gekräuselte interne Lamina und Lagengrenzen, die oft noch bis weit in die jüngeren Zementgenerationen hinein vorkommen, als weitere Aufwüchse („Aufwuchsversuche“) von Stromatolithenfilmen heraus. Sie werden aber alsbald von den mächtigen Zementpalisaden durchwachsen und, samt kleinen, dichtgepackten Ansammlungen winziger Ostrakoden, in die jeweilige Lage regelrecht eingebaut. Derartige ganz und gar erstaunliche Bioaktivitäten werden in den großen Hohlräumen aber letztlich dennoch allmählich seltener und schließlich gänzlich eingestellt –

meist ein gutes Stück vor deren völliger Verschließung durch die Zemente.

Trotz derartiger Beobachtungen im lithifizierten Sediment (die „jüngeren Brekzien“ eingeschlossen) scheint die Mikrostromatolithenkombination das bereits eingangs angesprochene Milieu eindeutig zu bevorzugen: Sie tritt offensichtlich in solchen Sedimentpartien in weit größerem Umfang in Erscheinung, die in nicht oder schwach lithifizierten, jedenfalls noch plastischen Stadien aufgegangen sind. Das schließt ein, daß sie nicht entwässert auseinandergezogen, verpreßt, verschoben wurden oder verrutscht sind. Möglicherweise spielen dabei Gefüge und entsprechende Korngrößen einer kalkig biogendominierten Ablagerung wie ViKa und jüngere, lithologisch noch verwandte Abfolgeanteile eine weitere gewichtige Rolle.

Zu den **Bildungsbedingungen**:

Für das Mikrostromatolithenphänomen, wie im **NFR** der Vilser Schwelle vorgefunden, gelten jeglichen offenen, „normalmarinen“ Verhältnissen und Sedimentationsbedingungen längst entzogene, einer (tektonisch verursachten) „Begrabung“ vergleichbare, spezifische Bildungsumstände.

Mit Beginn des ViKa-Neuabbaues im O des Vilser Steinbruchs wurde der in Bezug auf das Mikrostromatolithenphänomen wohl informativste Kontakt zugänglich: der der Schwellenkalke (des **NFR**) mit den steil südfallenden Malm- und Neokom-Aptychenschichten (jüngster Beckensedimentabschnitt, AD; Taf **20/1**, Abb **1**).

In den obersten Partien zuerst angefahrener, offenbar malmischer Anteile (der Schwellenkalke, bereits ammonitenangereichert!) nächst diesem tektonischen Kontakt ließen sich eine Weile in größerem Umfang Form und Ausmaße in noch un- oder gering lithifizierten Stadien gebildeter Mikrostromatolithensysteme untersuchen.

Danach sind es oft sehr lange schmale, sanft geschwungene, öfter stark meandrierende oder völlig wirr verwunden und verwickelt scheinende „Bänder“ in den hellen Kalken, die drei bis fünf Zentimeter Gesamtbreite kaum überschreiten. Bis auf eine gelegentlich vorkommende ?drucklösungsbedingte, in Bandmitte verlaufende und etwas gezackte Sutur gibt es darin keine hart gebrochenen Ränder und Begrenzungen. In derartigen Bändern oder Rissen wachsen meist nur wenige Zementgenerationen und verschließen sie wieder, der mikrostromatolithische Aufwuchs darin ist aber oft besonders fein gekräuselt und feinstlaminiert aufgebaut (mit eingewachsenen Ostrakoden; Taf **21/2**, Abb **4-7**).

An größeren Inhomogenitäten wie etwa Anhäufungen größerer Biogene (z.B. Brachiopoden, mit mehr verfügbarem Zwickelhohlraum, etwa ViKa, Typ oD, s.dazu Taf **13/1**, Abb **1**) zeigt sich meist der ganze Bereich (samt den einzelnen größeren Biogenen) mikrostromatolithisch eingehüllt, an Verschiebungsflächen entstehen breitere Bänder oder größere Hohlräume mit vielen Zementgenerationen. Es gedeihen besonders große Ostrakodenkolonien mit großen Individuen (Taf **13/1**, Abb **1 & 2**).

Auch Kontakte von Biogenschüttungen mit Beckensedimenten (ViKa-Endlager, Hang) scheinen bisweilen verschoben oder verrutscht und können dann bevorzugte Ansatzpunkte für schmale mikrostromatolithische Bänder werden (DS-Serie, nicht abgebildet).

Nach eingehenden Untersuchungen und Vergleichen mit den „jüngeren Brekzien“ verdichteten sich die Hinweise auf Bildungsursachen und Diageneseumstände zu jenem Bild, das auf **Tafel 21/1** zeichnerisch wiederzugeben versucht wird. Die Abbildung soll die tektonische Situation und die durch sie geschaffenen günstigen Bildungsvoraussetzungen, vornehmlich für die **in plastischen Stadien entstandene Mikrostromatolithenkombination**, darstellen; sie markiert aber auch die noch mit einbezogenen tieferen „Bildungsstockwerke“ in den älteren, schon lithifizierten Sedimentabschnitten.

In der gegebenen tektonischen Situation hat fortschreitende S-N-Einengung die ursprünglichen Positionen verändert, die Distanzen zwischen Becken- und

Schwellenablagerungsraum werden laufend verkürzt, Ablagerungsräume und die jeweiligen Sedimentstapel aneinander herangerückt.

In der Folge wird der kompetente (und auch bereits nach N einrotierte) Schwellenblock – mittlerweile in „Tiefschwellenposition“ abgesunken und ins pelagische Milieu der Aptychen-Beckentiefen einbezogen - derart an den nach oben kontinuierlich abnehmend lithifizierten jüngsten Abschnitt der Beckenfolge (Aptychenschichten) herangeführt und schließlich angepreßt, daß laufende **Kontaktintensivierung** eine breite „Knautschzone“ erzeugt, in die der Schwellenblock ein- und damit vom normalmarinen Milieu endgültig abgeschlossen wird. Und ebendiese tektonischen Vorgänge, die zum Kontakt zwischen Schwellenblock und dem noch leicht verformbaren (oder ?nahezu unlithifizierten) jüngsten Abschnitt der Beckenfolge geführt haben, schaffen u.E. eben damit die Grundlagen für die plastische Variante der Mikrostromatolithenkombination im Schwellenblock: Die langspannige, zug- und druckgeführte tektonische Verformungsenergie bewirkt in den jüngeren, noch plastischen Abschnitten des Schwellenblocks die besprochenen Hohlräume. In der Mehrzahl der Fälle sind sie wohl nur als schmale, durch Zug- und Druckeinwirkung verursachte Verschiebungen, Risse, vielleicht gar nur als Gefügelockerungen und –inhomogenitäten aufzufassen. In den tieferen, lithifizierten Stockwerken dürften von der gleichen Energie die neuen, nicht mehr sediment-, sondern nur noch von besagter Kombination ausgefüllten Aufbrüche und Hohlräume (oder auch nur Lockerungshohlräume, z.B. an Bankungsfugen; Taf **21/2**, Abb **3**) erzeugt worden sein.

Der Wasseranteil - auch im Kontaktumfeld -, das darin gelöste Karbonat, vor allem aber durch die permanenten, tektonisch verursachten Druck- und Zugverhältnisse laufend neu zugeführtes Karbonat stellen die Zementgenerationen, die als nichts anderes denn als **Karbonatüberschußzementation** zu verstehen sind (mit periodischen Karbonatmaxima = Übersättigungen, wie sie in der Vielzahl der Zementgenerationen ihren Ausdruck finden). Die Tannheimer Schichten, in diesen tektonischen Ablauf eingebunden, indem sie letztlich die hier angesprochenen Kontakte, also die im **NFR**, noch - völlig diskordant! - übergreifen (Tannheimer-Schichten-Front von N her, mit konkordantem Zugang überhaupt nur mehr im **SFR**; Kurzgeschichte dazu im Kap **II**.!), dürften dieses unter ihrer Abdeckung komplett abgeschlossene, periodisch karbonatübersättigte „Stillwassermilieu“ noch zusätzlich gefördert haben, ein Milieu, in dem das Leben – völlig überraschend - noch diese kleine, wenn auch befristete Nische besetzte und nutzen konnte.

## X. Spaltensysteme im Vilserkalk

Nachweis unmittelbarer Nachbarschaft und Zusammenhangs des Stammgebiets der Vilser Schwelle (**NFR**, ViKa-Ablagerungsbereich) mit dem Beckenablagerungsraum im N wie auch mit dem **SFR** (paläogeographische Position)

Weiterer Nachweis langspanniger großtektonischer Aktivitäten als Agens für die Entstehung, den laufenden Umbau wie auch das Ende der Vilser Schwelle (mit den Tannheimer Schichten)

Aus den bisherigen neun Kapiteln sollte u.a. hinreichend hervorgegangen sein, daß der ViKa, „Kernablagerung“ der Vilser Schwelle, immer wieder mit Beckensedimenten in Kontakt kommt. Er weist dabei für die einzelnen Phasen seines Entwicklungsweges charakteristische Beckensedimentkontakte auf, deren Ursachen im fortwährenden Zusammenhang Schwelle-Becken und damit im jeweiligen Entwicklungsstand des Beckenablagerungsraums selbst, einschließlich der damit zu verbindenden faziellen Eigenheiten, begründet liegen.

Die ViKa-Beckensedimentkontakte erklären sich also aus Position und Entwicklungsgang der Schwelle (Endlagerposition des ViKa im Schwellenrelief – „Hangfazies“), die aufgrund ihres ununterbrochenen Zusammenhangs mit dem Beckenablagerungsraum im N direkt und ununterbrochen auch mit dessen Entwicklungsgang verbunden und von ihm abhängig ist.

Wohl bestes - weil auffälligstes - Beispiel für **frühe Kontakte** ist die im Zuge der Umgestaltung der „alten Ablagerungsräume“ (Köss – Fleckenmergelentwicklung), ungefähr zusammen mit den Fleckenmergelablagerungen (Allgäu-Fm) in Erscheinung tretende und lange beständige, etwa im Kap VII. in ausführlichere Betrachtungen einbezogene (Kiesel-) **Schwammfazies** – „**Kirchsteinkalke**“ (durchwegs spikulitische Kalke und Spikulite).

Wir fassen sie als zwischen „Beckenfazies“ (mittlerweile in die Fleckenmergeltiefen abgetiefter Beckenablagerungsraum) und „Schwellenfazies“ **vermittelnde Fazies** auf („Schwelle“ - Bereiche unterschiedlicher, meist geringerer Tiefe, andersartiger Ablagerungsbedingungen und daher anderer fazieller Gegebenheiten).

Sie ist keine Schwellenfazies, vermittelt aber - immer „in Reichweite“ der hellen und bunten Schwellenablagerungen und daher auch immer wieder in den so vielfältigen Kontakten mit ihnen vorzufinden - zwischen Schwelle und Becken. Ihre tragenden Organismen dürften, wie die ViKa-Brachiopoden und später die ViKa-Crinoiden und wie vor denen ja auch schon die kondensierten roten Liegendensedimente des ViKa, von jenem **upwelling** oder upwelling-ähnlichen Bedingungen profitiert haben bzw. abhängig gewesen sein, die am langsam in die Tiefe sinkenden Abbruchabhang (jedenfalls für einen bestimmten Tiefenbereich) so lange wirksam waren.

Im Schwellenbereich finden sich erste Kontakte mit ihr schon im Liegenden des ViKa, und von da an sind verschiedenartige **Kontakte ViKa-spikulitische Beckensedimente** noch bis in den Übergang Typ oD-malmischer ViKa-Anteil eine ganz gewöhnliche, ja häufige Erscheinung. An zahlreichen Stellen der Abhandlung finden sich auch kurze Hinweise oder längere Ausführungen zu Beckensedimentkontakten des ViKa (und deren Bedeutung) - Kapitel V., VI., VII. [z.B. VII., 2.), „Sprenkelung“] und andere; s. dazu auch Taf 18 & 19.

Beispiel für **späteste Beckensedimentkontakte** hingegen sind eben jene jungen, unauffälligen Spaltensysteme im ViKa, denen dieses Kapitel gewidmet ist.

Fortgesetzte Umgestaltung, vor allem fortgesetzte Abtiefung der Beckenablagerungsräume und damit verbundene, immer umfassendere Sedimentationsänderungen führen zu allmählicher **fazieller Verfremdung** und zum Ende der schwelletypischen Ablagerung ViKa (wie letztlich ja überhaupt zum Ende der Vilser Schwelle in ihrer ursprünglichen Funktion, als „Schwelle“). Auch der so lange Zeit hindurch prägenden Schwammfazies scheint, jedenfalls was ihr Ausmaß, ihre Bedeutung als langzeitiges fazielles Charakteristikum der Beckenentwicklung betrifft, in dieser Zeit ein Ende bereitet worden zu sein.

Damit „verschwimmen“ auch die für die „**ViKa-Phase**“ (samt ihrem Liegenden, unten, und

ihren Übergängen in oberjurassische Anteile, oben) so charakteristischen Beckensedimentkontakte mehr und mehr und „verschwinden“ schließlich – heißt: sie weichen den vereinheitlichenden, ausgleichenden pelagischen Bedingungen der späten Phasen (vielleicht als „Tiefschwellenphase“ oder dgl. zu bezeichnen). Bekannter Grund dafür: Unmittelbar an die Beckenentwicklung gekoppelt, geht die Schwelle samt Ablagerungen und sonstigen schwellespezifischen Eigenheiten in der Finalphase der großtektonischen Entwicklung, in der die Beckenräume mittlerweile ja bis in die Aptychenschichten-Tiefen ausgebaut und vertieft sind, regelrecht auf – ehe sie unter den Tannheimer Schichten endgültig begraben wird und ganz verschwindet (s.u.a. Kap **VII.** bis **IX.** & Taf **21/1**).

Den **jüngeren Spaltensystemen im ViKa** ist ein eigenes Kapitel gewidmet worden - des Nachweises für junge, längst nach Ende des ViKa und erst in den angesprochenen späten Entwicklungsstadien zustandgekommene Beckensedimentkontakte des „Stammgebietes“ und damit eines weiteren Nachweises der **paläogeographischen Position** der Schwelle wegen. Sind sie auch ganz **andersartige Beckensedimentkontakte** als die anfangs angesprochenen, so doch keineswegs weniger interessante und informative.

Ein aus einleitenden dehnungstektonischen Vorgängen herzuleitendes Bruchsystem in den obertriassisch-unterliassischen Graugesteinen der (Schwelle-) „Unterlage“ [Kap **VII/1.**] geht, wie im Arbeitsgebiet (Roter Stein bis Vilser Steinbruch) eindeutig zu ermitteln war, aus nördlich vorgelagerten, rotkalkgebundenen Brekzien (Zone der „älteren Brekzien“) in eine südlich anschließende, breite Rotkalk-Spaltenzone über. Diese ursprüngliche Anlage haben nachfolgende, anhaltende kompressionstektonische Vorgänge (S-N-Einengung; s.z.B. Kap **II.**) weiter ausgeformt und überprägt.

Die Graugesteins-„Unterlage“ birgt zudem deutliche Anzeichen älterer, längst vor der Entstehung besagten Bruchreliefs und Rotkalksedimentation in Gang gekommener Zerbruchvorgänge, bereichsweise mit brekzienartiger Zerlegung der Graugesteine und nachfolgender kalzitischer Verheilung. Dieser Phase wurde jedoch nicht nachgegangen. Wie weiter oben bereits erläutert, sind beide Zonen **rotkalkplombiert** (Füllungen, biostratigraphische Stützung, Details s.z.B. Kap **IV.**, Taf **5**, Abb **1**, Taf **6**, Taf **10**, Abbn **1-3** & Abb **13**). Der auf dem „Primärrelief“ dieses Bruchsystems [s. Kap **VII.**, **1.**] als seinem angestammten Ablagerungsraum gebildete, unmittelbar auf die toarcische Rotkalk als seinem Liegenden folgende, schwellennordrandpositionierte **ViKa** stellt in diesem (primären) Bruchsystem **keine Füllungen**.

Zu diesem **äußerst bemerkenswerten Umstand angemerkt** sei allerdings, daß die Zerlegung der Schwelle unter fortgesetzter tektonischer Beeinflussung fortschreitet, womit es zu immer weiteren, wesentlich **jüngeren Spaltenbildungen** bis hinein in die „Unterlage“ kommt. Unter ihnen finden sich auch **Mehrfachöffnungen** und -füllungen älterer Spalten.

In dieser jüngeren Phase der synsedimentären Tektonik treten dann beispielsweise helle, lithologisch meist malmischen ViKa-Anteilen entsprechende, oder rote ?Malm- Füllungen auf (Taf **24**, Abbn **5** & **6**), während wir noch ins „Unterlagen“-Stockwerk vorgedrungene rot-bunte und helle tithonisch-unterkretazische Jungfüllungen - auf die tektonischen Fortschritte und Umstände bezogen, bezeichnenderweise! - nur mehr als Seltenheiten nachweisen konnten.

Was die „Mikrostromatolithenkombination“ betrifft, die gerade in der „Unterlage“ jene erstaunlichen, bis zu 30 und 40cm breiten, ausschließlichen Füllungen von Spalten und Hohlräumen stellt, so sei dazu auf das Kapitel **IX.** verwiesen.

Demgegenüber fanden wir im **ViKa-Block** selbst, sowohl in seinem nördlichen Kontaktbereich (mit den Aptychenschichten der Beckenfolge, AD) wie auch im südlichen (mit dem an tektonischer Grenze verlaufenden **SFR** der Vilser Schwelle), meist zwar ziemlich unauffällige, kleinere Systeme von Spalten geringer Breite und Tiefe, die sich jedoch als außerordentlich informativ erwiesen haben (Tafeln **20/1**, Abb **2**, & **23**, Abbn **1-7**).

Diesbezüglich interessant einige Ausführungen OPPELS und ROTHPLETZ' zum Thema (s. auch in „Einleitung“): Beide besprechen auch „rothen Vilser Kalk“, und ROTHPLETZ (1886) erwähnt etwa im Kapitel „Malm, Kalk-Facies“ „**rothe Vilser Kalke**, wie sie am Legam, Raubühel und an der Rothen Wand entwickelt sind“ (u.a. mit Fossiliste, mit „Tithon“ als Altersangabe).

Unserer Erfahrung im dortigen Gelände nach meint er damit - eine **Rote-Wand**-Rotkalkprobe aus dem Bereich des „Weißenhauskalks“ (?Bathon), die wir als (roten) ViKa-Reitmauerkalk-Mischtyp ansprechen, davon ausgenommen - hauptsächlich wohl Rotkalke der Pfronten-Formation (**SFR**).

OPPEL (1860) spricht - neben dem eigentlichen Vilser Kalk - von einem zwar „in der engsten Verbindung mit diesem“ stehenden, dabei aber doch „wesentlich verschieden aussehenden Kalkstein“, einem „rothen, marmorartigen, harten Kalk“, der vor allem auch durch seine Versteinerungen vom eigentlichen ViKa abweiche. Man gewinnt jedoch den Eindruck, er meine damit nicht dasselbe wie A. ROTHPLETZ, und in „§. 5. Auftreten des rothen Kalkes mit und in dem weissen Kalke von Vils“ berichtet er denn auch ausführlich über eine rote oberjurassische (möglicherweise noch etwas jüngere) **Spaltenfüllung im ViKa** der Typlokalität.

Bedenkt man dabei seine Beobachtungen, der rote, marmorartige Kalk werde an manchen Stellen lichter, ja selbst **sehr hell** oder **gelblich** („**Bianconekalk**“, vgl. Taf 5, Abb 2), der dunkelrote Spaltenkalk einer anderen Stelle weiche schon durch seine **vielen Ammoniten** ab, und die „gangförmige Masse des rothen Kalkes“ trenne sich seitlich sehr deutlich vom weißen Kalk ab, so dürften diese (litholgischen) Angaben OPPELS an der angegebenen Stelle (unmittelbare Typlokalität) auf von ihm entdeckte Kontakte des ViKa sowohl mit dem Beckensedimenteintrag im N wie auch mit den jungen Rotsedimenten aus dem Schwellenablagebereich selbst hinweisen.

Hinsichtlich **Diagenese** im ViKa (unterschiedliche Lithifizierung, Kompaktion, erhaltene primäre Porosität etc.) interessant scheint Oppels Beobachtung des „Uebergangs und des **Zusammenfließens** des rothen in den weissen Kalk“, doch fehle ihm dafür eine „genügende Erklärung“. Beachtenswert scheine ihm der Umstand, daß auf kurze Entfernung der rote Gang nicht plötzlich, sondern langsam in den weißen Fels übergehe - „gleichsam mit dem weissen Gestein **zusammenfließt**.“

ROTHPLETZ (1886) hat im übrigen OPPELS „gangartige rothe Kalkmasse“ später als „rothe Apophyse in den liegenden weissen Kalk“ bestätigt.

Die Vilser Schwelle ist, Entstehung wie Umbau betreffend, **das Musterbeispiel** für laufende, intensive synsedimentäre tektonische Aktivitäten.

Zufolge dieser permanenten tektonischen Aktivitäten ständigen Veränderungen unterworfen, sind – auffallenderweise erst über Liegendem und den Unterdogger-Brachiopodenkalken! - besonders im gesamten höheren ViKa-Abschnitt kleine Spaltensysteme erhalten, samt und sonders mit **Füllungen oberjurassischen bis unterkretazischen Alters**, die viel Zusätzliches über Position und ehemalige Kontakte des ViKa, solche mit dem Beckenablagebereich im N wie auch solche mit dem an ihn anschließenden südlichen Schwellenbereich, verraten haben. Wir haben dazu eine Reihe guter Beispiele im ViKa entdeckt, und mit Tafn wie **20/1**, Abb 2, und **23**, Abbn 1-7, und mit dem im vorliegenden Kapitel dazu Erläuterten sei hervorgehoben, daß auch solche Beispiele mit Nachdruck unterstreichen, was in der Abhandlung an Neuergebnissen über Entstehung und Entwicklungsverlauf von Vilser Schwelle und ViKa präsentiert wird.

OPPELS (und ROTHPLETZ') **Beispiel** war an der (durch den Bau eines Wildfütterungswegs teilweise zugedeckten und längst verwachsenen) Typlokalität schon vor langen Jahren nicht mehr auffindbar, es wurde nach den der Literatur entnehmbaren Schilderungen oben wiedergegeben und kommentiert.

Es steht für die diversen Zusammenhänge des ViKa-Blockes mit dem restlichen, unmittelbaren Schwelleablagebereich und seinem Wandel; ebenso für die mit dem nördlich angrenzenden Beckenablagebereich (ViKa - Hangfazies, N, zum sich vertiefenden Beckenablagebereich hin); den litholgischen und paläontologisch-biostratigraphischen Ausführungen nach wohl auch für Zusammenhänge mit jenen biogen-, darunter besonders plankton-, **aptychen-** und **ammonitenreichen** feinen roten Mikriten, wie sie sich (nach Absenkung, zunehmender Öffnung zu und Verbindung mit den Beckentiefen) im **SFR** ab der Basis der Pfronten-Formation (Rotensteinkalk - Oxford) finden und, vom

auslaufenden Jura bis in die obere Unterkreide, über deren tiefere Abschnitte bis hinauf zum **hellen, gelblichen** (vgl. oben, OPPEL!), feinstkörnig-dichten „Bianconekalk“ und zum jüngsten Hartgrund (Oberapt, Apt-Alb-Grenze) weiter fortsetzen.

Ein **zweites Beispiel** stammt aus einem etwas westlich des ersten gelegenen ViKa-Abschnitt - aus einer im Bachbett des Leebachs (900m), entdeckten, sehr hellen, feinkörnigen (und damit sogleich ‘„bianconekalk“verdächtigen’) Spaltenfüllung. Die 15 bis 20cm breite Spalte, weder nach Tiefe noch Winkel beurteilbar, dürfte ehemals ziemlich sicher flachwinklig angelegt gewesen sein (den offenbar zahlreichen, nicht sehr dicken, dafür aber sehr unterschiedlichen Füllungen nach). Das einzige Probenstück, das sich von der vom Wasser geglätteten Gesteinsoberfläche abnehmen ließ, setzt sich jedenfalls aus zumindest **vier** deutlich voneinander abgegrenzten Füllungsabschnitten zusammen.

Und wie zahlreiche andere Beispiele wesentlich ältere Kontakte eines noch nicht lithifizierten Vilserkalks mit spikulitischen Beckensedimenten im N der Vilser Schwelle, so weist dieses Beispiel in der Tat viel jüngere Kontakte eines lithifizierten, aufgrund der laufenden tektonischen Einflüsse bereits massiv verstellten, verschobenen und aufgebrochenen Vilserkalkblocks mit den **jüngsten Beckensedimenten**, gleichfalls im N der Vilser Schwelle, nach (vgl. dazu auch Tafn **20/1**, Abb **2**, & **23**, Abb **4**): Die helle, lutitische (im DS kryptokristallin-dichte mikritische) Füllung ist im Handstück kaum von Proben etwa aus den Kalkbänken der Aptychenschichten zu unterscheiden. Der Biogeninhalt entspricht letzteren vor allem, was seinen Planktonanteil betrifft, und zugleich einem in submarinen Spaltenmilieus durchaus üblichen Besatz mit (in situ-) Gastropoden.

Gefügemerkmale der einzelnen, durch Omissionen voneinander getrennten Füllungsabschnitte zeigen, daß das System während der gesamten Periode seiner Füllung tektonisch verursachten Bewegungen ausgesetzt gewesen sein muß: Es findet dies in wahrscheinlich durch Verdrehungen (Rotation) hervorgerufenen, diskordant verstellten Füllungsabschnitten und voneinander abwinkelnden Geopetalgefügen seinen Ausdruck.

Auch die vom Oberjura in die Unterkreide hinein immer deutlicher werdende **Transgressions-** und **Absenkungstendenz** ist sehr eindrucksvoll abgebildet:

Der detritusarme Basalabschnitt mit ganz erhaltenen Gastropoden weicht zunächst einer Aufarbeitung mit (?teils kondensationsbedingter) Detritusverdichtung, nach einer Omission einem schmalen, wieder detritusarmen (noch tithonischen) Calpionellidenabschnitt und nach einer weiteren Omission jenem **ab Oberjura** (?Oxford, Rotensteinkalk) einsetzenden und – offenbar vielphasig - in die Unterkreide hinein persistierenden, oft auffallend biogen- und detritusarmen **Ammoniten-Massenaufreten** (Taf **23**, Abb **3**; in unseren Diskussionen einigten wir uns auf die Bezeichnung „Ammonitentransgression“). Dieses periodische Massenaufreten kann in der angegebenen Zeit geradezu ein *Charakteristikum des Wandels im Ablagerungsraum und im Sedimentationsgeschehen* genannt werden - zunehmende Vertiefung, hoch- und offenmarine, pelagische Verhältnisse, in denen die Funktion der Vilser Schwelle als „Schwelle“ ihr Ende findet, in denen die Vilser Schwelle regelrecht aufgeht. In dieser Spaltenprobe erstmalig, ließ sich aus ihm, zusammen mit den tithonischen Calpionelliden und einem (vielleicht gleichfalls kondensationsbedingt zusätzlich verdichteten) Massenaufreten von Schwebcrinoiden („Saccocomenmaximum“) darüber auf eine äußerst langspannige tithonisch-?basal unterkretazische Gesamtfüllungsphase schließen. Auf Taf **23**, Abbn **1** & **2**, sind Füllungsabschnitte und die auffälligen, auf synsedimentäre Verstellungen hinweisenden Gefügemerkmale festgehalten.

Ein **drittes Beispiel** ist südlicher im ViKa-Block (ehemals wohl auch dem **SFR** der Schwelle näher als dem Beckenablagerungsraum im N) positioniert.

Der Bau eines westlich der Typlokalität zum Leebach geführten Wirtschaftsweges bot Gelegenheit, den frisch ausgesprengten ViKa (klassischen Typ oD) in Augenschein zu nehmen, und an dieser Stelle manifestierte sich die **wachsende tektonische Beanspruchung**

des im oberjurassisch-unterkretazischen Zeitabschnitt weitestgehend lithifiziert aufgebrochenen ViKa-Blocks besonders eindringlich in dessen dichter, oft netz- bis raumgitterartiger Zerspaltung. Teils fanden wir vom zweiten Beispiel (zeitlich) ununterscheidbare, teils aber **noch jüngere**, in einigen Fällen in mehrfach geöffnete Spalten eingebrachte Füllungen, und deshalb haben wir diese besonders interessante Phase des tektonischen Fortschritts in der Skizze auf Taf 5, Abb 2, festgehalten. Die Jüngstfüllung erfolgte in diesem Beispiel nach einer zweiten Öffnung einer Querspalte des älter angelegten Systems, wobei die jüngere Füllung zweifelsfrei identisch ist mit dem rostroten, tonmergeligen, von kleinen Quarzgeröllen durchsetzten Material des **basalen Rothorizonts der Tannheimer Schichten (SFR)**. Daran ändert nichts, daß der Füllungskern aufgrund geringern Oxydationsgrades – Spaltenfüllung! - von der rotbraunen in dunkler grüne Farbtönungen wechselte.

Am eindrucksvollsten erhalten fand sich der Rothorizont der Tannheimer Schichten aber immer in der Südfazieszone (**SFZ**) des **SFR** (Taf 4 - Profilinie **P4!**).

Die ältere Füllung enthält hingegen, wie angedeutet, das dichte, lichte lutitische, „bianconekalk“-ähnliche Sediment des zweiten Beispiels (cf. Kalkbänke der Aptychenschichten!) und oft eine der nach Einsetzen der oberjurassisch-unterkretazischen Transgressionstendenz periodisch auftretenden Ammonitenhäufungen im pelagischen Sediment.

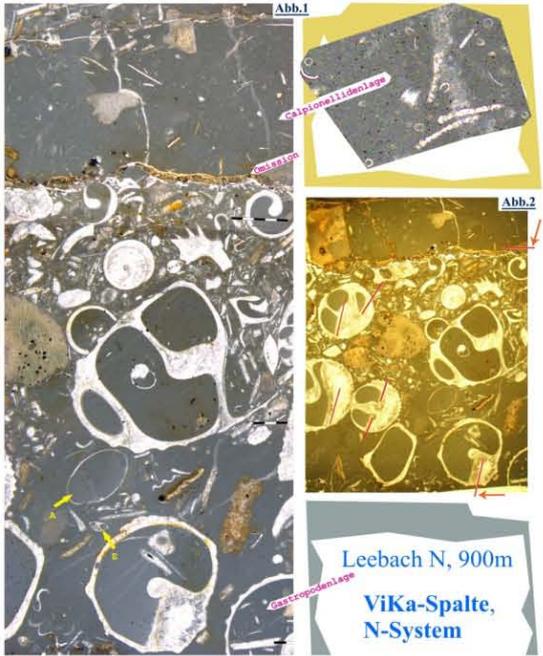
**Rezentfakten** (für das vierte Beispiel, unten):

Es wird **angemerkt**, daß im östlichen Abschnitt des Typusgebietes – gemeint: auf der Strecke zwischen Vilser Steinbruch und Typuslokalität (und mit Annäherung an letztere) - Vilserkalk und nur mehr jüngste Anteile des von S her bereits großteils überwältigten **SFR** der Vilser Schwelle („Bianconekalk“ mit Knollenhorizonten und jüngstem Hartgrund und einem verquetschten Keil von TannhSch zwischen ihm und dem ViKa) sich tektonisch in immer engere, unmittelbare Nachbarschaft zueinander gerückt finden, ehe die gesamte Struktur, NW-überschoben und endgültig unterdrückt, östlich der Typlokalität ausstreicht und in den Untergrund abtaucht.

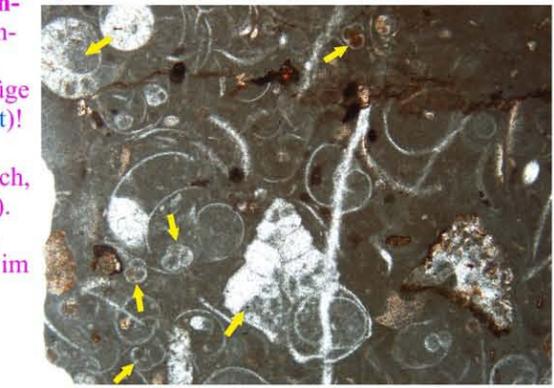
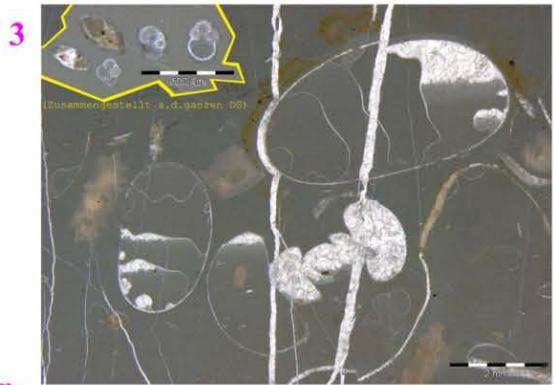
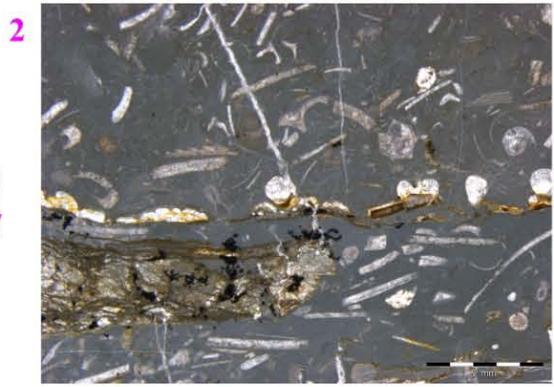
Distanzen und Zusammenhänge, wie sie in der im Vilser Steinbruch vergleichsweise noch weit geöffneten Struktur **NFR** (mit dem ViKa)-**SFR** einigermaßen erhalten bzw. erkennbar geblieben sind, sind hier bereits extrem verkürzt oder ganz überfahren bzw. ausgetilgt. Die Tannheimer Schichten, im Steinbruch noch als Muldenfüllung in eindeutigem Sedimentärkontakt mit dem (oberaptischen) Top der Schwellenkalken, sind hier nur mehr als schmaler verpreßter Keil in diese Nachbarschaft einbezogen (in einiger Tiefe sogar zwischen ViKa-Block und nach N überschlagenen Schwellenkalkanteilen des **SFR** eingezwängt).

Übrigens führen sie hier in beträchtlicher Menge vollständig gerundete (durchschnittlich um faustgroße) **Gerölle**, z.T. offenbar zu kleinen Rutschfächern verdichtet. Sind indes die viel kleineren **Gerölle im basalen Rothorizont** (der TannhSch, **SFZ** des **SFR**, Taf 4!) **durchwegs Exotica** (und zudem auch auf gänzlich andere Art zur Ablagerung gelangt), so handelt es sich bei den hier angesprochenen Geröllen um solche, die – anscheinend calpionellidenfrei und radiolarienreich – ausschließlich aus lithologisch mit den feinen, lutitischen Kalken der Aptychenschichten identischem Material zu bestehen scheinen.

Daß weit jenseits aller geschilderten bruchtektonischen Anfänge die nachfolgenden, unausgesetzten tektonischen **Einengungsaktivitäten** schließlich auf eine ziemlich extreme **Finalphase** zusteuern, dafür findet sich im **NFR** wie im **SFR** der Vilser Schwelle auch noch knapp vor Abdeckung durch die Tannheimer Schichten eine Anzahl unterschiedlicher, aber eindeutiger Hinweise – ausführlicher darauf eingegangen und mit Beispielen untermauert etwa in den Kapiteln **II.** & **IX.** der Abhandlung. Als Agens, zuerst für die Entstehung, dann für Entwicklung und weiteres Schicksal und nunmehr für das Ende der Vilser Schwelle (mit den Tannheimer Schichten) sowie als Ursache für deren außerordentlich komplexe Geologie seien diese Aktivitäten daher erneut herausgestrichen und in diesem Kapitel mit dem wohl kompliziertesten, aber auch interessantesten Beispiel zum Thema Spaltensysteme im ViKa, unserem **vierten Beispiel**, belegt.



**TAFEL 23**  
Abbn 1 bis 7



**Abb.1:** Leebach N, 900m: Zwei Füllungsabschnitte einer ehemals flachwinklig in den ViKa vordringenden, etwa 15 bis 20cm breiten Spalte. Helle Sedimentfüllung (Matrix) lithologisch völlig ident mit den hellen Kalkbänken der Aptychenschichten! Hier abgebildet **basale Gastropodenlage - Omission - Calpionellidenlage** (noch tithonischer Zusammensetzung). Besonders beachtenswert der Bereich um die Omission: Nach oben zu verstärkte Biogenaufarbeitung & Detritusverdichtung (?teils kondensationsbedingt), über der Omission gefolgt von detritusarmem (pelagischem) **Calpionelliden-Biomkrh** (mudstone-wackestone). Zumindest vier deutlich unterscheidbare, eindeutig syn-tectonisch beeinflusste Füllungsabschnitte allein auf der entnommenen Probe erhalten (s.dazu auch **Abb.2**).

Die **Abbn 1 & 2** sind zusammengefaßte (im Beitezt zu **Abb 1** kurz umrissene) Details aus einer **ViKa-Spalte d nördlichen Systems (Beckenkontakt, Aptychenschicht!)**; **Abb 2** = Ausschn über d auf 1 abgeb Spaltenabfolge (s. zum Thema Kap X. & etwa **Taf 20/1 & 2**). Auf **Abb 1** besonders beachtenswert das **Abwinkeln** der Geopetalgefüge von den zwischengeschalteten Omissionen (**Abb.2** zum blauen Beitezt)!

Die **Abbn 3 & 4** entstammen gleichfalls d **nördlichen System** (Leebach, ca. 910m - 3 und Stbr "Fall", Nordwand, 958m - 4, s. **Taf 20/1, Abb 2**). Besonders 3 zeigt eindrucksvoll jene **oberjurass-unterkretaz Transgressions- & Abtiefungsphase** ("Ammoniten-Transgression"), in der im

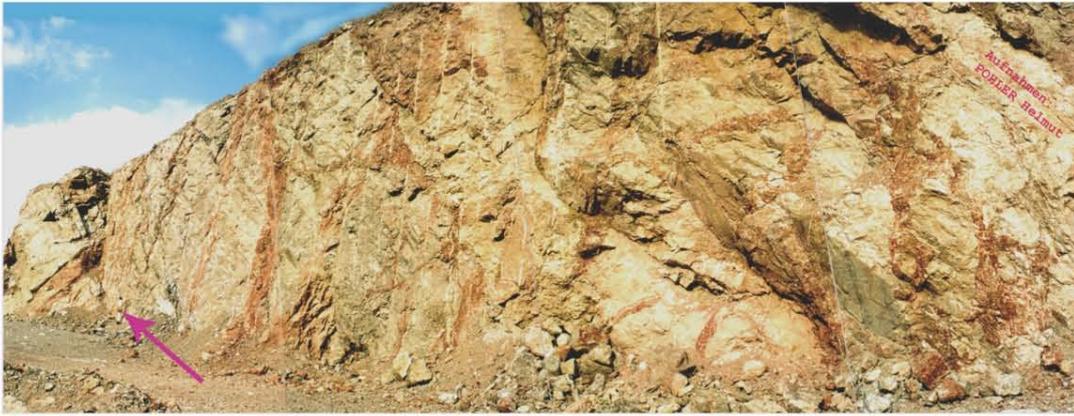


Schwellenbereich erhalten blieb, was in der zunehmenden Beckenabtiefung sich nur mehr durch **Aptychen** dokumentiert findet - Zunahme und schließlich **Massenauf-treten d Ammoniten (Beckensequenz: Malm- und Neokom-Aptychenschichten)**!



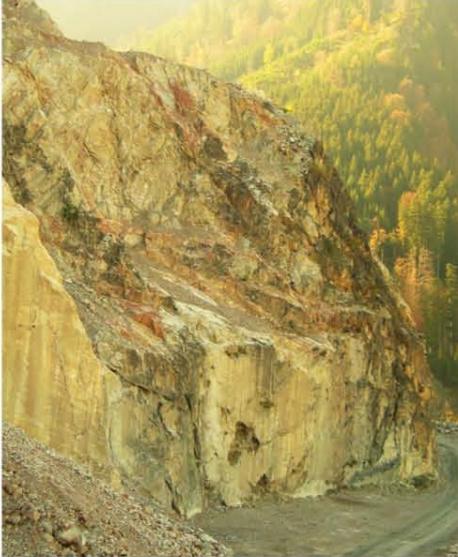
Ganz **unterschiedlich zu beurteilen** hing die **Abbn 5 bis 7**! Sie sind DS-Ausschnitte a d kleinen schmalen, tektonisch durch N-Rotation des Schwellenblocks (u. Kontaktintensivierung zw. Schwellenblock & Beckenabfolge; s. dazu Kap IX. & **Taf 21/1**; Kap X.) geschaffenen **südlichen System**.

Als Folge dieser jüngeren (noch synsedimentären) Bewegungen sind zwischen den zusammen- und in Richtg NW auf-, später teilw überschobenen ehemaligen Faziesräumen in zwischen Scherflächen geöffnete Zwickel & Spältchen - mikritisch gebundene! - Intraklasten aus verschiedensten Abfolgeabschnitten des **NFR** wie d **SFR** eingetragen worden (s. Erläutergrn Kap IX. & X.). Auftreten d Systems deshalb im O (Typlok, Zwickel zwisch dem ViKa & dem **SFR**).



**Abb 1** zeigt die im Zuge v. Ändergn & Neuanlage v. Stbr-Trassen breit ausgesprengte Zone teils mächtiger, **liasisch**, später auch weils **jünger gefüllter**, teils **mehrfach geöffnet** Rotkalkspalten in d. "Unterlage"; Steinbr 'Fall', Vils, ca. 1035m, Blick aus W, Abbaustand etwa 2009 minus 12-16 Jahre.

1



2



3



4



5



6



7

**Abb 5 & 6:** Der aus der synsedimentären Tektonik resultierende laufende "Umbau" wird u.a. aus steilstehenden, chaotisch verzweigten, verschobenen & **mehrfach gefüllten** Systemen wie auf 5 und 6 (Ausschnitt) ersichtlich. In 5 & 6 - als eine von mehreren - eine helle, lithologisch m. dem ?malm ViKa-Anteil idente Füllg (selten!) m. einzelnen Brachiopoden & ausgeprägtem Mikrostromatolithenphänomen (s. Kap IX.!); die **Abb 4 bis 7** auf **Taf 21/2** sind DS-Ausschnitte daraus!

**Abb 7 & 8:** Aus diversen "Stockwerken" der "**älteren Brekzien**" stammt die u.a. in Kap IV. angesprochene und auf **Tafel 6** abgebildete, **kleinwüchsige** "Spalten-Cephalopodenfauna" (Brekzienfauna, Toarc-Aalen); die Aufnahmen hier sind ein Aufschlußausschnitt (7) & zwei Exemplare daraus (8): Querschnitt mißt ca. 2,0, das median geschnittene Exemplar schwach 5cm.

**Abb 2, 3 & 4 - Steinbr-Ansichten:** Mächtige junge **Störungssysteme** wie d. **NFR & SFR** trennend Hauptstörung (s. auch **Tafel 14**) oder diese NW gerichtete, ViKa-Abfolge abscherende **Horizontalverschiebung** prägen auch den großen Steinbruch (2 & 3). Der ViKa, auf **Abb 4** über "Violettalk" (Kap V.), keilt im W des Stbrs mit schmalen, invers liegenden Resten in den Untergrund.



8

**TAFEL 24, Abbn 1-8:** Zu "obertriassisch-liassische 'Unterlage': **Brekzien-** ('Zone d. älteren Brekzien') und **Rotkalk-Spaltenzone** (N-S) in d. (Graugesteins-) 'Unterlage'" (Kap IV., VI., VII., IX., X.; **Taf 21/2**, Abbn 4-7 etc).

Im S, in den Winkel des oben umrissenen Systems hinein, hat der Leebach ein Stück weit die zwischengeklebten Tannheimer Schichten ausgewaschen und so den tektonisch überprägten, überschliffenen südlichen Abschnitt des ViKa-Blockes freigelegt. Als Zeichen für Einengung und N-Rotation finden sich auf ihm unauffällige kleine, nie weit verfolgbare, nur zentimeterbreite und meist nur um einen Meter tiefe, leicht konvex gebogene Auflagen und Füllungen unscheinbarer Spältchen, die nach ihrer Position im und Verbindung mit dem ViKa, lithologischen (Handstück) und im Dünnschliff ermittelten mikrofaziellen Merkmalen keine im beschriebenen System auftretenden, verfestigten jungtektonischen mylonitischen Zerreibsel der beteiligten Gesteine sein können (s. dazu Taf 23, Abbn 5 bis 7).

Wo sie den ViKa-Block „begrenzen“, zeigen sie im Bewegungssinn leicht gestriemte Außenflächen und oft von dünnen Kalzitharnischen begrenzte leichte Verschiebungen untereinander (an Kontakte von Schindeln am Dach erinnernd).

**Handstücke** davon sind (nur zentimeterdicke) kompakte helle, aber locker und grob dunkel getüpfelte **Kalklutite**, die im Dünnschliff ganz eindeutig belegen, daß sie noch in jenem (oben kurz umrissenen) fortgeschrittenen Stadium synsedimentärer Einengung entstandene, von ebendiesem Stadium auch sehr deutlich gekennzeichnete, geprägte, aber doch „echte“ Sedimentfüllungen sind: Einengungsbedingte Horizontalverkürzung der Faziesräume, fortschreitende Kontaktintensivierung (auch mit der Beckenabfolge im N; s.u.a. Kap IX. & Taf 21/1!), Pressungen und Abscherungen und besonders die N-Rotation des alten Schwellensedimentblocks führen in dessen (mittlerweile schon stark verpreßter) südlicher Kontaktzone zu Verschiebungen.

In entlang solcher Verschiebungen oder zwischen Abscherungen aufgegangene, meist schmale Zwickel und Spältchen werden aus solchen Bewegungsvorgängen herzuleitende und erklärable, abgeriebene Klasten, **Intraklasten** - aus recht unterschiedlichen Abfolgeabschnitten des ??NFR, eher aber und jedenfalls weit überwiegend aus jüngsten Abfolgeabschnitten des SFR eingetragen: stromatolithische Hartgrund- und Krustenrelikte, angewitterte Glaukonite, mikritische mudstone-wackestone- Intraklasten etc., und von der längst herrschenden pelagischen Fein- und vor allem auch Mangelsedimentation in der feinen, dichten Matrix dieses Zeitabschnitts, zusammen mit feindetrithischen Anteilen und locker eingestreuten, gröberen Echinodermenresten, **mikritisch gebunden**.

Als deutliches Anzeichen für die häufigen **Magelsedimentationsperioden** dieser Zeit kann in den vorliegenden Beispielen die Vielzahl nahezu oder ganz gelöster Intraklasten gewertet werden, die im hier geschilderten Stadium grob neomorph kalzitisch umgewandelt (ersetzt) vorliegen, ja beinahe schon vorherrschen (Abbn 5 bis 7 der Taf 23). Sie müssen teils lange Zeit unbedeckt auf der jeweiligen Oberfläche gelegen sein.

## XI. Losenstein & Windischgarsten

Vergleich der beiden ViKa-Vorkommen mit dem des Typusgebietes

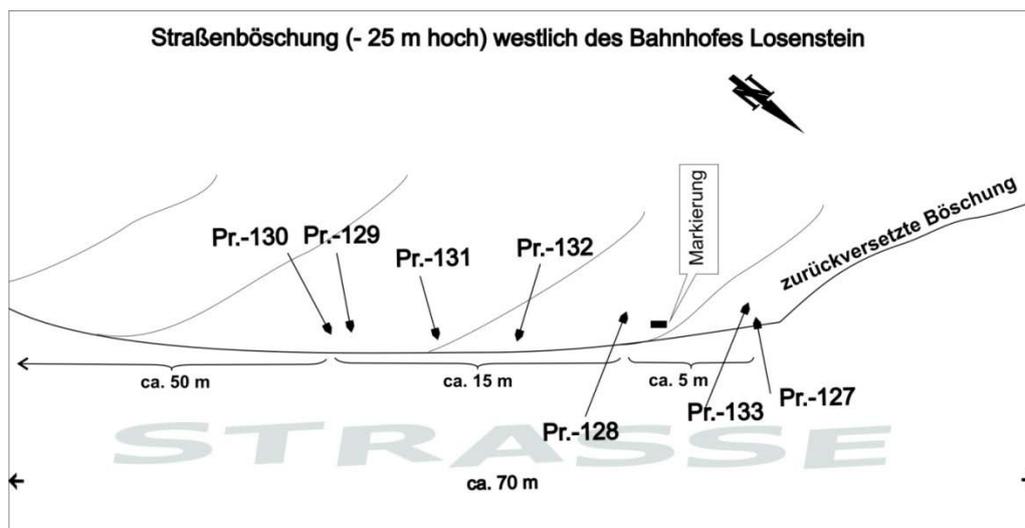
### 1.) Losenstein (ÖK 69)

#### Bahnhofswand

Der östliche der beiden in Losenstein beprobten Aufschlüsse befindet sich am „Linken Ennsufer“ südwestlich des Bahnhofes und bildet eine bis ca. 25 m hohe und etwa 70 m lange Felsböschung (Koordinaten BMN Rechtwert 532200, Hochwert 309945), an deren Nordwestende eine Stromleitung quert. Nach EGGER (1988) ist die Lokalität des „Bahnhofsfelsen“ zusammen mit dem östlich der Enns gelegenen Schlossberg von Losenstein das östlichste Vorkommen der Grillenbergantiklinale. PAVLIK (1984) sieht in diesen beiden Vorkommen kleinere Aufschuppungen innerhalb der Losenstein-Mulde, welche an die Grillenberg-Antiklinale südlich anschließt.

In der beprobten Bahnhofswand steht laut der geologischen Karte (EGGER & FAUPL, 1999) Vilserkalk an. PAVLIK beschreibt von hier **nicht nur Vilserkalk**, sondern auch dessen Hangendes, das er als „Rötlichen Malmkalk“ bezeichnet, mikrofaziell als Oosparit charakterisiert und als fazielle Vertretung des Ruhpoldinger Radiolarites ansieht.

Abb 2: Proben aus der Bahnhofswand Losenstein



Der Felsaufschluss zeigt am nordwestlichen Beginn Vilserkalk, der als massiger bis undeutlich dickbankiger (5 m-Bereich), hellgrauer bis rötlicher, nicht sehr grober Spatkalk ausgebildet ist (Proben 127 und 133) und flach gegen Osten einfällt. Ohne deutliche Grenze folgen nach ca. 2,5 m Mächtigkeit bzw. 5 m Horizontalabstand gegen Südosten dickglattbankige bis massige, ebenfalls heller graue, teilweise rötliche Kalke (Pr. 128).

Im frischen Bruch sind sie jedoch nicht mehr spätig, sondern +/- dicht ausgebildet. In den Proben 129 und 130 sind im Handstück Pyrit, **Cephalopoden**, im DS **Planktonforaminiferen** erkennbar. Ihre Fazies zeigt Anklänge an Aptychenschichten, allerdings ohne deren charakteristische Bankung. Sie bilden den verbleibenden, weitaus überwiegenden Teil des Straßenaufschlusses.

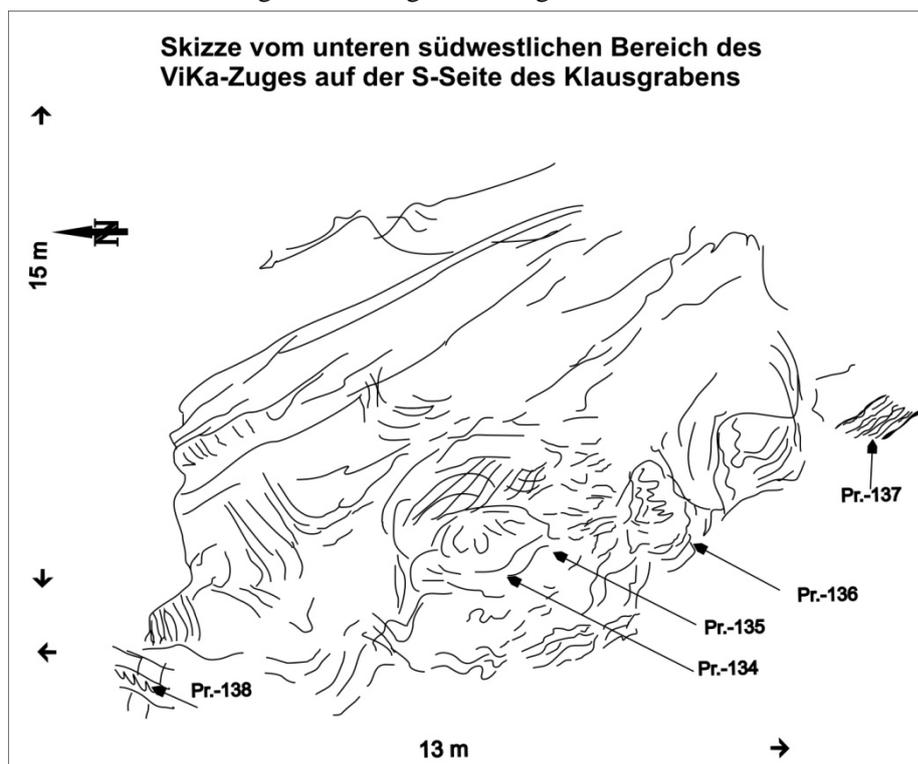
## Klausgraben

Westlich außerhalb des Ortes Losenstein, ca. 0,5 km westlich Gehöft Grill befindet sich ebenfalls am „Linken Ennsufer“ der Klausgraben. Durch ihn ist ein Fußweg angelegt, der seinen Ausgang im Norden vom Ende einer schmalen Asphaltstraße (Hauszufahrt) nimmt. Der Klausgraben bildet anfangs eine Klamm, indem ein ca. 15 m mächtiger Felszug quer zum Streichen durchschnitten wird. Diese Felsrippe, Einfallen ca. 22/45, wurde an ihrem Süden, nahe ihrer Basis am Osthang beprobt (Koordinaten BMN Rechtwert 530805, Hochwert 310230; Seehöhe im Bachbereich ca. 440 m). Dieser kompetente Felszug aus lagig-knollig verkieseltem Vilsenkalk zeigt intern bei einer Bankung im Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich gestörte Lagerung durch Falten- und Rutschstrukturen.

Am Nordwestrand der Rippe (Pr. -138) tritt auch unverkieselter, grauer, sparitischer Kalk auf. Das Liegende der Rippe ist meist schuttbedeckt. Ob geländemäßig ein Übergang zu Radiolarit besteht, wurde nicht verifiziert.

Tektonisch befindet sich dieser Aufschluss in der Grillenberg-Antiklinale, während der Klausgraben sich weiter nach Süden in die Losenstein-Synklinale fortsetzt. Der nur in älteren Topographien aufscheinende namengebende Grillenberg entspricht der Kote 727 westlich des Klausgrabens.

Abb 3: Vilsenkalk-Zug a d Osthang im Klausgraben mit Pr.-Entnahmen



Beide Vorkommen sind Teil des Ternberger-Reichraminger Deckensystems.

**EGGER (1988) weist ausdrücklich darauf hin, dass zwischen der ursprünglich als tiefbajuvarisch angesehenen Ternberger Decke und der als hochbajuvarisch angesehenen Reichraminger Decke keine Deckengrenze besteht. PAVLIK (1984) weist jedoch fazielle Unterschiede in beiden Einheiten im Lias nach: *Allgäuschichten* in der Ternberger Decke, *Adneterkalk-Hierlatzkalk* in der Reichraminger Decke.**

## 2.) **Windischgarsten** (aufgelassener Prieler Steinbruch in Roßleithen)

Der Steinbruch ist seit den 60er Jahren (d. verg. Jhd.) aufgelassen, nachdem er mit Ausnahme der noch erhaltenen Kulissen fertig abgebaut war. Der Kalk diente zur Branntkalkerzeugung und als Hüttenkalk der VOEST in Linz.

Seine Geologie erschließt nach PREY (1992) Jura bis Unterkreide und zeigt komplizierte tektonische Verhältnisse. Er gehört dem Gunstberg-Fenster an der Teichlstörung an und wird als Schürfling der Ternberger Decke (Bajuvarikum) interpretiert (TOLLMANN, 1976).

Die Proben stammen von der inneren Süd- und Südwestseite. Es handelt sich um eher massige, hellgrau-beige bis rötliche, späti-ge, bioklastische Crinoiden-Brachiopoden-Kalke. Untergeordnet treten in ihnen **Spaltenfüllungen** in Form rötlich-beigebrauner Mudstones auf. Der Kontakt zu den umliegenden Gesteinen – Allgäuschichten und Klauskalk, vgl. PREY, wurde nicht untersucht.

Am Aufwand im Typusgebiet des ViKa gemessen, konnte den Lokalitäten Losenstein & Windischgarsten nur ein Bruchteil an Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Wenngleich deshalb auch auf vergleichsweise bescheidene Ergebnisse eingestellt, so war doch angestrebt, in diesen weit entfernten Vilserkalken möglichst über einfache lithologische und paläontologisch-biostratigraphische Merkmale hinausgehende Übereinstimmungen mit denen des Typusgebietes ausfindig machen zu können.

An Ort und Stelle denn auch mit ganz anderen Geländeeindrücken, Aufschlußverhältnissen, Mächtigkeiten und dgl. konfrontiert und in der kurzen Zeit auch außerstande, Kontakte zu angrenzenden stratigraphischen Einheiten aufzusuchen, in Augenschein zu nehmen und tektonische Gegebenheiten und Umstände eingehend zu erkunden, haben Untersuchungen und Vergleiche aber dennoch gar nicht wenige die ViKa-Geschichte (des Typusgebietes) bestätigende Informationen und Übereinstimmungen mit ihr gezeitigt. Dies zu demonstrieren, schließen wir die Tafel **25**, Abbn **1-13**, den Kapitelausführungen an. Bei vergleichbarem Aufwand, so zeigten jedenfalls schon die kurzen Begehungen, ließen sie sich sicher um zahlreiche interessante Details erweitern.

Liegend-Hangend-Zusammenhänge allerdings, jedenfalls so unmittelbare, wie sie im Typusgebiet im Lauf der Zeit etwa mit obertriassischer „Vorgeschichte“ (Kap **VII.**) und Liegendem des ViKa (Kap **IV.**), mit dem Violettkalk (Kap **V.**) oder (gegen Top) mit den allmählich die „fazielle Verfremdung“ des ViKa einleitenden Übergängen aus den typischen (ViKa-) Schwellenablagerungen in eine umfassende, ausgleichende pelagische Sedimentation (und Milieu) ermittelt werden konnten und ermöglichten, die „den ViKa einschließende Gesamtabfolge“ des Stammgebietes der Vilser Schwelle in einem verbindlichen Profil festzuhalten, sind anscheinend aber an beiden Lokalitäten verborgen – was die Bedeutung dessen, was im Typusgebiet, teils natürlich, teils durch Materialabbau aufgeschlossen, entdeckt und belegt werden konnte, zusätzlich unterstreicht.

### Zu **1.**) **Losenstein** (ÖK 69)

Taf **25**, Abbn **1-7**, zur Lok „Bahnhofswand“; Abbn **8-10** zur Lok „Klausgraben“ (s. auch die Textabbn oben, mit Probenherkunftstellen!)

#### Bahnhofswand

Die Losensteiner „Bahnhofswand“ ist ein kleiner, rundum recht verwachsener Aufschluß am Straßenrand, der zwar alles eher als umfassenden Einblick gewährt, zusammen mit dem anstehenden ViKa aber doch einen besonders interessanten auf die jüngere Schwellengeschichte. Unseren Erfahrungen im Typusgebiet und entsprechenden Vergleichsmöglichkeiten nach Einblick auf die längst in Gang gekommene jüngste große Sedimentationsumstellung, die mit ihren jungen Sedimenten und neuen Faunen Ausklingen

und Ende der typischen ViKa-Schwellenablagerungen bewirkt, Einblick auf die (noch frühe) Annäherung an pelagische Verhältnisse und mit alledem – mittelbar - auch auf Schwelle- wie ViKa-Position in unmittelbarer Nachbarschaft zum Beckenablagerungsraum und auf dessen fortdauernde Abtiefung. Es werden diesbezüglich mehrere aus dem Typusgebiet bekannte Einzelheiten eindrucksvoll bestätigt.

Der Aufschluß präsentiert nämlich nur am nordwestlichen Ende etwas ViKa, die südöstlich anschließende, etwa in östlicher Richtung einfallende, wohl an ehemaligen Bankungsfugen verschobene, wechselhafte Gesteinsfolge entspricht dagegen ganz offensichtlich einem (tektonisch gleichfalls gehörig belasteten) ehemaligen **Verzahnungsbereich** jüngerer, bereits schwellenfaziesfremd geratender, mehr und mehr an die kommenden pelagischen Verhältnisse anklingender post-ViKa-Ablagerungen mit „echtem“ ViKa – mit einiger Sicherheit des **Typs oD** (Callov).

Was hier mit dem ViKa wechselt, sind jüngere, mit Sicherheit noch malmische Sedimente, mit dem Typusgebiet verglichen, macht den Hauptunterschied aber, daß hier **nicht**, wie von der Typusgebietsabfolge mit ViKa, „Malm-ViKa“, „Ammonitenkalken“ (Schwellenäquivalent der Aptychenkalke) und jüngster, in die Unterkreide fortgesetzter, kondensierter Restsedimentation bekannt, ein Ausschnitt aus dem **Vertikalverband** des (absinkenden) Schwellenablagerungsraums getroffen ist, sondern ein (?tiefer, beckennäherer) **Lateralverband** Schwelle (ViKa-Endlager)-Becken; daß hier ein Ausschnitt aus schon synsedimentär eingegengten und erheblich gestörten tieferen Lateralkontakten Schwelle-Becken vorliegt – auch bereits mit (in der ?“Bianconekalk“-Aptychenschichten-Feinsedimentation) mikritisch gebundenen jungen, dem frühen pelagischen Entwicklungsstadium zuzuordnenden Faunenelementen, unter diesen selbstredend auch die Ammoniten.

Mit dem **Reitmauerkalk** ähnlichen, oft sehr dicht mit „**Filamenten**“ (?*Bositra*) besetzten, dabei aber noch mit ViKa-ähnlich dichter Echinodermenpackung versehenen Anteilen (Tafel 25, Abbn 3 & 4), weiters mit teilweise massenhaft „**Protoglobigerinen**“, weiters mit hohen, dichten **Schwebcrinoiden**anteilen und – der stratigraphischen Position im Typusgebiet entlehnt! – mit **Globochaeten**massen wie in den dortigen „Mikroonkolithen“ (die auch noch in die Basis der Pfronten-Fm, also in den Rotensteinkalk, Oxford, hinein beständig sind; siehe dazu Taf 17!), markiert der Bahnhofswandaufschluß jüngsten ViKa (Callov) in lateralem Kontakt mit der frühen malmischen Beckenentwicklung und ihren faziell immer ViKa-fremder geratenden Ablagerungen und mag - mit dem ViKa zusammen - die Zeitspanne etwa zwischen Callovien und ?Kimmeridge einschließen. Aptychenansammlungen wie auf Abb 7 der Taf 25 lassen sich im Junganteil überall ausmachen, und die Ablagerungen sind auch lithologisch längst kein ViKa mehr; trotz ihres typischen jungen Fauneninhalts in feiner mikritischer Matrix, die aber nur teilweise der späteren typischen Malm-U-Kreide-Feinsedimentation entspricht, (u.a. auch positions- und damit faziesbedingt) allerdings auch nicht Aptychenschichten.

Ein in der verzahnenden Abfolge ViKa – Malm-Folgesedimentation auffallendes Phänomen sei hier noch kurz angesprochen und in Bezug zum Typusgebiet gesetzt – „**Mikroonkolithe**“ & **Globochaeten** (Massenauftreten). Im Typusgebiet sind die (von uns so bezeichneten) „Mikroonkolithe“ eine bislang wenig untersuchte und daher vorerst noch ziemlich geheimnisvolle Einheit im Profil des **SFR**, allerdings in eindeutiger stratigraphischer Position (s. Profil **P1051F** auf Taf 17!). In Vils – was deren Topumfeld betrifft – weit in den frühen Oberjura hineinreichend, dabei noch vor das Maximum der synsedimentären Einengung und noch vor das finale „Tiefschwellestadium“, aber jedenfalls in den bereits laufenden, markanten Wechsel von den schwelletypischen Fazies ins pelagische Milieu zu stellen, taucht dieses Phänomen im Losensteiner Bahnhofsaufschluß – sehr ausgeprägt! – wieder auf. Es scheint also, auch und vor allem das **Globochaeten-Massenauftreten** betreffend, in der gegenständlichen Schwelle-Becken-Kombination bzw. -Nachbarschaft etwas wie einen

„**Leitumstand**“ darzustellen – im Fall des Losensteiner Aufschlusses allerdings vorerst stratigraphisch weniger exakt positionierbar als in der Vilser **SFR**-Abfolge. Da diese dort etwa 12 bis 15m mächtige Einheit heller bis blaß, dabei aber partienweise auffallend „zuckerlroter“ Kalke bislang nur im obersten Abschnitt und in die Basis der Pfronten-Fm hinein beprobt und eingehender untersucht wurde, so seien vorerst auch nur besonders kennzeichnende **Übereinstimmungen** zwischen Vils und Losenstein hervorgehoben: Massenhaftes Auftreten der (als einzellige, planktonische Grünalgen gedeuteten) **Globochaeten** (*Globochaete ?alpina*) in einer **Unzahl Teilungs-** bzw. **Entwicklungsstadien** (häufig als Kerne), „**Protoglobigerinen**“ (häufig als Kerne), wechselnder, teils auffallend hoher **Radiolarienanteil** (häufig als Kerne); **kaum Echinodermaten**. Bescheidener Anteil an „**Filamenten**“ (die in Gemeinschaft mit Globochaetenansammlungen aber oft den Anschein erwecken, als gehörte diese Art „Filamente“ - dünne, gebogene „Schiffchen“ - eher einem von deren Entwicklungsstadien an).

Wir verfügen über eine umfangreiche Sammlung ausgewählter, erstklassiger, aus beiden Lokalitäten zusammengetragener DS-Aufnahmen zu diesem Thema.

Zum **Sediment** selbst: Sparitisch, geringfügiger auch mikritisch gebundene, meist dicht gepackte **?oolithische**, eher aber **mikroonkolithische** Kalke (grainstone-packstone).

Die oolithische Herkunft ließ sich bislang jedenfalls *nicht* nachweisen, die Rundkörperchen zeigen oft undeutliche „Hüllen“, die aber mikritischen Anlagerungen entsprechen dürften.

In ihnen ehemalige Ooide zu vermuten, kann zwar nicht einfach verworfen werden, ließe sich indes bestenfalls über sehr langwierige Diagenesevorgänge weit entfernt vom Bildungsmilieu erklären (Umlagerung & allmähliche, primärstrukturenlöschende Mikritisierung).

Durchwegs Biogene als Kerne, teil-, oft nahezu vollständig mikritisiert, daher mehrheitlich sehr undeutlich, schemenhaft erhalten. Die Mikroonkolith-Einheit der Vilser Abfolge bedarf, da zu Fazies, Genese wie auch stratigraphischer Position vorerst noch zahlreiche Fragen offen bleiben, jedenfalls weiterer Untersuchungen.

Den **ViKa-Anteil** der Bahnhofswand betreffend (Taf **25**, Abbn **1 & 2**): Echinodermen-, vorwiegend Crinoiden-Brachiopoden-Biosparit (beachtlicher Anteil an Brachiopoden-Bioklasten), ViKa, Typ ?oD, Endlager. „Sprenkelung“ häufig: Infiltration primär offengebliebenen Porenraums durch mikritisches Beckensediment entsprechend (s.dazu auch in den Kapiteln).

## Klausgraben

Aus Zeitgründen konnte die Klausgraben-Lokalität nur im vordersten Abschnitt, nächst dem klammartigen Einstieg, in Augenschein genommen (s. Zeichnung & Erläut eingangs!), Kontakten zu angrenzenden stratigraphischen Einheiten sowie tektonischen Umständen aus denselben Gründen grade an diesem ViKa-Aufschluß nicht mehr nachgegangen werden. Dennoch fand sich auch hier eine die Palette der Schwelle-Becken-Kontakte und deren fazielle Varietäten bereichernde, in ihrer Ausbildung zwar andersartige, aber dennoch besonders charakteristisch zu nennende Übereinstimmung mit dem Typusgebiet.

Auch hier liegt ein tiefer, beckennäherer Verband vor, ein aus Schwellensediment (ViKa) und aus eben jenen Ablagerungen zusammengesetzter, die so langzeitig und ganz typischerweise zwischen Schwelle und Beckentiefe vermitteln: die **Ablagerungen der Schwammfazies** („Schwammsaum“ u.Ä., Kap **VII.**) – mit spikulitischen Kalken und Spikuliten (als Lias-Kieselkalke: „Kirchsteinkalk“), im Schwellenkontakt auch mit bunten Kieselkalken, mit Hornsteinlagen, (bunten) Kiesel-„Schwarten“ etc. Einer einfachen lateralen fazialen Verzahnung entspricht der Verband aber deshalb nicht, weil hier ein aufgrund wiederholten synsedimentären Gleitens & Verrutschens von Rutschstrukturen und Rutschverfaltungen gekennzeichnet (auf dem Endlager dann etwa dezimetergebänkter) ViKa umfangreichen **Umlagerungsvorgängen** ausgesetzt war. Die mehrfach in Bewegungen geratenen ViKa-

Massen kamen nicht etwa nur randlich mit Spikuliten und mit in ihrem Umfeld aus den verdichteten Skelettelementen (Kieselschwammnadeln) der Schwammfazies bereits in größerem Umfang mobil gewordener Kieselsäure in Kontakt; kamen auch nicht einfach nur auf den Spikuliten zu liegen, sondern sie müssen aufgrund wiederholter Bewegungen (?Reliefversteilung) noch eine Strecke auf und mit ihnen in tiefere Bereiche abgefahren sein. Rutschungs- und bewegungsbedingt (auf dem Endlager) mit den entsprechenden Sedimentstrukturen ausgestattet, sind die ViKa-Massen dabei fast durchgehend von der Kieselsäure aus den Schwammnadelmassen dieser Schwammfazies durchdrungen und völlig imprägniert worden. Wenngleich DS-Untersuchungen stets auch in den ViKa gemischte und locker darin verteilte Schwammenskelettelemente (spicula, Schwammnadeln) verraten (also etwas wie einen „spikulitischen ViKa“ vermitteln), so sind intensivere Vermischungen mit den stark verdichteten Schwammnadelmassen selbst doch nie auszumachen.

Da sich die Anordnung (ViKa-Spikulite) nach oben mehrfach zu wiederholen scheint, kann – neben sedimentären (nicht tektonischen!), rutschfaltungsbedingten Duplizierungen – auch an zahlreiche Wiederholungen von Bewegungs- und Umlagerungsvorgängen mit weiterer Verfrachtung beider Komponenten des Verbandes in größere Tiefe gedacht werden.

Zwischen dieser natürlich auch im Typusgebiet wohlbekanntem **Schwammfazies** [„Schwammsaum“, „Kieselkalkgürtel“ u.Ä., etwa Kap **VII**, **1**.], unter „Rahmen der Vilser Schwelle“, „Vorschwellenstadium“ etc.], mit ihren schon für ViKa-Liegendes und bis hinauf zum Ende der Schwellenfazies **charakteristischen Kontakten mit dem ViKa**, und dem Äquivalent der Klausgrabenlokalität machen den Hauptunterschied die viel umfangreichere, turbulenter Verfrachtung des ViKa *auf* die spikulitischen Sedimente und teilweise *mit ihnen* in noch tiefere, schwellenfaziesfremdere, beckennahe Positionen sowie die daraus resultierende Kontaktintensivierung aus. In der Klausgrabenlokalität liegt keiner der wenig intensiven, wenig vermischten, im Schwellenabereich fast immer noch bunt (auch rot oder hell- bis honiggelb, Taf **15/5**, Abb **25**) gefärbten, schwellenahen Randkontakte ViKa - Schwammfazies wie im Typusgebiet vor, sondern ein tiefer, beckennäherer, auf zusehends versteilendem Schwellenabhang (Relief) zusammengeschiebener, dabei oft duplizierter, auch vermischter Verband ViKa-Schwammfazies, der besonders durch auf Ab- und Zusammenrutschen beruhenden Scheinmächtigkeiten des ViKa und noch mehr durch gleichfalls darauf beruhender, weit größerer Kontaktintensität (Mischung, SiO<sub>2</sub>-Imprägnierung) mit dieser lange Zeit fast allgegenwärtigen Schwammfazies hervorsteicht. Zum Thema wird auf die einleitende Passage des Kapitels **X**. sowie auf Ausführungen verwiesen, wie sie etwa in Kap **VII**, **1**., „Ausgangssituation“, unter „Rahmen der Vilser Schwelle“ & „Vorschwellenstadium“, „Leitumstand“ etc. nachzulesen sind.

Zum **Sediment** (Taf **25**, Abbn **8**, **9** & **10**): Die Abbildungen sprechen für sich und zeigen dichtgepackten, SiO<sub>2</sub>-imprägnierten ViKa - ehemals Echinodermen- (Crinoiden-) Biosparit (grainstone) und teils wohl auch noch völlig lockeres, unzementiertes ViKa-Sediment - aufliegend auf meist sehr dichtgepackten Spikuliten bzw. auf reinen Kieselschwarten; Brachiopoden, Lamellibranchier oder Bryozoen finden sich selten, meist fehlen sie überhaupt. Auf den Abbn **8** & **9** ist die aus den Spikuliten (im Bild unten) stammende mobile Kieselsäure in den ViKa aufgestiegen oder durch Vermischung eingedrungen, und zwar bei unterschiedlicher, oft beinahe vollständiger Verdrängung ursprünglicher kalzitischer Komponentenbindungen (soweit überhaupt vorhanden). Wenige leicht kenntliche restliche, kalzitische Komponentenbindungen! Die SiO<sub>2</sub>-imprägnierten Komponenten wirken dabei glasig „phantomisiert“. Abb **10** hingegen erweist ein fortgeschritteneres Diagenesestadium der mobilen SiO<sub>2</sub>, die, bereits etwas erhärtet, vom aufgleitenden ViKa-Sediment oberflächlich leicht an- bzw. aufgebrochen und mit kleinen, mitgeschleppten SiO<sub>2</sub>-„Aufarbeitungsrelikten“ bedeckt wurde, während sich der aufliegende ViKa selbst komplett syntaxial (im optischen Kontinuum mit den Echinodermenklasten) kalzitisches zementiert und frei von unverfestigtem SiO<sub>2</sub>-Gel findet, zumindest basal hingegen durchsetzt ist von besagten Aufarbeitungsrelikten.

Zu 2.) **Windischgarsten** (aufgelassener Prieler Steinbruch in Roßleithen)

Taf 25, Abbn 11-13

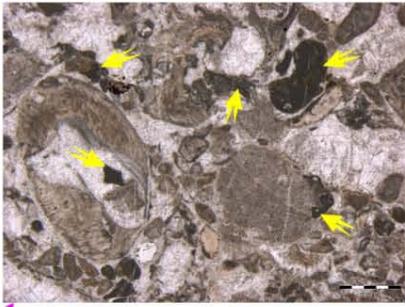
Auch der ViKa-Aufschluß nahe Windischgarsten konnte aus Zeitgründen nur kurz in Augenschein genommen, angrenzenden Einheiten und tektonischen Gegebenheiten auch dort nicht mehr nachgegangen werden. Trotz der Kürze ergaben die Nachforschungen im aufgelassenen und mittlerweile schon ziemlich verwachsenen Steinbruch aber erneut interessante Ergebnisse, die mit den entsprechenden Fakten im Typusgebiet so weitgehend parallel zu laufen scheinen, daß sich mit ihnen bestimmte späte Schwelle (ViKa)-Becken-Kontakte und mit diesen wiederum Position von Schwelle & ViKa – worunter deren unmittelbare Nachbarschaft zum Beckenablagerungsraum verstanden sei – ein weiteres Mal untermauert und bestätigt finden.

F.v.HAUERS Ausführungen über den ViKa vom „Gunstberg bei Windischgarsten“ folgend (1853 - „**Vilser Schichten**“; s.i.d. Einführung!), wurde zunächst jedoch dem Auffinden der für den oD-Typ des ViKa (Callovien) charakteristischen Brachiopodenfauna etwas Zeit gewidmet. Eine Handvoll Einzelfunde dieser auch von HAUER angesprochenen, von uns (s. in „Einführung“) unter „leitende Vergesellschaftung des oberen Dogger“ oder „*pala-antiplecta-vilsensis*-Vergesellschaftung“ zusammengefaßten, gut kenntlichen Brachiopoden hat das Callov-Alter des dortigen Vorkommens bestätigt; lagig-linsige Ansammlungen oder die eigentümlichen kleinen „Nester“ dieser kleinen Brachiopoden, wie von der Typlokalität in Vils und ihrer näheren Umgebung (Legam, Leebach) bekannt, ließen sich in der verfügbaren Zeit allerdings nicht entdecken.

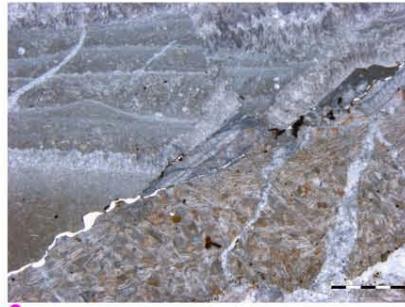
Bedeutsamer als dieses mit dem Typusgebiet übereinstimmende paläontologisch-biostratigraphische Ergebnis erachtet wurde, was schon einleitend angesprochen ist. Gemeint sind junge Spaltensysteme im Vilserkalk (Kap X., Taf 5, Abb 2, Taf 20/1, Abb 2) - im **Typusgebiet** im beckennächsten, nördlichen System nicht mehr mit roten, sondern schon mit den typischen hellen Füllungen der jüngsten, pelagischen Sedimentation (der auch der „Bianconealk“ zuzuzählen ist – Taf 4, Taf 17). Und in der feinstkörnigen Matrix dieser hellen, lutitischen Füllungen tauchen auch die jungen, bis in die obere Unterkreide von Ammoniten und von charakteristischen Planktonforaminiferenfolgen geprägten pelagischen Faunen dieser jungen Sedimentation wieder auf (Taf 23, Abbn 1-4). Sie treffen darin oft auf für „Spaltenfaunen“ typische (autochthone) Organismen, etwa (Spalten-) Gastropoden (Taf 23, Abb 1 & 4).

Erinnert sei dabei an die schönen großen, erstaunlich vielfältig schalenornamentierten diversen Spezies in den roten toarcischen Füllungen des mächtigen Spaltensystems in den Grausedimenten der obertriassischen „Unterlage“ (Kap IV., Kap VII. ec.).

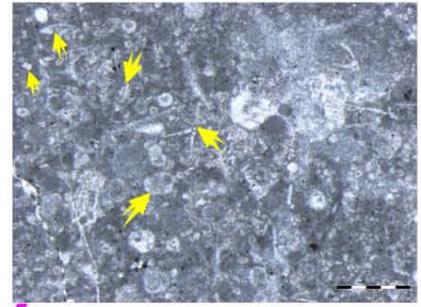
Zum Thema muß allerdings zuerst und einschränkend auf die enormen, Aufschlußverhältnisse und Zugänglichkeit betreffenden Unterschiede hier und dort hingewiesen werden: Dem vergleichsweise riesigen, von oben abgetragenen und auf Etagen auch nach Osten hin laufend erweiterten Abbaubereich im großen Vilser Steinbruch oder aber dem in der Fortsetzung nach Osten noch ein gutes Stück weit durch Verlauf und Erosionstätigkeit des Leebachs besser aufgeschlossenen ViKa stehen im Steinbruch von **Windischgarsten** viel kleinere, durch Vegetation, Schuttbedeckung und lange Verwitterung eingegrenzte bzw. beeinträchtigte Aufschlüsse gegenüber. Aus diesen Gründen sind dort dem Erkennen jener nur mehr reliktsch erhaltenen jüngeren, ViKa-fremden, hell gefärbten mikritischen (Becken-) Sedimente als Spalten-, Zwickel- oder Kluffüllungen (im lithifiziert aufgebrochenen ViKa-Block) ebenso wie der richtigen Deutung ihrer Ausmaße, Lagerung und Verbindung mit dem ViKa alsbald Grenzen gesetzt. Diesen Jungsedimenten sind deshalb gezielt Proben entnommen worden (s. dazu DS-Ausschnitte auf Taf 25, Abbn 11-13), und Begrenzungsflächen zum ViKa, Kontakten, Lagerung im ViKa sowie speziell ihrem Inhalt



1



3



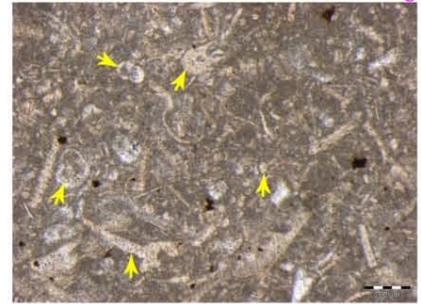
5



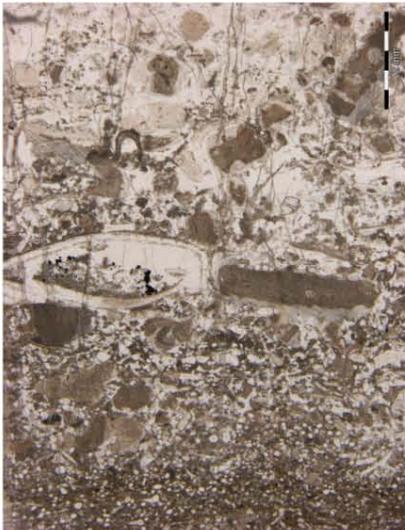
2



4



6



8

### TAFEL 25, Abbn 1-13

DS aus den ViKa-Lokalitäten  
Losenstein & Windischgarsten

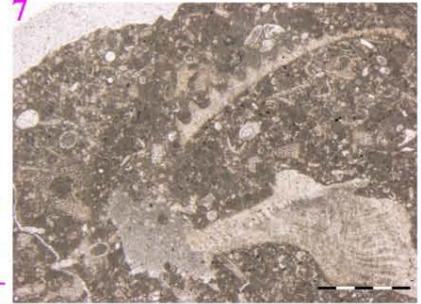
**Abbn 1-7:** Lok "Bahnhofswand". ViKa, Crinoiden-Biosparit mit **Brachiop.** **Abbn 1 & 2** (Sprenkelung; Schloßapparat auf 2).

**Abbn 3-7** sollen diverse **Kontakte d ViKa**, Wechsellagerg, Verzahnngn (Distalkontakte) & Übergang in **oberjurassische Beckensedimente** nahebringen: Beachte **ViKa-Schüttung** (&-vermischg) - **Reitmauerkalk** einerseits u etwas verschoben, aber originalen **onlap-Kontakt** m dünnlagiger **jüngerer** Becken-(?Mangel-)Sedimentation andererseits: **Abbn 3** (**Abbn 4**=DS-Ausschn aus benachbarter Probe)! Kontakte d ViKa mit dem **Reitmauerkalk** gleichen **Filamentkalcken** (*Bositra*) im **Typusgebiet** im **Typ mD** [Weißhaus, Steinbruch; s. Kap VI./2.)!].

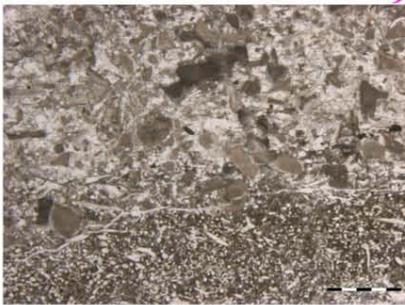
**Abbn 5, 6 & 7** stammen aus Proben, die **Wechsellagerung ViKa-Beckensedimente**, fazielle Verfremdung d ViKa (wie im Typusgebiet) u Ablösung durch die Oberjurasedimentation belegt haben (5: *oxfordiana* & *Globochaeten*; u. a. auch dem "**Mikroonkolith**") ähnliche Abschnitte - im **Typusgebiet** liegend der Basis der Pfronten-Fm, **SFR, Oxford**. 6 & 7: Schwefcrinoiden-Globochaeten-Aptychen-Biomikrite).

**Abbn 8, 9 & 10:** Lok "**Klausgraben**". ViKa-Kontakte m d auch im Typgebiet allgegenw **spikulitischen Beckensed** - distal, **ältere** Beckensedimentkontakte! Mobile SiO<sub>2</sub> daraus Ursache farbiger Kieselkalke, Hornsteinschwarten & ViKa-"Imprägnierungen" (Biogenbindg durch Verdrängg od Porenfüllung).

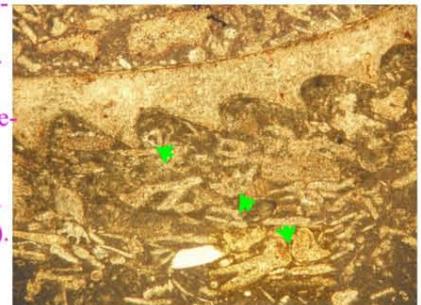
Lok "**Windischgarsten**": ViKa, **Typ oD**! **Abbn 11-13:** Jüngere, mikrit Spaltenfüllgn m oberjur pelag Elementen (s.u.a. Kap XI).



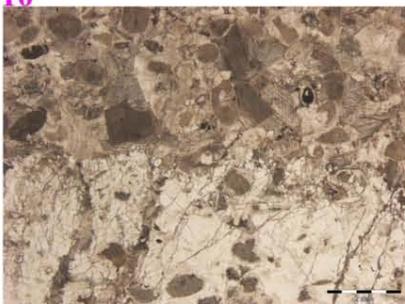
7



9



11



10



13



12

nach sind sie doch mit einiger Sicherheit **junge** (malmische und ?jüngere) **Spaltenfüllungen** im ViKa (Typ oD). Bei den gegebenen Aufschlußverhältnissen ließen sich Verlauf und Ausmaße zwar schlecht beurteilen, Breite und Lagerung im ViKa lassen aber an an alten Bankungsfugen aufgegangene Parallelspalten denken (wie etwa auf Taf 5, Abb 2, Typusgebiet, abgebildet). Während aus der einen, umfangreicheren die dichtgepackten **Schwebrinoiden-Aptychen-Biomikrite** stammen (Malm, Taf 25, Abbn 11 & 13), könnte die andere, eine kleine Biogene- und Intraklasten-Zweitfüllung in der feinkörnig-dichten mikritischen Matrix der Erstfüllung, schon den feinen (?)unterkretazischen Sedimenten des finalen pelagischen Stadiums angehören (Taf 25, Abbn 12).

## XII. Vilser Schwelle & Falkensteinzug

Auf den Abhandlungsinhalt bezogene Stellungnahme, Schlußfolgerung und Vorschlag

„**Falkenstein-Deckscholle**“ (HAAS, 2002, S.13): Diese tektonische Einheit stellt nach der Überschiebung die morphologische Stirn des eigentlichen Lechtal-Decken-Hauptkörpers dar. Ursprünglich ist die Falkenstein-Deckscholle aber innerhalb des Hochbajuvarikums zwischen der Vilser Decke im N und der ungeteilten Lechtal-Decke im S anzusiedeln.

Der Falkensteinzug – an den Nordrand des Vilstal-Streifenfensters („Schwanseezone“) angrenzende, nach bisheriger, deckentheoretischer Sicht und Deutung vom Hauptkörper abgetrennte Deckenscholle (-klippe) der Lechtaldecke – gehört an sich nicht in den Inhalt dieser Abhandlung, umso weniger noch, als wir ihn in unsere Nachforschungen nicht einbezogen haben. Die Untersuchungsergebnisse im Arbeitsgebiet – mit dem ViKa, seinen Zusammenhängen mit der Vilser Schwelle, der Beweisführung zu deren tektonischer Stellung und Zugehörigkeit etc. Hauptinhalt der vorliegenden Abhandlung – fordern jedoch heraus, abschließend auch zum Thema „Vilser Schwelle und Falkensteinzug“ Stellung zu nehmen. Dabei ergibt sich aus ebendiesen, wie wir glauben, kaum noch ernsthaft bestreitbaren Untersuchungsergebnissen zwangsläufig die folgende **Schlußfolgerung** zum Thema „Vilser Schwelle und Falkensteinzug“ ganz von selbst: Der Falkensteinzug ist allein schon der nunmehr geklärten Entstehung, Entwicklung, Anlage und tektonischen Stellung der Vilser Schwelle zufolge **als Deckenrelikt der LD undenkbar**, und Position wie auch stratigraphischer Aufbau bekräftigen dies weit mehr, als sie Zweifel daran wecken könnten. Wie etwa soll und könnte er, gerade auch was seine Stratigraphie anlangt, mit der LD, wie sie im S des untersuchten Gebietes auftritt (HD der ehemaligen „oberen Vilser Decke“), eher in Einklang stehen bzw. gebracht werden als mit der Vilser Schwelle?

Der Schwergewichtigkeit der schwellebezogenen Fakten und Neuentdeckungen wegen können dabei selbst Umstände wie die in der sogenannten „**Schwanseezone**“, **Vilstal-Streifenfenster**, AD, vorerst außer acht gelassen werden, obwohl auch und gerade sie allesamt die getroffene Feststellung noch zusätzlich und mit Nachdruck unterstreichen - einschließlich der neueren Informationen, wie wir sie etwa im Bereich des ehemaligen Zollamts Schönbichl dazugewonnen haben.

Die von S nach N verfrachteten und dort „wurzellos“ deponierten Teildecken und sonstigen Deckenrelikte gibt es im Arbeitsgebiet nicht, und dies gilt auch für das angebliche Lechtaldeckenrelikt Falkensteinzug. Es sind somit, was diese nächste Nachbarschaft der Vilser Schwelle betrifft, erneut die altbekannten Begriffe der „**relativen Autochthonie**“ oder „**gebundenen Tektonik**“ zu bemühen.

Zahlreich und keineswegs neu sind ja die Versuche, Zusammenhänge zwischen AD und LD nachzuweisen, und aus der langen Liste jener, die sich im Sinne der „gebundenen Tektonik“ geäußert haben, seien mit RICHTER & SCHÖNENBERG (1955), HAMANN & KOCKEL (1956), HUCKRIEDE & JACOBSHAGEN (1958), ZEIL (1959), ZACHER (1959, 1962), REUM (1960, 1962), JACOBSHAGEN (1966, 1975) etc. nur einige wenige Vertreter namentlich angeführt (s.dazu auch im Kap I.!).

Auf alle diese Ansichten und Vorstellungen braucht aus den oben genannten Gründen nunmehr aber gar nicht weiter eingegangen zu werden.

Statt dessen sei aus dem Inhalt dieser Abhandlung eingeworfen:

„**Vilser Schwelle**“, Anlage, die aus langspannig fortgesetzten großtektonischen Aktivitäten - obertriassischen bis unterkretazischen, anfänglich bruchtektonischen, nachfolgend einengungstektonischen – hervorgegangen ist bzw. in deren Verlauf weiterentwickelt wurde, **allen** in dieser Zeitspanne erfolgten Veränderungen unterworfen war und unter der Bedeckung durch die Tannheimer Schichten ihre Eigenständigkeit als „Schwelle“ einbüßte.

Anlage also nicht auf lokale tektonische Vorgänge zu beschränken, sondern überregionalen, sehr umfangreichen Veränderungen im Krustenuntergrund zuzuschreiben.

Diese Schwelle ist, ihre Ausdehnung betreffend, somit nur kleines, in seiner N-S-Erstreckung

vergleichsweise schmales Teilstück einer W-O langgestreckten, weitläufigen und wahrscheinlich verzweigten Gesamtanlage, auf der sich „**Vilser-Schwelle-Verhältnisse**“ häufig wiederholen konnten und tatsächlich auch wiederholt haben.

Sie ist aus einer **Abbruchzone** hervorgegangen, die in der Folge untrennbar mit **Weiterentwicklung** und **Umgestaltung** der **Beckenablagerungsräume**, insbesondere mit deren fortdauernder **Abtiefung**, verbunden blieb und davon abhängig war. Das bedeutet, daß sie sich aus ihren bruchtektonischen Anfängen heraus zunächst und allmählich zu einer mächtigen, **tiefenzonierten Anlage** entwickelte, die erst mit zunehmender Kompression ebenso allmählich eingeengt und langsam zgedrückt wurde. Die Vorstellung von einer (bruchtektonisch geschaffenen und ausgebauten) **rampenartig nach N in die Beckentiefen absteigenden Anlage** mag für die Entstehungsphase ein recht brauchbares Bild liefern. In dieser Anfangsphase (bruchtektonischen Phase) etwa haben ihre „höheren Stockwerke“ – strömungsbegünstigt (upwelling)! – Sedimente wie den biogedominierten **Vilserkalk** hervorgebracht.

Der **Falkensteinzug** dürfte ehemals eines ihrer tieferen, dem Beckenablagerungsraum Richtung N auch näheren Stockwerke gewesen sein.

Zu wünschen bleibt, den neuen Erkenntnissen über die Vilser Schwelle, der endgültigen Klärung ihrer Entstehung und Position möge sich nunmehr die Einsicht anschließen, daß der **Falkensteinzug** mit Sicherheit (Bestand-) **Teil der Vilser Schwelle ist**.

Der finalen Kompressionsphase wegen, die für die gesamte Anlage oder **Schwelle-Becken-Kombination** ja S-N-Distanzenverkürzung der ehemaligen Ablagerungsräume, N-Eindrehung kompetenterer Sedimentanteile, massive An- und Einpreßungs-, Verschiebungs-, Verformungsvorgänge und dgl. mehr bedeutete, dürfte er allerdings weder tektonisch noch stratigraphisch leicht „entwirrbar“ sein. In diesem Sinne ist er ja tatsächlich „Stirn“ – Front der Schwellenanlage zum angrenzenden Beckenablagerungsraum und zu dessen Sedimenten hin, zusammen mit allen anderen Stockwerken der Schwelle.

Als weit aus dem Süden auf die „Jungschichten“ überschobenes Deckenrelikt der LD („Deckenstirn“), wie bislang vermutet, hat diese Einheit hingegen ebenso sicher ausgedient.

Bedacht sei zu alledem, daß u.a. von Lokalitäten im N des Falkensteinzuges der **originale, stratigraphische Übergang Neokom-Aptychenschichten** (Beckenfazies) – **Tannheimer Schichten** bekannt ist.

Wir können in allen Fazieszonen des **SFR** der Vilser Schwelle, wenn auch etwas gequetschte, tektonisch „überprägte“, jedoch ebenso **originale, stratigraphische Übergänge Schwellenkalke-Tannheimer Schichten** vorweisen!

U.a. mit zahlreichen Varietäten des einmaligen „jüngsten Hartgrundes“ als aptischem Abschluß der Schwellenkalke und – über Schichtlücke - noch immer kondensiertem basalem Rotherizont der Tannheimer Schichten. Wir haben diese Übergänge damals, bei Erweiterung des Steinbruchs nach S, aufgespürt, die einmalige und unwiederbringliche Gelegenheit genützt und sie akribisch festgehalten, gezeichnet, fotografiert und sogar Faunenelemente daraus, u.a. die äußerst interessante, lokale kleine **unterkretazische Nucleata-Platythyris-Brachiopodengemeinschaft**, aufgesammelt, bearbeitet und „verewigt“ (s. dazu Taf **14**, Abb **2**).

Es gibt im Arbeitsgebiet übrigens auch drei oder vier **natürliche Aufschlüsse** mit diesen Schwellenkalke-Tannheimer Schichten-Übergängen! Was indes ebendiese stratigraphischen Übergänge im **NFR** der Schwelle zum Verschwinden brachte, darüber ist u.a. im Kap **II**. nachzulesen.

Im Zuge weiterer Erforschungsbemühungen könnte man nun beides „zusammenhängen“ und - unter steter Berücksichtigung der äußerst komplexen Tektonik, bereits synd sedimentärer wie auch jüngerer – daraus neue, wertvolle Informationen gewinnen und Nutzen ziehen.

Den Betrachtungen zur tektonischen Stellung des Falkensteinzuges gleichfalls dienlich und deshalb zu alledem weiters bedacht sei noch, daß das bereits oben erwähnte **Vilstal-Streifenfenster** (sogenannte „**Schwannseezone**“, AD) gar **kein Fenster** ist - etwa im Sinne der völlig irrigen KOCKEL-RICHTER-Vorstellung von 1931 (s. Kap **I**.!): Tannheimer Schichten aus

der liegenden Allgäudecke im (Fenster-) Rahmen zwischen tieferer und höherer Serie der unteren Vilser Decke (betrifft unseren „**SFR** der Vilser Schwelle“, s.oben). Auch im Fall des angeblichen Vilstal-Streifen**fensters** gewähren **nicht** etwa ein nördlicher (Falkensteinzug) und südlicher **LD-Fensterrahmen** („Vilser Decke“ = Vilser Schwellenfazies, südlich des Kontakts mit den jüngsten Beckensedimenten, den Aptychenschichten) Einblick auf die (liegende) Allgäudecke, sondern der **Falkensteinkomplex** tritt als eine der ehemaligen Bruchzonenstufen, als ehemaliges „**Bruchzonenstockwerk**“ der Vilser Schwelle, nach N einrotiert und mit vorgelagerten wie auch aufliegenden Kreidesedimenten („Randcenoman“, wie bekannt ja mit Schwellenrotsedimentbruchwerk), aus der zusammengefahrenen, enorm S-N-verkürzten und komprimierten Beckenfazies, in die eingepreßt er sich findet, als viel kompetenterer und im übrigen ja auch gegen Erosionseinflüsse widerstandsfähigerer Block hervor.

Es gibt dieses kleine schmale (Streifen-) Fenster des Vilstals mit Falkensteinzug (LD, im N), Vilser Schwelle (-nfazies, LD, im S) und dazwischen mit Einblick auf die drunterliegende Allgäuer Decke **nicht!**

Aus allen diesen Gründen wird **vorgeschlagen**, sich um den Nachweis des Falkensteinzuges als Teil der Vilser Schwelle zu bemühen und die gesamte Vilser Geologie künftig auch auf alle weiteren von uns präsentierten Neuentdeckungen hin zu untersuchen. Mit Hilfe unserer Vorgaben könnte sie in Neubearbeitungen entsprechend korrigiert und bereinigt werden – ebenso interessante wie lohnende geologische Aufgabe und Herausforderung.

### **XIII. Gesteinschemie und Weißmetrik des mineralischen Rohstoffes Vilserkalk**

#### **1.) Geochemie**

Der südwestlich von Vils im Steinbruch „Fall“ der Fa. Schretter & CIE in Abbau stehende **Vilserkalk** wird als Kalkkomponente zur Herstellung von Zement verwendet.

Wichtig für diese Verwendungsart ist, dass die chemische Zusammensetzung des Kalksteins möglichst wenig Magnesium, Chlor und Schwefel aufweist. Generell stellt Kalkstein mehr als zwei Drittel der mineralischen Ausgangsstoffe für die Zementerzeugung dar. Etwa ein Drittel wird von Tonstein gebildet, der am Standort Vils aus demselben Steinbruch bezogen werden kann, und zwar in Form der **Tannheimer Schichten** (O.Apt–O.Alb). Solange ihr Vorrat reichte, wurden auch Kirchsteinkalke (Lias) und Aptychenschichten (Malm - Neokom) zu diesem Zweck daselbst abgebaut. Die Verbreitung dieser rohstoffrelevanten Schichtglieder an diesem Standort ist in der geologischen Arbeitskarte von LEUPRECHT (2003) im Maßstab 1: 7060 erfasst.

Neben dem herkömmlichen Portlandzement wird in Vils mit speziellen Zusatzstoffen eine große Palette weiterer Zementtypen produziert. Diese Firma ist auch als Standort von Brantkalkerzeugnissen bedeutend, deren Basis jedoch andere Kalkstein-Formationen, insbesondere Wettersteinkalk, aus anderen Steinbrüchen darstellen.

Anders als in Vils verhielt sich die Rohstoffanwendung des Vilserkalkes bei Windischgarsten. Wie die historische Steinbrucharanlage auf der Westseite des Gunst bei Pichl (Roßleithen) belegt, wurde der ungefähr zwischen 1930 und 1950 nahezu vollständig abgebaute Vilserkalk zur Herstellung von Brantkalk vor Ort sowie als Hüttenkalk zur Eisen- und Stahlerzeugung in Linz verwendet.

Anhand der analysierten Handstücksproben erweist sich der Vilserkalk als zumeist hochreiner Kalkstein mit einem **Kalziumkarbonatgehalt** zwischen **98** und **99** %.

Für die im Vils Steinbruch „Fall“ mittels Bohrloch-Sprengverfahren gewonnenen Kalksteinmengen sind geringe Variationen hinsichtlich der chemischen Reinheit vorhanden. Diese sind einerseits auf im Vilserkalk mitunter auftretende schmale jüngere Spaltenfüllungen aus kieselsäurehaltigen tonig-mergeligen Kalken zurückzuführen, die die Reinheit herabsetzen, andererseits auf die chemische Reinheit begünstigende blockige und faserige zentimeterdicke Kalzitkristall-Zemente, die von den Auskleidungen und Füllungen unregelmäßiger (junger) Hohlräume stammen. Die Quarz-Modifikationen sowie der Mergel- und Tongehalt sind für die Zementherstellung kein Hindernis. Wichtig ist jedoch eine gut vorhersagbare chemische Zusammensetzung des abgebauten Gesteins, damit die Zement-Rohmischung stimmt. Anders sieht es bei der Anwendung in der Eisen- und Stahlindustrie als Hüttenkalk und für die Brantkalk-Erzeugung aus. Hierfür wirkt sich, mit Ausnahme des Eisen- und MgO-Gehaltes für den Hüttenkalk, jede Nebenkomponente im Kalkstein negativ aus. Letztere Anwendungen aus dem ehemaligen Pichl-Steinbruch bei Windischgarsten sind nur von montanhistorischer Relevanz.

Die Analyseergebnisse der chemischen Zusammensetzung sind als Gewichtsprozent bei den Haupt- und Nebenelementen und als Teile pro Million (ppm) bei den Spurenelementen dargestellt. Der errechnete theoretische Kalziumkarbonatanteil beträgt für die Probe PrLB vom Lehbachgraben 98,34 %, der theoretische Magnesiumkarbonatgehalt 1,3 %.

Die Durchführung der Gesamtgesteinsanalysen erfolgte an der Geologischen Bundesanstalt Fachabteilung Geochemie unter der Leitung von Dr. Peter Klein im Jahr 2006. Als Methodik kam die energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse, die als Totalanalyse 24 Elemente bestimmt, mit dem Gerät SPECTRO X-LAB 2000 zum Einsatz. Der Glühverlust (GV) wurde gravimetrisch ermittelt. Der gesamte Eisengehalt ist als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> notiert. Die Probenvorbereitung bestand in der mit dem Laborbackenbrecher erfolgten Zerkleinerung auf die Fraktion 0/5 mm und der anschließenden analysenfeinen Aufmahlung im Sinterkorund-Gefäß.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 angeführt. Von den analysierten Vilserkalk-Proben stammen vier aus dem Vorkommen in Vils, zwei aus dem Vorkommen bei Windischgarsten. Das Analyseergebnis soll aber aus abbaubetrieblichen Gründen nur für eine Probe im Einzelnen veröffentlicht werden. Es handelt sich um die Probe PrLB, die aus einer Wegböschung westlich des Lehbaches stammt. Dieser Ort befindet sich auf ungefähr halber Strecke zwischen dem Steinbruch „Fall“ im Westen und dem Gelände des ehemaligen Schießstandes im Osten, wo auch die **Typlokalität** des **Vilserkalkes** liegt, und weist folgende Koordinaten auf: BMN M 28° Rechtswert 171792, Hochwert 267206, 760 m Seehöhe. Der Aufschluss gehört lithostratigraphisch zum Vilserkalk des Oberen Dogger. Probe PrLB ist äquivalent mit Probe 94 von der Weißemessung.

Alle weiteren Proben sind, da sie aus Abbauen stammen, nur als Durchschnittsanalysen wiedergegeben. Um zu verdeutlichen, dass trotz der großen geographischen Distanz der beiden beprobten Vorkommen zwischen dem Vilser Bereich und dem Steinbruch bei Windischgarsten in der chemischen Zusammensetzung keine maßgeblichen Unterschiede bestehen, sind, neben der Gesamtdurchschnittsanalyse MwGs (mit Standardabweichung), auch beide Provinzen getrennt in Form der Durchschnittsanalysen MwVi respektive MwWg dargestellt.

Zur Berechnung der Mittelwerte ist anzumerken, dass die Werte der Elementoxide und Spurenelemente ohne Manipulation verwendet wurden, wenn sie über der Bestimmungsgrenze liegen. Fallen sie jedoch darunter, wurde mit dem halbierten Wert der Bestimmungsgrenze gerechnet. Eine Ausnahme stellt Vanadium dar, dessen Anteil als sehr niedrig interpretiert wurde, sodass nur ein Zehntel seiner Bestimmungsgrenze verrechnet wurde.

Hinsichtlich der Verteilung der Haupt-, Neben- und Spurenelemente zeigen die Analysen der Vilserkalk-Proben keine Auffälligkeiten. Bei den Proben handelt es sich um sehr reine Kalksteine. Der sehr geringe Anteil an Kieselsäure, zum geringen Teil auch in Tonmineralen, auf die  $Al_2O_3$  und  $Fe_2O_3$  hinweisen, gebunden, ist aus den faziellen Bedingungen unschwer erklärbar, während der geringe Magnesiumgehalt entweder auch in Tonmineralen oder im Kalzit der Echinodermen eingebaut sein kann. Sofern die geringe Probenanzahl eine Aussage überhaupt erlaubt, ist bei den Spurenelementen der relativ höhere Anteil an Barium und Zink in Vils vorhanden, während es sich bei Cäsium und Strontium in Windischgarsten so verhält. Zum geochemisch genetischen Vergleich wurde auszugsweise die von WEDEPOHL 1970 publizierte Kalkstein-Mittelwertsanalyse unter der Bezeichnung K\_WP angeführt. Diese Mittelwertsanalyse umfasst auch unreine sowie dolomitische Kalksteine. Daher sind in ihr die Gehalte der meisten chemischen Bestandteile zu Ungunsten von Kalziumkarbonat höher. Dennoch lässt sich für den Vilserkalk ableiten, dass sein deutlich niedrigerer Strontium-Gehalt auf das Vorherrschen von Kalzit- und Magnesiumkalzit unter den  $CaCO_3$ -Modifikationen hinweist, während das ursprüngliche Auftreten von Aragonit weniger wahrscheinlich ist. Der etwas erhöhte Kupfergehalt wird anhand des Vergleiches mit hier nicht angeführten Kalksteinanalysen als nicht auffällig angesehen. Die hohe chemische Reinheit kommt daher auch im Spurenelementspektrum zum Ausdruck.

Zu dieser chemischen Charakterisierung wird hinzugefügt, dass die Proben, die für die geochemische Analyse herangezogen wurden, den Vilserkalk in typischen und mengenmäßig möglichst dominanten Ausprägungen erfassen sollten. Besonderheiten, wie Verkieselungen wurden ebenso wie Spaltenfüllungen bei den dafür ausgewählten Proben möglichst ausgespart.

**Tabelle 1: Chemische Analysen des Vilserkalkes**

[%]	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	GV	Sum HaE
PrLB	0,35	0,007	0,12	0,05	0,007	0,62	55,1	<0,10	<0,01	<0,01	0,05	43,85	100,15
MwVs	0,54	0,01	0,21	0,09	0,01	0,44	55,08	0,05	0,02	0,03	0,06	43,63	Ang.n.m.
MwWg	0,53	0,01	0,21	0,11	0,02	0,12	55,45	0,05	0,005	0,01	0,06	43,58	Ang.n.m.
MwGs	0,53	0,01	0,21	0,10	0,01	0,33	55,2	0,05	0,02	0,02	0,06	43,61	Ang.n.m.
StabGs	0,14	0	0,07	0,03	0,01	0,20	0,28	0	0,02	0,02	0,01	0,15	Ang.n.m.
BG	0,1	0,005	0,1	0,005	0,001	0,05	0,05	0,2	0,01	0,005	0,005	-	Ang.n.m.
K_WP	-	0,067	1,95	2,09	0,09	-	-	0,18	0,56	0,07	0,3	-	-

[ppm]	Ba	Co	Cr	Cs	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr	Sum SpE
PrLB	13,1	1,6	<4	1,6	15,0	5,6	3,4	2,1	155	<7	5,1	16,2	<1	219
MwVs	21,6	1,4	2	1,3	15,4	6,4	4,0	2,8	158	0,7	6,7	24,3	1,4	Ang.n.m.
MwWg	17,4	1,7	2	4,4	15,0	5,9	3,4	2,3	183	0,7	5,5	13,7	0,9	Ang.n.m.
MwGs	20,2	1,5	2	2,3	15,2	6,2	3,8	2,6	166,5	0,7	6,3	20,8	1,2	Ang.n.m.
StabGs	6,67	0,22	0	1,82	0,71	1,01	0,72	0,63	24,05	0	1,29	9,24	1,02	Ang.n.m.
BG	5	1	2	1,5	1	1	2	1	1	7	1	1	1	-
K_WP	120	2	11	1	4	15	-	11	450	20	3,8	23	19	-

Erklärung:	PrLB	Probe von Wegböschung Lehbachgraben Westseite
	MwVs	Mittelwert von 4 Analysen vom Vorkommen Vils
	MwWg	Mittelwert von 2 Analysen vom Vorkommen Windischgarsten
	MwGs	Mittelwert der gesamten 6 Analysen
	StabGs	Standardabweichung der 6 Analysen
	BG	Bestimmungsgrenze
	Sum HaE	Summe der Haupt- und Nebenelemente in Prozent
	Sum SpE	Summe der Spurenelemente in Teile pro Million
	Ang. n. m.	Angabe nicht möglich bzw. unzulässig
	K_WP	WEDEPOHL (1970): Mittelwert von 74 chemischen Analysen von Kalksteinen; Haupt- und Nebenelemente errechnet aus Elementgehalten

## 2.) Weißmetrik

Helle Karbonatgesteine, die zusätzlich hohe chemische Reinheit aufweisen, eignen sich zur Herstellung von hochwertigen Füllstoffen, die in großem Umfang insbesondere bei der Erzeugung von Papier, von verschiedenen Polymeren sowie von Farben- und Lacken in den entsprechenden Industriesparten Verwendung finden. Helle, weniger chemisch reine Karbonatgesteine sind auch als Putzsande gesucht. Die Helligkeit / Weiße wird oft in Form des Normfarbwertes resp. Hellbezugswertes Y, im anglikanischen Sprachraum u. a. durch den TAPPI-Wert / R<sub>457</sub> angegeben und stellt, je nach Rohstoffverwendung, meist erst ab einem Hellbezugswert Y von 90 %, oder noch etwas darüber liegend, eine Qualitätsbasis für den Einsatz in der Füllstoffindustrie dar. In mehreren Rohstoffprojekten wurden helle Karbonatgesteine untersucht, um ihre Eignung für derartige Anwendungen zu prüfen (MOSHAMMER 1999, 2009). Die rohstoffspezifischen Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit stellen einen Teil dieser Projekte dar.

Die weißmetrische Charakterisierung des Vilserkalkes basiert im Folgenden auf jenen sechs Proben, die auch für die chemische Analyse ausgewählt wurden. An die Probenvorbereitung mit Vorzerkleinerung und Aufmahlung, die auch der geochemischen Analytik diene, schloss

sich im Vorfeld der Weißmessung noch die Trockensiebung an, um eine definierte Kornfraktion zu erhalten. In dieser Rohstoffstudie wurden die Weißmessungen an Pulvern mit einer Korngröße von **0 - 63 Mikrometer** vorgenommen, um gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Es ist hinlänglich bekannt, dass die gemessene Helligkeit mit zunehmender Kornfeinheit manchmal etwas gesteigert wird. Die weißmetrischen Ergebnisse sind für jede Probe einzeln in Tabelle 2 angeführt, unabhängig davon, ob sie aus dem aktiven Steinbruch in Vils stammt, da diese Materialeigenschaft auch durch das bloße Auge schon einigermaßen abgeschätzt werden kann. Zusätzlich zu den Proben sind die Koordinaten des Unbuntpunktes für D 65/10° angegeben, auf den noch hingewiesen wird und der in den Abbildungen 1 bis 3 aufscheint.

Zur Weißmessung von Karbonatpulvern, die sich an DIN 53.163 (1988) orientiert, ist die Herstellung von Presstabletten notwendig. Das getrocknete Pulver wird mittels einer Tablettenpresse (Pneupress) mit genormtem Pressdruck gemäß Merkblatt ZELLCHEMING V/27.5/90 zu Tabletten von etwa 10 Gramm und 45 mm Durchmesser gepresst, an deren Oberfläche die Weißmessung vorgenommen wird. Dazu dient ein Zweistrahlsspektralphotometer (ELREPHO 3300) mit einer Aperturöffnung von 33 mm, einer Messgeometrie von diffus/0°, einer Glanzfalle und einer Xenon-Lampe. Das Messgerät verlangt eine Kalibrierung, die gemäß DIN 5033, Teil 9 (1982) mit einer aus Bariumsulfat hergestellten Tablette vorgenommen wird. Mit dem Gerät wird das von der Tablette reflektierte Licht für den Bereich des sichtbaren Lichtes zwischen 400 und 700 nm im Abstand von 10 Nanometer gemessen. Das angeschlossene Programm wertet diese Remissionswerte valenzmetrisch aus und errechnet verschiedene Farbmaßzahlen.

Die Tabelle 2 zeigt die weißmetrischen Ergebnisse der Vilserkalk-Proben. Da pro Probe drei Tabletten hergestellt, gemessen und die Ergebnisse gemittelt werden, handelt es sich bei allen Parametern um Mittelwerte. Die Homogenität des Probenpulvers bzw. der Probe lässt sich anhand der Standardabweichungen abschätzen, die beispielhaft für den Normfarbwert Y (D65/10°), den TAPPI-Wert ( $R_{457}$ ) und den Gelbwert in Kursivschrift angeführt sind.

Die in der Tabelle aufgelisteten Parameter beginnen mit den Normfarbwerten X, Y und Z des 10°-Normvalenz-Systems CIE 1964 für Daylight bei 6500° Kelvin, kurz D 65/10°. Der Normfarbwert Y stellt den Hellbezugswert dar und beschreibt den Grauteil der Farbe, der sich zwischen Schwarz mit 0 % und Weiß mit 100 % bewegt. Sein Maximum ist durch das physikalische Idealweiß, auch Unbuntpunkt genannt, definiert. Er ist mit dem Wert des Reflexionsfaktors  $R_Y$  identisch. Unter den zwei weiteren Normfarbwerten charakterisiert X den Rotanteil, Z den Blauanteil der Farbe. Es folgen die aus den genannten Farbwerten abgeleiteten Normfarbwertanteile, die als Farbkoordinaten x und y den in der Farbebene / Normfarbtafel festgelegten Farbort beschreiben. Die Normfarbtafel ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt, zum einen in Gesamtansicht, zum anderen als Detailausschnitt. Die Abbildung 2 ist weiterhin als durch die x-Achse mit der Abbildung 3 verbunden zu verstehen. Beide stellen zusammen den relevanten Ausschnitt des Farbenraumes im Grundriss durch die Farbebene, und im Aufriss mit Y, aufgetragen auf der Helligkeitsachse, dar.

In der Tabelle sind auch die Reflexionsfaktoren  $R_X$ ,  $R_Y$  und  $R_Z$  für D 65/10° angeführt. Das sind jene Farbwerte, die ehemals mittels Dreibereichsverfahren mit dem Rot-, Grün- und Blaufilter eruiert wurden.

In der Tabelle folgen weiters die Farbmaßzahlen des L\*a\*b\*-Farbenraumes CIE 1976, auch als CIELAB bekannt, der ebenfalls für die Bedingungen D 65/10° definiert ist. Dessen Koordinatensystem besteht aus der Rot-Grün-Achse a\* (rot positiv, grün negativ), der Gelb-Blau-Achse b\* (gelb positiv, blau negativ) und der Helligkeitsachse L\* (0 – 100). Dieser Farbenraum hat gegenüber dem Normvalenzsystem den Vorteil, dass seine Farbortverteilung dem menschlichen Farbempfinden besser angepasst ist.

Eine ebenfalls gute Vorstellung über die Lage eines Farbortes in der Normfarbtafel vermitteln die beiden Helmholtz-Maßzahlen, Lambda und Sättigung, die nur für das Normvalenz-System CIE 1931 mit Lichtart C und 2°-Gesichtsfeld berechnet werden. Lambda gibt die Farb-Wellenlänge der Probe an. Diese konstruiert sich aus einer Geraden, die vom Unbuntpunkt über den Farbort der Probe bis zum Schnitt mit dem Spektralfarbenzug an diesem abgelesen wird. Die Sättigung stellt das prozentuale Längenverhältnis des Farbortes auf dieser Geraden zwischen Unbuntpunkt mit 0 % und Spektralfarbenzug mit 100 % Sättigung dar. Last but not least folgt in der Tabelle der oft zitierte Weißgrad TAPPI für  $R_{457}$ , der den Blaugehalt der Farbe quantifiziert (vgl. XEROX-Download). Er wird in dem hier angewandten Programm aus einem Bandspektrum errechnet, das bei 457 nm gipfelt. Wie seine Abkürzung für Technical Association of the Pulp and Paper Industry impliziert, wird er zur Papierkennzeichnung verwendet, hängt aber zudem stark von der Geometrie des auftreffenden Strahles ab, der hier senkrecht steht (0°). Abschließend angeführt ist der Gelbwert / Yellowness Index nach DIN 6167 für D 65/10°, der als Maß für die Gelbstichigkeit ebenfalls aus der Papierindustrie kommt, aber, ebenso wie der TAPPI-Wert  $R_{457}$ , auch für die Produktbeschreibung mineralischer Füllstoffe herangezogen wird.

Für den Vilserkalk gilt, mit Ausnahme des basalen, teilweise stark rot gefärbten Anteils, eine mit einer gewissen Bandbreite verbundene Farbcharakterisierung durch einen **Hellbezugswert Y von 84 % (D 65/10°), einen TAPPI-Wert von 79, einen Gelbwert von 10 sowie L\*a\*b\*-Koordinaten von 94 / 0,8 / 4,6**, die eine schwache Rot- und stärkere Gelbkomponente ausdrücken. Somit bestätigt das Ergebnis der Messungen der Pulverproben den makroskopischen Eindruck eines relativ hellen, leicht rot-gelb-stichigen bzw. beige gefärbten Kalksteins. Texturell ist er jedoch erst in seinem jüngeren Anteil etwas homogener entwickelt und zeigt meist eine späte Struktur. Diese entsteht durch die aus meist unter zwei Millimeter großen Komponenten aus vorwiegend Echinodermen, Brachiopoden und untergeordnet Mollusken zusammengesetzte bioklastische Ausbildung. Die in der zwickelförmigen Matrix oder auch als Imprägnierung der Komponenten auftretende rötliche Färbung ist eher ein Merkmal seines älteren Abschnittes. Abgesehen davon tritt oftmals eine andeutungsweise grau-bräunliche Sprenkelung und weiße Kalzitäderung auf. Diese etwas unruhige Zusammensetzung spiegelt sich bei manchen Proben in der höheren Standardabweichung (maximal 0,28 für Y). Für die Rosa- und Gelbtönung sind möglicherweise Spuren von Eisen-, Mangan- und Aluminium-hältiger Minerale verantwortlich. Um den Vilserkalk zusammenfassend zu charakterisieren, wurden die Proben gemittelt. Wegen der großen Abweichung der Probe 86, die aus dem intensiver gefärbten rotbraunen Basisbereich stammt, wurde diese dafür nicht berücksichtigt. Beim Vergleich der weißmetrischen Ergebnisse für die beiden Vilserkalk-Vorkommen fällt die größere Homogenität der Proben aus dem Steinbruch Gunst bei Windischgarsten auf. Obwohl dieses Gebiet weniger eingehend untersucht wurde, ist zu vermuten, dass dort die Faziesvielfalt des Vilserkalkes weniger ausgeprägt ist als im Vilser Bereich.

Bei einem Kalziumkarbonat-Füllstoff nach Art der Ground Calcium Carbonates, wie er z. B. für die Papier-, Kunststoff- oder Farben/Lacke-Herstellung in Frage kommt, liegen die Anforderungen an den Weißgrad höher als die hier gemessenen, z.B. für Y ab etwa um 90 % (je höher desto besser), und präferieren auch eine hohe Blaukomponente, die sich in einem möglichst niedrigen oder negativen Gelbwert ausdrückt. Die untersuchten Vilserkalk-Proben sind für eine derartige Verwendung eher ungeeignet. Die tatsächliche Verwendung des Vilserkalkes als Zementrohstoff steht daher mit seinen Rohstoffeigenschaften in gutem Einklang. Obgleich für die aktuelle Rohstoffverwendung des Vilserkalkes ohne Relevanz, wird noch vermerkt, dass bei der Branntkalk-Erzeugung die Färbung des Rohsteins noch keine Aussage über die Farbbeschaffenheit des gebrannten Produktes zulässt, da beim Kalkbrand Kohlenstoff eliminiert wird, der im Gestein oft die Helligkeit herabsetzt. Welche

Eigenschaften der Vilserkalk jedoch beim Brennen nach heutigem Stand der Technik aufweist bzw. ob er dafür geeignet wäre, bleibt anderen Untersuchungen vorbehalten.

Tabelle 2: Vilserkalk-Farbparameter. Erklärungen zu den Parametern im Text.

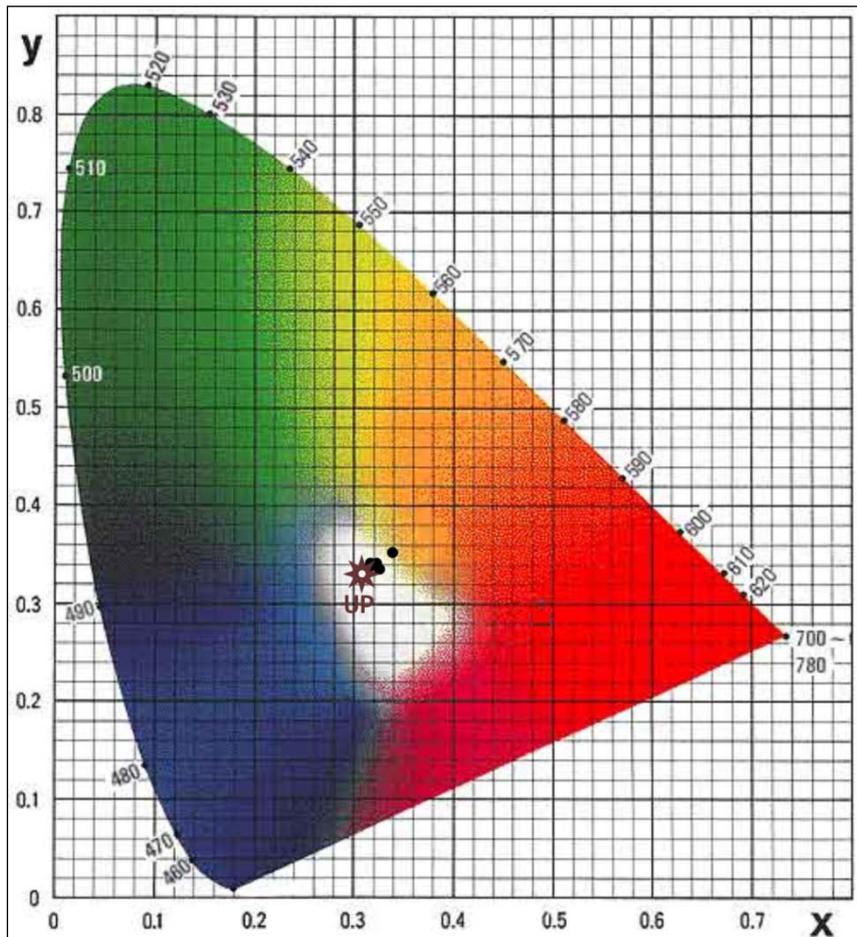
Pr-Nr	Normvalenzsystem CIE 1964, D 65/10°, DIN 5033, Teil 3								
	X	Y	Stabw Y	Z	x	y	R <sub>X</sub>	R <sub>Y</sub>	R <sub>Z</sub>
81_ABC	81,56	85,57	0,24	85,41	0,3230	0,3388	87,53	85,57	79,58
85_ABC	78,82	82,60	0,27	81,44	0,3245	0,3401	84,83	82,60	75,88
86_ABC	71,62	73,36	0,28	66,81	0,3382	0,3464	78,65	73,36	62,25
94_ABC (= PrLB)	79,65	83,70	0,17	83,44	0,3227	0,3391	85,48	83,70	77,75
135_ABC	80,82	84,94	0,13	85,70	0,3214	0,3378	86,50	84,94	79,85
138_ABC	80,63	84,47	0,07	83,75	0,3240	0,3394	86,68	84,47	78,03
MW ohne Pr 86	<b>80,29</b>	<b>84,26</b>	-	<b>83,95</b>	<b>0,3231</b>	<b>0,3391</b>	<b>86,20</b>	<b>84,26</b>	<b>78,22</b>
Stabw ohne Pr 86	1,07	1,15	-	1,72	0,0012	0,0009	1,06	1,15	1,60
Unbuntpkt D65/10°	94,81	100,0	-	107,34	0,3138	0,3310	-	-	-

Pr-Nr	CIE 1976, D 65/10°			CIE 1931, C/2°		Weißgrad TAPPI		Index D 65/10°	
	L*	a*	b*	Lambda	Sättigung	R <sub>457</sub>	St R <sub>457</sub>	Gelbwert	St Gw
81_ABC	94,13	0,8309	4,5297	578,29	0,44	79,98	0,30	9,32	0,12
85_ABC	92,84	0,9994	5,2227	578,42	0,51	76,32	0,23	10,86	0,08
86_ABC	88,62	4,4319	9,5952	582,33	0,97	62,75	0,25	22,38	0,13
94_ABC	93,32	0,5849	4,5670	577,55	0,45	78,16	0,19	9,26	0,07
135_ABC	93,86	0,5576	3,8484	577,75	0,37	80,21	0,18	7,86	0,09
138_ABC	93,65	1,0703	4,9146	578,76	0,48	78,45	0,13	10,26	0,11
MW ohne Pr. 86	<b>93,56</b>	<b>0,8086</b>	<b>4,6165</b>	<b>578,15</b>	<b>0,45</b>	<b>78,62</b>	-	<b>9,51</b>	-
Stabw ""	0,50	0,2337	0,5139	0,49	0,05	1,58	-	1,14	-

Abbildung 4:

x,y-Normfarbtafel (CIE 1931) aus MINOLTA GmbH (1994). Sie zeigt ein Abbild des Farbenraumes CIE 1931, der anhand der Koordinaten x und y (Farbwertanteile) auf die Farbebene projiziert ist. Die Lage des sternförmig dargestellten Unbuntpunktes UP zeigt den Bereich, in dem die Farbsättigung gegen Null geht. Die vom Spektralfarbenzug umspannte bunte Fläche enthält die Farborte aller reellen Farbarten (Körperfarben), die hier unabhängig von ihrer Helligkeit (Grauanteil) dargestellt sind. Auf dem Spektralfarbenzug sind die Wellenlängen ablesbar. Seine Enden werden durch die Purpurlinie verbunden, die aus Mischfarben von Violett (400 nm) und Rot (700 nm) besteht. Die Proben vom Vilserkalk sind als schwarze Punkte eingetragen und zeigen, dass trotz ihrer Färbung noch immer der Begriff „hell“ oder „hellbeige“ im Vergleich zum gesamt möglichen Farbenpool berechtigt ist (vgl. Sättigung meist < 0,5 %). Die Weißmetrik versteht sich als Teil der Farbmetrik und widmet sich nur dem innersten Bereich dieses Diagramms.

Abb 4



Abbildungen 5 und 6: Koordinatensystem des x-y-Y Normvalenz-Systems CIE 1964. Die Lage des dreieckig dargestellten Unbuntpunktes ist links unten bzw. links oben erkennbar. Die Verortung der Vilsenkalk-Proben auf der Farbebene (Abb 5) führt nahezu linear vom Unbuntpunkt weg in die Richtung der Wellenlänge 580 nm (vgl. Lambda um 578 nm) im gelb-roten-Übergangsbereich. Im Aufriss (Abb 6) mit x als Abszisse und Y als z-Achse veranschaulichen die Proben, dass mit zunehmender Sättigung, die sich hier im Normfarbwertanteil x äußert, zwangsläufig die Helligkeit (Y auf z-Koordinate) abnimmt.

Abb 5

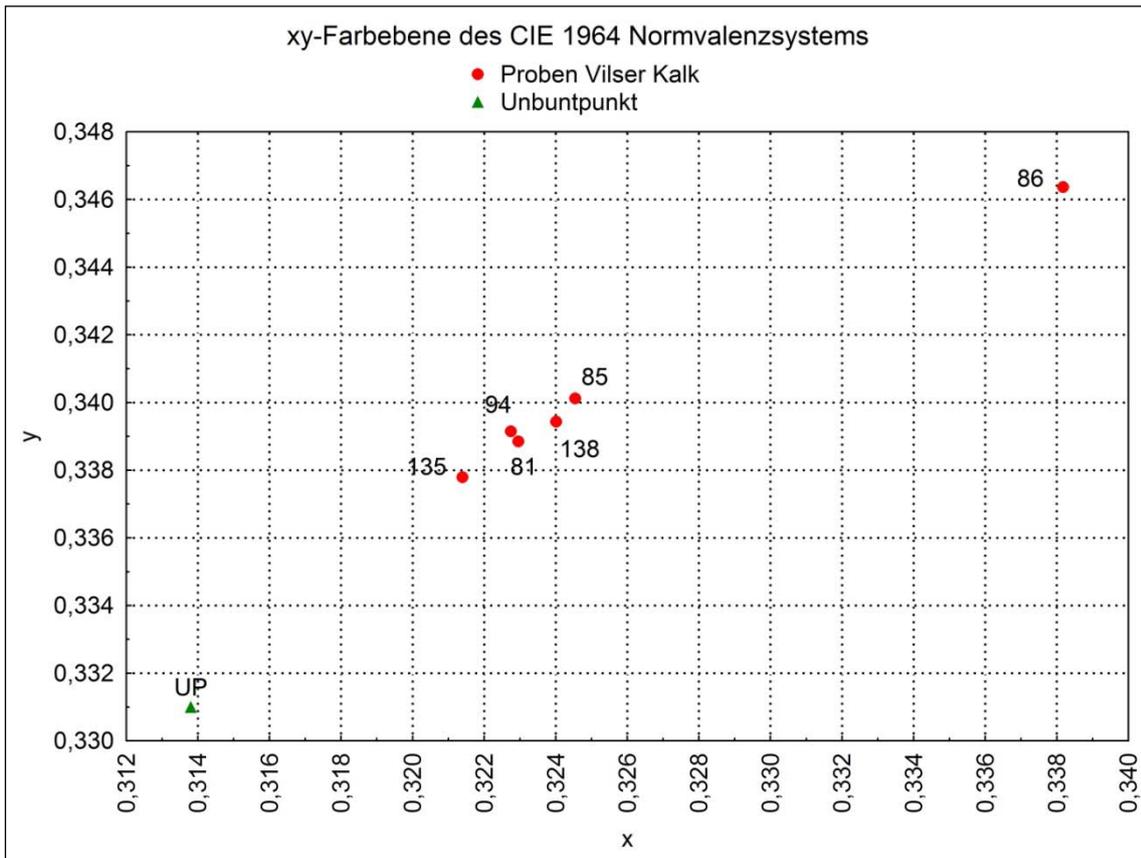
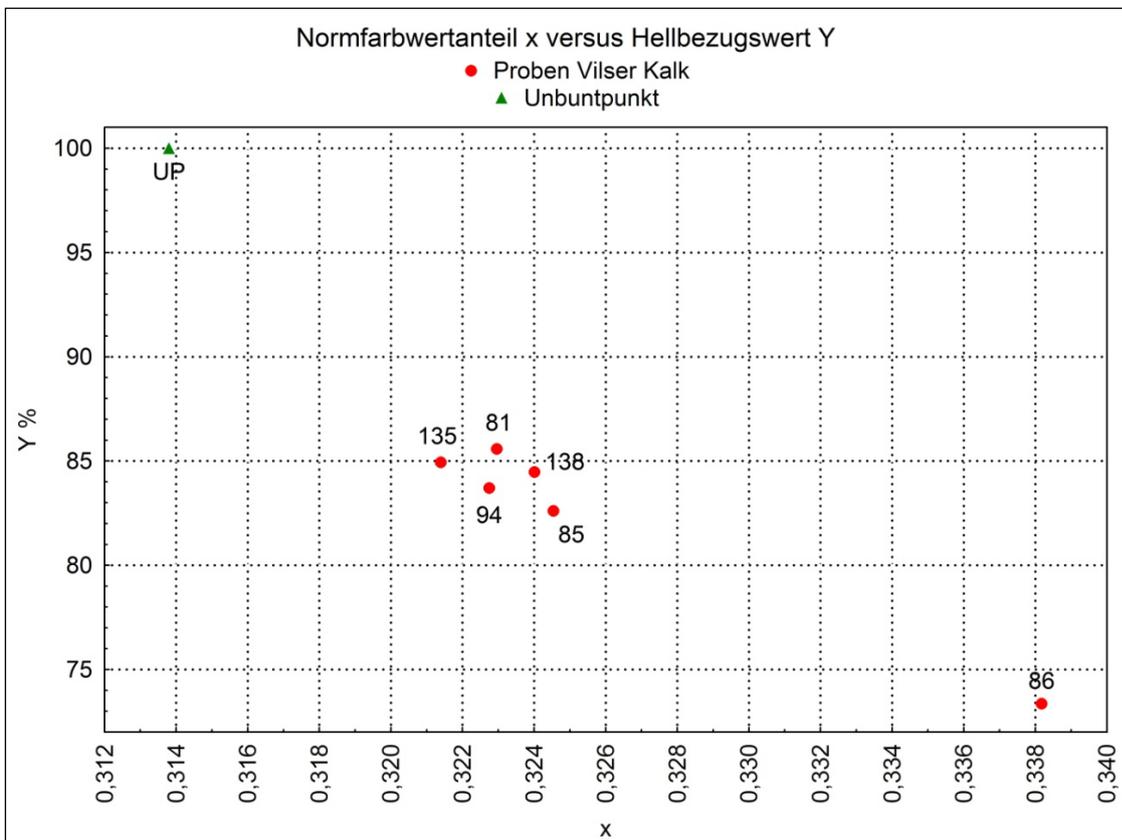


Abb 6



## LITERATUR

- ALTINER, D.:** Microfossil biostratigraphy (mainly foraminifers) of the Jurassic-Lower Cretaceous carbonate successions in northwestern Anatolia (Turkey).- *Geologica Romana*, 27, 167-213, Roma 1991.
- AMPFERER, O.:** Zur Tektonik der Vilser Alpen.- *Verh. Geol.St-A.*, 117-124, Wien 1921.
- AUBRECHT, R. & KOZUR, H.:** *Pokornyopsis* (Ostracoda) from submarine fissure fillings and cavities in the Late Jurassic of Czorsztyn Unit and the possible origin of the Recent anchialine faunas.- *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **196**, 1, 1-17, Stuttgart 1995.
- AUBRECHT, R., SZULC, J.:** Deciphering of the complex depositional and diagenetic history of a scarp limestone breccia (Middle Jurassic Krasin Breccia, Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians).- *Sedimentary Geology*, 186 (2006), 265-281, Amsterdam 2006.
- BESLER, W.:** Die Jura-Fleckenmergel des Tannheimer Tales (Außerfern, Tirol).- *Jb. Geol. B.-A.*, 102/3, 407-460, Wien 1959.
- BÖHM, F., & BRACHERT, T.C.:** Deep-water Stromatolites and Frutexiten MASLOV from the Early and Middle Jurassic of S-Germany and Austria.- *Facies* 28, 145-168, Erlangen 1993.
- BÖSE, E.:** Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen.- *Geogn. Jh.*, 6, Jhg. 1893, 1-48, Cassel 1894.
- DECKER, K., FAUPL, P., & MÜLLER, A.:** Synorogenic Sedimentation in the Northern Calcareous Alps during the Early Cretaceous.- In: FAUPL, P., & FLÜGEL, H.W. (Hsg.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 126-141, Deuticke, Wien 1987.
- DOBEN, K.:** Paläontologisch-stratigraphische und fazielle Untersuchungen an der Jura/Kreide-Grenze in den bayerischen Kalkalpen zwischen Inn und Saalach.- *Dissertation L.-M.-Universität München*, 91 S., München 1962.
- EGGER, H.:** Zur Geologie der Kalkvorlpen im östlichen Oberösterreich.- *Jb. Geol. B.-A.*, 131/2, 245-254, 3 Abb., Wien 1988.
- EGGER, H. & FAUPL, P.:** Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50 000 Blatt 69 Großraming.- *Geologische Bundesanstalt*, Wien 1999.
- FABRICIUS, F.H.:** Sedimentation und Fazies des Rät und der Liasüberdeckung in den Bayerisch-Tirolerischen Kalkalpen.- *Naturwiss. Diss. Techn. Hochsch. München*, 162 S., München 1960.
- FABRICIUS, F.H.:** Sedimentation und Fazies des Rät und der Liasüberdeckung in den bayerisch-tirolischen Kalkalpen.- *Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges.*, 113, Hannover 1961.
- FABRICIUS, F.H.:** Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den Bayerisch-Tiroler Kalkalpen.- *International Sedimentary Petrographical Series*, Vol. 9, 143 S, Leiden 1966.
- FABRICIUS, F.:** Die Rät- und Lias-Oolithe der nordwestlichen Kalkalpen.- *Geologische Rundschau*, 56, 140-170, Stuttgart 1967.
- FAUPL, P., & TOLLMANN, A.:** Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide.- *Geologische Rundschau*, 68, Stuttgart 1979.
- FLÜGEL, E.:** Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. 454 S., Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York 1978.
- FÜRSICH, F.:** Hartgründe und Kondensation im Dogger von Calvados (Fossil-Lagerstätten, Nr.18).- *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 138/3, 313-342, Stuttgart 1971.

- FÜRSICH, F.Th.:** Genesis, environments, and ecology of Jurassic hardgrounds.-N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 158 (1), 1-63, Stuttgart 1979.
- GARCIA JORAL, F.:** The Aalenian Rhynchonellids from the Northern Calcareous Alps in the ROTHPLETZ Collection.- In: J. PALFY and A.VÖRÖS (eds.): Regional Field Symposium on Mesozoic Brachiopods of Alpine Europe.- Hungarian Geological Society, Budapest 1993.
- GAUPP, R.:** Sedimentpetrographische und stratigraphische Untersuchungen in den oberostalpinen Mittelkreide-Serien des Westteils der Nördlichen Kalkalpen.- Diss. Techn. Univ. München, 282 S., München 1980.
- GAUPP, R.:** Sedimentationsgeschichte und Paläotektonik der kalkalpinen Mittelkreide (Allgäu, Tirol, Vorarlberg).- Zitteliana, 8, 33-72, München 1982.
- GAUPP, R.:** Die paläogeographische Bedeutung der Konglomerate in den Losensteiner Schichten (Alb, Nördliche Kalkalpen).- Zitteliana, 10, 155-171, München 1983.
- GRABERT, B.:** Phylogenetische Untersuchungen an *Gaudryina* und *Spiroplectinata* (Foraminiferen) besonders aus dem nordwestdeutschen Apt und Alb.- Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges., 498, 71 S., Frankfurt a. M. 1959.
- GSCHWEND, D.:** Brachiopoden aus dem Oberostalpin der Allgäuer Alpen, Teil III: Brachiopoden aus dem Unterdogger/Vilserkalk.- Berichte des Naturwiss. Vereins f. Schwaben e.V., 92., 1, 5-11, Augsburg 1988.
- GÜMBEL, C.W.:** Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol.- Jb. K.K. Geol. Reichsanst., 7. Jhg., 1-39, Wien 1856.
- HAAS, U.:** Geologie der Berge südlich von Füssen (Hohenschwangauer Alpen).- Unveröff. Dipl.-Arbeit Techn. Univ. München, 244 S., 103 Abb., 17 Taf., 8 Anl., München 1987.
- HAAS, U.:** Tektonische und fazielle Untersuchungen zur Klärung des Deckenbaues zwischen Allgäu- und Lechtal-Decke vom Ammergebirge bis zu den Tannheimer Bergen (Bayern/Tirol).- Dissertation a.d.Fakultät für Chemie der Technischen Universität München, 276 S., Eigenverl. d. Verf., München 2002.
- HAGN, H.:** Neue Beobachtungen in der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Thierseer Mulde SE Landl, Kalkalpine Randschuppe SW Bad Wiessee).- *Daraus*: 3. Eine Aufarbeitungslage in den Tannheimer Schichten (Oberapt/Unteralb) im Zeiselbach SW Bad Wiessee (129-135).- Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie, 22, 117-135, München 1982.
- HAUER, F., R.v.:** Ueber die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen („Vilser Schichten“).- Jb. K.K. Geolog. Reichsanstalt, 4. Jhg., Nr.1. Wien 1853.
- HEISSEL, W.:** Geologie der Vilser Alpen.- Jb. Geol. B.-A., 87/ 3-4, 235-273, Wien 1937.
- HEISSEL, W.:** Geologische Karte der Vilser Alpen 1:25.000: nach den Aufnahmen von O.Ampferer, W.Heissel und C.W.Kockel.- Geol. Bundesanst., Wien 1937.
- HOLNSTEINER, R.:** Der geologische Aufbau der Umgebung des Nixlochs bei Losenstein-Ternberg (O.Ö.).- In: NAGEL, D. & RABEDER, G.: Das Nixloch bei Losenstein-Ternberg.- Mitt. Komm. Quartärforsch., 8. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 13 - 16, 1 Abb., Wien 1992.
- JACOBESHAGEN, V.:** Zur Struktur der südlichen Allgäuer Alpen: Gebundene Tektonik oder Deckenbau?- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 148, 185-214, Stuttgart 1975.
- KLEBELSBERG, R.v.:** Geologie von Tirol.- Gebrüder Borntraeger, 872 S., Berlin 1935.
- KMENT, K.:** Beschreibung und Stratigraphie der Ammoniten eines fossilreichen Hartgrunds im unteren Toarc am Vorderskopf (westliches Karwendelgebirge, Nördlich Kalkalpen).- Jb. Geol. B.-A., 141/2, 179-208, Wien 1998.

- KOCKEL, C.W.:** Der Falkensteinzug im östlichen Allgäu – eine Deckenmulde.- Geol. Rundschau, 26, H. 1-2, 153-154, Stuttgart 1935.
- KOCKEL, C.W., & RICHTER, M.:** Über die Tektonik der Vilser- und Hohenschwangauer Alpen.- Verh. Geol. B.-A., Bd. 1924, 82-92, Wien 1925.
- KOCKEL, C.W., & RICHTER, M.:** Deckengrenzen in den Vilser Alpen.- Jb. Geol. B.-A., 81, 331-351, Wien 1931.
- KOCKEL, C.W., SCHMIDT-THOME, P., & CUSTODIS, A.:** Der Falkensteinzug im östlichen Allgäu.- N.Jhb.f.Mineralogie, Beil.-Bd. 78, Abt.B, 161-191, Stuttgart 1936.
- KOCKEL, C.W., RICHTER, M. & SCHMIDT-THOME, P.:** Bemerkungen und Ergänzungen zur neuen geologischen Karte der Vilser Alpen.- Verh. Geol. B.-A., Jhg. 1938, 131-136, Wien 1938.
- MIDDLEMISS, F.A.:** The genus *Platythyris* (Brachiopoda) and its relationship to the Pygopidae.- Paläont. Zeitschr., Bd. 52, Schweizerbart, Stuttgart 1978.
- MISIK, M.:** The Czorsztyn Submarine Ridge (Jurassic-Lower Cretaceous, Pieniny Klippen Belt): An Example of a Pelagic Swell.- Mitteil. Österr. Geol. Ges., 86, 133-140, Wien 1994.
- MÜLLER-WOLFSKEIL, P., & ZACHER, W.:** Neue Ergebnisse zur Tektonik der Allgäuer und Vilser Alpen.- Geologische Rundschau, 73, 321-335, Stuttgart 1984.
- OPPEL, A.:** Ueber die weissen und rothen Kalke von Vils in Tyrol.- Separatabdr. aus den württemb. naturw. Jahresh., Jhg XVII, 1-40, München 1860.
- OPPEL, A.:** Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen.- Zeitschr. d. Dt. geol. Ges., 15. Bd., 188-217, Berlin 1863.
- PAVLIK, W.:** Stratigraphie und Tektonik im Raum westlich der Enns zwischen Losenstein und Reichraming.- Unveröffentl. Vorarbeit Univ. Wien, 75 S., 51 Abb., 9 Beil., Wien 1984.
- PREY, S.:** Das Flyschfenster von Windischgarsten und seine Umgebung - eine Dokumentation über Schichtfolgen und Tektonik.- Jb. Geol. B.-A., 135/2, 513-577, 9 Abb., 2 Tab., 2 Taf, Wien 1992.
- REIS, O.M.:** Cenomaner Brockenmarmor vom „Weißen Haus“ in Tirol.- Verh. Geol. B.-A. 1931, 84-88, 1 Abb., Wien 1931.
- REISER, K.A.:** Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu.- Geogn. Jh., 33. (57-198), 35. (1-82), 36. (1-34) Jhg., München 1920, 1922, 1923.
- REUM, H.:** Zur tektonischen Stellung des Falkensteinzuges am Nordrand der östlichen Allgäuer Alpen.- Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 113, 507-534, Hannover 1961.
- ROTHPLETZ, A.:** Geologisch-palaeontologische Monographie der Vilser Alpen mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik.- Palaeontogr., 33, 1-180, 3 Abb., 17 Taf., Stuttgart 1886.
- ROTHPLETZ, A.:** Geologische Alpenforschungen II, Ausdehnung und Herkunft der Rhaetischen Schubmasse.- Lindauersche Buchhandlung, München 1905.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLNBERGER, W.:** Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen.- Mitteil. Geol. Ges. Wien, 66./67., 165-193, Wien 1974.
- SCHLEGELMILCH, R.:** Die Ammoniten des süddeutschen Lias.- Fischer Verlag, Stuttgart 1976.
- SCHLEGELMILCH, R.:** Die Ammoniten des süddeutschen Doggers.- 284 S., Fischer Verlag, Stuttgart 1985.

- TOLLMANN, A.:** Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen.- Jb. Geol. B.-A., 114, 273-360, Wien 1971.
- TOLLMANN, A.:** Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums; Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen.- Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 2, 580 S., Deuticke, Wien 1976.
- TOLLMANN, A.:** Der Bau der Nördlichen Kalkalpen.- Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 3, 449 S., Deuticke, Wien 1976.
- WENDT, J.:** Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. Fossil-Lagerstätten, Nr. 9.- N. Jhb. Geol. Paläont., MH 1970, 433-448, Stuttgart 1970.
- WEIDICH, K.F.:** Die kalkalpine Unterkreide und ihre Foraminiferenfauna.- Zitteliana, 17, 312 S., München 1990.
- WIEDMANN, J. (Edit.):** Cretaceous of the Western Tethys. 3<sup>rd</sup> International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987.- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1989.
- WUNDT, G.:** Ueber die Lias-, Jura- und Kreide-Ablagerungen um Vils in Tirol.- Jb. K.K. Geol. Reichsanstalt, 32. Bd., 165-192, Wien 1882.
- ZACHER, W.:** Zur tektonischen Stellung der Vilser Alpen.- Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges., 113, 390-408, Hannover 1961.
- ZACHER, W.:** Geologische Karte von Bayern 1:25.000, 8429 Pfronten.- Bayer. Geol. L.-A., München 1963.
- ZACHER, W.:** Geologische Karte von Bayern 1:25.000, 8430 Füssen.- Bayer. Geol. L.-A., München 1963.
- ZACHER, W.:** Die kalkalpinen Kreide-Ablagerungen in der Umgebung des Tannheimer Tales (Nordtirol).- Mitt. d. Bayer. Staatssammlg. f. Paläont. u. histor. Geol., Heft 6, 213-228, München 1966.
- ZACHER, W., CRAMER, K. (Beitr.) & DIEZ, T. (Beitr.):** Erläuterungen zum Blatt Nr. 8430 Füssen.- Bayer. Geol. L.-A., 151 S., 31 Abb., 4 Taf., 2 Beil., München 1964.
- ZACHER, W., CRAMER, K. (Beitr.) & DIEZ, T. (Beitr.):** Erläuterungen zum Blatt Nr. 8429 Pfronten.- Bayer. Geol. L.-A., 208 S., 44 Abb., 4 Taf., 3 Beil., München 1966.

### **Literatur zum Kapitel XIII.**

- DIN 5033:** Farbmessung Teil 3: Farbmaßzahlen.- DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 4 S., Berlin 1992.
- DIN 5033:** Farbmessung Teil 9: Weißstandard für Farbmessung und Photometrie.- DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 3 S., Berlin 1982.
- DIN 53 163:** Prüfung von Pigmenten und Füllstoffen: Bestimmung der Helligkeit von Füllstoff- und Weißpigment-Pulvern.- DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2 S., Berlin 1988.
- DIN 6167:** Beschreibung der Vergilbung von nahezu weißen oder nahezu farblosen Materialien.- DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1 S., Berlin 1980.

**LEUPRECHT, M.:** Geologische Arbeitskarte (Dissertationskartierung Arbeitsgebiet), Maßstab 1: 7060.- Innsbruck 2003.

**MINOLTA GMBH:** Exakte Farbkommunikation. Vom Farbgefühl bis zur objektiven Messung.- Firmenbroschüre, D 537321/4.94, 49 S., Ahrensberg, Deutschland.

**MOSHAMMER, B.:** Vorkommen von hochreinen und weißen Karbonatgesteinen in Österreich. Zusammenfassender Bericht Projekt Ü-LG-038/94-98.- Berichte d. Geol. Bundesanst., Bd. 48, 33 Bl., 3 Tab., 46 Karten, Wien 1999.

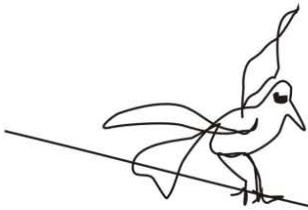
**MOSHAMMER, B.:** Geologie (Mikrofazies, Mineralogie-Petrographie), Gesteinschemie und Weißmetrik ausgewählter Marmor-, Kalkstein-, Dolomit- und Kalkspatvorkommen in Österreich. Geologie und Rohstoffparameter von Kalkstein- und Dolomitvorkommen.- Unveröffentlichter Endbericht für das Projekt Ü-LG 51/2005-2007. Geologische Bundesanstalt, 75 S., Wien 2009.

**WEDEPOHL, K.H.:** Geochemische Daten von sedimentären Karbonaten und Karbonatgesteinen in ihrem faziellen und petrogenetischen Aussagewert.- Verh. Geol. B.-A., 1970/4, 692-705, Wien 1970.

**XEROX:** Demystifying Three Key Paper Properties Whiteness, Brightness and Shade.- <http://a1851.g.akamaitech.net/f/1851/2996/24h/cacheB.xerox.com/downloads/usa/en/t/ThreeKeyPaperPropertiesWhitePaper.pdf>, 9 S. Download 3. 2. 2010.

**ZELLCHEMING, VEREIN DER ZELLSTOFF- UND PAPIER-CHEMIKER UND INGENIEURE:** Prüfung von Füllstoffen und Pigmenten für Papier, Karton und Pappe: Farbmessung nach dem Dreibereichsverfahren. Merkblatt V/27.5/90.- Verein ZELLCHEMING, 4 S., Darmstadt 1990.





Wos haast do scho Vuisakoik-Brachiopodn - fliagn heit no net weida  
wia van Rotn Stan obe in'd Wiesn!  
und wos haast scho Vuisa Deckn - i brauch ka Deckn, i hob Fedan!