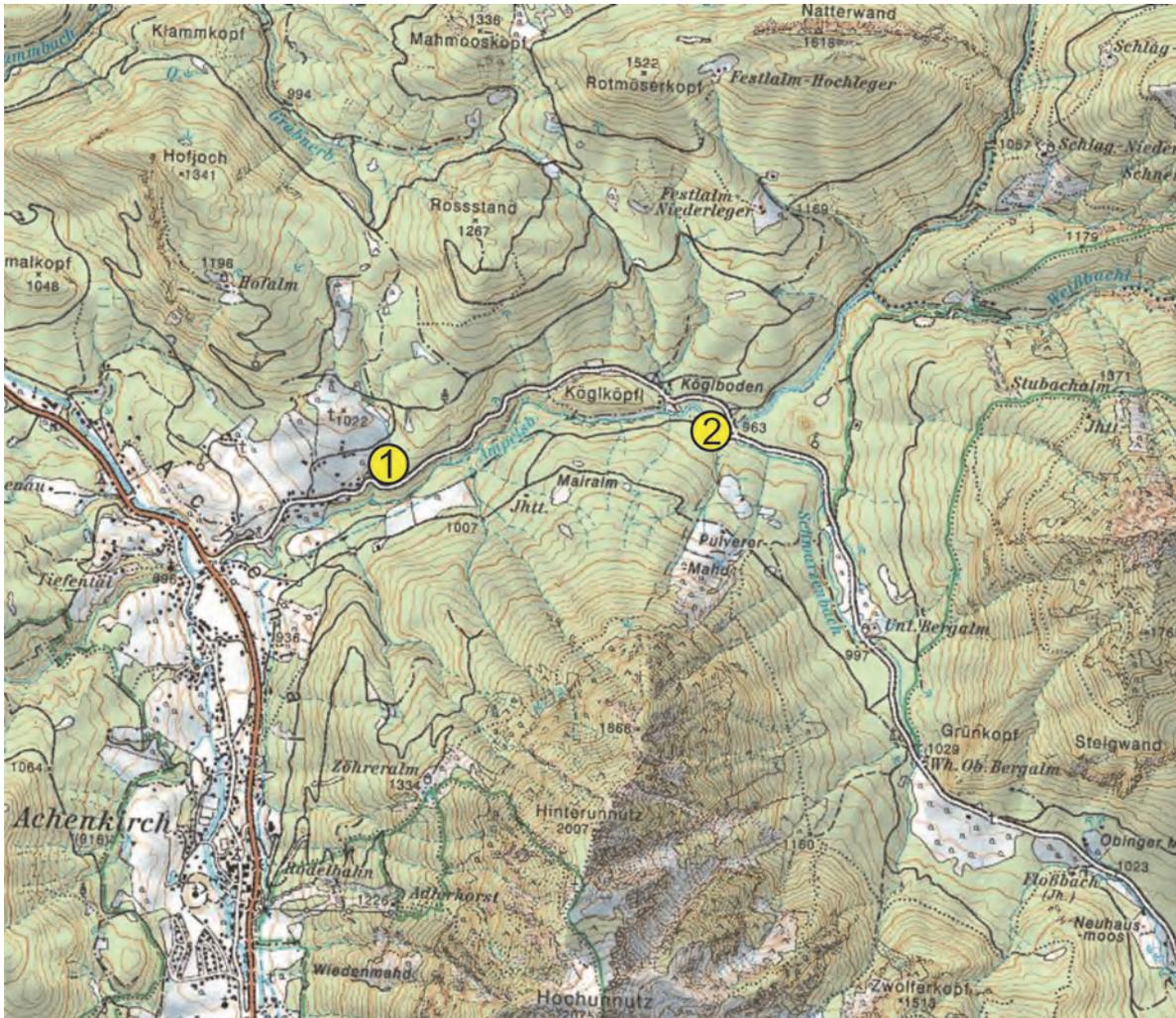


## Exkursion E3 – Achenal – Bächental Donnerstag, 22. 09. 2011

Führung: R. BRANDNER, M. LOTTER, A. GRUBER und H. ORTNER



Übersichtskarte mit Exkursionsstopp: Ausschnitt aus der ÖK 1:50.000, AMAP.

Thema: Vom „Bächentaler Becken zur Achenaler Schubmasse“.

Problematik Achenaler Querstruktur zwischen der E-W-streichenden Karwendel- und Thiersee-Synklinale, eine Folge der jurassischen und kretazischen Beckenbildung?

- 1. Stopp:**
  - Leithen nördlich Achenkirch: Geologischer Überblick; NW-gerichtete versus N-gerichtete Einengung – die Geometrie der Guffert-Unnutz-Falten- und Überschiebungsstruktur.
  - Jurastratigraphie entlang der Straße nach Steinberg am Rofan (Kössen-Fm. bis Ammergau-Fm.).
- 2. Stopp:** Ampelsbach/Kögelboden: Basisüberschiebung der „Achenaler Schubmasse“ auf Schrambach-Schichten (Schersinngefüge).

*Fahrt über Achenwald, Rotwandalm ins Bächental.*

*Fahrt von Achenkirch in Richtung Steinberg am Rofan bis zum Ortsteil Leithen zu*

## Stopp I

Leithen, Panoramablick auf Achental und Unnutz-Guffert-Massive. Einführung in den geologisch-strukturellen Bau von ÖK 88, im Speziellen der Achentaler Schubmasse und der Achentaler Überschiebung. Standort in der Liegendscholle der Überschiebung.

Die großen Überschiebungen und Großfalten der westlichen Nördlichen Kalkalpen streichen im Wesentlichen ENE–WSW bis NE–SW (z.B. Lechtaler Alpen). Die Thiersee- und Karwendel-Synklinale bilden hier eine Ausnahme, da diese beiden Synklinale fast genau in E-W-Richtung verlaufen. Im Bereich des Achentales liegt zwischen den beiden Synklinale die sog. „Achentaler Querstruktur“ (AMPFERER, 1903), eine der komplexesten und viel diskutierten tektonischen Strukturen in der Lechtal-Decke (verschiedene Ansichten siehe Beitrag Ortner & Gruber, dieser Band).

Strukturelles Kernelement ist die großteils aus lagunärem Wettersteinkalk aufgebaute **Achentaler Schubmasse** (Begriffsprägung durch QUENSTEDT, 1933), die auf der **Achentaler Überschiebung** liegt. Letztere verschwindet nach Westen in der Karwendel-Synklinale und reicht im Osten in die Thiersee-Synklinale hinein (Abb. 1; siehe auch Abb. 1 im Beitrag Ortner & Gruber, dieser Band). In beiden Synklinale nimmt die Überschiebungswerte rasch ab bzw. die Überschiebung ist nicht mehr nachweisbar. Die Achentaler Überschiebung fungiert deswegen als Transferzone zwischen zwei Synklinale. Die Antiklinale im Hangenden der Überschiebung ändern ihre Orientierung im Streichen von etwa E–W am Guffert (2194 m) im Osten (Guffert-Antiklinale, s. unten) auf etwa N–S am Unnutz (2078 m, Unnutz-Antiklinale, s. unten) und der Seekarspitze (2053 m) im Westen, bevor die Struktur an der Seebergspitze (2085 m) mit einer steilachsigen Synklinale wieder in E-W-Richtung umbiegt.

An der **Achentaler Überschiebung** werden triassische Gesteine (Wettersteinkalk bis Hauptdolomit) auf unterkretazische Gesteine (Ammergau- und Schrambach-Fm.) überschoben. Im NE läuft die Achentaler Überschiebung in den Kern der Thiersee-Synklinale hinein und verliert sich westlich der Natterwand in der Schrambach-Fm.

Der Abschnitt der Achentaler Überschiebung zwischen Natterwand (1618 m) im NE und Christlumpkopf (1758 m) im SW trennt überkippten Hauptdolomit des Liegendschenkels der Unnutz-Antiklinale (Hangendblock) von Ammergau- und Schrambach-Fm. des Liegendblocks. Dieser ist zwischen Rotmöserskopf und Hochplatte und im Unterautal in weit nach SE ausgreifenden Halfenstern freigelegt. Über Details des Westendes der Überschiebung siehe Ortner & Gruber, dieser Band.

Die Achentaler Überschiebung ist zumeist planar, nur im Hangenden der Hofjoch- und Roßstand-Antiklinale und der Klammbach-Synklinale (nördlich von Leithen) ist die Überschiebung mitgefaltet (siehe Abb. 2, 3 Profil B-B'). Der Hangendblock der Achentaler Überschiebung besteht aus den großen Faltenstrukturen der Guffert- und der Unnutz-Antiklinale.

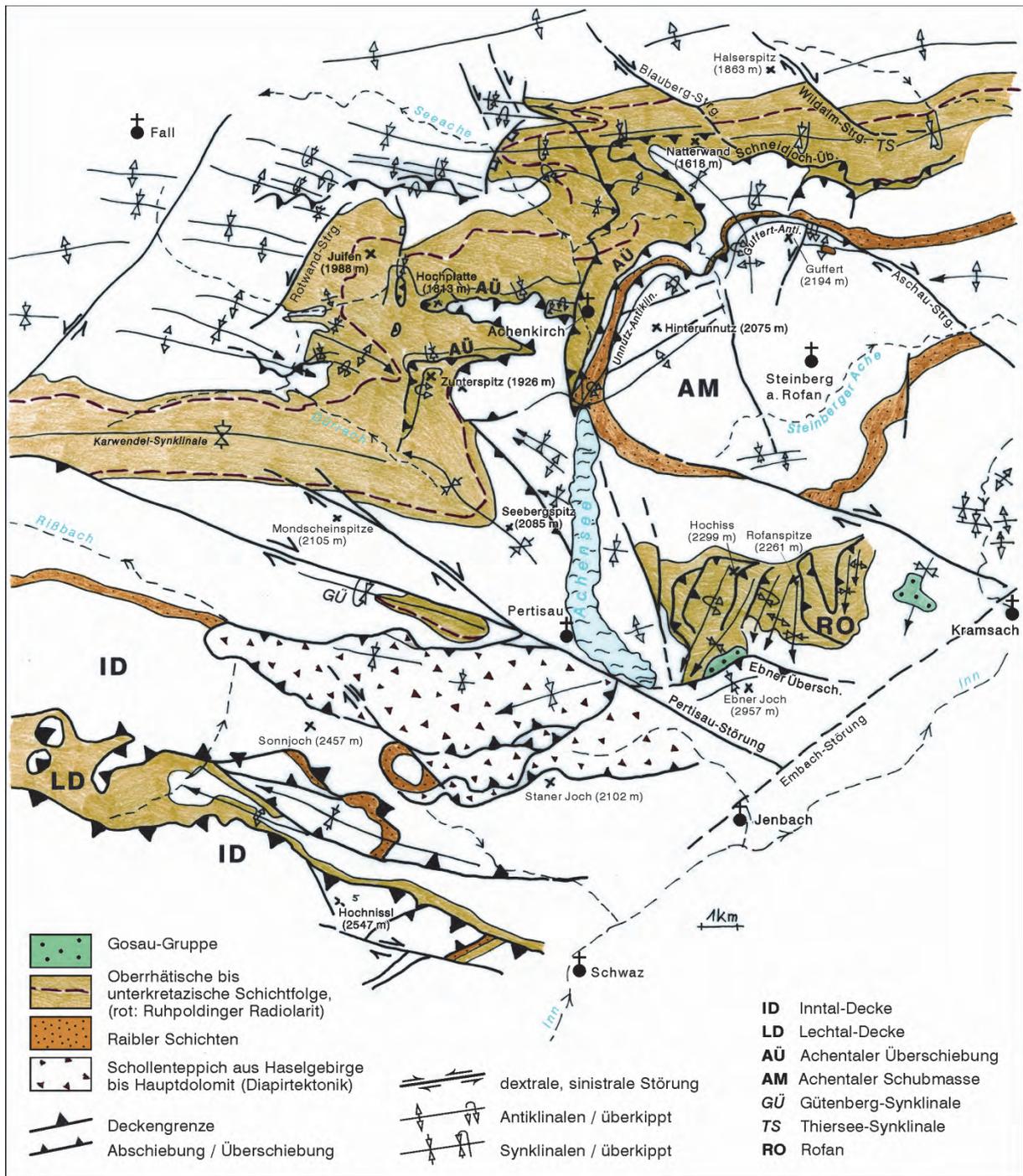


Abb. 1: Tektonische Übersichtskarte 1:200.000 des Achenseeraumes, mit Lage und Verlauf der Karwendel- und Thiersee-Synklinale und der Achenalper Schubmasse, stark verändert nach EISBACHER & BRANDNER (1996).

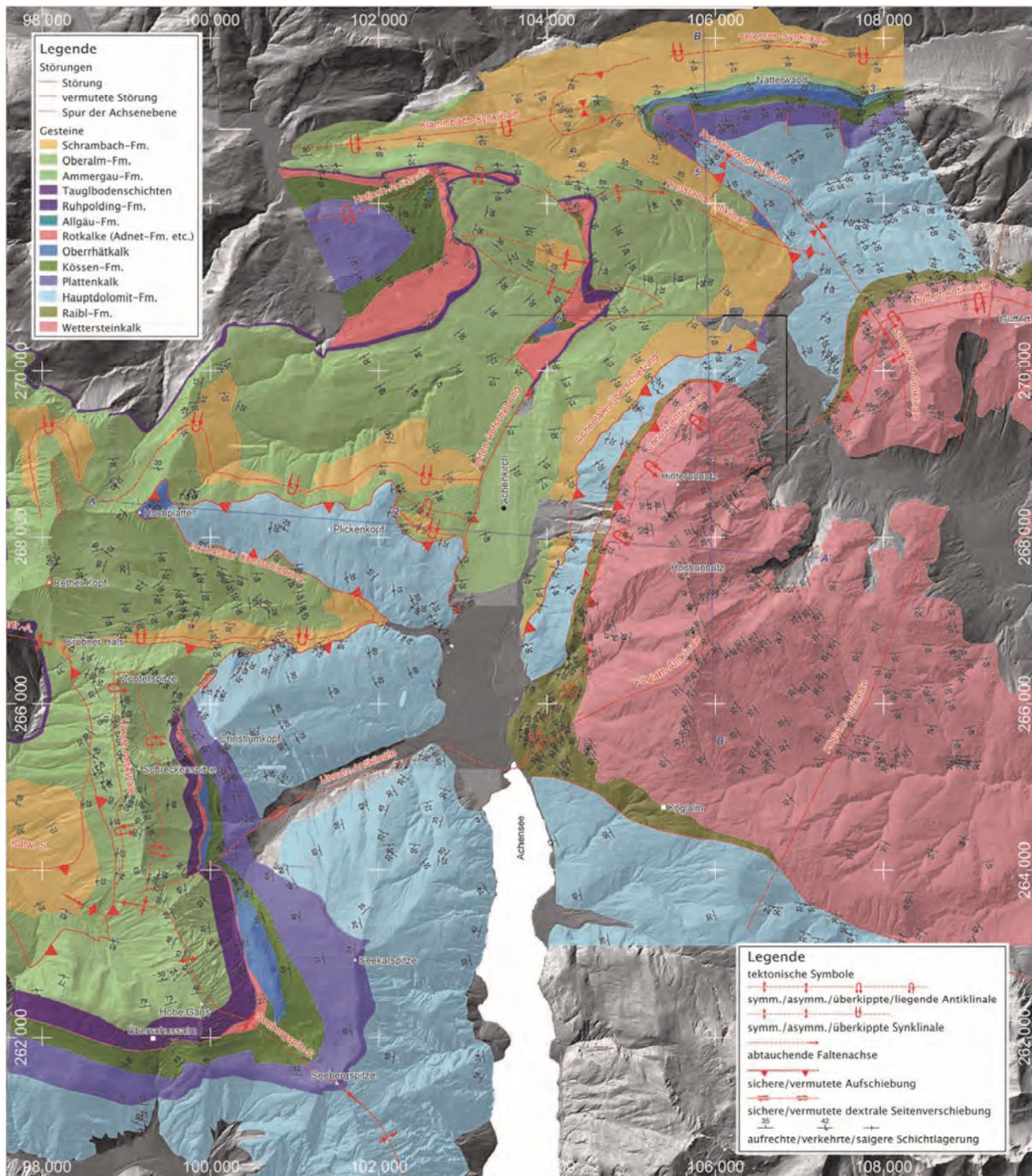


Abb. 2: Tektonische Karte des Übergangsbereiches Karwendel-Thiersee-Synklinale mit Bezeichnung der wichtigsten Strukturen, dem Verlauf von Überschiebungen und Lateralstörungen und der Spur der Faltenachsen (-ebenen), aus Ortner & Gruber, dieser Band.

Die **Guffert-Antiklinale** (von Leithen Blickrichtung Osten) liegt am Ostende der Achentaler Querstruktur, die Achsenebene ist südfallend, der Großteil des Wettersteinkalkes südlich des Gufferts liegt damit im Hangendschenkel der Antiklinale. Das Scharnier liegt in der Nordwand des Guffert knapp oberhalb der invers liegenden Raibler Schichten (bewaldeter Wandfuß). Die Faltenachse der Guffert-Antiklinale ist am Guffert subhorizontal ESE-streichend und dreht sich gegen W ohne scharfen Knick immer weiter in Richtung NE (siehe Abb. 2 und 4).

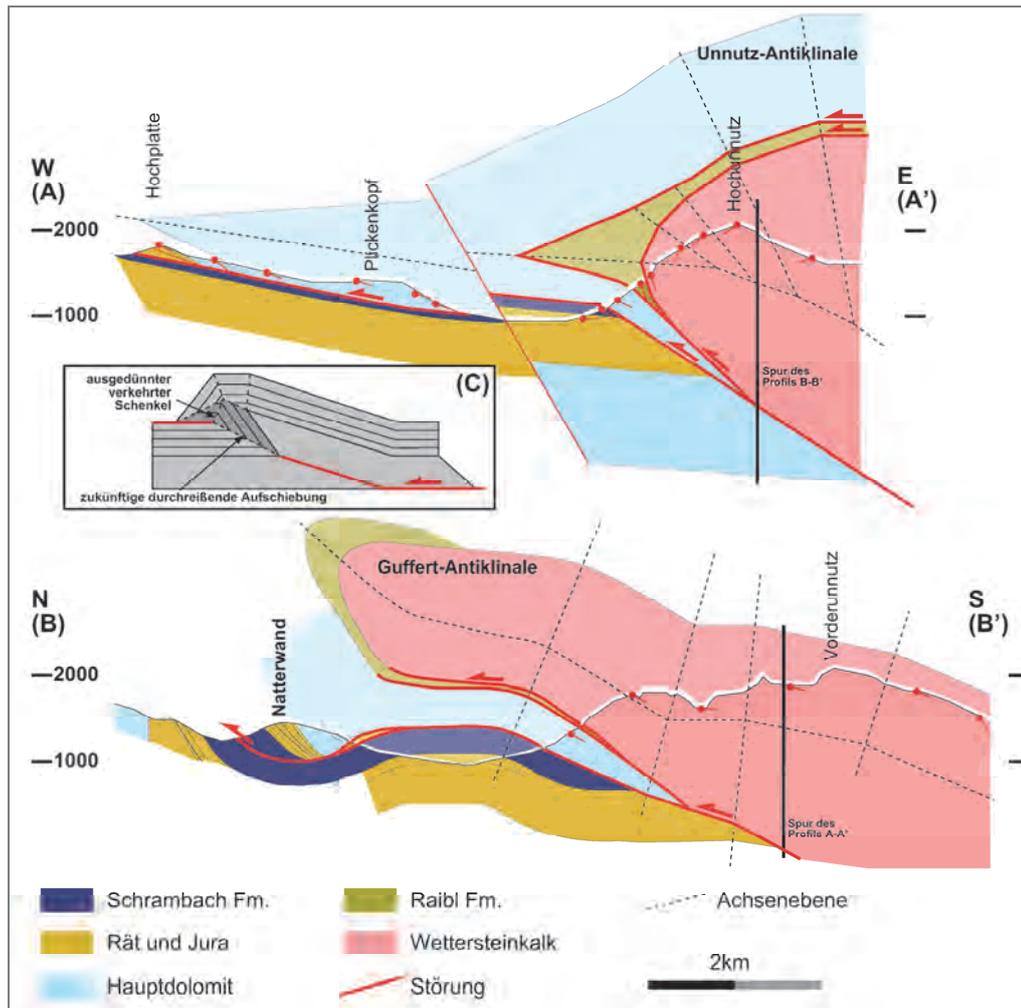


Abb. 3: Profile durch die Achenkircher Schubmasse, verändert nach ORTNER (2003), in Ortner & Gruber, dieser Band.

Die **Unnutz-Antiklinale** (von Leithen Blickrichtung Südosten) baut das gesamte Unnutzmassiv auf. Von Norden ist sie anhand der durch Latschenbewuchs nachgezeichneten Wettersteinlagunenkalk-Bänke deutlich als liegende Falte mit scheinbar E-, laut Datenauswertung SE-fallender Achsenebene zu sehen (Abb. 5).

Im verkehrten Liegendschenkel der Unnutz-Antiklinale sind die tektonisch begrenzten Raibler Schichten nach SE Richtung Steinberg keilförmig zugeschnitten. An diesen wird auch die Achsenebene der Unnutz-Antiklinale abgeschnitten, sie taucht ca. 1 km weiter südlich am Nordende des Achensees in den Raibler Schichten wieder auf und bildet dort ein enges, nach SW zum Nordende des Sees hin abtauchendes Scharnier (siehe Abb. 2 und geol. Kte, Beilage I dieser Band). Die Eintiefung des Achensees hängt daher möglicherweise mit der Verbreitung der Raibler Schichten zusammen.

Auf Höhe von Achenkirch zeigt die Unnutz-Antiklinale bis weit nach W zur Hochplatte (von Leithen Blickrichtung SW) einen durchwegs überkippten Schenkel aus Hauptdolomit, fast parallel zur Überschiebungsfläche. Dies wird von ORTNER (2003) mit einer *fault-propagation fold* mit lagenparalleler Scherung und Ablösung von dicken kompetenten Lagen (Hauptdolomit über Raibler Schichten) vom Faltenkern aus Wettersteinkalk erklärt (s. Abb. 3, Profil A-A).



Abb. 4: Blick von oberhalb Leithen nach Osten auf das Westende des Guffert. Deutlich erkennbar ist das Scharnier der Guffert-Antiklinale (über dem Steilabbruch im unteren Drittel der Nordwand), knapp über dem Geländeknick zu den invers liegenden Raibler Schichten. Verfolgt man den Gratverlauf des Guffert, erkennt man deutlich das Umbiegen der Wettersteinkalkbänke von fast söhlicher Lagerung am Hauptgipfel zu steilem N- bis NW- bis WNW-Fallen am Westende (entspricht dem Umbiegen des Streichens der Achsenebene der Guffert-Antiklinale von E–W (hinten) auf NNE–SSW im Vordergrund).

### **Der Liegendblock der Achentaler Überschiebung**

Die Ammergau-Fm. oder Schrambach-Fm. im Liegenden der Achentaler Überschiebung sind in enge bis isoklinale, teils extrem zerscherte Falten gelegt, deren Achsenebenen etwas steiler als die Überschiebungsfläche nach Süden einfallen (vgl. Stopp 2).

Nördlich des Ampelsbaches sind im Liegendblock große, nach Norden überkippte Antiklinalen und Synklinalen (Klambach-Synklinale, Hofjoch- und Roßstand-Antiklinale, s. Abb. 2) ausgebildet. Die liegenden Falten N' Achenkirch und die Falten direkt unter der Achentaler Überschiebung weisen ostfallende Faltenachsen und südfallende Achsenebenen auf. Zum Rand der Schubmasse hin tauchen die Achsen stärker nach SE ab.

Die am Exkursionsstandort nach NNE streichende, parallel zur Achentaler Überschiebung verlaufende Leiten-Aufschiebung trennt die Hofjoch- von der Roßstand-Antiklinale und ist um diese herum gefaltet, laut SAUSGRUBER (1994) setzt sie sich nach NW als Transferstörung in der sinistralen Reitstein-Störung fort (siehe geol. Karte, Beilage 1, dieser Band).

Bzgl. zeitlicher Abfolge der Deformationen wird auf den Beitrag Ortner & Gruber in diesem Band verwiesen.



Abb. 5: Die große liegende Unnütz-Antiklinale unterhalb des Hinterunnütz (2007 m), von N aus der Gegend der Festlalm betrachtet.

Die folgende Wanderung entlang der Straße in Richtung Steinberg erschließt eine fast ungestörte oberrhätisch bis oberjurassische Schichtfolge, die durchwegs in Becken- und Hangfazies entwickelt ist. Dieses Profil wurde bereits von QUENSTEDT (1951b) (siehe auch JAKSCH, 2003) beschrieben und wird hier nach den Aufnahmen von SAUSGRUBER (1994, Profil Leiten) wiedergegeben (Abb. 6). Die Gesamtabfolge vom Top der Kössen-Fm. bis zum Top der Ruhpolding-Fm. ist 110 m mächtig. Das Straßenprofil wurde mit Aufschlüssen entlang des parallel unterhalb laufenden Ampelsbaches ergänzt. Die Abfolge in der Hangendscholle der Leithen-Aufschiebung beginnt über Kalken und Mergeln der Kössen-Fm. und einer Aufschlusslücke (Tiefengraben-SbFm.) mit sandigen Mergeln und Kalken (ca. 6 m), die der Breitenberg-SbFm (Kendlbach-Fm.) zuordenbar sind (vgl. Stopp 4). Hierauf folgen eine Rotkalkscholle und Rotkalkbrekzien und anschließend einige Meter knollige Rotkalle (hellrote Biomikrite) vom Typ Adnet-Fm. Im Niveau der Brekzien findet sich im angrenzenden Ampelsbach ein Hartgrund mit *Schlotheimia marmorea*. Die Brekzienbildung und die Rotkalksedimentation zeigen eine merkliche (tektonische) Absenkung des Ablagerungsraumes zu einer Tiefschwellenfazies (oberer Hang) an.

Die über den Rotkalken einsetzenden bräunlichen, welligen bis knolligen Spiculite mit typischen Kieselknuern und Zwischenlagen von Mergeln sind der Scheibelberg-Fm. zuzuordnen. Dies bedeutet einen Übergang von der oberen in die tiefere Hangfazies. Über den Scheibelbergkalken stellen sich, etwa 10 m mächtig, bioturbate, Schwammnadel führende, dunkelgraue Kalke und Mergelschiefer ein, die häufig die pelagische Muschel *Posidonia sp.* und Radiolarien führen. Diese Lithotypen entsprechen den Mittleren Allgäu Schichten bzw. den Bächentaler Bitumenmergeln. Sie sind Ausdruck des anoxic event im Toarcium, in dem es in abgeschnürten Becken häufig zur Bildung von Faulschlammsedimenten wie den Bächentaler Bitumenmergeln (Bächentaler Becken) kam (s. Stopp 8). Über den dunklen Mergeln folgen rote Mergel- und Mergelkalke. Sie zeigen den erneuten Umschwung zu oxischen Verhältnissen an. Zum Vergleich wurden in dieser Zeit im wenige km weiter westlich gelegenen Juifen (s. Stopp 4) mächtige Resedimente ins Becken geschüttet, wo diese mit Allgäu Schichten verzahnen. Im Gegensatz dazu sind im wenige km nordöstlich liegenden Profil des oberen Ampelsbaches aus dem Großteil des Unterjura kaum Sedimente überliefert und durch einen Omissionshorizont und geringmächtige Rotkalle über verkarstem Oberrhätkalk (Hochzone) geprägt.

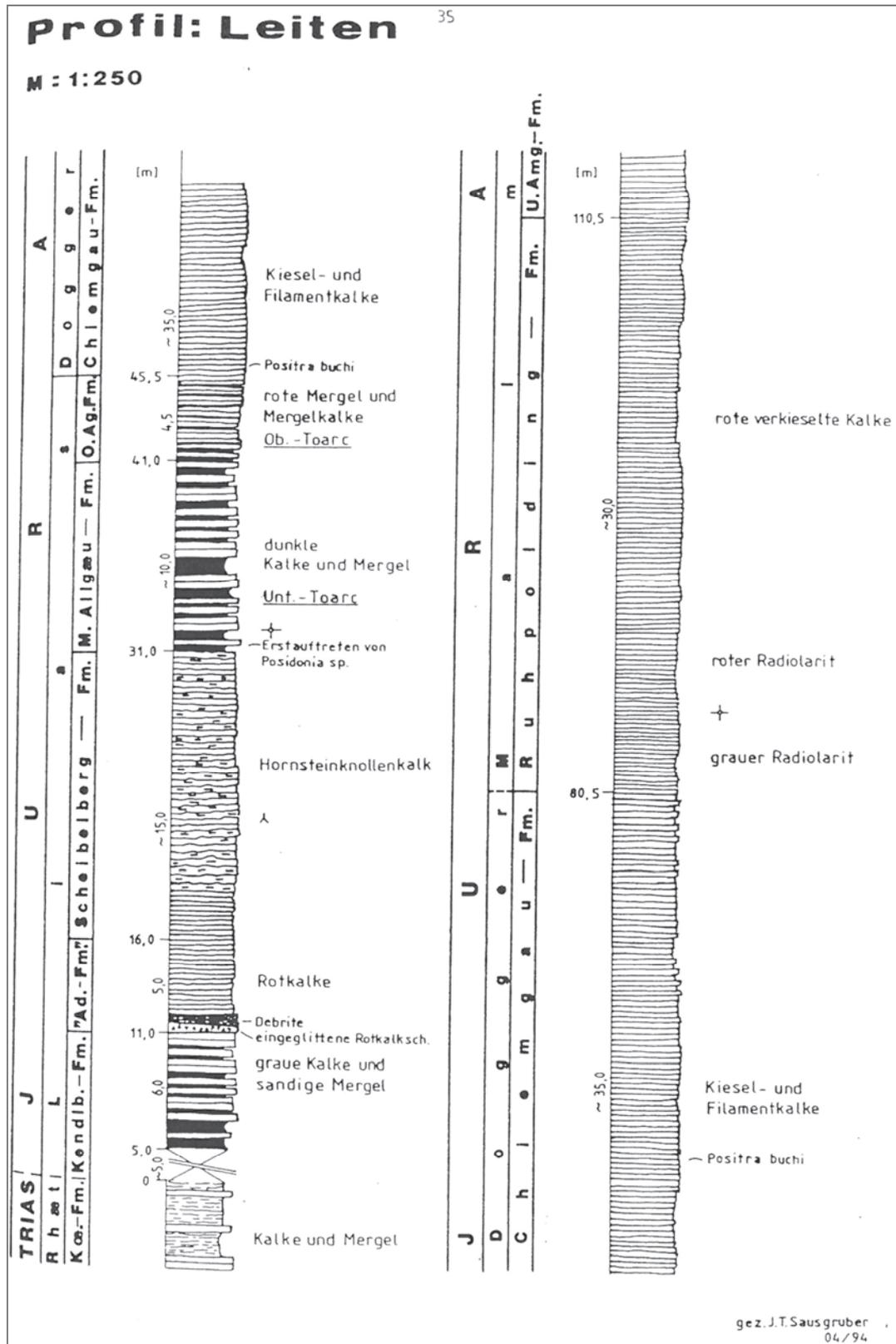


Abb. 6: Profil Leithen beim Ampelsbach (SAUSGRUBER, 1994).

In der Folge stellt sich mit dünnbankigen und wellig geschichteten, hellgrauen, dichten, stark kieseli- gen Kalken mit Hornsteinknauern und dünnen Mergelzwischenlagen erneut eine den Scheibelbergkal- ken sehr ähnliche Hangfazies ein, die als Chiemgau-Fm. zu bezeichnen ist (Obere Allgäu Schichten). Typisch hierfür ist auch das massenhafte Vorkommen von Schalenresten der Muschel *Bositra buchi*

RÖMER. Andernorts (Klammbach) werden die Chiemgauer Kieselkalke durch rote Filamentkalke (Reitmauer-Fm. in SAUSGRUBER, 1994) vertreten. Aus der Chiemgau-Fm. entwickeln sich allmählich graue, dann rote Radiolarite und radiolarienführende Kalke heraus, die immerhin 30 m mächtig werden. In der Umgebung der Gufferthütte (Nordschenkel der Thiersee-Synklinale) sind hingegen nur 1 bis 3 m Radiolarit überliefert.

Hellgrau-beige, sehr dichte, bioturbate, plattige Radiolarienmikrite stehen am Beginn der pelagischen Sedimentation im Oberjura: die Ammergau-Fm. (Unt. Ammergau-Fm. bei SAUSGRUBER, 1994). Sie bildet die Hintergrundsedimentation für die nun folgenden mächtigen Einschaltungen von turbiditisch geschütteten Kalken (Calziturbiditen, FU-Sequenzen), die aus ruditischem bis silitischem Flachwasserschutt zusammengesetzt sind, der von einer produzierenden Plattform im SE (E' des Rofan) nach NW in das Ammergauer Becken geschüttet wurde (vgl. Exkursion E2a, dieser Band). In diesem Abschnitt des Ampelsbaches werden die Schüttungen besonders mächtig. Sie keilen E' der Gufferthütte rasch aus. Diesen Schuttkalken, die wegen ihrer Porosität auch große Kieselknuern aufweisen, sind immer wieder dichte, dünnplattige Radiolarienmikrite (Hintergrundsedimentation) zwischengeschaltet. In der geologischen Literatur werden dafür die Bezeichnungen Barmsteinkalke (wie in der vorliegenden Karte) für grobklastische (proximale) und Oberalmer Schichten (in SAUSGRUBER, 1994), für feinklastische (distale) Schuttkalke verwendet (s. auch Brandner & Gruber, Exkursion E2a, dieser Band und GAWLICK et al., 2009). Über den Schuttkalken folgen wiederum Ammergauer Schichten.

*Weiterfahrt auf der Steinberger Straße bis zum Abzweig Gufferthütte.*

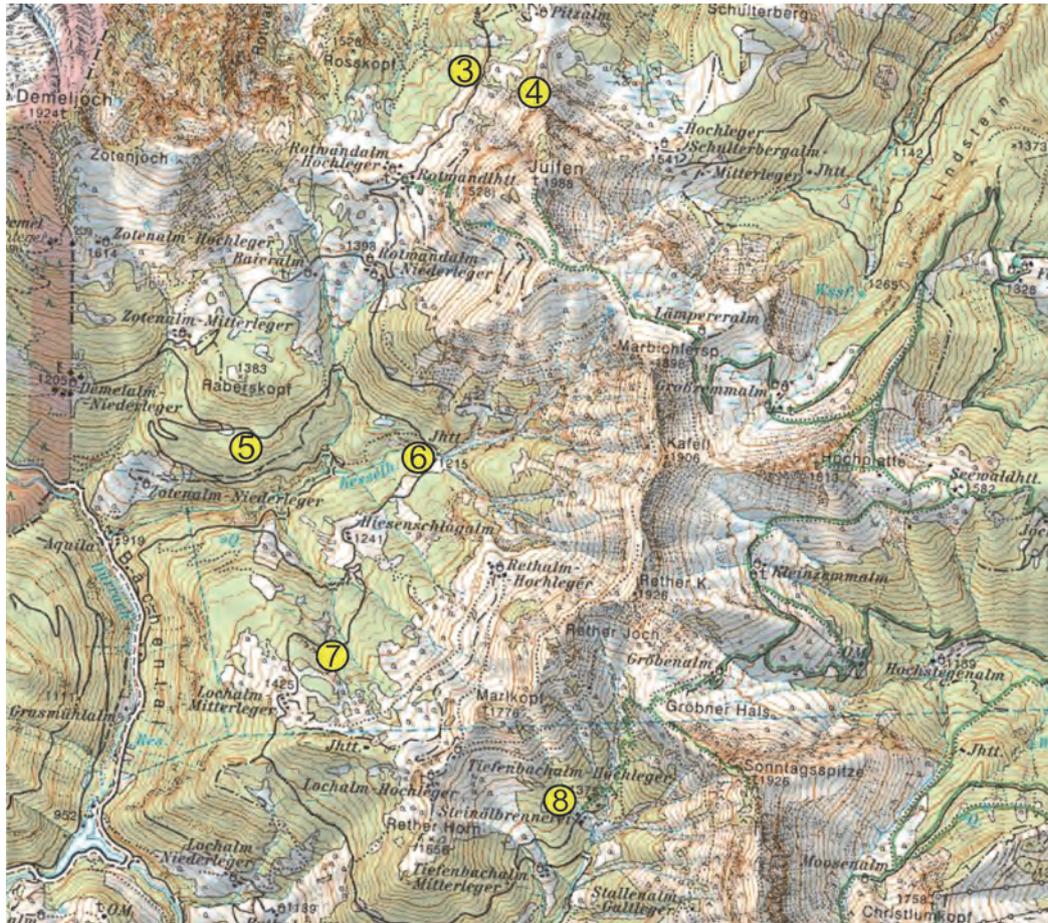
## **Stopp 2: Abzweig zur Gufferthütte, Brücke der Steinberger Ache**

Anhand von Schersinnkriterien (Faserkristallisate) erkennt man in der Schrambach-Fm. eine Top-nach-NW-Überschiebung der Achantaler Schubmasse.

Geologischer Rundblick.

### **Literatur**

- AMPFERER, O. (1903): Geologische Beschreibung des nördlichen Teiles des Karwendelgebirges. – Jb. Geol. R.-A., 1903, S. 169, Wien.
- EISBACHER, G.H. & BRANDNER, R. (1996): Superposed fold thrust structures and high angle faults, northwestern Calcareous Alps, Austria. – Ecl. Geol. Helv., 89, 553–571, 4 Figs., 2 Taf., Basel.
- GAWLICK, H.-J., MISSONI, I., SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H., FRISCH, W., KRYSZTYN, L., BLAU, J. & LEIN, R. (2009): Jurassic Tectonostratigraphy of the Austroalpine Domain. – Journal of Alpine Geology, 50, 1–152, Wien.
- JAKSCH, K. (2003): Werner Quenstedt und sein Achantaler Ampelsbachprofil (Tirol) mit einem Beitrag zur frühen Lamellaptychenentwicklung. – Jb. Geol. B.-A., 143/1, 45–55.
- ORTNER, H. (2003): Cretaceous thrusting in the western part of the Northern Calcareous Alps (Austria) – evidences from synorogenic sedimentation and structural data. – Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 94, 63–77, Wien.
- QUENSTEDT, W. (1933): Studien in der Überschiebungszone von Achenkirch. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 85, 459–461, Hannover.
- QUENSTEDT, W. (1951a): Geologische Exkursion in das Achantalgebiet (Tirol) am 9. und 10. September 1950. – Geologica bavarica, 6, 55–64, München.
- QUENSTEDT, W. (1951b): Geologisch-paläontologische Monographie des Achantales (Tirol). Teil I: Tabula stratigraphica (geohistorica) Mesozoici Achantalensis (Tirolis). – Biotropia, 1, 12 S., Innsbruck (Felizian Rauch).
- SAUSGRUBER, TH. (1994): Jurabeckenentwicklung nördlich vom Achensee und deren Folgen bei der alpidischen Kompressionstektonik. – Unveröff. Dipl.-Arbeit Univ. Innsbruck, 133 S., 53 Figs., Innsbruck.



Übersichtskarte mit Exkursionsstopps: Ausschnitt aus der ÖK 1:50.000, AMAP.

- 3. Stopp:** Gravitative Massenbewegungen in der Kössen-Formation und in quartären Ablagerungen zwischen Pitzalm und Rotwandalm;
- 4. Stopp:** Julien-Nordgrat: Trias-Jura-Grenze; Jurassische gravitative Massenbewegungen am Rand des Bächentaler Beckens.
- 5. Stopp:** Raberskopf-Südseite: Überblick über die Massenbewegungen auf der Südseite des Kesselbachs.
- 6. Stopp:** Kesselbach: Komplexe tiefgründige Massenbewegung Hiesenschlagalm – Kesselbach mit Einblicken in Abriss- und Ablagerungszonen und in basale Gleitbahn.
- 7. Stopp:** Stopp: Aktive Massenbewegungen und Geschiebepotential (Kössen-Fm., Verwitterungsschutt, Moräne) am Fahrweg zwischen Hiesenschlagalm und Lochalm-Mitterleger.
- 8. Stopp:** Bächentaler Ölschieferabbau: Bächentaler Bitumenmergel, lokale eingeschränkte Beckenentwicklung des Tethys-verbreiteten ozeanischen anoxischen Events im Toarcium.

Rückfahrt über Bächental und Fall nach Achenkirch.

Exkursionsdauer: 8:00–19:00, Busexkursion mit kurzen Wanderungen.

**3. Stopp: Massenbewegungen entlang der Rotwandalmstraße zwischen Abzweigung Pitzalm und Rotwandalm-Hochleger**

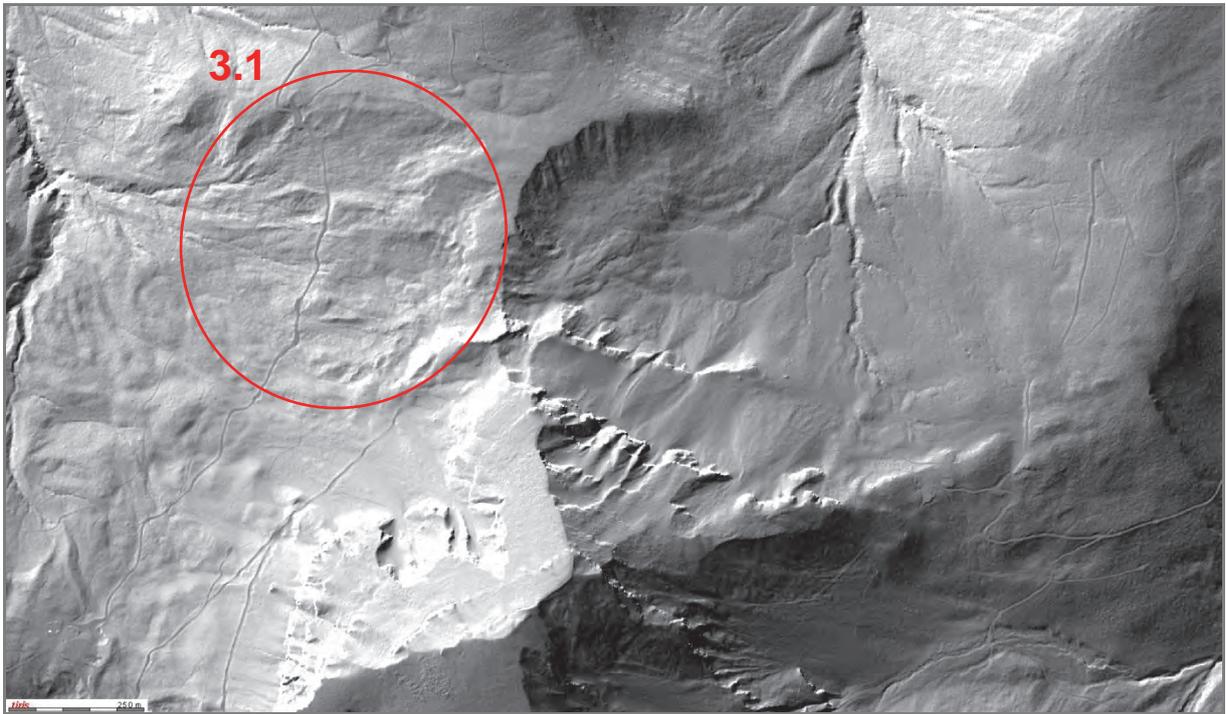


Abb. 7: Bereich Juifen-Nordgrat – Pitzalm (Laserscanning Tirol, © Land Tirol).

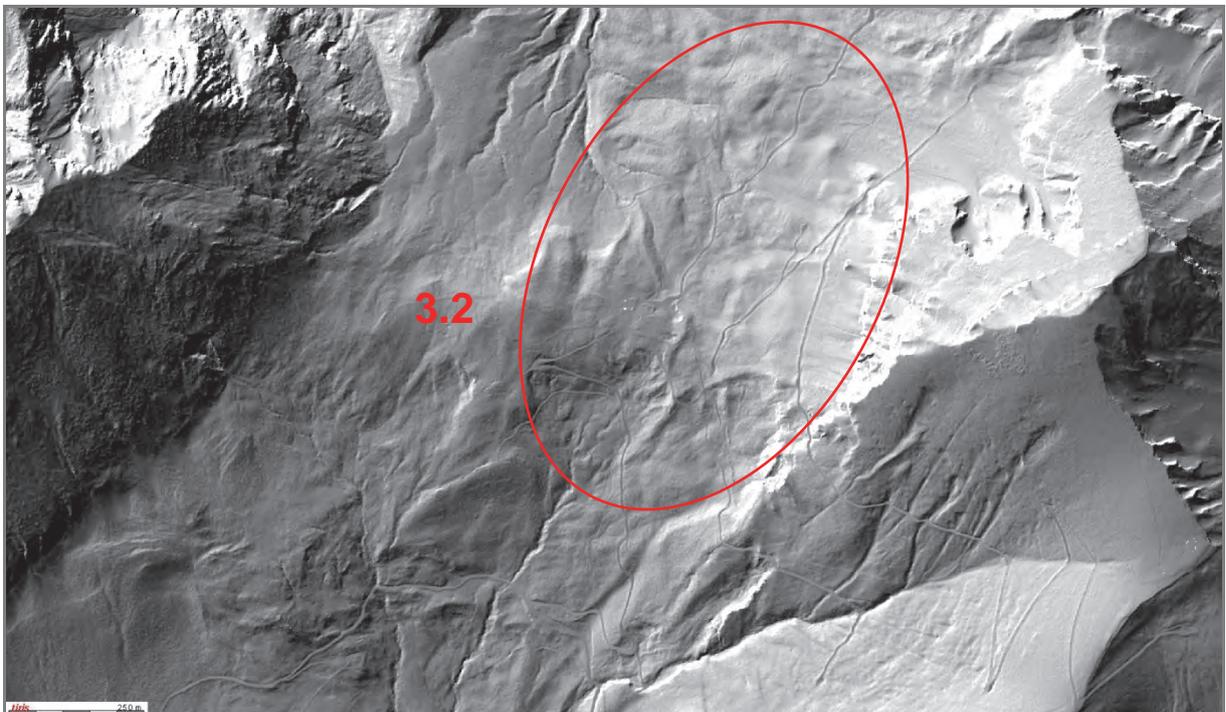


Abb. 8: Bereich Rotwandalm-Hochleger (Laserscanning Tirol, © Land Tirol).

Die Wanderung beginnt in einem rezent aktiven Abschnitt eines größeren Rutschungsareals. Bezogen auf die relativ große Fläche des betroffenen Bereichs sind die Prozesse vermutlich nicht allzu tiefgreifend. Sie beginnen mit deutlichen Abrissen knapp unterhalb des Juifen-Nordgrats, bei hangabwärts bis vermutlich etwas unterhalb des Fahrweges zunehmender Mächtigkeit. Ca. 200–250 m unterhalb des Fahrweges laufen die Rutschprozesse seicht im Hang über stabilisierenden Plattenkalken aus.

Nach ca. 150 Metern Wegverlauf Richtung Norden erreicht man einen kleinen, E-W-streichenden, relativ stabilen Rücken aus im Verband befindlichen Kössener Schichten. Ca. mittelsteil S-fallend und durch die Wegböschung senkrecht zum Streichen aufgeschlossen, geben sie einen Einblick in die für die Massenbewegung ursächliche Lithologie. Die Wegböschung stellt zugleich die Abrisskante einer tiefer greifenden, ca. 20–30 Meter breiten, randlich scharf begrenzten, sehr aktiven (betrunkenen Wald, Wegabsackung, deutliche Hohlform) Teil-Rutschmasse innerhalb der großflächigen Massenbewegungen dar. Hangabwärts endet diese Rutschung noch über der Grenze Plattenkalk/Kössen-Fm. in einer Rinne, die als kanalisierter Auslauf der dortigen Massenbewegungen das Material fluviatil, auch durch Murstöße, zum Pitzbach weitertransportiert.

Im weiteren Wegverlauf durchschreitet man nun eine eher seichte, aber aktive Rutschmasse in der Kössen-Fm. bis zu ihrer deutlichen randlichen Begrenzung im Norden an der Wegabzweigung zur Pitzalm. Die Abrisskante greift östlich oberhalb des Weges bis zum Juifen-Nordgrat hinauf. Hangabwärts nach Westen läuft die Massenbewegung auch in diesem Abschnitt hin zur voranstehend bereits erwähnten Rinne aus. Das stark vernässte Lockermaterial der Rutschmasse (verwitterte, völlig entfestigte Kössener Schichten) ist überwiegend bindig-matrixgestützt und besteht aus dunkelgrauem, rotbraunem, teils ockerfarbenem Ton/Schluff mit eingelagerten „Sand-Kies-Nestern“, Steinen und Blöcken, in hell- bis dunkelgrauer Farbe bis typisch gelb-braun verwitternd. Die erhebliche Aktivität der Massenbewegung zeigt sich u. a. an dem abgesenkten, unruhigen Verlauf des Fahrweges, an frischen Abrissen und Wülsten und am Krummwuchs von Bäumen bis hin zum betrunkenen Wald.

#### 4. Stopp: Stratigraphisches Profil am Fuß des Juifen-Nordkammes (südlich Pitzalm)

##### Trias-Jura-Grenze, Stratigraphie und Geodynamik am Rand des Bächtentaler Beckens

Die Profilabfolge startet mit der Eiberg-Subformation der oberen **Kössen-Formation**. Dickbankige Kalke mit welligen Schichtoberflächen und Mergelkalke wechsellagern mit schwarzen Mergeln. Die etwa 50 cm dicken Kalkbänke bestehen aus grauen Mudstones bis Wackestones mit verbreitet Schwammnadeln, dünnschaligen Bivalven und Brachiopoden. Die Abfolge ist z. T. im m-Bereich schwach verfault und weist hier einen tektonisch etwas gestörten Übergang zur **Kendlbach-Fm.** auf (siehe Abb. 9). Das ist schade, da es ansonsten mit dem GSSP-Profil am Kuhjoch am Südrand der Karwendel-Synklinale gut vergleichbar ist. Am Hang des kleinen Grabens, gleich unterhalb vom hier bewaldeten Kamm sind über der „T-Bank“ (siehe HILLEBRANDT & KRYSZYN, 2009) noch etwa 10 cm feinschichtige, fossilreiche schwarze Mergelkalke mit dünnschaligen Muscheln und Fischschuppen aufgeschlossen. In diesem Horizont wurde an anderen Stellen mit *Christoceras* der letzte Ammonit der Trias gefunden. Weitere Details, insbesondere Daten zur Biostratigraphie finden sich im Beitrag von Hillebrandt & Kment (dieser Band). Die z. T. anoxischen, schwarzen Mergel entsprechen im Typprofil jenem Abschnitt, in dem der starke negative peak der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -Kurve (HILLEBRANDT & KRYSZYN, 2009) auftritt. Zur gleichen Zeit setzt auch das Massensterben am Ende der Trias ein.

Darüber folgen die fein geschichteten roten und ockergelben Tonsteine der **Schattwalder Schichten** an der Basis der Kendlbach-Fm. Der genaue Kontakt müsste aufgegraben werden, deshalb kann auch ihre Mächtigkeit nicht genau angegeben werden, sie dürfte aber wenige Meter nicht überschreiten. Die Tonsteine kleben auf der Zunge, womit smektitische Tonanteile zu vermuten sind. Frühere tonmineralogische Analysen von KOHLER & ZACHER (1982) weisen tatsächlich neben Kaolinit und quellfähigen „Illit“ als Besonderheit auch Corrensit auf, der aufgrund des hohen Mg-Gehaltes auf eine hochsalinare Fazies schließen lassen soll. Eine ähnliche Tonmineralvergesellschaftung sei in der südlichen Keuperfazies gegeben. Weitere Analysen könnten hier noch einen interessanten Beitrag zum globalen Ereignis des Massensterbens leisten. Handelt es sich um eine randmarine Flachstwasserfazies oder um ein salinares Restbecken, das mit dem Gipskeuper am Ende der germanischen Triasfazies

steht? Eine eigenartige, äußerst kurzfristige Meeresspiegelabsenkung (s. a. Rofan-Exkursion) steht zur Diskussion.

Auch die Obergrenze der Schattwalder Schichten ist durch kleine Rutschungen verschüttet, zudem wird hier auch eine unbedeutende Störung vermutet (siehe Profilschnitt). Es folgen die ca. 20–25 m mächtigen schmutziggrauen Tonmergel der **Tiefengraben-SbFm.**, deren undeutliche Feinschichtung nur in der Anwitterung zu erkennen ist. Etwa in der Mitte der Abfolge sind in die ansonsten nur schwach siltigen Tonmergel cm-dicke, feinsandige Kalksandsteine als feinschichtige Strömungsrippellinsen eingeschaltet. Sie sind ein Hinweis auf bodenberührende Strömungsereignisse, also eventuell auf distale Tempestite. Mehrere 10er-Meter Wassertiefe, jedenfalls eine Tiefe unterhalb der normalen Wellenbasis, ist damit anzunehmen. Bioturbationsgefüge wären zu erwarten, sind aber nicht zu erkennen. Leider konnten hier bisher in den grauen Tonmergeln auch keine Fossilien gefunden werden, insbesondere der die Trias-Jura-Grenze definierende *Psiloceras spelae tirolicum* des GSSP-Profiles Kuhjoch wäre natürlich ein Hit.

Am Fuß der Felswand erfolgt der unvermittelt rasche Übergang zu den fossilreichen Kalkbänken der **Breitenberg-SbFm.** („Grauer Liasbasiskalk“). Die dm-dicken Bänke haben wellige Schichtoberflächen und bestehen aus Wackestones bis Packstones, häufig mit Muschelschill und Glaukonit. An der Basis der Bänke sind Muschelpflaster (z. B. *Plagiostoma giganteum*) zu finden. Anfangs sind cm-dicke Zwischenlagen mit etwas feiner körnigen Lithareniten (ebenfalls bioklastischer Detritus mit Glaukonit) eingeschaltet, die sich dann verlieren. In allen Bänken ist nun Bioturbation verbreitet. Der lithologische Wechsel geht einher mit einer deutlichen Zunahme an Fossilresten, ein Hinweis auf die sich rasch bessernden Lebensbedingungen. Allerdings wurden die Schalenreste über Umlagerungsprozesse angereichert und z. T. als Schillkalklagen rasch sedimentiert. Sedimentation im Sturmwellenbereich wäre naheliegend, entsprechend der Dicke der Bänke sogar eher im proximalen Bereich. Eine tiefergehende sedimentologische Analyse zum Problem Wassertiefe steht aber noch aus.

Die Fortsetzung der Schichtfolge bilden gut gebankte, graue und rosafarbene Kalke der **Scheibenberg-Fm.**, die hier durch ihre glatten Schichtoberflächen auffallen. Die Wackestones mit Schwammnadeln und Kieselknauern bilden die Hangfazies der Rotkalk-Tiefschwellenfazies und vermitteln zu den Beckensedimenten der Allgäu-Fm. (vgl. Abb. 10).

Die weitere Abfolge bildet eine Besonderheit des Juifen-Profiles mit bisher kaum beschriebenen Phänomenen der Geodynamik an einem Beckenrand. Der kartierende Geologe stellt zunächst eine Verdoppelung der stratigraphischen Schichtabfolge fest, die jedoch nichts mit einer tektonischen Überschiebung zu tun hat – alle Kontakte sind primär sedimentär.

Wir erkennen hier mehrere **gravitative Massenbewegungen**, bei denen ganze Schichtstapel mehr oder weniger im Schichtverband übereinander gefahren sind. Kössener Kalke überlagern graue Hierlatzkalke der Adnet-Fm. Kössener Kalkbänke sind hier in einer Art Schollenteppich zerglitten (Abb. 12). In ihrem Hangenden lagern deutlich verrutscht, aber noch im Schichtverband, die Mergel der Kendlbach-Fm., die ihrerseits wieder von 2–3 m mächtigen bunten Murschuttkalken (debris flows) der Adnet-Fm. bedeckt sind. Die gesamte Abfolge wird von schwarzen Bächentaler Bitumenmergeln (Sachrang-Fm.) eingesedimentiert. Darüber folgt ungestört die mächtige Abfolge bis zur Ammergau-Fm. im Gipfelbereich des Juifen.

Für das Zustandekommen einer Massenbewegung ist neben den unmittelbar auslösenden Faktoren, wie z. B. Erdbeben, die Prädisposition ausschlaggebend. In unserem Fall kann dies nur eine tektonisch verursachte Reliefbildung am Meeresboden sein. Als stratigraphisch vorgegebene Abscherungshorizonte gelten wassergesättigte Tonmergeleinschaltungen wie die Kössener Mergel, Mergel der Kendlbach-Fm. oder auch die Adneter Knollenkalkmergel. Der gravitative Abscherungsprozess kann aber erst aktiv werden, wenn bei geringfügiger Schrägstellung der Fuß der Abscherungsfläche durch tektonische Abschiebungsvorgänge freigelegt wird. In Abbildung 13 ist das zeitliche und räumliche Zusammenspiel von tektonischen Abschiebungen und gravitativen Massenbewegungen am Meeresboden dargestellt. Die Plombierung durch die Bächentaler Bitumenmergel stellt klar, dass es sich hier um die Entwicklung des Beckenrandes des Bächentaler Beckens im Toarcium handeln muss (siehe Beckenmodell, Abb. 20).

Rotkalk-Debrite, also matrixreiche Breccien, sind im Achenseeraum ein weit verbreiteter Gesteinstyp. Sie bestehen aus hellgrauen, mikritischen Kalkknollen, die in einer roten mergeligen Matrix schwimmen. Ausgangsgestein waren offensichtlich halb verfestigte Adneter Knollenkalkmergel am Meeresboden, die aufgrund ihrer ungünstigen rheologischen Eigenschaften zum Abgleiten neigen (vgl. Abb. 11, 12).

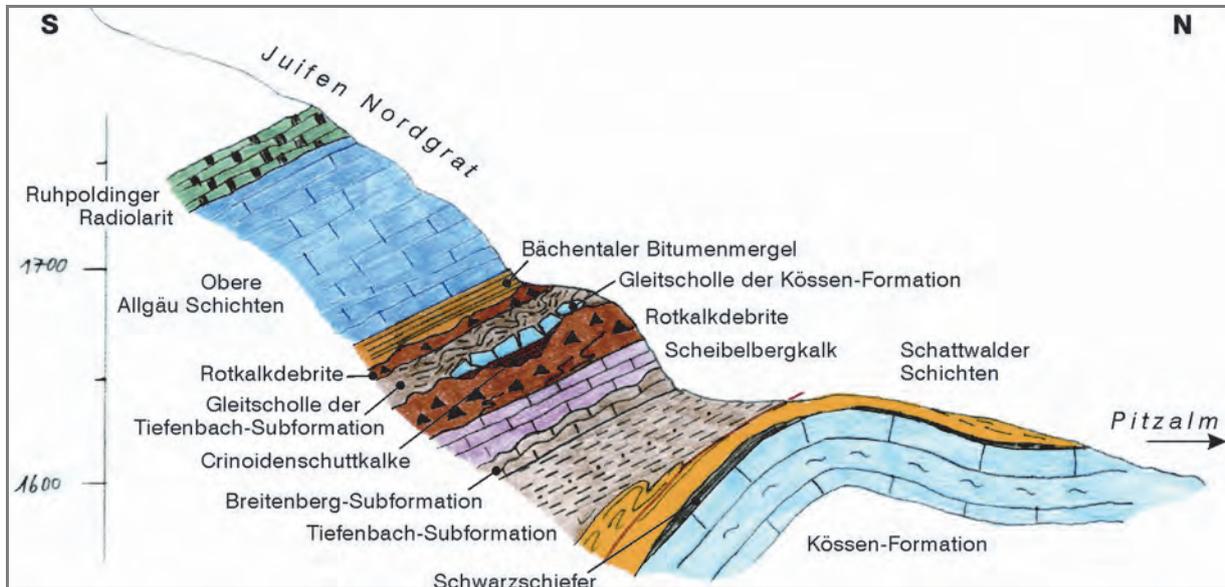


Abb. 9: Profilschnitt entlang dem N-S-streichenden Kamm des Juifen zur Verflachung südlich der Pitzalm.

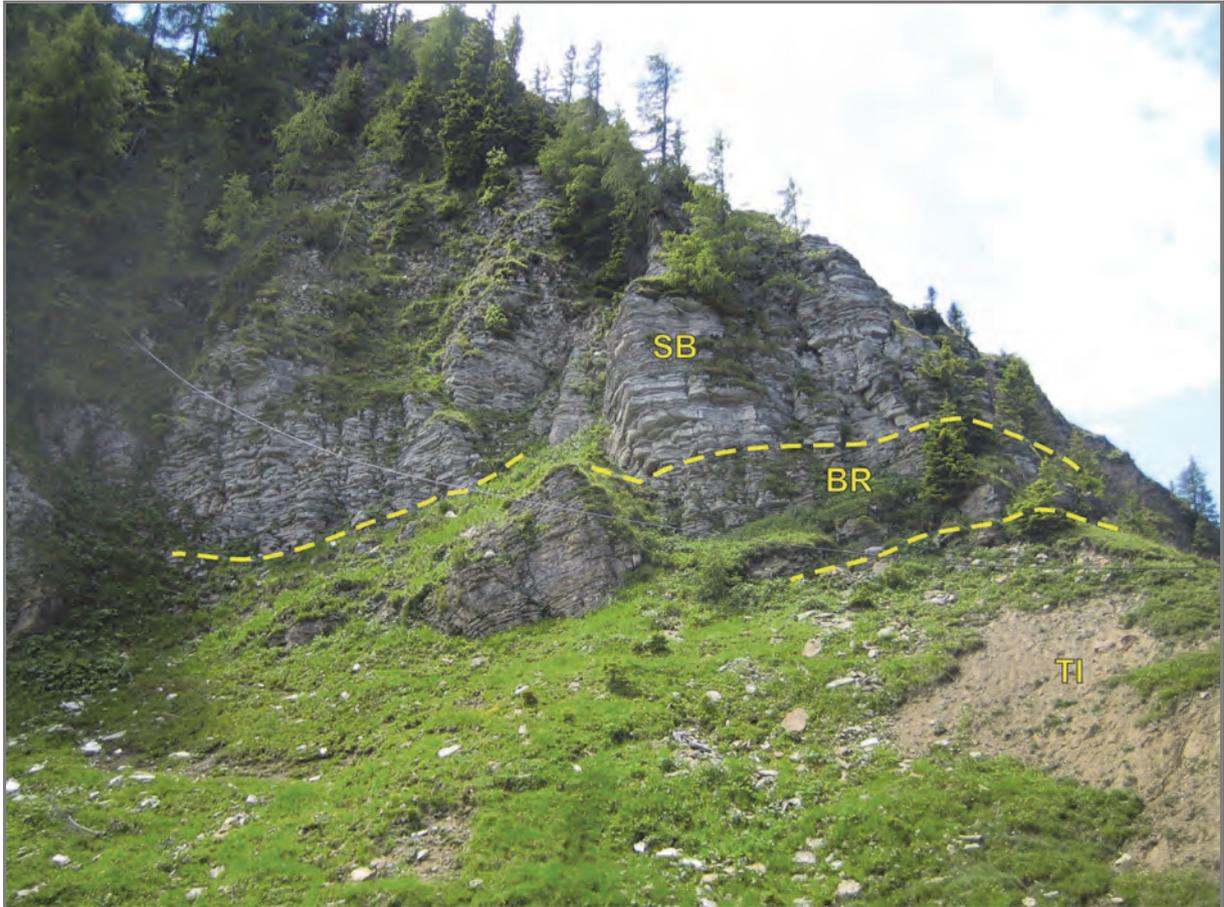


Abb. 10: Profilansicht vom Fuß der Felswand. Im verrutschten Gelände stehen die Mergel der Tiefengraben-SbFm. (TI) an, im unteren Drittel dürfte die Trias/Jura-Grenze verlaufen. Am Fuß der Felswand beginnen unvermittelt die fossilreichen Kalke der Breitenberg-SbFm. (BR).  
SB: Scheibelberg-Fm.



Abb. 11: Profilfortsetzung am NW-Hang. Über der Scheibelberg-Fm. (SB) folgen Rotkalkdebrite (AS) mit bis zu m-großen Schollen und Rutschfaltenkomplexen an der Basis. Der Murschuttstrom hatte aufgrund seines hohen Matrixanteiles offensichtlich eine hohe Viskosität, sodass sich an seiner Oberfläche ein starkes Relief bildete. Dieses wurde von grauen, gut geschichteten, z. T. verkieselten Crinoidensandkalken (CS, graue Varietät der Hierlatzkalke) ausgefüllt. Darüber lagert die eingegleitene Kössener Kalkbank (KÖ).



## Literatur

- KOHLER, E.E. & ZACHER, W. (1982): Tonmineralvergesellschaftung und Faziesänderung in der obersten alpinen Trias. – Geol. Ver., 72. Jahrestagung, Kurzfassungen, S. 65, Würzburg.
- HILLEBRANDT, A. v. & KRYSZYN, L. (2009): On the oldest Jurassic ammonites from Europe (Northern Calcareous Alps, Austria) and their global significance. – N. Jb. Geol. Paläont., 253/2-3, 163–195, Stuttgart.

Das offene Almgelände am Weg nach SW zur Rotwandalm ist hangabwärts durch alte, vermutlich inaktive, mehr oder weniger deutliche Massenbewegungsstrukturen gekennzeichnet (unruhiges Gelände mit Anbrüchen, kleineren Rutschkörpern, Nackentälchen). Von oben erfolgt eine Überschüttung dieser Strukturen durch Lawinen- und Sturzkegel aus der Juifen-Nordwestflanke. Nach unten setzt eine zunehmende „diffuse“ Überdeckung mit Moränenmaterial ein. Kurz vor dem Rotwandalm-Hochleger endet der von den Massenbewegungen in Richtung Pitzbach geprägte Bereich. Auffällig ist hier eine deutliche, schmale, ca. NNW-SSE-streichende Wallform, die als Moränenwall interpretiert wird.

Südöstlich dieses Walles befindet sich eine große Ausbruchsnische in Rotkalken mit einer anschließenden Rutschmasse nach Süden Richtung Kesselbach. Westlich davon schließen Anrisse in Kössen-Fm. an.

Auf der weiteren Fahrt über den Rotwandalm-Niederleger zur Baieralm werden diese teils tiefergreifenden Massenbewegungen in Kössen-Fm. mit großen, darin „schwimmenden“ Rotkalkschollen und -blöcken durchquert.

### 5. Stopp: Aussichtspunkt südlich unterhalb des Raberskopfes unweit des Fahrweges mit Blick auf die Massenbewegungen südlich des Kesselbachs (Hiesenschlagalm – Rethalm-Hochleger – Lochalm-Hoch-/Mitterleger)

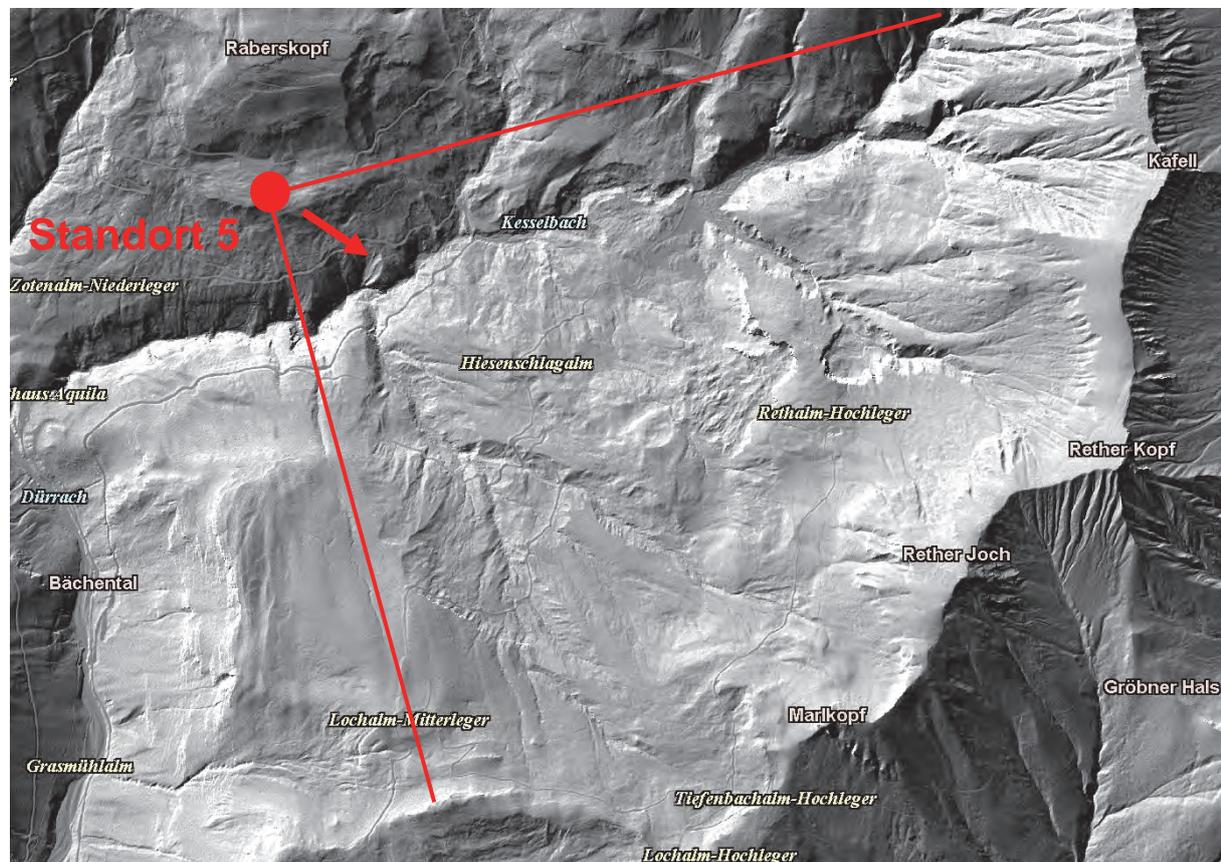


Abb. 14: Überblick südlich des Kesselbachs (Laserscanning Tirol, © Land Tirol).

In Richtung Osten bis Süden fällt der Blick zwischen Kesselbach (Niveau hier ca. 1000 bis 1200 m) sowie Marbichlerspitze (1898 m), Rether Kopf (1926 m) und Marlkopf (1776 m) auf obersttriassische bis unterkretazische Gesteine der Karwendel-Synklinale. Diese sind durch Wechselfolgen tonig-mergeliger und kalkiger, meist gut gebankter Schichten charakterisiert. Geomechanisch bedeutet dies eine ausgeprägte Wechsellagerung kompetenter und inkompetenter Gesteine. Dies begünstigt die Entwicklung gravitativer Massenbewegungen v. a. in Form von

- schichtgebundenen Gleitprozessen;
- plastischer Deformation der weichen, verwitterungsanfälligen Gesteine, verbunden mit einer Zerlegung/Zerreißung der harten Gesteine;
- Rutschungen mit Lockermaterialcharakter in veränderlich festen Gesteinen, teilweise mit Mobilisierung aufliegender Moräne und einem Tiefgang vermutlich bis zum Übergang ins verwitterte Festgestein;
- Schutt-/Erdströmen, meist als Sekundärbildungen innerhalb der großflächigen Rutschungsareale.

Konkret sind hier südlich des Kesselbaches die Kössen-Fm. (inklusive den Schattwalder Schichten der Kendlbach-Fm.), die hangende Rotkalk-Gruppe in lateraler Verzahnung mit der Allgäu-Fm. sowie auflagerndes Moränenmaterial in die großflächigen, komplexen Massenbewegungsprozesse involviert. Die Plattenkalke im Liegenden bilden die stabile Basis der Massenbewegungen. Die Festgesteine und veränderlich festen Gesteine sind alpidisch mehrphasig verfaltet:

- eine ältere, eoalpine Deformation (Oberkreide) bildet NE-SW-streichende, meist NW-vergente Faltenstrukturen;
- die tertiäre Überprägung mit N-S-Einengung führt zur Entstehung der großen E-W-streichenden Syn- und Antiklinalen (hier: Karwendel-Synklinale).

Im Einzugsgebiet des Kesselbaches, eines rechtsseitigen Zuflusses der Dürrach, streichen in den NW-exponierten Hängen im Bereich Hiesenschlagalm bis Lochalm-Hochleger die generell N-fallenden Schichten der Kössen-Fm. und der darüber liegenden Rotkalk-Gruppe auf breiter Fläche aus (Südschenkel der Karwendel-Synklinale). Mehrere N-vergente Faltenzüge mit Amplituden von einigen hundert Metern prägen die Hangmorphologie mit Steilstufen (steile Faltschenkel) und Verflachungen (flache Faltschenkel). Eine charakteristische Ausbildung von gravitativen Massenbewegungen manifestiert sich vorzugsweise in Abrissen entlang der Antiklinalscharniere (Bereich der Steilstufen). In Verbindung mit dem Hangrelief ist eine „Hart auf Weich“-Konstellation ausgebildet (Rotkalk auf Kössener Ton- und Mergelsteinen bzw. Schattwalder Schichten). Bis zu mehrere Zehner-Meter mächtige, kompetente Schichtpakete gleiten somit als Schollen auf den inkompetenten Feinklastika überwiegend schichtparallel ab. Das mechanisch schwächste Schichtglied stellen möglicherweise die Schattwalder Schichten der Kendlbach-Fm. (rotbraune Mergel- und Tonsteine bis ockergelbe Silt-/Sandsteine, teils auch grüne Tonschiefer; Mächtigkeit in der Karwendel-Synklinale ca. 2–5 Meter) im Hangenden der Kössen-Fm. dar. Diese könnten also hauptverantwortlich für die tiefer greifenden Massenbewegungen im Einzugsgebiet des Kesselbaches sein.

Unterhalb der Verflachung des Rethalm-Hochlegers ist eine markante Ausbruchsnische in der Rotkalk-Gruppe erkennbar. Die auf Almniveau flachliegenden Kalke tauchen hangabwärts entsprechend der Faltenvergenz nach N ab. Genau im Antiklinalscharnier ist eine größere Felsmasse abgerissen und im Verband bis zum Kesselbach abgeglitten (Felsgleitung „Hart auf Weich“). Eine größere Felscholle ist in der Ausbruchsnische „hängengeblieben“. Erste <sup>14</sup>C-Datierungen von überfahrenen Baumstämmen im Ablagerungsbereich zeigen, dass dieses vermutliche schnelle Ereignis erst wenige hundert Jahre alt ist. Auf die Besonderheiten im Ablagerungsbereich wird beim nächsten **Exkursionsstopp 6** am Kesselbach eingegangen.

Westlich an die Ausbruchsnische schließt sich ein Bereich an (bewaldete Senke), in dem die Rotkalk-Gruppe nicht „en bloc“ über der Kössen-Fm. abgleitet bzw. abgeglitten ist, sondern ein relativ langsames Zergleiten/Zerreißen in ein Mosaik aus kleineren Felschollen, verbunden mit einer plastischen Deformation und wulstartigem Auspressen des weichen Unterlagers, stattfindet. Diese Prozesse sind rezent aktiv (betrunkenener Wald, gespannte Wurzeln, Säbelwuchs der Bäume, frische Anbrüche und Spalten im Fels) und gehen hangabwärts in eine teils schuttstromartige Rutschmasse mit Lockermaterialcharakter über. Die oberste Abrisskante dieses Bereichs wird durch die Waldgrenze markiert.

Wiederum westlich daran schließt sich ein Rücken aus im Verband befindlichen Rotkalken an (Bereich abgeholzter Wald). Es handelt sich um eine Rotkalk-Großscholle, die „en bloc“ ca. 60–70 Höhenmeter mit mehreren Zehner-Metern Mächtigkeit tiefgreifend über Kössen-Fm./Schattwalder Schichten abgeglitten ist. Ihre ursprüngliche Position im stratigraphischen Verband ist im Bereich des kleinen Wäldchens oberhalb festzulegen. Einige Anzeichen sprechen dafür, dass dies der relativ älteste erkennbare, heute inaktive Massenbewegungsprozess dieser Hangflanke ist. Genau der gleiche Prozess ist mehrfach im Einzugsgebiet des Kesselbaches evident. Auch die Verebnung des hiesigen Aussichtspunktes (aktueller Standort!) stellt den Top einer in diesem Fall in einem Synklinalscharnier abgerissenen Rotkalk-Scholle dar. Dies führt zu einer Akzentuierung der strukturell-tektonisch geprägten Morphologie.

Die Rotkalken streichen nun im betrachteten Hang nach Westen bei primär abnehmender Mächtigkeit (Verzahnung mit Allgäu-Fm.) in die Senke westlich unterhalb des Markkopfes (Tiefenbachalm-Hochleger) zum Kamm hinauf, so dass der unterhalb liegende Graben des dortigen Seitenbaches zum Kesselbach ausschließlich mit Gesteinen der Kössen-Fm. und mit Moräne ausgekleidet ist. Nur im obersten Teil des Einschnitts (Bereich des lichten Baumbestands) sind auch Gesteine der Kendlbach-Fm., der Scheibelberg-Fm. und der Allgäu-Fm. in die dortigen, relativ seichten Massenbewegungs- und Erosionsprozesse involviert. Die tonig-mergeligen Gesteine der Kössen-Fm. sind stark verwittert und bereichsweise stark vernässt. Der gesamte Graben zeigt, bereits ab einer Hangneigung von ca. 10–15 Grad, großflächige, aktive, aber tendenziell flachgründige Rutschprozesse mit Lockermaterialcharakter (max. Mächtigkeit bis zum anstehenden verwitterten Fels vermutlich ca. 10–15 Meter, meistens aber deutlich geringer?), wobei teils aufliegende Moräne mobilisiert wird. Mächtigeres Moränenmaterial stellt aber auch relativ stabile Bereiche im Umfeld der Massenbewegungen dar. Die dortigen Rutschungen in der Kössen-Fm. werden beim übernächsten **Exkursionsstopp 7** (mit Zerlegung der Lithodendronkalkbank) besichtigt. Der untere Abschnitt des Grabens mit dem Ausgang in den Kesselbach liegt bereits in stabilem Plattenkalk. Somit erfolgt der gesamte Abtransport des Materials aus den dortigen Massenbewegungen über den Geschiebetransport des Baches, wodurch aktuell ein hohes Geschiebepotential mit hohem Feinanteil des Materials und die Gefahr signifikanter Vermurungen bestehen.

Die weitere Fahrt zum nächsten Exkursionsstopp erfolgt fast ausschließlich in Massenbewegungen, die rezent aber nur mehr in kleinen Teilbereichen aktiv sind.

## **6. Stopp: Ablagerungsbereich einer tiefgreifenden Felsgleitung am Kesselbach unweit der Jagdhütte**

Im heutigen Erosionsanschnitt des Kesselbaches sieht man orographisch links die Stirn der stark aufgelockerten bis zerlegten, reliktsch aber noch im Verband befindlichen Gleitmasse (gebankte hellgraue bis dunkelgraue und rötliche Kalksteine der Rotkalk-Gruppe). Sie liegt über einer geringmächtigen Gleitzone, bestehend aus intensiv deformierten schwarzen und roten Tonen und Mergeln der Kössen-Fm. bzw. Schattwalder Schichten. An deren Basis ist eine Lage aus überfahrenen Baumstämmen eingebettet. Altersdatierungen dieser Hölzer wie auch an Hölzern in aufgefundenen Rückstausedimenten bachaufwärts der Gleitmasse (aktueller Standort!) sind am Laufen und weisen auf ein wenige hundert Jahre altes Ereignis hin. Unterhalb der Gleitzone liegen lokal Reste von überfahrenem Bach-/Murschutt. Das Ereignis hat den Bachgraben also völlig blockiert und zur Bildung eines vermutlich relativ kurzlebigen, bald wieder aufgefüllten Stausees geführt. Der Bach selbst hat sich nachfolgend über mehrere noch erkennbare Entwässerungsrinnen einen neuen Weg gesucht und ist nunmehr wieder bis auf die anstehenden Kössener Schichten eingeschnitten. Der Herkunftsbereich der Felsgleitung (Ausbruchsnische unterhalb des Rethalm-Hochlegers) ist ebenfalls vom Standort aus teilweise einsehbar. Den besten Einblick in die beschriebene Situation an der Stirn der Gleitmasse bekommt man nun mit einem ca. 20 Minuten dauernden Abstieg in den Kesselbach, der allerdings konditionsstarken und trittsicheren Gehern vorbehalten ist (optional)!!!

Die anschließende Fahrt bis zum nächsten Exkursionsstopp (Kössen-Fm. mit Lithodendronkalkbank) führt durch die beschriebenen, teils aktiven Massenbewegungen südlich des Kesselbaches.

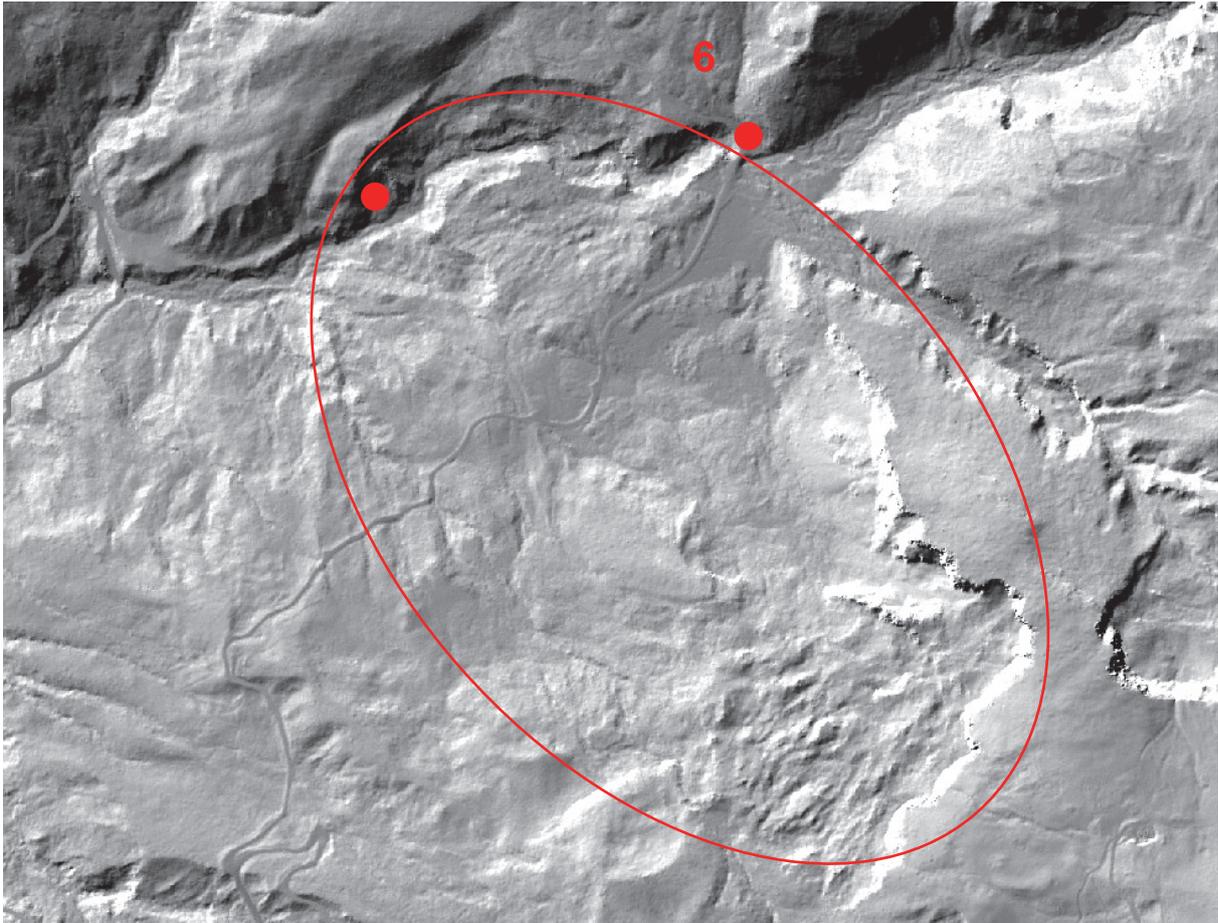


Abb. 15: Bereich Kesselbach – Hiesenschlagalm (Laserscanning Tirol, © Land Tirol).

### **7. Stopp: Massenbewegungen entlang des Fahrwegs zwischen Hiesenschlagalm und Lochalm-Mitterleger**

Hier im südwestlichen Abschnitt des Massenbewegungsareals treten einzig Kössener Schichten, teilweise mit lokal mächtigerer Moränenbedeckung auf. Sie weisen großflächige, landschaftsprägende, aber tendenziell seichte Rutschungen auf. In den überwiegend feinklastischen Sedimenten tritt zudem eine mehrere Meter mächtige Kalkrippe (Lithodendronkalk) hervor. Folgende Prozesse sind zu beobachten:

- eine kleinräumige „Hart (Lithodendronkalk) auf Weich (Feinklastika)“-Konstellation mit Zerlegung der Kalke in große Blöcke im Umfeld des Weges und anschließende Schutt-/Erdstrom-ähnliche Rutschkörper mit Weitertransport der Kalkblöcke;
- Mobilisierung der verwitterten Feinklastika als Lockermaterialrutschungen und Erdströme, teilweise mit auflagerndem Moränenmaterial;
- Rotationsanbrüche in den Moränen hin zum eingeschnittenen Gerinne.

Die Massenbewegungen erreichen hier nicht direkt den Kesselbach, sondern „verlieren“ sich in einem höheren Hangniveau am Übergang der Kössen-Fm. zum unterlagernden Plattenkalk.



Abb. 16: Bereich Hiesenschlagalm – Lochalm-Mitterleger (Laserscanning Tirol, © Land Tirol).

Die Weiterfahrt zum Ölschieferbergbau führt abschnittsweise durch großflächige Massenbewegungen des gleichen Typus.

Fahrt über Rethalm-Mitterleger zum Tiefenbach-Mitterleger und zum Steinbruch/Steinölbrennerei der Fa. Albrecht. Unterwegs Ausblicke auf die Karwendel-Synklinale mit der weiten Schafreiter-Antiklinale (Plattenkalk) im Nordflügel und dem steil invers S-fallenden Südflügel (Fleischbank, Kompar, Hauptdolomit, Plattenkalk). Die tief ausgeräumten Übergänge zwischen den Seitentälern (mit Almen) im mittleren Bächental entsprechen in etwa dem Synklinalkern aus Schrambach Schichten. Im Hintergrund die Bastion der Karwendel-Hauptkette, die aus mächtigen mitteltriassischen Plattformkarbonaten der Inntal-Decke aufgebaut ist.

## 8. Stopp: Steinbruch/Steinölbrennerei der Fa. Albrecht

Thema: Bächentaler Bitumenmergel (Sachrang-(Sub)formation, „Mittlere Allgäu Schichten“)

In den Steinbrüchen der Fa. Albrecht (Tiroler Steinöl, Abbau seit 1902) im hinteren Bächental zeigt die oberliassische (Toarcium) Beckenfazies der Karwendel-Synklinale eine charakteristische Ausbildung in Form von bitumenreichen Mergeln („Bächentaler Bitumenmergel“), die unter anoxischen Bedingungen in einem lokal begrenzten, strukturell angelegten Becken (Bächentaler Becken) abgelagert wurden. Zur selben Zeit („anoxic event“ des Toarcium) wurden auch die Sachranger Schiefer der Chiemgauer Alpen und die Manganschiefer der Lechtaler und Allgäuer Alpen gebildet (vgl. TOLLMANN, 1976a; GAWLICK et al., 2009). Die Bächentaler Bitumenmergel sind gut kartierbar und sollten eigentlich als Subformation der zur Formation zu hebenden „Sachranger Schiefer“ (älterer Begriff)

eingestuft werden. Auch die Mn-Schiefer der Lechtaler Alpen sind hierher zu rechnen und wurden bereits von Ampferer als wichtiger Leithorizont kartiert.

Im derzeit aktiven Steinbruch im hintersten Bächtental lässt sich die Schichtfolge wie folgt beschreiben: An der Basis (im SW) sind wenige Meter hellgraue, knollige, wellig gebankte Filamentmikrite aufgeschlossen, die Ammoniten, Orthoceren und Belemniten führen („graue Adneter Kalke“). Darüber folgen kaum bituminöse, dunkelgraue feinschichtige Mergel, die reich an Kieselschwammnadeln und an Radiolarien sind, die sog. „Posidonienschichten“. Sie bilden die Basis der Bächtentaler Bitumenmergel“ s. str.: Hierbei handelt es sich um teils massige, teils fein laminierte, im frischen Bruch dunkelbraune, in der Anwitterung bläulich graue, stark bituminöse Mergelkalke. Der Fossilinhalt umfasst Ammoniten (*Harpoceras*), *Bositra*-Schill, Bivalven und Echinodermendetritus, Fischschuppen, Radiolarien, Spongiennadeln, Ostracodenschalen und Foraminiferen. Nach SOLTI & LOBITZER (1989) soll die organische Substanz auf vornehmlich planktonische (Blau-) Grünalgen zurückzuführen sein. Die Mikrofauna wird von Radiolarien dominiert (Radiolarienblüten). Pyrit tritt reichlich auf und ist meist an die Fossilreste gebunden. Die Bächtentaler Bitumenmergel sind in charakteristischer Weise in FU-Sequenzen entwickelt: Diese beginnen mit grobklastischen Brekzienschüttungen aus Scheibelbergkalk an der Basis und setzen sich in zusehends distalere Turbiditen bis zum Top fort (SPIELER & BRANDNER, 1989). Vereinzelt Lumachellen aus eingeregelter *Bositra*-Schalen sind Ausdruck von Strömungsereignissen. Zyklische Radiolarienblüten bilden neben Phytoplanktonresten und siliziklastischem Detritus (Quarz, Glimmer) die Hintergrundsedimentation. Im stratigraphisch Hangenden der Bitumenmergel folgen mit abruptem Übergang grau-braune Kalk-Mergel-Zyklen, die ein Wiederaufleben des Bodenlebens (Bioturbationsflecken) anzeigen. Diese Gesteine sind den jüngeren Allgäu Schichten zuzuordnen (sie wurden in der geol. Karte zur Allgäu-Fm. zusammengefasst).

In der etwa 35 m mächtigen Bitumenmergel-Abfolge sind also drei Abschnitte zu unterscheiden:

Posidonien führende Mergelkalke: hier sind bioturbate Packstones mit einem hohen Anteil an Peloiden und Koprolithen charakteristisch. Reste von Crustaceen lassen auf dysaerobische Ablagerungsbedingungen schließen.

Bächtentaler Bitumenmergel i. e. S.: sie weisen den höchsten Anteil an organischem Material auf. Radiolarien sind lagenweise (mm) angereichert ohne Hinweise auf Umlagerungsprozesse. Deshalb werden periodische Radiolarienblüten vermutet. Feinstlamination und das Fehlen jeglichen Benthos deuten auf anaerobe Ablagerungsbedingungen hin.

Obere Mergel und Mergelkalke: dieser Abschnitt beginnt mit einem gravitativ eingeglittenen Schuttstrom mit Klasten aus grauen Scheibelbergkalken in Crinoidendetritus. Darüber wird das organische Material zunehmend von mm-dünnen, distalen Turbiditen mit Crinoidendetritus und Peloiden verdrängt.

Nach zwei Metern Aufschlusslücke folgen unvermittelt die „Oberen Allgäuschichten“ mit grauen dm-gebankten Kalken und zwischengelagerten Mergeln. Bioturbate Packstones mit Radiolarien und *Bositra*-Schill weisen auf nun wieder gute Durchlüftung am Meeresboden hin.

Die regionale Verbreitung der Bitumenmergel beschränkt sich im Achenseeraum und auch außerhalb auf die Beckenareale, deren Anlage auf etwa zeitgleiche extensionale Tektonik zurückgeht. Das starke Relief am Meeresboden wird zu einer Einschränkung der Durchlüftung geführt haben. Jedoch ist anzumerken, dass das anoxische Intervall zeitgleich auch am europäischen Schelfraum mit den Posidonienschiefern (Ölschiefer) und auch in der westlichen Tethys weit verbreitet ist. JENKYNS (1985) verwendet deshalb den Begriff „Anoxic Event“ und sieht den Grund für die schlagartige Zunahme der Planktonproduktion in der raschen Zunahme der Nährstoffzufuhr (terrigen Input oder auch aufquellendes Tiefenwasser). Die rasche Zunahme der Planktonproduktion verbunden mit der Speicherung des organischen Materials äußert sich auch in der  $\delta^{13}\text{C}$ -Fraktionierungskurve: in der *Falciferum*-Zone des unteren Toarcium werden die höchsten Werte von 4–5 ‰ erreicht (JENKYNS & CLAYTON, 1986). Dies ist ein guter stratigraphischer Marker, der im regionalen Bereich noch viel zu wenig verwendet wurde.

Wie oben erwähnt, geht die Bächtentaler Beckenbildung mit extensionaler Tektonik am sich neu formierenden Kontinentalrand des penninischen Ozeans einher. Es ist anzunehmen, dass sich damit sowohl ozeanische Strömungssysteme als auch die Klimaentwicklung umstellen – upwelling oder auch verstärkter terrigen klastischer Input könnten die Folge sein.

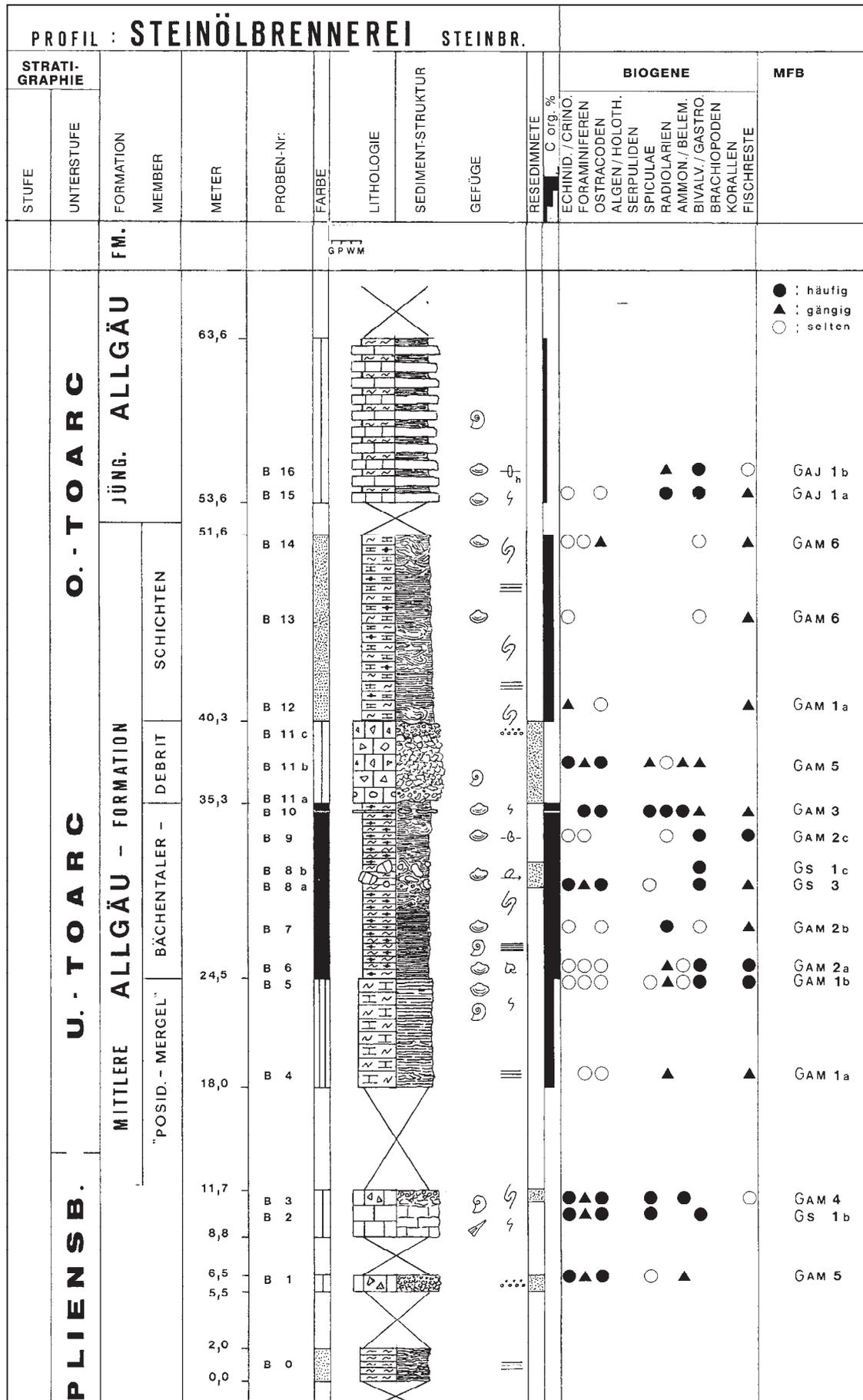


Abb. 17: Säulenprofil Steinbruch Steinölbrennerei nach SPIELER & BRANDNER (1989).

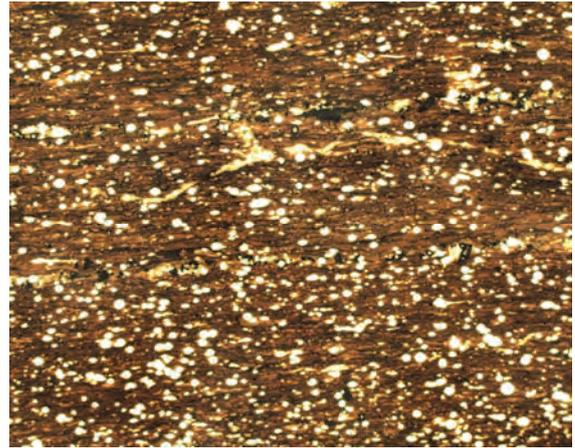
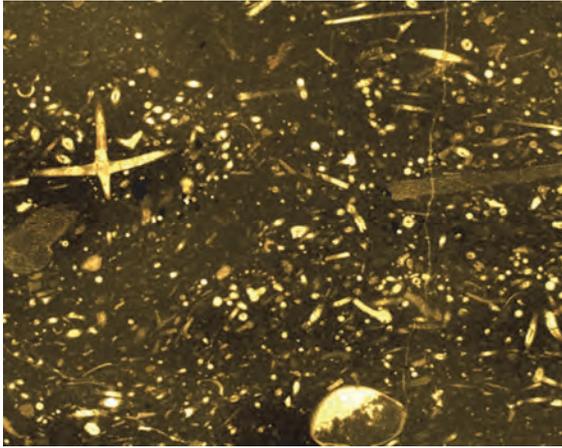


Abb. 18: Links: Mikrofazies der Scheibelberg-Fm. an der Basis der Bächentaler Bitumenmergel. Grauer Packstone mit Schwammnadeln, Echinodermatenresten (Schwebcrinoiden) und wenig Ostrakoden. Dünnschliff Nr. B 2 (Schliffsammlung Spieler, Inst. f. Geol. Univ. Innsbruck). Vergrößerung: 10x.  
Rechts: Bächentaler Bitumenmergel. Organogene Feinstlaminite mit Radiolarien, Posidonienschalen und Fischresten. Dünnschliff Nr. B 7 (Schliffsammlung Spieler, Inst. f. Geol. Univ. Innsbruck). Vergrößerung: 10x.

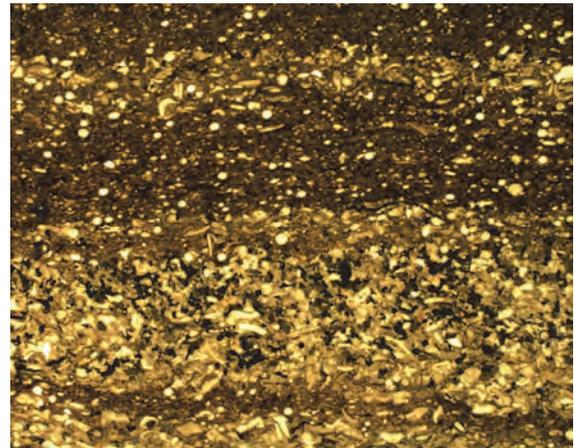
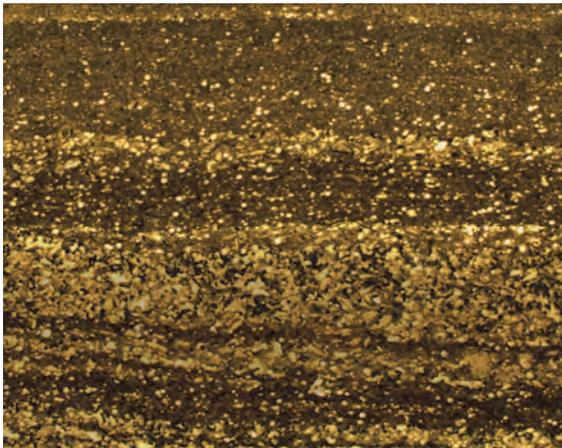


Abb. 19: Links: Oberer Abschnitt der Bächentaler Bitumenmergel mit zunehmend Schüttungen von distalen Turbiditen. Die mm-dünnen Lagen enthalten vorwiegend Echinodermendetritus, dünne Schälchen, Pellets und wenig Foraminiferen. Die Partikel sind z. T. pyritisiert. Dünnschliff Nr. B 9 b (Schliffsammlung Spieler, Inst. f. Geol. Univ. Innsbruck). Vergrößerung: 5x.  
Rechts: Ausschnitt aus dem Foto links. Vergrößerung: 10x.

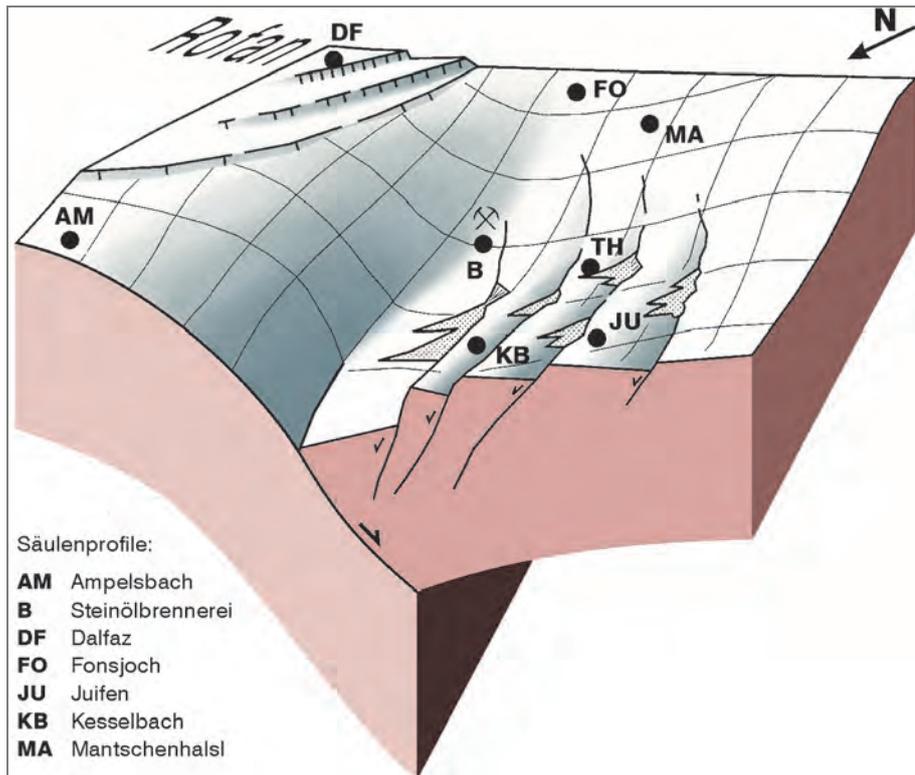


Abb. 20: Rekonstruktionsversuch des Bächentaler Beckens zur Zeit des oberen Lias (verändert nach SPIELER & BRANDNER, 1989). Das gesamte Becken beginnt im W bei Mittenwald und erreicht im Bächental den bathymetrisch tiefsten aufgeschlossenen Bereich. Es handelt sich um eine Halbgrabenstruktur, die sowohl in W-E-Richtung als auch in NW-SE-Richtung entwickelt ist.

## Literatur

- GAWLICK et al. (2009): Jurassic Tectonostratigraphy of the Austroalpine. Domain. – *Journal of Alpine Geology*, 50, 1–152, Wien.
- JENKYNS, H.C. (1985): The Early Toarcian and Cenomanian-Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. – *Geologische Rundschau*, 74/3, 505–518, Stuttgart.
- JENKYNS, H.C. & CLAYTON, C.J. (1986): Black shales and carbon isotopes in pelagic sediments from the Lower Jurassic. – *Sedimentology*, 33, 87–106, Oxford.
- TOLLMANN, A. (1976a): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – Bd. 2, XVI-580, Wien (Deuticke Verlag).
- SOLTI, G. & LOBITZER, H. (Hrsg.) (1989): Aufsuchung von Alginit in Österreich, Endbericht über die Österreichisch-Ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Prospektion, Projekt ÜLG 19. – *Ber. Geol. B.-A.*, 17, 47 S., Wien.
- SPIELER, A. & BRANDNER, R. (1989): Vom jurassischen pull-apart-Becken zur Westüberschiebung der Achantaler Schubmasse (Tirol, Österreich). – *Sediment*, 89, Kurzfassungen zur Posterpräsentation, *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 16, 191–194, Innsbruck.