

# Exkursion 1A (20.06.2017): Kalksteinbruch Starnkogel

BEATRIX MOSHAMMER (1)

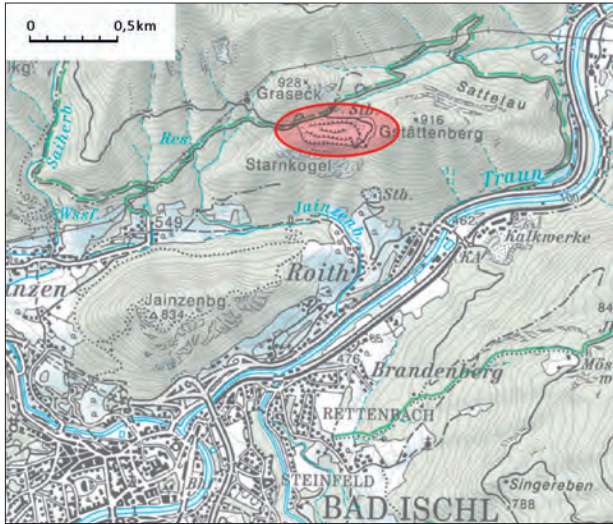


Abb. 1.  
Lage des Steinbruchs Starnkogel.

## Geografische Lage

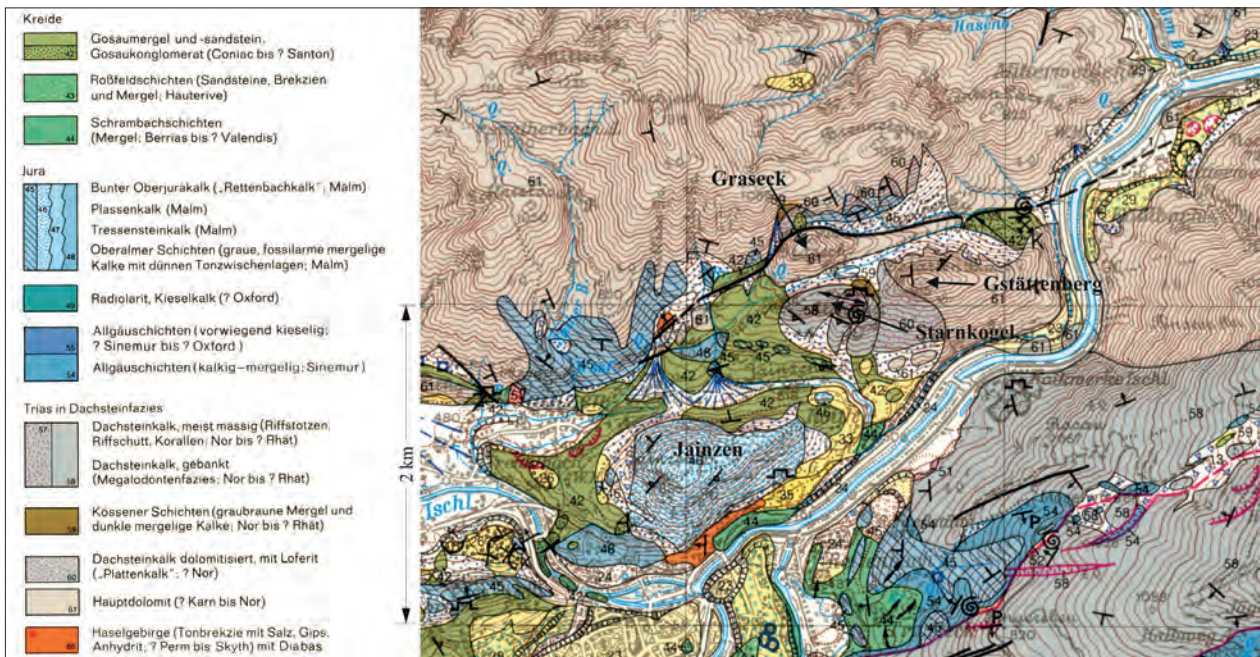
Der Starnkogel befindet sich 2,5 km nordöstlich von Bad Ischl und bildet zusammen mit Graseck (928 m) im Norden und östlichem Gstättenberg (916 m) eine dem Hauptkamm vorgelagerte Berggruppe im Westen des Trauntals (Abb. 1). Seine W–E gelängte Kuppe hat sich durch den Steinbruch,

der seit Beginn der 1970er Jahre den Rohstoff für das in 1 km ESE entfernte Kalk- und Putzwerk in Roith liefert, mit Ausnahme seiner östlichen Schulter, von 830 m auf 780 m Seehöhe verringert.

## Regionalgeologisches Umfeld

Auf dem Ausschnitt der geologischen Karte GK50 Blatt 96 Bad Ischl (SCHÄFFER, 1982) in Abbildung 2 wird gezeigt, dass der Starnkogel, der im südlichen Randbereich der Staufen-Höllengebirge-Decke des Tirolikums liegt, aus gebanktem, untergeordnet massivem Dachsteinkalk (Leg.-Nr. **57**, **58**) und Kössener Schichten (**59**) aufgebaut wird. Östlich setzt Dachsteinkalk dolomitisiert mit Loferit (**60**) ein, gefolgt von Hauptdolomit (**61**). Im Norden ist längs des von Hangschutt überrollten Sattels zum Hauptdolomit des Grasecks hin eine Störung anzunehmen. Die West- und Südumrahmung bilden Gosäumergel- und Sandsteine (**42**), in denen auf der Südseite isolierte Jurakalke auftreten (**45**). Letztere erwiesen sich nach SCHLAGINTWEIT

Abb. 2.  
Ausschnitt aus der Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 96 Bad Ischl von SCHÄFFER (1982).



(1) Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. [beatrix.moshammer@geologie.ac.at](mailto:beatrix.moshammer@geologie.ac.at)



Abb. 3. Luftbild des Starnkogel Steinbruches vom 09.05.2016, zur Verfügung gestellt von Firma Baunit Bad Ischl.

et al. (2005) am Rand des Jainzenberges als kieselige Sedimente des Oberjura. Der Hauptast der Trauntal-Störung, die einen Abschnitt im miozänen sinistralen Königssee-Lammertal-Traunsee Blattverschiebungssystem repräsentiert (DECKER et al., 1994), zieht nördlich des Grasecks gegen Ostnordost und wird begleitet von Haselgebirge (88), dolomitisiertem Dachsteinkalk (60), Kösseiner Schichten (59), Jura-Kalken (45) und Gosauschichten (42), die im Hauptdolomit eingeklemmt sind. Der Starnkogel bildet in der Staufen-Höll-

Abb. 4. Historische Abbaukulisse der Ost-, Süd- und Westwand vom 11.12.2004. Südwand mit Muldenstruktur, Westwand mit angedeuteter Sattelstruktur. Sohle in 770 m Seehöhe, Etagen von 780 m, 795 m und 805 m, und im Westen zusätzlich von 820 m und 830 m Seehöhe.



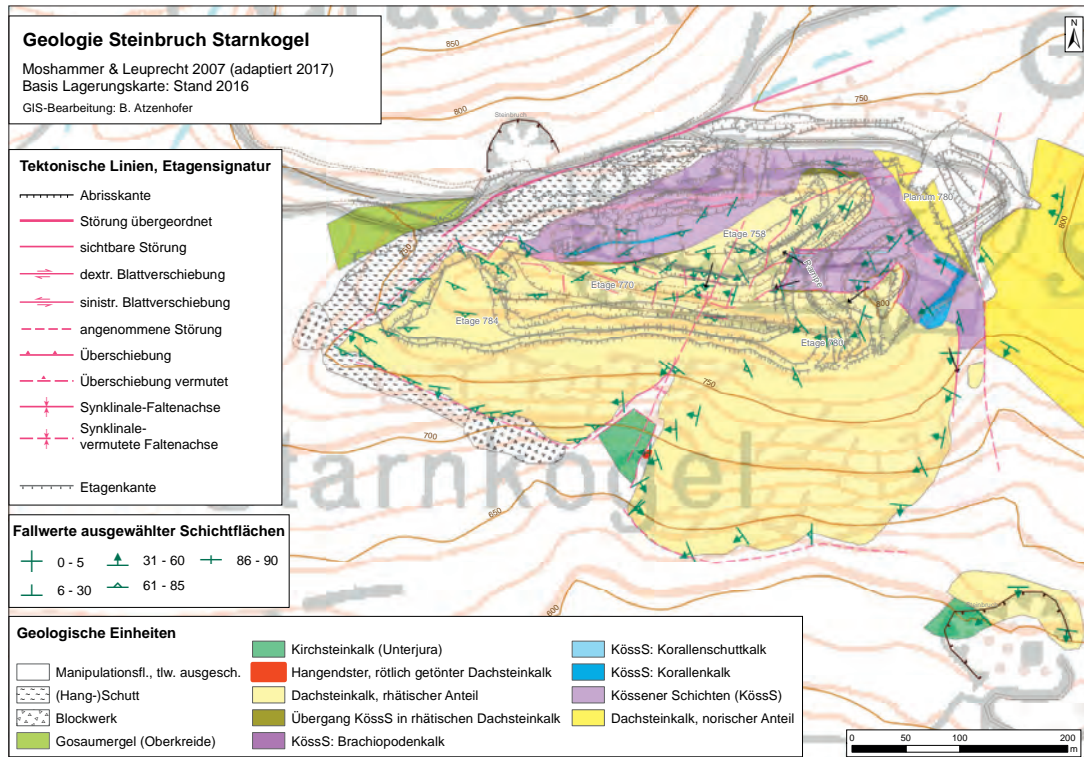
gebirge-Decke das westlichste Vorkommen aus Dachsteinkalk und stellt daher die geologische Fortsetzung des westlichen Toten Gebirges dar. Eine Besonderheit des Vorkommens sind eine zwischen Dachsteinkalk und Kösseiner Schichten vermittelnde fazielle Übergangsabfolge (SIBLIK et al., 2010). Weiter im Süden um Bad Ischl folgen Dachstein- und Hallstätter Decke des Juvavikums.

### Hochreiner Kalkstein im Steinbruch Starnkogel

Mit freundlicher Genehmigung der Firma Baunit Baustoffe GmbH Bad Ischl wurden zwischen 2003 und 2007 in mehreren Projekten geologische Untersuchungen durchgeführt, um dieses Vorkommen, das wegen seines chemisch hochreinen bis reinsten Kalksteins (> 98 % CaCO<sub>3</sub>, nach ÖNORM G 1046 Teil 3, 1985) genutzt wird, in paläogeografischer, karbonatfazieller und tektonischer Hinsicht besser kennenzulernen und mit Vorkommen ähnlicher Rohstoffqualität vergleichen zu können (LEUPRECHT & MOSHAMMER, 2005, 2007; MOSHAMMER, 2003, 2004, 2007, 2008). Die umfangreiche Produktpalette, die im Kalk- und Putzwerk aus dem gewonnenen Kalkstein erzeugt wird, kommt vor allem im Baustoffsektor zur Anwendung.

Die Situation hat sich durch die fortschreitende Gewinnung seit dem Bearbeitungszeitraum deutlich verändert. In der von der Firma zur Verfügung gestellten Panoramaaufnahme (Abb. 3) wird ein Luftbild vom aktuellen Abbau vorgestellt. Der Steinbruch ist ca. 400 m lang und bis zu 150 m breit und in drei Etagen bei 778 m, 770 m und der aktuellen Sohle bei 758 m Seehöhe gegliedert.

Abb. 5. Geologische Karte mit tektonischen Signaturen des Kalkvorkommens am Starnkogel von LEUPRECHT & MOSHAMMER, Stand 2007, dargestellt auf dem Tagbau-grundriss vom Mai 2016 (Fa. Baumit). GIS-Bearbeitung: Bernhard Atzenhofer.



Zur Dokumentation der Aufschlussbedingungen, die vor der Steinbrucherweiterung nach Westen und der Tieferlegung der Südkulisse angetroffen wurden, dient das historische Panorama in Abbildung 4, aufgenommen Ende 2004.

Die zu jenem Zeitpunkt aufgeschlossene Steinbruch-Gesamthöhe zwischen damaliger Sohle bei 770 m und der damals obersten Etage bei ca. 805 bis 830 m bot nicht nur lateral, sondern auch vertikal einen großräumigen Einblick in die Gesteinsabfolge und die Lagerungsverhältnisse des Starnkogelrückens.

### Geologische Karte, Gesteinsabfolge und Mikrofazies (Ausarbeitungsstand 2007/2008)

Die zusammengefasste Geländebeobachtung und, soweit möglich, Proben- und Schliffauswertungen sind der geologischen Karte zugrunde gelegt. Darin wird die zwischen 2003 und 2007 kompilierte geologische Situation mit tektonischen Signaturen ausgearbeitet und auf der Topografie der Tagbaukarte von 2006 wiedergegeben. In der in Abbildung 5 dargestellten Karte wurde jedoch die ursprünglich unterlegte Tagbaukarte gegen die aktuelle von 2016 ausgetauscht. Auch wenn



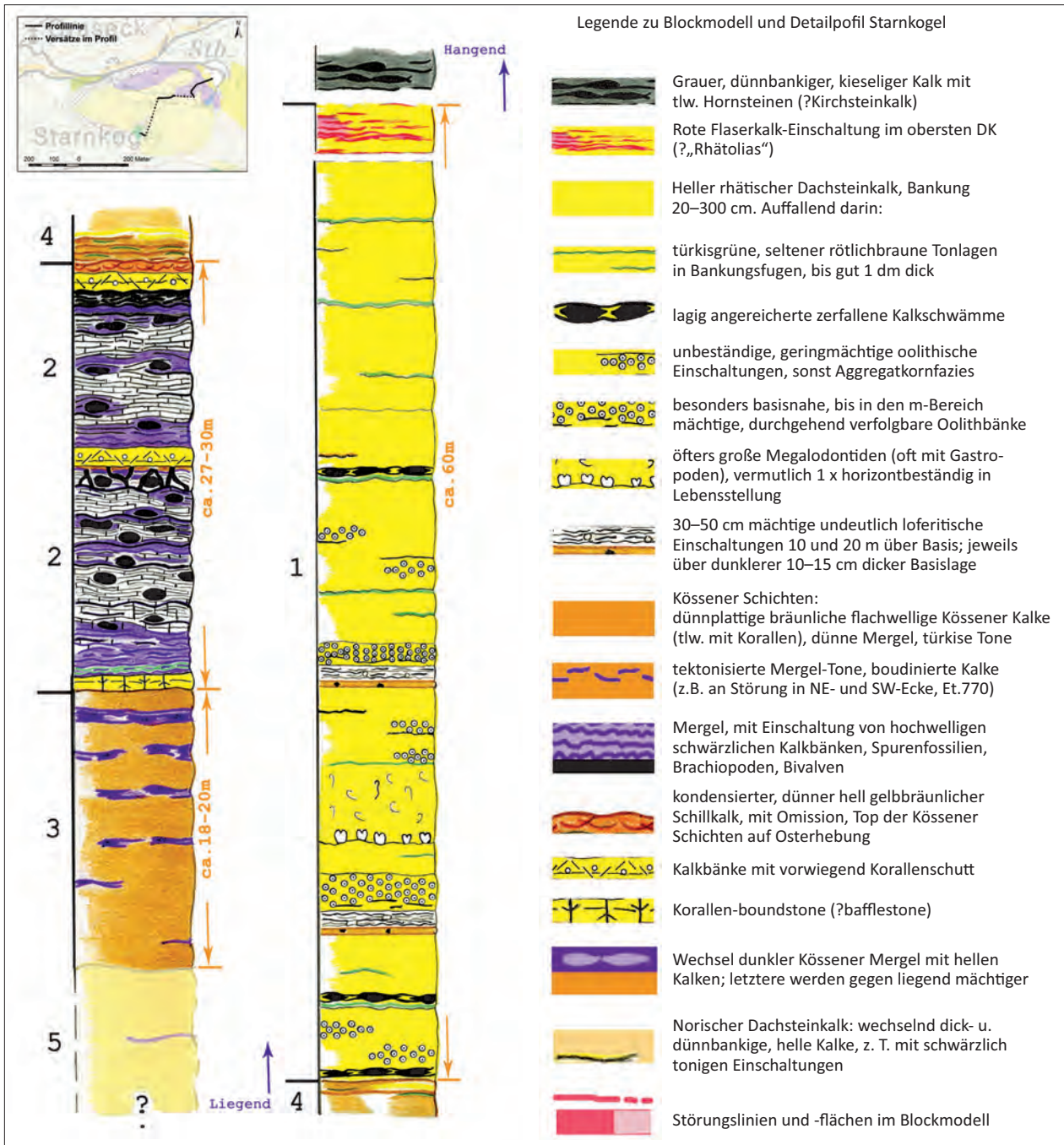


Abb. 6. Zusammengesetztes Detailprofil des Starnkogels durch Steinbruch-Ostteil und Südflanke von Manfred Leuprecht. Abfolge vom Liegenden in das Hangende: Dachsteinkalk norischer Anteil (5) – Übergang (3) – Kössener Schichten (2, 4) – Dachsteinkalk rhätischer Anteil (1) – ?Kirchsteinkalk. Rechts: Gemeinsame Legende zu den Abbildungen 6 und 7.

dies bei den Ausbisslinien innerhalb der veränderten Steinbruchtopografie Diskrepanzen verursacht, erscheint es vertretbar, um die aktuelle Lagerstättensituation darzustellen.

Die Gliederung der Gesteinsabfolge ist im annähernd mächtigkeitsgetreuen und etwas schema-

tisierten Detailprofil der Abbildung 6 wiedergegeben, das von Nordosten nach Südwesten quer zum Schichtstreichen durch den weniger tektonisierten Ostbereich verläuft. Dünnschlifffotos aus Tafel 1 verdeutlichen mikrofazielle Merkmale der einzelnen Schichtglieder.

Eine undeutlich dickbankige Kalkfolge aus norischem Dachsteinkalk, der dolomitische stromatolithische Einschaltung aufweist, bildet das schroffe Gelände des westlichen Gstättenberges im Osten des Steinbruches. Sie wird als das liegendste Schichtglied angesehen, das in Zusammenhang mit der Abfolge im Steinbruch steht, obwohl sie von der östlichen Steinbruchumrandung, die

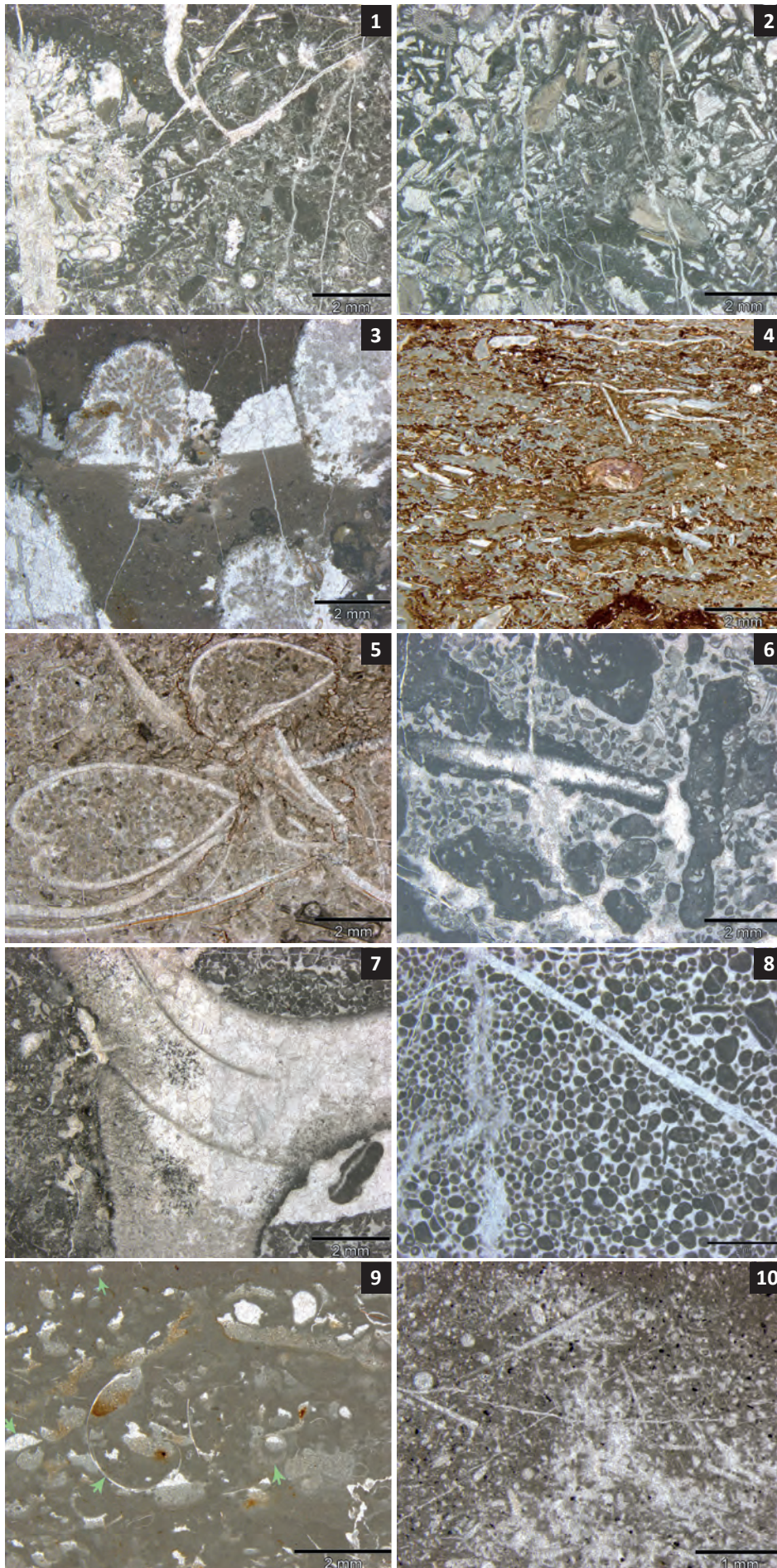
ebenfalls aus dicken, flach lagernden Kalkbänken besteht, durch eine Nord–Süd-Störung getrennt ist. Dieser liegende Bereich ist in der geologischen Karte dunkelgelb, im Detailprofil mit „5“ ausgewiesen. Ein Schliff daraus zeigt Korallenbruchstücke in peloidaler, leicht mikritischer Matrix (Taf. 1, Fig. 1).

Die nördliche, tektonisch inhomogene Längsseite des Steinbruches wird aus ähnlichen dicken Kalkbänken aufgebaut, in der jedoch die mergeligen Einschaltungen an Mächtigkeit zunehmen und damit zu den mergeligen Kössener Schichten vermitteln. Eine Probe von der nordwestlichen Steinbruchecke zeigt im Dünnschliff spätig zementierte Bioklasten von Korallen, Echinodermen und Biodetritus (Taf. 1, Fig. 2). Diese Übergangsfolge zwischen norischem Dachsteinkalk und Kössener Schichten wird ca. 18–20 m mächtig, ist im Detailprofil als „3“ bezeichnet und in der geologischen Karte mit den hangenden Kössener Schichten in hell-lila zusammengefasst. Mit einem Korallenkalk setzt die Abfolge der Kössener Schichten ein. Diese bestehen aus dunklen mergeligen, wellig bis knolligen, fossilführenden Kalken mit Korallen, Brachiopoden und Bivalven, und wechselagernden dm-mächtigen Tonmergeln. Die auf der geologischen Karte dargestellte Verbreitung der eingeschalteten Brachiopoden- (dunkel-lila), Korallen- (blau) und Korallenschuttkalke (hellblau) sowie der obersten welligschichtigen Bankkalk-Sequenz (oliv) kennzeichnet die Kössener Schichten innerhalb der lila Farbe. Die Tatsache, dass sie nur für Schotterprodukte verwendet werden können und ansonsten zu verhalten sind, hat dazu geführt, dass der Nordbereich und der Bergrücken am Abbau-Ostrand bisher wenig abgebaut wurden. Beginnend bei 780 m Sh konnte längs des Etagenaufgangs an dieser östlichen Erhebung das im Detailprofil mit „2“ bezeichnete, ca. 27–30 m mächtige Profil aufgenommen werden. Es beginnt mit wenige Meter mächtigen Kalkbänken, die wahrscheinlich Korallenkalk (boundstones) darstellen, welche jedoch sicher erst auf der Südostseite nachgewiesen werden konnten (Taf. 1, Fig. 3). Es folgen knollig-wellige Mergel mit Kalkknollen, mergelige Kalkbänke mit einzelnen Brachiopoden und Bivalven, dunkle Kalke mit Grabgängen und Verwühlung, harte pyrithaltige Korallenschuttbänke sowie schwarze tektonisch verdichtete Tonmergel mit einzelnen Kalkknollen. Letztere erweisen sich als ein drucklösungsüberprägter, stark kondensierter Bioklastkalk (Taf. 1,

Fig. 4). Die röntgendiffraktometrisch bestimmte Zusammensetzung einer Probe aus den schwarzen Tonmergeln ergab ca. 20 % Quarz, ca. 25 % Calcit, < 5 % Dolomit, ca. 40–50 % Tonminerale (überwiegend Illit/Hellglimmer-Gruppe, Spuren von Chlorit/Kaolinit) und Spuren von Pyrit. Diese Schichtfolge endet im östlichen Top-Bereich an einer Störung. In westlich lateraler tieferer Fortsetzung findet sich die als Kössener Schichten-Abschluss interpretierte charakteristische, wenige Meter mächtige Sequenz aus welligschichtigen teilweise Korallenbruch-führenden dunklen Bankkalken mit 1 cm dicken zwischengelagerten türkisgrünen Mergellagen. Neben gradierten, sterilen, dünn-schichtigen Karbonatsiltiten mit Fließfalten treten tempestitische Muschellagen darin auf (Taf. 1, Fig. 5). Im Detailprofil sind sie mit „4“, in der geologischen Karte in Oliv dargestellt.

Aus dieser Kössener Abfolge beschreiben SIBLIK et al. (2010) Bivalven – *Inoperna (Triasoperna) schafaeutli* (STUR, 1851), Brachiopoden – *Rhaetina pyriformis* (SUESS, 1854), *Zeilleria cf. austriaca* (ZUGMAYER, 1880), *Zeilleria norica* (SUESS, 1859) und Ichnofossilien – *Thalassinoides* und ziehen Vergleiche zum Hochalm Member (sensu GOLEBIOWSKI 1991).

Darüber folgt eine ungefähr 60 m mächtige Schichtfolge, die dem rhätischen Dachsteinkalk zugeordnet wird und in der geologischen Karte in hellgelb bzw. als „1“ im Detailprofil ausgewiesen ist. Es sind dies meist helle, beige, chemisch hochreine Kalke. Ihre manchmal noch unterteilten Bänke sind durchschnittlich etwa 2 m dick. In den Bankungsfugen treten dünne grüne (seltener rostrote) tonige Lagen auf, deren Dicke in wenigen Niveaus auf 10 cm ansteigt. Nur dort sind auch Knollen und Stylolithen entwickelt und darüber bräunliche Bänke mit Kalkschwämmen vorhanden (Taf. 1, Fig. 7). Der Großteil der Abfolge wird aus Aggregatkorn-, Foraminiferen-, Algen-, Onkoid- und bisweilen Ooidkalken (Taf. 1, Figs. 6, 8) gebildet und als Ablagerung eines gut durchlüfteten lagunären Flachwasserbereiches interpretiert. Charakteristisch sind die immer wieder auftretenden Megalodonten. Als Leithorizonte können die überdurchschnittlich dickbankige helle Basis der Abfolge sowie eine auffällige Bank mit Megalodonten, die in Lebensstellung erhalten sind, angesehen werden, während Bänke aus Schwammkalken, mächtigere Tonlagen und Oolithe weniger klar zu parallelisieren sind. Makroskopisch interpretierte Stromatolith-Einschaltungen, die im De-



Tafel 1.  
Mikrofaziesauschnitte der im Detailprofil dargestellten Schichtfolge.

**Figs. 1, 2:** Norischer Dachsteinkalk: Hinterriff-Korallenschutt-fazies mit teilweise starker Mikritisierung der Komponenten. Nahe Brecheranlage 780 m Sh (1), Übergang in Kössener Schichten, NW-Ecke Etage 770 m (2).

**Figs. 3–5:** Kössener Schichten: Korallen-boundstone, alter Weg bei 780 m an östlicher Steinbruch-Außenseite (3). Biodetritus-packstone einer Kalkknolle der Kössener Mergel-Obergrenze vom Top der Osterhebung, 835 m Sh (4). Lumachelle-Bank aus dem Übergang von Kössener Schichten in rhätischen Dachsteinkalk, Südost-Ecke Etage 780 m (5).

**Figs. 6–8:** Rhätischer Dachsteinkalk: Gut durchlüftete Flachwasserfazies mit foraminiferenreichen Peloid-, Aggregat-, Onkoid- und Ooid-Kalken, stellenweise mit Megalodonten-Anreicherungen und Resten von Kalkschwämmen. Südost-Ecke Etage 804 m (6), Blockwerk östlich außerhalb Etage 804 m (7). Oolith (8) aus 110 cm mächtiger Oolith-Bank, die im liegenden Teil aus Megalodontenfloatstone gebildet wird und eine grobwülbige Schichtunterfläche zu grünem Mergelband aufweist, unmittelbar westlich des Synklinalkerns auf Etage 780 m.

**Fig. 9:** Hangendster rötlich pigmentierter Abschnitt im rhätischen /?, rhätoliassischen“ Dachsteinkalk mit Hohlräumgefügen in wackestone mit Triasinen, Glomospiren, Ostracoden, Cephalopoden.

Südabhang, tektonischer Einschnitt, 675 m Seehöhe.  
**Fig. 10:** Fleckiger Hornsteinkalk, möglicherweise Kirchsteinkalk, der im Schliff rekalzifizierte Schwammnadeln und Ostracoden erkennen lässt; hangaufwärts vom erwähnten rötlichen Kalkvorkommen in Fig. 9 bei 705 m Seehöhe kleinräumig aufgeschlossen.

tailprofil dargestellt sind, wurden mikroskopisch nur selten bestätigt. Vermutlich fehlen daher vollständige Lofer-Zyklotheme sensu FISCHER (1964). Die semiquantitative petrografische Zusammensetzung einer Probe aus den grünen Tonen ergab < 3 % Quarz, Spuren von Albit, Pyrit und möglicherweise Rutil, < 5 % Calcit und Tonminerale (Illit/Hellglimmergruppe und wahrscheinlich Glaukonit, der methodisch aber nicht verifizierbar war). Für die Rohstoffqualität stellen die Tone keine Beeinträchtigung dar, weil sie sich bei der Aufbereitung auswaschen lassen.

Das Hangendste dieser Schichtfolge bilden nur 0,5 m mächtig aufgeschlossene, leicht angerötete und geflaserte dichte Kalke. Sie gehen vermutlich vertikal bis lateral aus Dachsteinkalk hervor. Mikrofaziell sind sie von den untersuchten Dachsteinkalken nicht durch ihre Foraminiferen (Triasinen, Glomospiren), sondern durch auftretende Stromatactis-Gefüge und möglicherweise Cephalopoden zu unterscheiden (Taf. 1, Fig. 9). Sie wurden nur an einer Stelle bei 675 m Sh am Südhang im Verband mit grauem Dachsteinkalk gefunden und rot in der geologischen Karte dargestellt. Grün ausgewiesen sind die ebenfalls in diesem Bereich auftretenden Fleckenmergel bis Kieselkalke, die als Kirchsteinkalk (Unterjura) angesprochen werden (Taf. 1, Fig. 10). Diese kieseligen Schichten sind durch einen zeitlichen, tektonisch verursachten Hiatus von der liegenden Abfolge getrennt. Sie

sind, tektonisch begrenzt, auch im südöstlichen kleinen Steinbruch bei 600 m Sh aufgeschlossen, wo sich Fördereinrichtungen befinden (Mundloch des Förderstollens, Trockensiebzanlage, Ladestation für LKW). In Abbildung 3 befindet sich dieser ehemalige Steinbruch im rechten unteren Bereich.

Im Norden und um den Westsporn sind auffallende Hangschutt- und Blockschuttkörper vorhanden. Jenseits davon kommen nordwestlich des Steinbruches Gosaumergel zum Vorschein.

### Tektonik und grobe stratigrafische Übersicht anhand der Auswertung 2007

Das Blockdiagramm (Abb. 7) gibt die nach Süd-südost gerichtete Ansicht der Schichtfolge und Lagerung innerhalb des Steinbruches von ungefähr dem Standort wieder, wo 2005 der Durchbruch auf der Nordseite geschaffen wurde.

Tektonisch handelt es sich um eine südfallende Synklinale. Diese erscheint im Nordwesten an einen nur mehr reliktsch erhaltenen Sattel angepresst.

Die dargestellte Schichtfolge beginnt im Liegenden mit dem im Osten und teilweise im Norden auftauchenden norischen Dachsteinkalk (dunkelgelb und orange), der mit zunehmend tonigen Einschaltungen (violett) den Sedimentationsumschwung in die Folge der Kössener Schichten anzeigt. Die auf die Deformation am anfälligsten reagierenden Kössener Schichten sind in violett

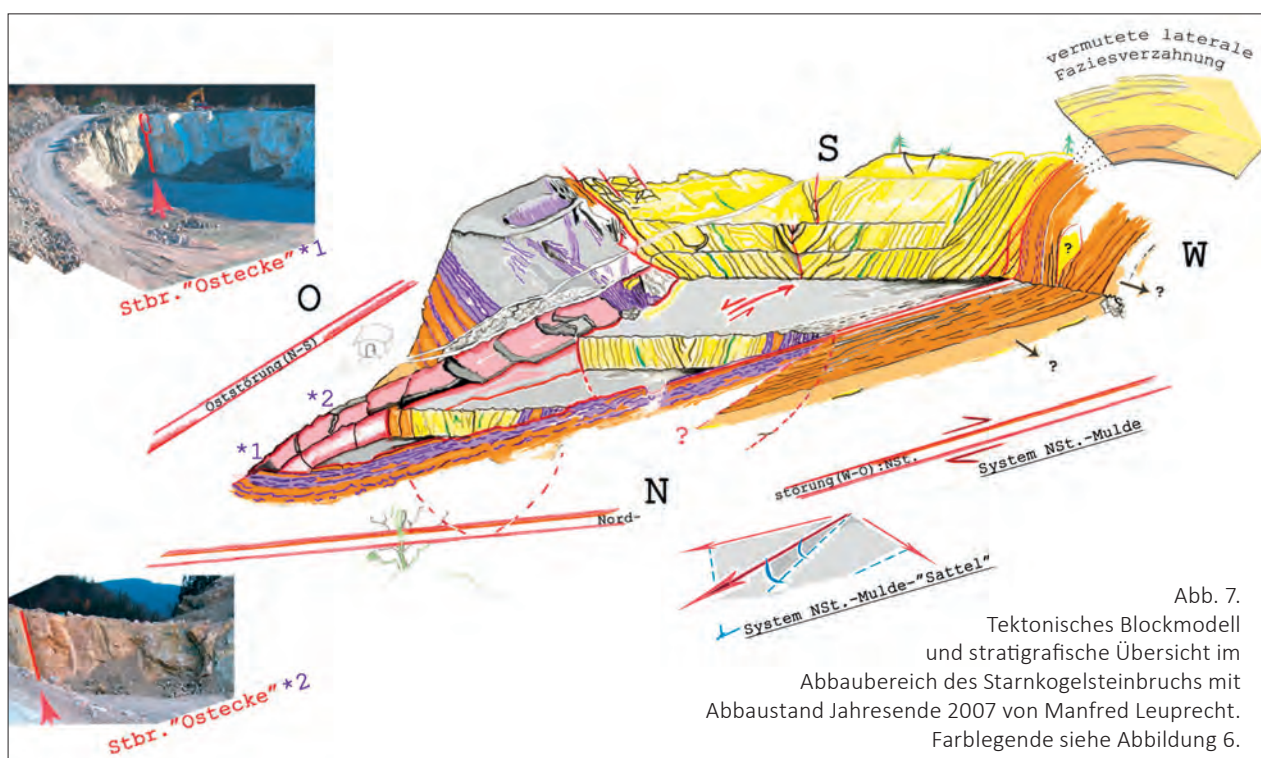


Abb. 7.  
Tektonisches Blockmodell und stratigrafische Übersicht im Abbaubereich des Starnkogelsteinbruchs mit Abbaustand Jahresende 2007 von Manfred Leuprecht. Farblegende siehe Abbildung 6.

gehalten. Am mächtigsten treten sie in der Erhebung am östlichen Abbaurand auf. Sie stellen jedoch ebenso, wenngleich tektonisch reduziert, den tieferen Teil der Synform am Nord- und Nordwestrand des Abbaues dar. In dieser Kössener Schichten-Abfolge vollzieht sich lateral im Bereich der westlichen Etagen eine Faziesänderung hin zur lagunären Dachsteinkalkentwicklung. Die Synklinale selbst tritt schließlich in einer Muldenfüllung aus kompetentem rhätischem Dachsteinkalk (hellgelb) entgegen. Schwarz hervorgehoben sind tektonisch überprägte Schichtflächen und die in den Kössener Schichten auftretenden, stark zerscherten Ton- und Mergellagen.

Der mit Ausnahme des Westsporns vollständig vom Steinbruch eingenommene Starnkogel-Rücken zeigt in dieser Ansicht zwei tektonische Begrenzungen: Im Norden verläuft ein Ast der Trauntal-Störung (Nordstörung), an der, hier nicht eingezeichnet, Gosauschichten im Nordwesten angrenzen und im Norden der Hauptdolomit des Grasberges folgt. Links in der Abbildung trennt eine

Nord–Süd verlaufende Störung (als Oststörung bezeichnet) den Starnkogel vom Gstättenberg. Die an diesen Störungen abgelaufenen Bewegungen wirken sich auf die gesamte innere Struktur der Abfolge so aus, dass die vermutlich zuerst in die Mulden-Sattel-Struktur eingeeengte und steil südfallend aufgestellte Abfolge später im Zuge der sinistralen Trauntal-Störung in Nordost-Richtung versetzt und ausgelängt wurde. Wie es sich mit der östlich des Vorkommens durchziehenden Nord–Süd-Störung verhält, ist unklar.

Die Bezeichnung der Muldenfüllung als rhätischen Dachsteinkalk und nicht als Oberrhätalk beruht darauf, dass die Kössener Schichten mit der Hochalm-Member zu parallelisieren sind und in diesem Teil des Tirolikums nach der Zusammenstellung von MANDL et al. (2009) den Dachsteinkalk zeitlich unterteilen.

Auf der abgewandten Seite des Blockdiagramms am Südhang bewirkt die Störungszone in Verlängerung der Muldenachse den tektonischen Einschnitt mit den jüngsten Muldensedimenten und der nachfolgenden Juraentwicklung.

Für die Gefügediagramme der Schichtflächen (Abb. 8, linke Spalte) gilt, dass in den Großkreis- und Contour-Darstellungen im Schmidt'schen Netz die nach Südwest mit einem Faltenöffnungswinkel von ca. 50° abtauchende, mäßig steile Faltenstruktur erkennbar ist. Die Schichtflächen pendeln um die dominante W–E Streichrichtung. Die untergeordneten Streichrichtungen verlaufen NW–SE und NE–SW. Es fällt auf, dass keine Schichten nach Nordosten einfallen.

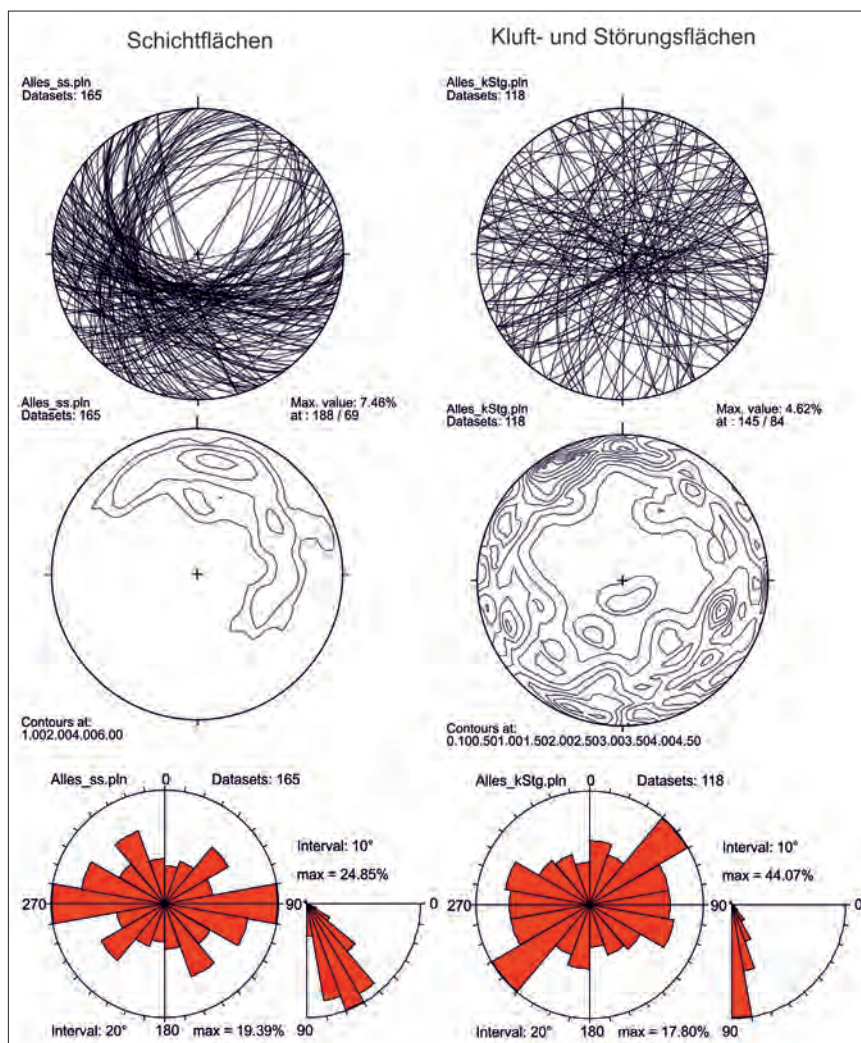


Abb. 8. Großkreis-, Contour- und Rosendiagramme zusammengefasst für die gesamten Schichtflächen (linke Spalte) und die gesamten Kluft- und Störungsflächen (rechte Spalte) des Untersuchungsgebietes.



Für die entsprechenden Diagramme der Kluft- und Störungsflächen (Abb. 8, rechte Spalte) gilt, dass sie wesentlich steiler bis saiger einfallende Flächen veranschaulichen. Die dominierende Streichrichtung verläuft NE–SW. Vielfach zeigt sich, dass häufig Kluft- und Störungsflächen im Steinbruchbereich mit der zu ihnen parallel ausgerichteten Trauntal-Störung ursächlich in Verbindung stehen.

Von den zahlreichen Störungsflächen sind für den Abbau besonders jene mit tonigen Störungsgesteinen (fault gouge) an den Harnischflächen ungünstig, da sie die Rohstoffqualität negativ beeinflussen. Sie bilden im westlichen Muldenbereich bis in den 10er Meterbereich sich erstreckende, +/- saiger stehende und zwischen E–W und SSE–NNW streichende Blattverschiebungen. Seltene, aber gefährlich erscheinende Scherbrüche mit flachem N- bis NW-Fallen wurden im tieferen Bereich des Muldenkerns festgestellt.

### **Ergänzende und aktualisierte Darstellung der Schichtfolge und Karbonatmikrofazies des lagunären Dachsteinkalkes vom Starnkogel bei Bad Ischl unter Mitwirkung von Michael Moser (GBA) im Zuge der Tagungsvorbereitung**

Die **Obertrias-Karbonatfolge** ist im Steinbruch in einer engen, in Richtung Nordost aushebenden Synklinale aufgeschlossen, deren Kern von rhätischem Dachsteinkalk gebildet wird. Das Schichtstreichen ist fast durchgehend NE–SW orientiert und die Fallwerte belegen den nordwestvergenten Faltenbau. Die in den Dachsteinkalk eingeschalteten Kössener Schichten des unteren Rhätiums (Hochalm-Member) kommen nur am Nordrand und Ostrand des Steinbruches zutage. Die Verbreitung des norischen Dachsteinkalkes im Liegenden der Kössener Einschaltung ist im Norden und Nordosten anzunehmen, biostratigrafisch bisher jedoch nicht klar abgrenzbar.

Betreffend die **Makro- und Mikrofazies** des Starnkogel-Vorkommens wurden nachträglich die folgenden Merkmale erfasst und auch mit ähnlichen Flachwasserkarbonaten verglichen:

Die Proben des gebankten, meist rhätischen, hellgrauen-hellbeigen lagunären Dachsteinkalkes entstammen vorwiegend dem **C-Glied des Loffer-Zyklothems** (FISCHER, 1964). Aufgrund der mikritischen Matrix sind sie nach DUNHAM (1962) meist als wacke-, pack- und floatstones anzusprechen. Kleinere Partien und Zwickeln sind jedoch matrixfrei und als grainstones zu bezeichnen. Im Vergleich mit lagunären Sedimenten des Wetterstein- und Stei-

nalmkalkes erweist sich unser Dachsteinkalk als deutlich feinkörniger. Seine Mikrofossilführung ist stets hoch und wird von Molluskenschalen, Crinoidenstreu und reichlich Foraminiferen bestimmt. Wie in allen lagunären Sedimenten (Dachsteinkalk, Plattenkalk, Steinalmkalk, Wettersteinkalk) dominieren Molluskenschalen in Form von **Bivalven und Gastropoden** das Makrofossilspektrum. Für die Molluskenschalen unseres Dachsteinkalkes gilt, dass sie oft größer (cm- bis dm-Größe) ausgebildet sind als im gleichalten Plattenkalk (nur cm-Größe). Pachydonte Bivalven bis 20 cm Größe, wie Megalodonten und Dicerocardien, können hier im Dachsteinkalk immer wieder angetroffen werden. Während sich **Brachiopoden** darin nur selten finden, stellen jene in den liegenden Kössener Schichten oft die zweit- oder dritthäufigste Komponente. Hin und wieder angetroffene umgelagerte **Korallen- und Schwammbruchstücke** sind ein Hinweis darauf, dass Riffsedimente bei Sturmfluten in die Lagune gelangten. Als Besonderheit können korallenreiche Riffkalke von der östlichen Steinbruchaußenseite längs eines alten Weges erwähnt werden. Deren Stellung im Profil könnte dem Lithodendronkalk-Niveau am Top des Hochalm-Members der Kössen-Formation (GOLEBIOWSKI, 1991: 88) entsprechen und würde somit direkt den rhätischen Dachsteinkalk unterlagern.

**Dasycladaceen** (Grünalgen) treten im untersuchten Dachsteinkalk weitaus seltener als im Wetterstein- und Steinalmkalk auf, sind auch um einiges kleiner und oft erst im Dünnschliff zu erkennen. Neben den Grünalgen sind auch porostromate Algen enthalten.

Die ermittelten **Foraminiferenfaunen** sind sehr uniform ausgebildet. Es dominieren die oft stark rekristallisierten, elliptisch-angularen Aragonit-schaler aus der Familie der Involutinen und Trocholinen, gefolgt von den kreisrunden Triasinen, deren Hauptverbreitung in der Obertrias (karnischer Wettersteinkalk, Tisoveckalk, Dachsteinkalk, Plattenkalk, Oberrhätalk) gelegen ist. Weiters sind Glomospiren, Glomospirellen und Frondicularien im Dachsteinkalk des Starnkogels häufig anzutreffen. Die zerbrechlich langen Nodosarien sowie auch die Frondicularien sind eher unter ruhigen Ablagerungsbedingungen (mudstones) erhalten geblieben. Im Gegensatz dazu sind miliolide Foraminiferen wie Ophthalmidien in Gebieten mit stärkerer Wasserbewegung anzutreffen und treten dann auch im Zusammenhang mit umgelagerten Rifforganismen (Korallen, Schwämme) auf.

**Mikroproblematika** sind ebenso im behandelten Dachsteinkalk häufig anzutreffen. Am meisten ist es die für die Obertrias (Karnium–Rhätium) und den Oberjura charakteristische *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI, die in manchen Biopelmikriten und -spariten oft fast die einzige biogene Komponente darstellt. Ebenso häufig anzutreffen sind die verzweigten Netzwerke von *Bacinel-la* sowie, aus riffnahen Bereichen umgelagert, *Tubiphytes*-Knollen.

**Onkoide** sind im lagunären Dachsteinkalk immer wieder zu beobachten, sind jedoch weitaus seltener als im lagunären Steinalm- oder Wettersteinkalk. Sie sind oft unterschiedlich groß (Mikroonkoide, Mesoonkoide) und liegen, im Gegensatz zum pelsparitischen Wettersteinkalk, in einer mikritischen Grundmasse (Onkobiopelmikrite). Neben Onkoiden können gelegentlich auch Rindenkörner („Cortoide“) und Aggregatkörner (grapestones, lumps) im lagunären Dachsteinkalk angetroffen werden. Die oftmals randlich stark (destruktiv) mikritisierten Bioklasten können als Hinweis auf geringe Ablagerungstiefen gelten (flaches Subtidal). In den proximalen Tempestiten der Kössener Schichten hingegen fehlen sie bereits (tieferes Subtidal). Konstruktiv mikritisierte Bioklasten ähneln Rindenkörnern oder kleinen Onkoiden und werden oft von sessilen Foraminiferen oder Tubiphyten inkrustiert.

Als Besonderheit kann im rhätischen Dachsteinkalk auf den südlichen Steinbruch-Etagen (im Kern und Südostschenkel der Synklinale) ein Zug von **Ooidkalken** (Oosparite bzw. grainstones) von etwa 2,5 m Mächtigkeit beobachtet werden. Diese Oosparite führen vereinzelt Mollusken, Crinoiden und Foraminiferen und stehen in Wechsellagerung mit mehreren Tempestitlagen (Sturmflutlagen). Diese sind reich an umgelagerten Bivalven, Gastropoden und auch Dicerocardien sowie auch an umgelagerten dolomitischen Lithoklasten. Die Ooidkalken sind Teil des subtidalen C-Gliedes des Lofer-Zyklothems. Neben den Ooiden, die im Dünnschliff als Einfachooide, Normalooide und Mehrfachooide beschrieben werden können, kann man auch Aggregatkörner (grapestones), die sich oft aus mehreren Ooiden zusammensetzen, beobachten. Den Kern der Ooide können Biogene des lagunären Faziesraumes (Foraminiferen, Molluskenschalen, Crinoiden) bilden.

Das **B-Glied des Lofer-Zyklothems** ist östlich vom Steinbruch im Bereich eines Stollens deutlich ausgeprägt. Mikrofaziell handelt es sich um fein-

schichtige Cyanobakterienstromatolithe (bindstones), bei denen gelegentlich Biogene wie feine Crinoidenstreu, Foraminiferen und Filamente, aber auch größere Bivalven und Gastropoden, sowie Thaumatoporellen, in den biogenen Lagerbau eingeschlossen worden sind. Thaumatoporellen könnten somit dazu herangezogen werden, obertriassische Dachstein- oder Hauptdolomite von mitteltriassischen Wettersteindolomiten zu scheiden. Die Stromatolithe sind reich an Fenstergefügen („birds-eyes“ und Stromatactis), die nicht selten ein Internsediment aus vadosem Silt bzw. Pelsparitschlamm enthalten und daher durch die sparitisch ausgekleideten Resthohlräume „fossile Wasserwaagen“ bilden. Solche Fenstergefüge sind ein häufiges Element auch im kalkigen C-Glied des Lofer-Zyklothems und werden dort oft in feinschichtigen, biogenarmen mudstones beobachtet. Nach PILLER (1976) können diese laminitischen Fenstergefüge auf ehemalige Cyanobakterienstromatolithe zurückgeführt werden, deren algenförmige Filamente durch Verwesung verloren gegangen sind und durch kalkiges Internsediment (Pelsparite) und Kalzitcement (= Fenstergefüge) ersetzt worden sind. In solchen laminitischen Lagen treten nur feine Crinoidenstreu, Ostracoden, etwas Bivalven und einige wenige Foraminiferen (Fronicularien, vereinzelt Involutinen) als Biogene auf.

Fleckige, rosafärbige Bereiche sind manchmal im lagunären rhätischen Dachsteinkalk eingeschaltet. Sie sind ein Hinweis auf Bioturbation und die rötliche Farbe kann man eventuell auf miteingeschwemmte Rotböden aus Auftauchbereichen zurückführen.

Der am Starnkogel auftretende gebankte Dachsteinkalk zeigt sensu FISCHER (1964) hauptsächlich die Entwicklung von **A-C-A-Zyklen**. Darin fällt immer wieder das Glied A auf, das aus relativ mächtigen, mehrere Zentimeter dicken, dunkelgrünen, manchmal auch rotbraunen Tonlagen besteht, die auch in ein erosiv-verkarstetes Relief eingelagert sein können (Diskontinuitätsfläche). Die darüber folgende, Meter-mächtige Kalkbank vertritt bereits das subtidale C-Glied in der oben beschriebenen faziellen Ausprägung. An einigen wenigen Stellen konnten im rhätischen Dachsteinkalk jedoch auch vollständige **A-B-C-Zyklen** beobachtet werden. Hier schalten sich wenige Zentimeter dicke, auch lateral auskeilende, meist weiß verwitternde, dolomitische Cyanobakterienlagen als intertidales B-Glied des Lofer-Zyklothems ein.

Der Übergang von den dunkelgrauen **Kösse-ner Schichten** in den rhätischen Dachsteinkalk vollzieht sich innerhalb weniger Kalkbänke, die durch die Sequenz aus wellig-schichtigen dunklen Bankkalken mit türkisgrünen Tonzwischenlagen besteht. Diese leitet direkt in das seichte Subtidal des C-Gliedes des Lofer-Zyklothems über.

Nur östlich am Fuß des Gstättenberges ist das dolomitisierte B-Gied des Lofer-Zyklothems mit 0,5 m mächtiger entwickelt, was als Hinweis auf norischen Dachsteinkalk, im Liegenden der Kösse-ner Schichten, angesehen werden kann.

### Dank

Der Firma Baunit wird für die Erlaubnis, die Geologie ihres Steinbruches im Rahmen von Projekten untersuchen zu können und für Hilfestellungen gedankt. Dank für die Bearbeitung und Darstellung der geologischen Karte im Geographischen Informationssystem (GIS) geht an Bernhard Atzenhofer (GBA). Einen wesentlichen Part bei der Mikrofaziesanalyse und geologischen Gesamtauarbeitung steuerte Manfred Leuprecht bei, wofür ich ihm posthum herzlich danke. Für die Hilfe und förderliche Zusammenarbeit bei der Tagungs-Vorexkursion, für die Mikrofossilbestimmung und Textfassung bin ich Michael Moser (GBA) sehr dankbar. Gerhard W. Mandl (GBA) sei für die kritische Durchsicht des Manuskriptes gedankt.

### Literatur

- DECKER, K., PERESSON, H. & FAUPL, P. (1994): Die miozäne Tektonik der östlichen Kalkalpen: Kinematik, Paläospannungen und Deformationsaufteilung während der „lateralen Extrusion“ der Zentralalpen. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **137/1**, 5–18, Wien.
- DUNHAM, R.J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – AAPG Special Volumes, **1**, 108–121, Tulsa.
- FISCHER, A.G. (1964): The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. – Kansas Geological Survey Bulletin, **169**, 107–149, Topeka, Kansas.
- GOLEBIOWSKI, R. (1991): Becken und Riffe der alpinen Obertrias: Lithostratigraphie und Biofazies der Kösse-ner Formation. – In: KRYSSTYN, L., GOLEBIOWSKI, R., VASICEK, W., NAGEL, D. (Hrsg.) & RABEDER, G. (Hrsg.): Exkursionen im Jungpaläozoikum und Mesozoikum Österreichs, 79–119, Österreichische Paläontologische Gesellschaft, Wien.
- LEUPRECHT, M. & MOSHAMMER, B. (2005): Bericht zur geologischen Begutachtung und Kartierung des Steinbruches Starnkogel, nordöstlich Bad Ischl, aufgebaut aus vorwiegend rhätischem Dachsteinkalk in der Höllengebirgsdecke. Der abgebaute Rohstoff wird zur Herstellung von Branntkalk verwendet. – Unveröffentlichter Bericht (07.02.2005), Projekt Karbonatforschung, 5 S., 6 Beil., Wien.
- LEUPRECHT, M. & MOSHAMMER, B. (2007): Rohstoffinteressen und ihre geologischen Grundlagen im rhätischen Dachsteinkalk des Steinbruches Starnkogel, Bad Ischl, Oberösterreich, Zeitraum 2004–2006. – Geo.Alp, Sediment 2007, 60, Innsbruck  
Poster dazu: MOSHAMMER, B. & LEUPRECHT, M.: Geologie im Steinbruch Starnkogel im Salzkammergut (Bad Ischl, Oberösterreich).  
[https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/dokumente/pdf/poster/poster\\_2007\\_sediment2007\\_moshammer.pdf](https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/poster/poster_2007_sediment2007_moshammer.pdf) (abgerufen am: 30.05.2017).
- MANDL, G.W., BRYDA, G. & PAVLIK, W. (2009): Der Dachsteinkalk im Großraum Hochkar–Hochschwab und seine Stellung in der kalkalpinen Karbonatplattform-Entwicklung. – Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 2009, Leoben, 70–80, Wien.
- MOSHAMMER, B. (2003): Die Verwendung von Kalkstein der Obertrias und des Jura im Salzkammergut. – Beiträge zur Geologie des Salzkammerguts. Begleitband zur Tagung Erde-Mensch-Kultur-Umwelt, 28.–31. August 2003, Gmunden, Österreich, 297–309, Gmunden.
- MOSHAMMER, B. (2004): Rhätischer Dachsteinkalk und Kösse-ner Schichten im Steinbruch Starnkogel, Bad Ischl, Oberösterreich. – Vortragskurzfassung der Posterpräsentation. – Berichte des Instituts für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz, **9**, 284–285, Graz.
- MOSHAMMER, B. (2007): Die Verwendung von Kalkstein der Obertrias und des Jura im Salzkammergut. – Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 2007, Oberösterreich, 7.–11. Mai 2007, 183–199, Wien.
- MOSHAMMER, B. (2008): Steinbruchbezogene Dachsteinkalk-Faziesstudie mit Implikationen für den Österreichischen Rohstoffplan. – Journal of Alpine Geology, **49**, 72, Wien.
- ÖNORM – ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM (1985): Begriffe der Lagerstättenkunde der Steine, Erden und Industriemineralien ÖNORM G 1046, Teil 3 Kalkstein. – 4 S., Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- PILLER, W. (1976): Fazies und Lithostratigraphie des gebankten Dachsteinkalkes (Obertrias) am Nordrand des Toten Gebirges (S Grünau/Almtal, Oberösterreich). – Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten Österreichs, **23**, 113–152, Wien.
- SCHÄFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 96 Bad Ischl. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J., MISSONI, S. & LEIN, R. (2005): The reefal facies of the Upper Jurassic Plassen carbonate platform at Mt. Jainzen (Northern Calcareous Alps, Austria). – Sediment 2005, 130–131, Gwatt, Switzerland.
- SIBLIK, M., SZENTE, L., MIKULAS, R. & LOBITZER, H. (2010): An Invertebrate Fauna in the Kössen Beds of Starnkogel (Bad Ischl, Upper Austria). – In: LOBITZER, H. & JANDA, C. (Eds.): Fifty Years of Geological Cooperation between Austria, the Czech Republic and the Slovak Republic. – Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, **65**, 57–64, Gmunden.