

Exkursion 3 (24.09.2015) Das Ostalpine Kristallin im Bereich des „Angerkristallins“ und die angrenzenden Einheiten

RALF SCHUSTER¹, NILS TILCH¹, ARBEN KOÇIU¹, MARCUS EBNER²,
TANJA ILICKOVIC¹, CHRISTOPH IGLSEDER¹ & CHRISTIAN RUPP¹

¹ Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien, Österreich. ralf.schuster@geologie.ac.at; nils.tilch@geologie.ac.at; arben.kociu@geologie.ac.at; tanja.ilickovic@geologie.ac.at; christoph.iglseder@geologie.ac.at; christian.rupp@geologie.ac.at

² OMV Exploration & Production GmbH, Trabrennstraße 6–8, 1020 Wien, Österreich. marcus.ebner@omv.com

Exkursionsroute und Thema der Exkursion

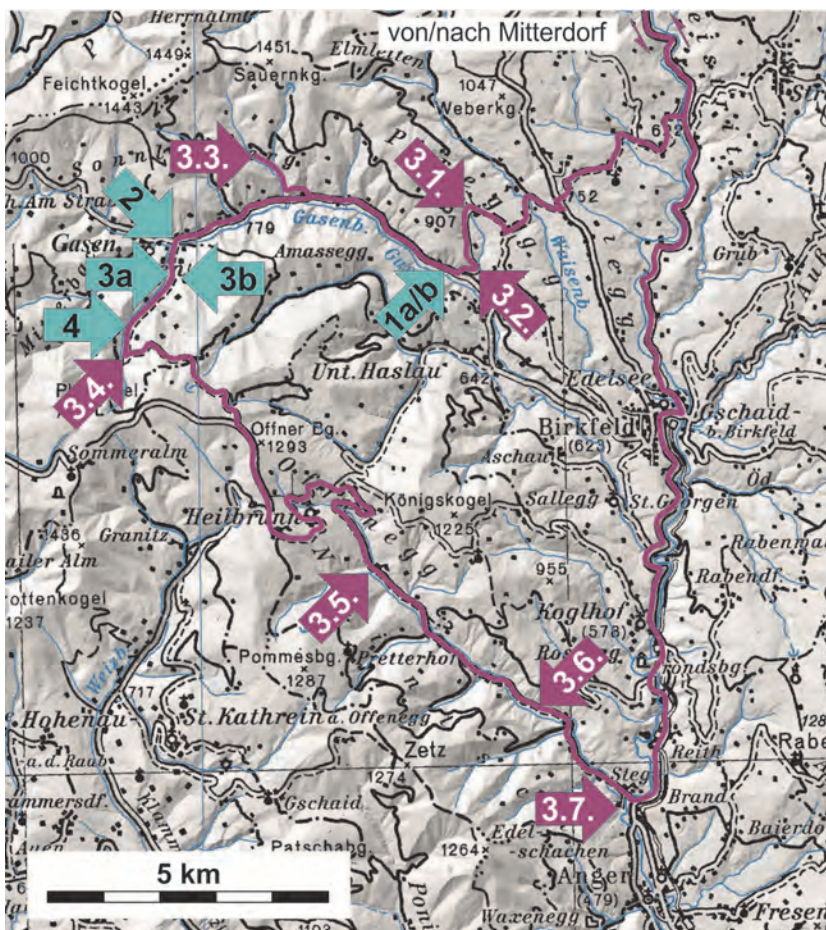


Abb. 1: Lage der Exkursionspunkte (violett) und Erläuterungsbereiche (türkis) im Bereich des „Angerkristallins“ und der angrenzenden Einheiten auf ÖK50 Blatt 135 Birkfeld.

Themen der Exkursion (Abb. 1) sind die Anger-Piregg-Störung, das westlich davon befindliche „Angerkristallin“ und die darüber folgenden, liegendsten Anteile des Grazer Paläozoikums. Über die Beziehung des „Angerkristallins“ zum Grazer Paläozoikum wird seit langem diskutiert. Nach TOLLMANN (1977) ist das „Angerkristallin“ ein Teil des Mittelostalpins und wird an einer bedeutenden Deckengrenze vom oberostalpinen Grazer Paläozoikum überlagert. Im Gegensatz dazu sehen FLÜGEL & NEUBAUER (1984) das „Angerkristallin“ als primäre Basis des Grazer Paläozoikums und zählen beide zum Oberostalpin. Auch in der Nomenklatur nach SCHMID et al. (2004) gehören beide zum Oberostalpin. Allerdings besteht das „Angerkristallin“ aus mehreren Decken des Silvretta-Seckau- und Koralpe-Wölz-Deckensystems, während das Grazer Paläozoikum Teil des Drauzug-Gurktal-Deckensystems – des tektonisch höchsten Elements

innerhalb des Ostalpins – ist. Das „Angerkristallin“ bezeichnet in dieser Deutung weder eine tektonische, noch eine lithostratigrafische Einheit, sondern ein bestimmtes Verbreitungsgebiet von Gesteinen des Ostalpinen Kristallins.

Die einzelnen Decken im Bereich des „Angerkristallins“ bestehen aus verschiedenen Komplexen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich lithologischer Zusammensetzung, Bruchverhalten und Verwitterung, und damit auch in ihren geotechnischen Eigenschaften. Eine genauere Beschreibung der Einheiten und eine umfangreichere Diskussion der tektonischen Konzepte finden sich auch in SCHUSTER & NOWOTNY (2016). Dort sind auch eine Karte und ein schematisiertes Profil vorhanden, welche die Orientierung im Deckenstapel erleichtern sollen.

Im Rahmen der Exkursion werden die folgenden tektonischen und lithostratigrafischen Einheiten besucht (Abb. 2): Paragneise des Schoberkogel-Komplexes bauen die Pirbachkogel-Decke des Silvretta-Seckau-Deckensystems bei Stopp 3.2 auf. Es folgen verschiedene Decken des Koralpe-Wölz-Deckensystems. Zunächst die Exenberg-Decke, die aus Granat-Glimmerschiefern und Amphiboliten besteht (Stopp 3.3). Der südliche Teil des „Angerkristallins“ besteht im Liegenden aus dem Rappold-Komplex der Radegund-Decke und der überlagernden Waxenegg-Decke, die sich aus dem Rossegg-Komplex aufbaut. Der Kontakt der beiden Decken, die beide aus verschiedenen Glimmerschiefern, Marmoren, Amphiboliten und Quarziten bestehen, ist im Steinbruch Christandl (Stopp 3.7) zu sehen. Ein lithologisch bunter Querschnitt durch den Rossegg-Komplex wird auch bei Stopp 3.6 vorgestellt. Die basalen Anteile der Gasen-Decke des Grazer Paläozoikums (Drauzug-Gurktal-Deckensystem) sind in Stopp 3.4 und 3.5 zu sehen. Sie bestehen aus Phylliten des Heilbrunn-Lithodems bzw. grafitischen Phylliten und Marmoren der Schönberg- und Hochschlag-Formation. Neogene Sedimente des Birkfeld-Passail-Beckens werden bei Piregg gezeigt (Stopp 3.1). Zu sehen sind „Blockschotter“ und der Wechsel in der Morphologie zu beiden Seiten der Anger-Piregg-Störung.

Weiters werden ausgewählte Bereiche innerhalb der Katastrophenregion Gasen-Haslau vom August 2005 gezeigt. An diesen werden einige Aspekte des Prozessgeschehens der zahlreichen gravitativen Massenbewegungen, der Ereignisdokumentation und der erzielten raumplanungsrelevanten Produkte erläutert (siehe Erläuterungsbereiche (EB) 1 bis 4). Diesbezüglich sind lediglich kurze Bus-Stopps geplant, da die Prozesse aufgrund der zumeist nur temporären Prozessphänomenologie nach nunmehr 10 Jahren kaum oder nicht mehr präsentiert werden können.

Exkursionspunkte (R. SCHUSTER, T. ILICKOVIC, C. IGLSEDER, M. EBNER & C. RUPP)

Stopp 3.1: Neogene Sedimente des Birkfelder Beckens

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Aufschlüsse bei Piregg (WGS84 47°23'21" N / 015°38'55" E, Sh. 800 m).

Haltemöglichkeit: Hangseitig bei der engen Kurve an der Abzweigung einer Forststraße.

Auf dem Weg von Birkfeld nach Piregg führt die Straße über einen flachen Rücken, der im Osten vom Waisenbach und im Westen vom Gasenbach begrenzt wird. Auf den Feldern am Rücken finden sich als Lesesteine kantige Phyllonitstücke, aber auch bis zu einige Dezimeter große, sehr gut gerundete Gerölle aus Granitgneisen, Paragneisen und Quarzmobilisaten. Letztere werden aber kontinuierlich von den Feldern entfernt. Hangabwärts ist ab etwa 700 m Seehöhe zumeist ein deutlicher Hanggefällesprung festzustellen, wobei die tiefer gelegenen Bereiche steiler sind und Festgesteinsaufschlüsse zeigen. Innerhalb dieses Übergangsbereichs sind in den Gräben Aufschlüsse vorhanden, die durch Ausschwemmungen und gravitative Massenbewegungen (Abb. 2A) bedingt sind. Dort ist gut zu erkennen, dass der flachere obere Teil aus geschichteten und oft gradierten Sedimenten besteht (Abb. 2B), welche dem kristallinen Grundgebirge an einer relativ ebenen Fläche auflagern. Geoelektrische Messungen am Hügelrücken, 1,6 km SSW von Piregg, geben einen Hinweis darauf, dass die erhaltene Mächtigkeit der Sedimente einige 10er Meter erreicht (JOCHUM et al., 2006). In tiefer liegenden Teilen der Gräben finden sich typischerweise kubikmetergroße Gerölle aus Quarzmobilisat, welche auch aus den darüber liegenden Sedimenten stammen (Abb. 2C). Das Alter der

Sedimente ist mangels an Fossilien nicht bestimmt, es sollte sich aber um Ablagerungen aus dem Zeitraum vom Ottnangium bis zum Pannonium handeln.

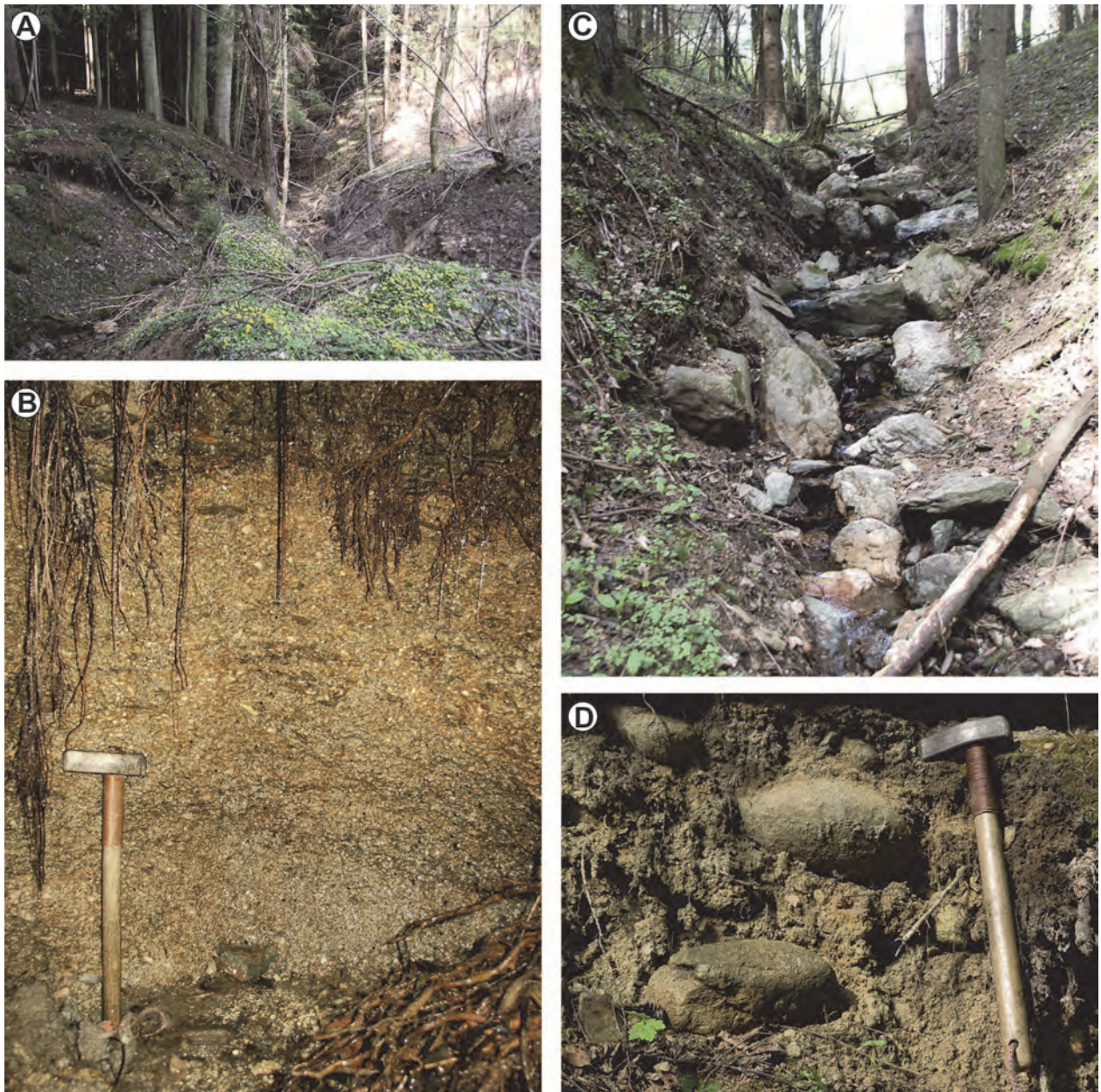


Abb. 2: **A)** Ausschwemmungen an der Grenze vom kristallinen Untergrund zu den überlagernden neogenen Sedimenten an einem Quellaustritt südlich von Piregg. **B)** Geschichteter und undeutlich gradierter Diamikt aus eckigen Phyllonitstücken im Bereich eines Quellaustrittes südlich von Piregg. **C)** Blöcke aus Quarzmobilisat in einem Graben im Waisenbachtal unterhalb der auflagernden neogenen Sedimente. **D)** Matrixgestütztes Konglomerat mit gut gerundeten Kristallinkomponenten in einem Straßenaufschluss in der Kurve westlich von Piregg.

Im Bereich des Aufschlusspunktes bestand um 1900 unterhalb des Gemeindeamtes von Piregg ein Kohleschurf (SCHWINNER, 1935). Dieser war allerdings wenig ergiebig und wurde bald wieder eingestellt. Im Jahr 2010 durchgeführte Versuche, die Kohlen mit dem Bohrstock zu beproben, um eventuell einer zeitlichen Einstufung über Pollenbestimmungen näher zu kommen, blieben leider erfolglos. Nach GEUTEBRÜCK (1980) befinden sich die Kohlen im liegenden Teil der neogenen Sedimente innerhalb feinklastischer Sedimente mit grüngrauen Tonlagen. Darüber folgen grobklastische Schotter. Diese „Blockschotter“ oder „Pireggschotter“ (SCHWINNER, 1935: 8) mit gut gerundeten, matrixgestützten Kiesen und einer sehr tonreichen Matrix sind an der Straße in einem kleinen Aufschluss zugänglich (Abb. 2D). Die Gerölle sind

bis einige Dezimeter groß und es finden sich unter anderem leukokrate Granitgneise und Paragneise. Zumindest ein Teil des Materials stammt aus dem Strallegg-Komplex, der in diesem Bereich und dem heutigen Einzugsgebiet der Bäche nicht vorhanden ist. Die Gerölle sind wahrscheinlich mehrfach umgelagert, unterstützen aber die These von FRISCH et al. (2000), dass vor dem Miozän in diesem Bereich ein nach Norden entwässerndes Flusssystem vorhanden war. Das Feistritzal könnte Teil dieses Flusssystems gewesen sein (siehe auch SCHUSTER et al., 2016b).

Stopp 3.2: Anger-Piregg-Störung, Pirbachkogel-Decke / Schoberkogel-Komplex

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Aufschlüsse an der Forststraße, 1,2 km südlich von Piregg (WGS84 47°22'41" N / 015°39'03" E, Sh. 700 m).

Haltemöglichkeit: Am Beginn der Forststraße auf der Wiese.

Die Anger-Piregg-Störung ist eine steilstehende, N–S orientierte Störung, die schon lange als wesentliche tektonische Grenze bekannt ist (SCHWINNER, 1935). Nach der auf GK50 Blatt 135 Birkfeld verwendeten Nomenklatur trennt sie die Stuhleck-Kirchberg- und Rabenwald-Decke im Osten von der Pirbachkogel- und Radegund-Decke im Westen.

Die Anger-Piregg-Störung ist nur an wenigen Stellen und zumeist nur temporär aufgeschlossen. Im Bereich von Stopp 3.2 ist entlang der Forststraße ein Querprofil der Störung aufgeschlossen: Östlich der Störung lagern Orthogneise der Stuhleck-Kirchberg-Decke, welche in MATURA & SCHUSTER (2014) als Pretul-Orthogneis bezeichnet sind und die dem permischen Anteil des „Grobgneises“ entsprechen. Entlang der Störung sind diese zumeist stark phyllonitisiert und/oder kataklastisch zerbrochen (Abb. 3A). Oft schwimmen stark deformierte Alkalifeldspat-Porphyrklasten in einer homogenen, graugrünen, glimmerreichen Matrix. Am Forstweg streichen die Orthogneise parallel zur Störung und fallen mit durchschnittlich 80° gegen Osten ein. Das Streckungslinear auf den Schieferungsflächen ist dabei NW–SE orientiert (Abb. 3B).

Die eigentliche spröde Störung liegt im Geländeknick westlich der Felsnase. Heute sind dort nur mehr Lesesteine von schwarzen Ultrakataklasiten zu finden.

In weiterer Folge sind an der Forststraße wieder recht kontinuierlich Aufschlüsse von Paragneisen des Schoberkogel-Komplexes der Pirbachkogel-Decke vorhanden. Sie brechen in cm- bis wenige dm-große, polygonale Stücke mit braunen Verfärbungen durch Eisenhydroxide an den Oberflächen. Sie sind sehr monoton und feinkörnig, nur selten sind Glimmerschieferlagen mit wenigen mm-großen Granatkristallen vorhanden.



Abb. 3: **A)** Phyllonitisierter Orthogneis aus dem Nahbereich der Anger-Piregg-Störung. Die Schieferung der Gesteine und parallel dazu orientierte Phyllonitzonen fallen steil gegen Osten (rechts) ein. **B)** Strukturdaten aus dem Bereich der Störung im Aufschlussbereich. Die Schieferungsflächen (orange) der Pretul-Orthogneise streichen N–S, parallel zur Störung und damit verbundenen spröden Harnischflächen (violett). Duktile Streckungslineare fallen flach gegen SSE.

Stopp 3.3: Exenberg-Decke / Wölz-Komplex

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Straßenaufschluss an der Abzweigung der Forststraße im Steinbachgraben (WGS84 47°23'49" N / 015°36'00" E, Sh. 880 m).

Halte- und Umkehrmöglichkeit: Im Graben an der Abzweigung der Forststraße.

In den Aufschlüssen zu beiden Seiten des Baches sind zum Teil Granat führende Glimmerschiefer des Wölz-Komplexes zu sehen (Abb. 4A). Die Gesteine fallen gegen SSW ein und zeigen ein gegen Süden einfallendes Streckungslinear. Die Glimmerschiefer sind silbergrau gefärbt und brechen zu dm-großen, linsigen Stücken entlang von Schieferungs- und in relativ flachen Winkel dazu orientierten Kluffflächen. Im Handstück ist zumeist Hellglimmer und Quarz zu erkennen, wenn Granat vorhanden ist, erreicht er bis zu 5 mm im Durchmesser.

Im Dünnschliff ist zu erkennen, dass die Granatkristalle häufig einen klar abgegrenzten Kern und einen jüngeren einschlussreicheren Rand besitzen (Abb. 4B).

Datierungen zeigen, dass die Granatkerne im Perm vor ca. 270 Ma gebildet wurden, die Ränder entstanden in der Kreide um 90 Ma. Nach RÖGGLA (2007) wurden während des Eoalpidischen Ereignisses Bedingungen von 550 ± 30 °C bei $1,0 \pm 0,1$ GPa erreicht.

Eine detaillierte Beschreibung der Einheit ist in SCHUSTER & NOVOTNY (2016) enthalten.

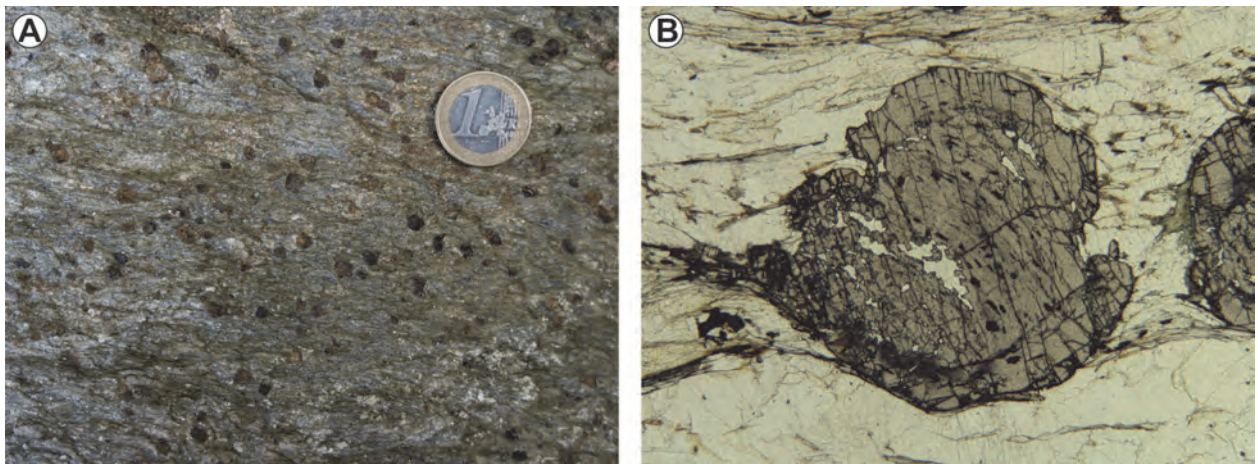


Abb. 4: Granat-Glimmerschiefer des Wölz-Komplexes. **A)** Gestein im Aufschlussbereich. **B)** Dünnschliffbild eines zweiphasigen Granates in einer Matrix aus Quarz und Muskovit (AK40, Bildbreite: 12 mm).

Stopp 3.4: Gasen-Decke / Schönberg- und Hochschlag-Formation (Grazer Paläozoikum)

Lokalität: ÖK50 Blatt 134 Passail, Au graben an der Straße von Gasen zum Brandrücken (WGS84 47°21'53" N / 015°33'57" E, Sh. 1.130 m).

Haltemöglichkeit: In der Kehre in 1.140 m Seehöhe.

An der Straße sind mehrere Aufschlüsse im Übergangsbereich von der Schönberg-Formation (?Lochkovium–?Eifelium) zur Hochschlag-Formation (?Emsium–?Eifelium) der Gasen-Decke vorhanden (HUBMANN et al., 2014). Zu sehen sind dunkelgraue bis schwarze, Grafit führende Phyllite (Abb. 5A), die zu cm-großen, dünnplattigen Stücken zerbrechen, sowie dunkelgraue, dünnbankige Kalkmarmore (Abb. 5B). Die Gesteine fallen gegen SSW ein und sind um weit offene, flach gegen SE fallende Achsen verfaltet. Im Dünnschliff ist in den Marmoren immer etwas Quarz, Muskovit und opakes Erz sichtbar, welche in manchen Lagen der Schieferung angereichert sind. Im Profil überwiegen im liegenden Teil Phyllite, welche als Schönberg-Formation kartiert wurden. Die darüber folgenden marmorreichen Abfolgen werden als Hochschlag-Formation zusammengefasst. Da sich der Aufschluss im Übergangsbereich der beiden Einheiten befindet, sind Wechsellagerungen der Lithologien vorhanden.

Nach geochronologischen Daten erfolgte die Metamorphose in der Gasen-Decke während der Unterkreide um ca. 125 Ma (FRITZ, 1988; FRITZ et al., 1992; SCHANTL et al., 2015). Basierend auf dem makroskopischen und mikroskopischen Erscheinungsbild werden für die Gesteine der Gasen-Decke Metamorphosebedingungen von 350 bis 450 °C angenommen.

Zusätzliche Information zum Aufbau des Ostrandes des Grazer Paläozoikums finden sich in SCHUSTER et al. (2016a).

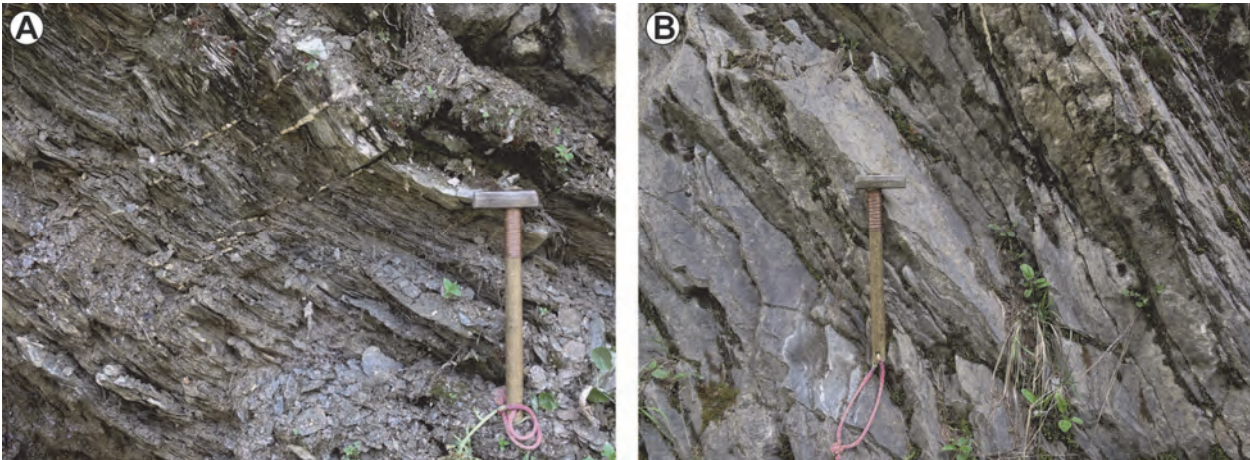


Abb. 5: Lithologien im Übergang von der Schönberg- zur Hochschlag-Formation in der Gasen-Decke des Grazer Paläozoikums. **A)** Dunkelgrauer, dünnplattig und kleinstückig brechender Phyllit. **B)** Dünnbankiger, dunkelgrauer Kalkmarmor.

Stopp 3.5: Gasen-Decke / Heilbrunn-Formation (Grazer Paläozoikum)

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Aufschluss beim Gehöft gegenüber „Disco 2000“ (WGS84 47°19'08" N / 015°38'22" E, Sh. 560 m).

Haltemöglichkeit: An der Straße bei der „Disco 2000“.

Im Aufschluss an der Forststraße hinter dem Gehöft sind silbergraue Phyllite des Heilbrunn-Lithodems anstehend, für welches ein prädevones Alter angenommen wird (HUBMANN et al., 2014). Sie fallen gegen SSW ein und zeigen auf den Schieferungsflächen ein ebenfalls gegen SSW einfallendes Streckungslinear. Weiters ist eine jüngere Kinkfaltung um eine E–W orientierte Achse vorhanden. Die Gesteine brechen dünnlagig und kleinstückig. Die Gesteine bestehen aus feinschuppigem Hellglimmer, Chlorit, Quarz und etwas Albit. Wie oben erwähnt, erfolgte die Metamorphose in der Gasen-Decke während der Unterkreide um ca. 125 Ma, bei Temperaturen zwischen 350 bis 450 °C (FRITZ et al., 1988; SCHANTL et al., 2015).

Stopp 3.6: Waxenegg-Decke / Rossegg-Komplex

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Forststraße am gegen SW hin geneigten Hang des Naintschgrabens (WGS84 47°18'25"N / 015°39'44" E, Sh. 570 m).

Haltemöglichkeit: Hangseitig an der Abzweigung der Forststraße.

Entlang der Forststraße ist ein Profil vom Hangenden ins Liegende durch den Rossegg-Komplex der Waxenegg-Decke aufgeschlossen. Die bunte Abfolge beginnt mit dunkelgrauen bis schwarzen, Grafit führenden Glimmerschiefern, in denen Lagen aus stark abfärbenden Grafit-schiefern enthalten sind. Weiters finden sich braun verwitternde Glimmerschiefer mit etwa 1 mm großen Biotitblasten. In der Fortsetzung dominieren braune Paragneise und Glimmerschiefer, in die nach etwa 200 m zwei Marmorlagen eingeschaltet sind. Die erste Marmorlage ist größtenteils rein weiß gefärbt, mittelkörnig und kaum silikatisch verunreinigt. Die zweite Marmorlage enthält mehr Glimmer und Quarz und ist grau gefärbt. Weiters finden sich vereinzelt dezimetermächtige Lagen von Amphibol führenden Gneisen bzw. Amphiboliten.

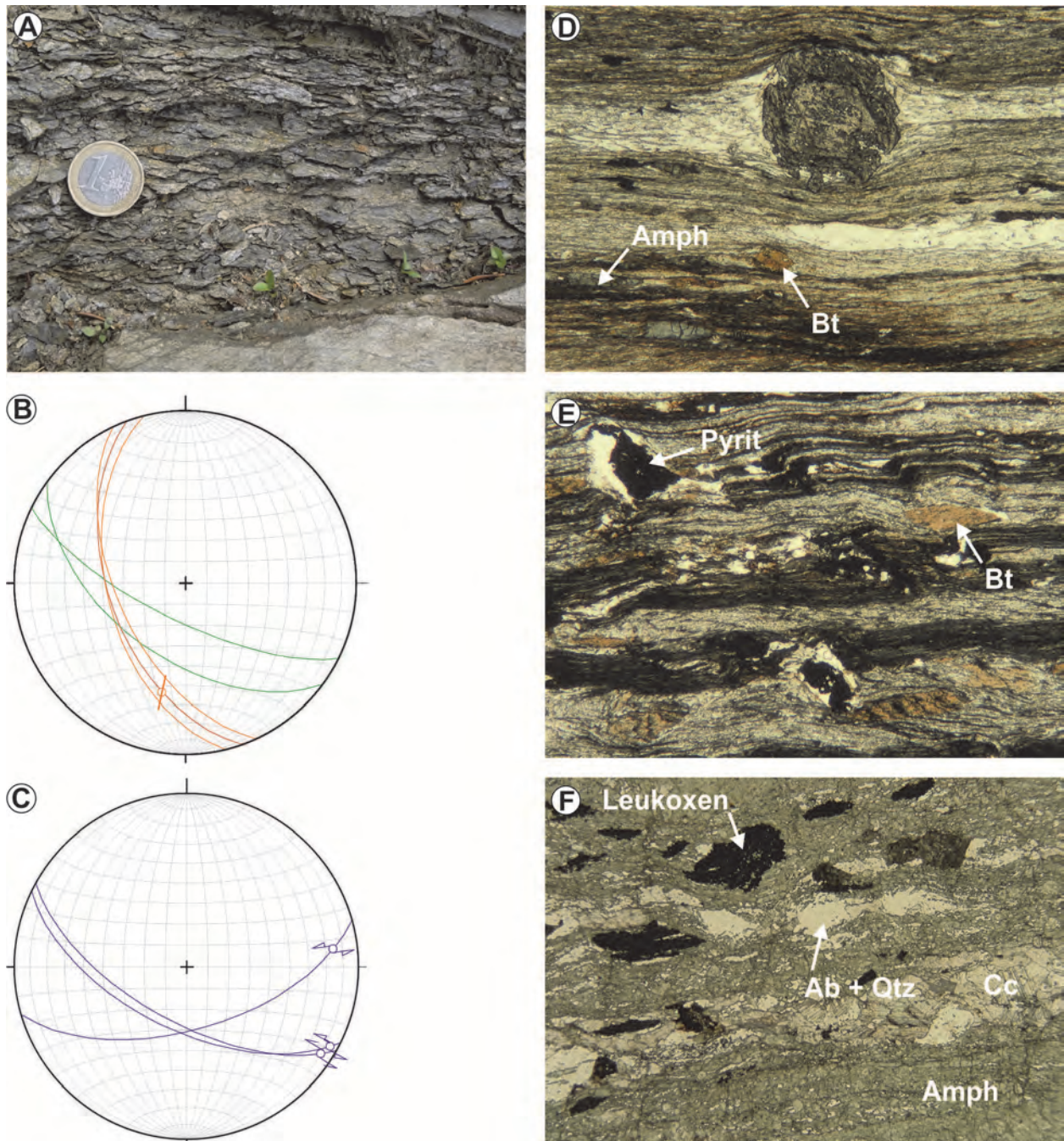


Abb. 6: Abfolge durch den Rossegg-Komplex der Waxenegg-Decke im Naintschgraben. **A)** SC'-Gefüge in grafitischem Glimmerschiefer (SW ist links). **B)** Schieferungsflächen (orange) und C'-Flächen (grün) fallen nach WSW bzw. SW ein. **C)** Ein System aus konjugierten Scherflächen zeigt einen sinistralen Bewegungssinn. **D)** Dünnschliffbild eines Glimmerschiefers mit zweiphasigem Granat und Amphibol in einer feinkörnigen Matrix aus Hellglimmer, Biotit und Chlorit (07R15, Bildbreite: 5 mm). **E)** Dünnschliffbild eines grafitreichen Glimmerschiefers des Rossegg-Komplexes mit Biotitporphyroblasten und Pyrit (08R61, Bildbreite: 5 mm). **F)** Feinkörniger Amphibolit mit Karbonat und Leukoxen (09R19, Bildbreite: 7,5 mm).

Die Gesteine fallen mittelsteil nach SSW ein und zeigen ein WSW einfallendes Streckungslinear. Zudem bilden sich in den Glimmerschiefern immer wieder SC'-Gefüge aus, welche eine Abschiebung gegen SW implizieren (Abb. 6A). Diese Strukturen werden mit der extensionellen Tektonik in der Oberkreide in Verbindung gebracht, im Zuge der das Kristallin exhumiert und mit dem Grazer Paläozoikum in Kontakt gekommen ist. An sprödetektonischen Strukturen ist ein System aus konjugierten Scherflächen mit sinistraler Bewegungssinn vorhanden. Die Flächen fallen mit einem durchschnittlichen Winkel von 60° gegen SW bzw. SE ein (Abb. 6B, 6C).

Diese Scherflächen liegen parallel zum Talverlauf und führen zu einer zusätzlichen Auflockerung des steilen Hanges. Nach dem Bau der Forststraße kam es deshalb in diesem Bereich zu Felsstürzen, die zu vorübergehenden Sperrungen der Bundesstraße geführt haben.

Im Dünnschliff ist in fast allen Glimmerschiefern des Rossegg-Komplexes Biotit und Amphibol oder Karbonat vorhanden (Abb. 6D, 6E). Der Granat ist oft zweiphasig gewachsen (Abb. 6D), wobei die Kerne wahrscheinlich im Perm gebildet wurden. In den Granaträndern bzw. in einphasig gewachsenen Granatkristallen finden sich Einschlüsse von Chloritoid, der in der Matrix kaum mehr vorhanden ist. Diese Granatgeneration entstand während des Eoalpidischen Ereignisses in der Oberkreide. Die Amphibolite sind feinkörnig und enthalten zumeist Karbonat (Abb. 6F). Nach dem makroskopischen Erscheinungsbild und der auftretenden Mineralassoziation lagen die eoalpidischen Metamorphose-Temperaturen um 550 °C.

Stopp 3.7: Radegund-Decke / Rappold-Komplex und Waxenegg-Decke / Rossegg-Komplex

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Steinbruch Christandl (nur nach Anfrage zugänglich) bei Steg (WGS84 47°17'37" N / 015°40'29" E, Sh. 530 m) oder alternativ Straßenprofil gegenüber Steinbruch nördlich des Peuntner Baches (WGS84 47°17'40"N / 015°40'32" E, Sh. 580 m).

Haltemöglichkeiten: Parkplatz bei Steinbruch Christandl, im Bereich des Straßenprofils nur für Kleinbusse und PKW an mehreren Stellen am Straßenrand.

Das Gebiet um den Steinbruch war schon mehrmals Ziel von Bearbeitungen (z.B. NEUBAUER, 1982; KRENN et al., 2008), da in diesem Gebiet die Verteilung der Indexminerale über den Kontakt von „Angerkristallin“ zum Grazer Paläozoikum gut studiert werden kann und die Grenzen der Biotit-, Granat- und Staurolithzone hier nahe zusammenrücken. Im Steinbruch fallen die Gesteine gegen SW ein. Der liegende nordwestliche Teil wird bis in eine Seehöhe von etwa 580 m vom Rappold-Komplex der Radegund-Decke aufgebaut, darüber folgt die Waxenegg-Decke mit dem Rossegg-Komplex. Die Grenze zwischen Granat- und Staurolithzone liegt nach den Verteilungskarten im oberen Teil des Steinbruchs innerhalb des Rossegg-Komplexes. Im Steinbruch ist der Rappold-Komplex mit dunkelgrauen, grafitreichen Granat-Glimmerschiefern und mittelkörnigen, grau-weiß gebänderten Marmoren vertreten (Abb. 7B). Je nach Aufschlussituation können auch Pegmatitgneise zugänglich sein. Im Steinbruch sind zwei etwa 15 m mächtige Marmorlagen aufgeschlossen (Abb. 7A). Die Glimmerschiefer des Rappold-Komplexes enthalten zweiphasig gebildeten Granat (Abb. 7C) und bisweilen Staurolith, der mit dem älteren Granat gebildet wurde. Die Paragenese mit den Granatkernen und dem Staurolith entstand im Perm bei 570 ± 20 °C bei $0,65 \pm 0,1$ GPa, zeitgleich mit der Intrusion der Pegmatite. Die eoalpidische Metamorphose in der Oberkreide erreichte 600 ± 20 °C bei $1,0 \pm 0,1$ GPa und führte zur Bildung der Granatränder (RÖGGLA, 2007).

Der Rossegg-Komplex besteht hauptsächlich aus bräunlichen, karbonatischen Glimmerschiefern, die grobblockig brechen. Diese sind im cm- bis dm-Bereich gebändert und zeigen unterschiedlichen Karbonatgehalt. Manche Lagen sind durch Eisenoxide rötlichbraun, andere durch Chlorit grünlich gefärbt. Auf den Schieferungsflächen ist Hellglimmer mit bis zu 0,5 mm Größe zu erkennen. Bei der Verwitterung entstehen karbonatische Krusten, die vor allem bei alten Aufschlüssen entlang der Straße zu beobachten sind. Eingelagert sind einzelne reinere Marmorlagen von wenigen Metern Mächtigkeit und dunkelgraue, zum Teil Hornblende führende Granat-Glimmerschiefer (Abb. 7D). In diesen ist der Granat manchmal idiomorph ausgebildet und erreicht bis zu 3 mm im Durchmesser. Staurolith wurde von KRENN et al. (2008) beschrieben, er findet sich aber selten.

Die Grenzfläche zwischen der Radegund- und der Waxenegg-Decke ist im Steinbruch zum Teil durch spröde Störungen überprägt. Generell handelt es sich um eine grünschieferfazielle bis amphibolitfazielle Scherzone, die nur im Bereich von einigen Metern bis Zehnermetern festgelegt werden kann. Klar zu erkennen ist ein SW–NE gerichtetes Streckungslinear, die Bewegungsrichtung ist jedoch nicht eindeutig, da sowohl SW als auch NE gerichtete Rotation der Granatporphyroblasten festgestellt wurde (KRENN et al., 2008; SCHANTL & BRANDNER, 2013). Nach KRENN et al. (2008) soll die Deformation während SW gerichteter, abschiebender Tektonik in der späten Kreide erfolgt sein. Die starke Ausdünnung des Metamorphoseprofils

weist auf eine stark plättende Komponente bei der Deformation hin. Die widersprüchlichen Schersinn-Indikatoren können auf eine polyphase Entwicklung und/oder auf die starke Plättung zurückzuführen sein. An der Straße ist die gleiche Situation wie im Steinbruch zu beobachten, die Aufschlusssituation ist aber lückenhafter. Marmore des Rappold-Komplexes sind in der Kurve unterhalb des Gehöftes vorhanden. Die Deckengrenze liegt im Bereich des Gehöftes und ist nicht zugänglich. Danach folgen Aufschlüsse in den karbonatischen Glimmerschiefern und schließlich in dunkelgrauen, Grafit führenden Glimmerschiefern des Rossegg-Komplexes.

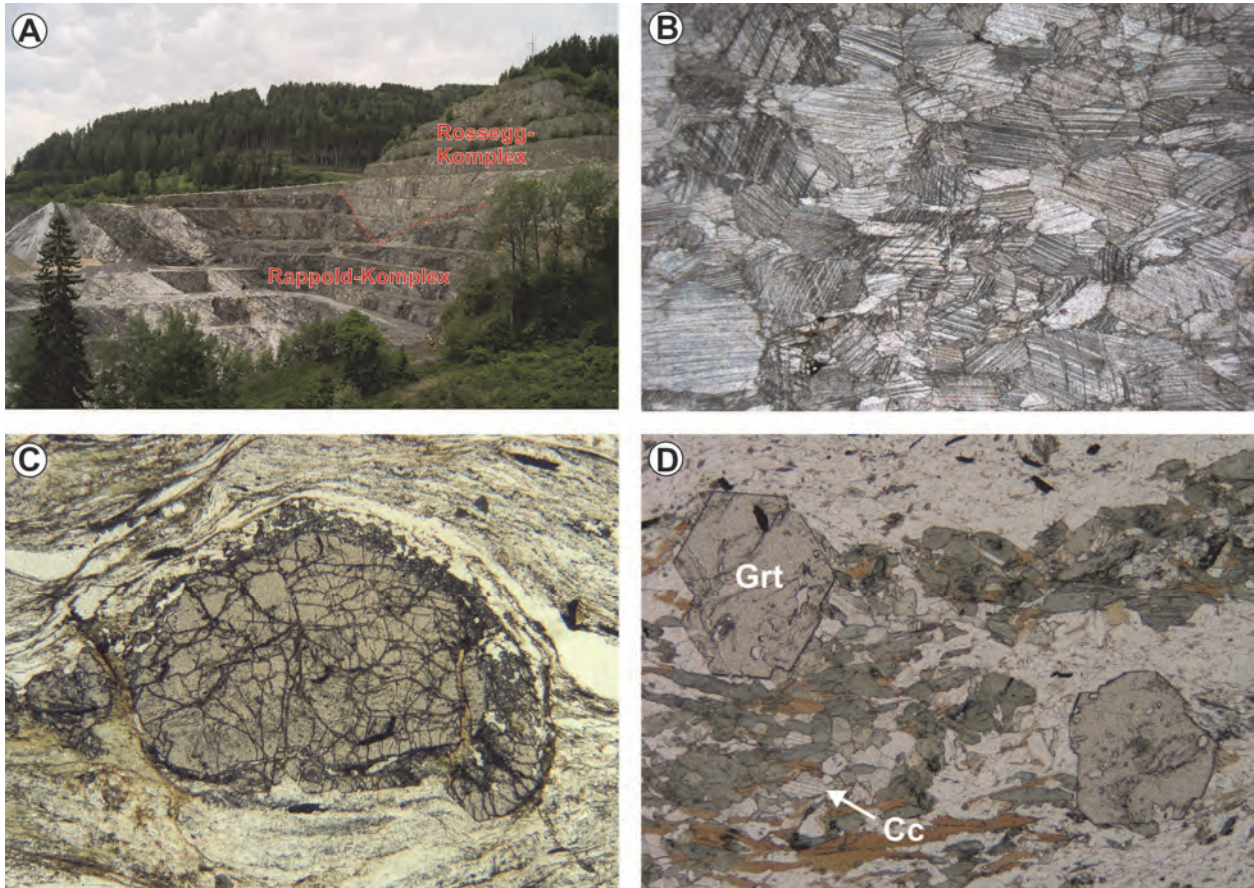


Abb. 7: **A)** Steinbruch Christandl bei Steg, Blick gegen Süden. Der östliche Teil des Steinbruchs besteht aus grafitischen Glimmerschiefern und Marmoren des Rappold-Komplexes der Radegund-Decke, der hangende westliche Teil aus karbonatischen Glimmerschiefern des Rossegg-Komplexes der Waxenegg-Decke. **B)** Dünnschliffbild eines Marmors (135/17-3, Bildbreite: 5 mm). **C)** Dünnschliffbild eines grafitreichen Glimmerschiefers des Rappold-Komplexes. Zu sehen ist ein zweiphasiger Granat in einer Matrix aus Muskovit, Biotit (teilweise chloritisiert) und Quarz (08R32, Bildbreite: 12 mm). **D)** Dünnschliffbild eines karbonatischen, Hornblende führenden Granat-Glimmerschiefers aus dem Rossegg-Komplex. Zu sehen ist idiomorpher Granat, grüner Amphibol und brauner Biotit in einer Matrix aus Quarz, Feldspat und Karbonat (03R69, Bildbreite: 7,5 mm).

Erläuterungsbereiche (N. TILCH & A. KOÇIU)

Erläuterungsbereiche 1a und 1b

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Gasenbachgraben nördlich von Haslau (1a: WGS84 47°23'18" N / 015°37'27" E, Sh. 710 m; 1b: WGS84 47°23'21" N / 015°37'18" E, Sh. 715 m).

Im Zeitraum von 24. bis 26. August 2005 ereigneten sich an der bergseitigen Böschung der Talstraße entlang des Gasenbaches mehrere Lockergesteinsrutschungen und Hangmuren, die zu Flurschäden und Verkehrsbehinderungen geführt haben (Abb. 8, 9A, 9B, 10A, 10B). Der Tiefgang der Abrissbereiche variierte zwischen wenigen Dezimetern und einem halben Meter, partiell waren die (hier phyllitischen) Paragneise der Pirbachkogel-Decke des Silvretta-Seckau-Deckensystems freigelegt (Abb. 9B, 10B).

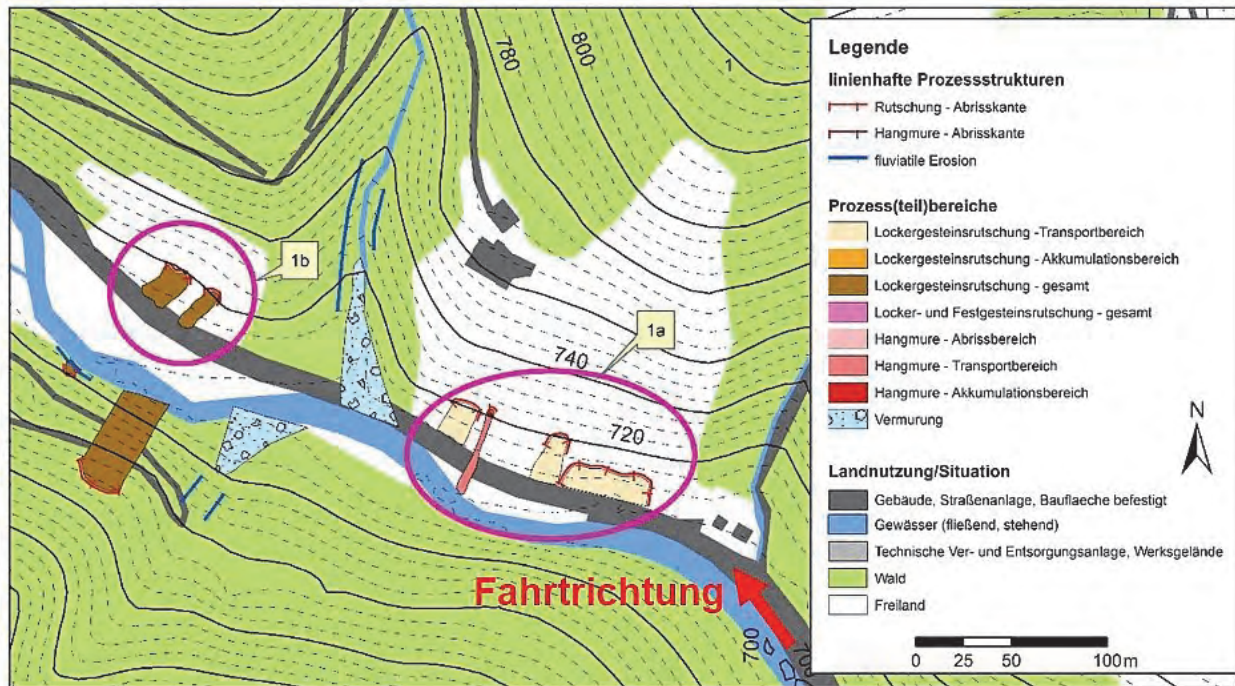


Abb. 8: Seitens der GBA erstellte Prozesskarte des Erläuterungsbereiches 1a und 1b. Quellen der Darstellungsgrundlagen: Digitales Geländemodell, © BEV; digitale Katastralmappe, Land Steiermark.

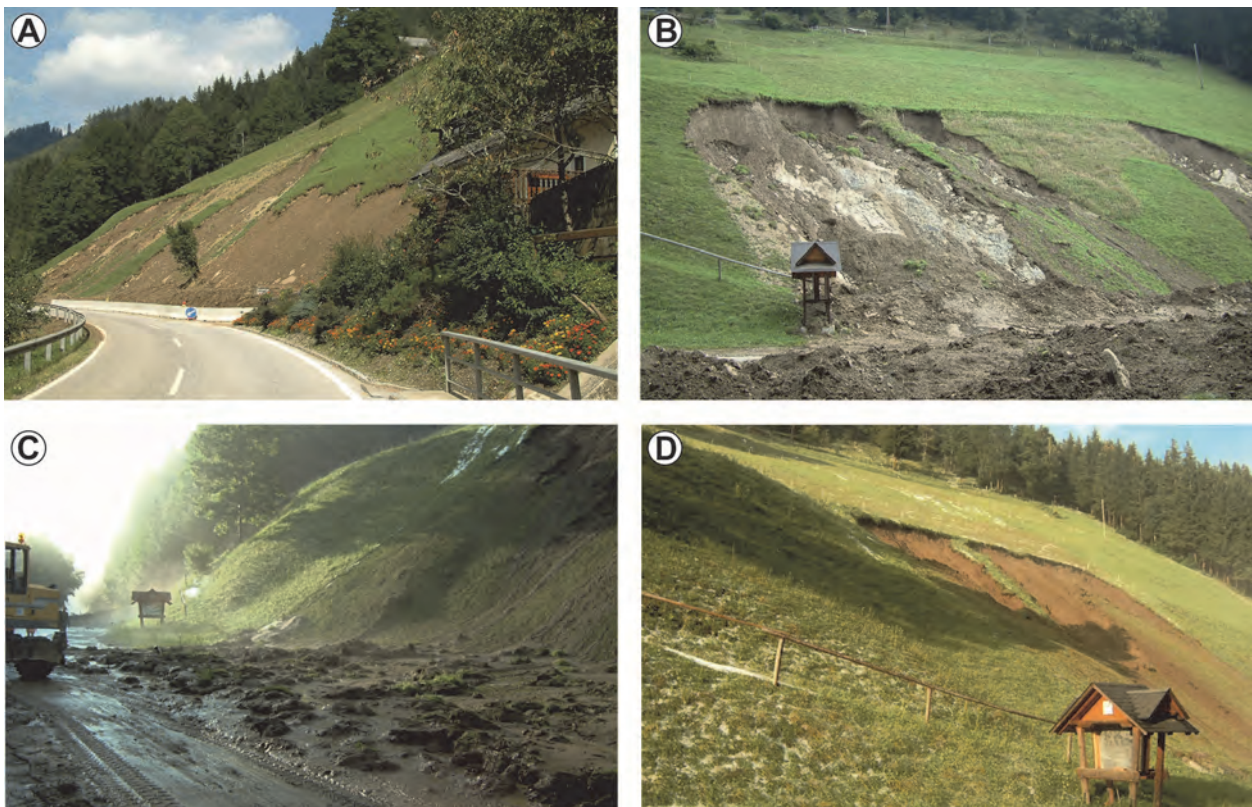


Abb. 9: **A**) Übersicht (Blick in Fahrtrichtung) und Detailansicht. **B**) der Lockergesteinsrutschungen und Hangmuren im August 2005 im Erläuterungsbereich 1a. Dieser Bereich war auch bereits im Jahr davor instabil. **C**) Übersicht (Blick in Fahrtrichtung) und Detailansicht. **D**) der Lockergesteinsrutschungen und Hangmuren im März 2004 im Erläuterungsbereich 1a. Fotoquellen: **A, B**: GBA; **C, D**: Wildbach und Lawinerverbauung.



Abb. 10: Übersicht (A) und Detailansicht (B) der Hangrutschungen im August 2005 im Erläuterungsbereich 1b. C) Der Erläuterungsbereich 1a wurde als brauner Hinweisbereich (braun umgrenzte Fläche) in den Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinerverbauung integriert, um auf mögliche Gefährdungen durch Rutschungen hinzuweisen. Details sind somit über spezielle Gutachten durch befugte Personen abzuklären.
Fotoquellen: A: Gemeinde Gasen; B: GBA; Abbildungsquelle: C: <http://www.gis.steiermark.at/>

Derartig flachgründige und kleinräumige Prozesse sind zumeist durch eine temporäre Prozessphänomenologie gekennzeichnet, so dass diese heute im Gelände nicht mehr bzw. kaum zu erkennen sind.

Im Rahmen der Exkursion sollen anhand dieser beiden Erläuterungsbereiche vornehmlich die frische Prozessphänomenologie, die (eigentliche) theoretische Singularität derartiger Prozesse (Abb. 9A–D), die Abgrenzung von einzelnen Prozessräumen innerhalb eines kleinräumigen Prozessensembles und der aktualisierte Gefahrenzonenplan (Abb. 10C) erläutert und diskutiert werden.

Erläuterungsbereich 2

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Ortsgebiet Gasen (WGS84 47°23'03" N / 015°34'42" E, Sh. 810 m).

Im Zeitraum von 24. bis 26. August 2005 ereigneten sich am bergseitigen Hang der Talstraße entlang des Gasenbaches im Ausstrichbereich der Glimmerschiefer der Exenberg-Decke des Koralpe-Wölz-Deckensystems zwei Hangmuren im Lockergestein (Abb. 11, Abb. 12A, 12B). Eine der Hangmuren überfloss die Talstraße und reichte bis zum Gasenbach, ein bachseitig gelegenes Wartehäuschen einer Bushaltestelle wurde dadurch verschoben (Abb. 12C). Die Abrissbereiche der Hangmuren wurden mittlerweile stabilisiert, der Wald am Oberhang teilweise gerodet und am Hangfuß eine Werkshalle errichtet (Abb. 12D). Die beste Gefahrenprävention ist eigentlich das Meiden (bautechnisches Freihalten) von potenziellen Gefahrenbereichen.

Im Rahmen der Exkursion soll anhand dieses Erläuterungsbereiches die Diskussion hinsichtlich des aktuellen gesellschaftlichen Umgangs mit geogen bedingten Naturgefahren angeregt werden. Einzige Indizien dafür, dass sich an diesem Hang vor etwa 10 Jahren zwei Hangmuren ereigneten, sind die heute noch schwach erkennbaren, sanften Hangmulden (ehemalige Abrissbereiche).

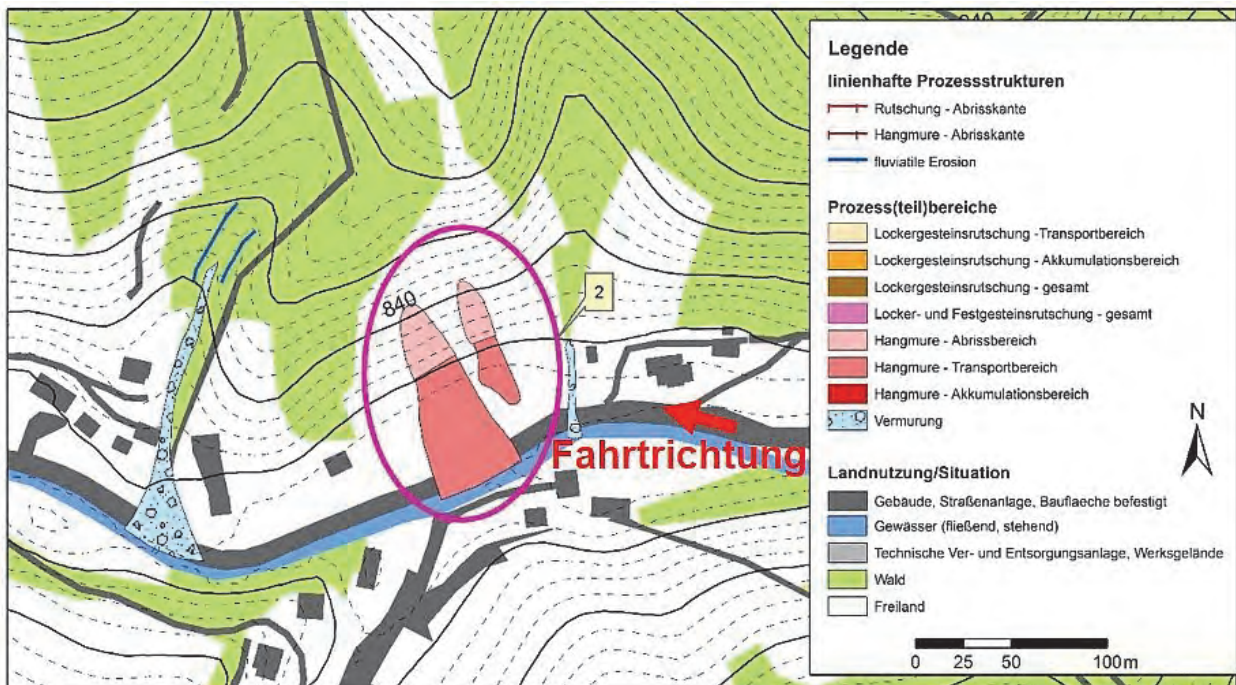


Abb. 11: Seitens der GBA erstellte Prozesskarte im Erläuterungsbereich 2. Quellen der Darstellungsgrundlagen: Digitales Geländemodell, © BEV; digitale Katastralmappe, Land Steiermark.

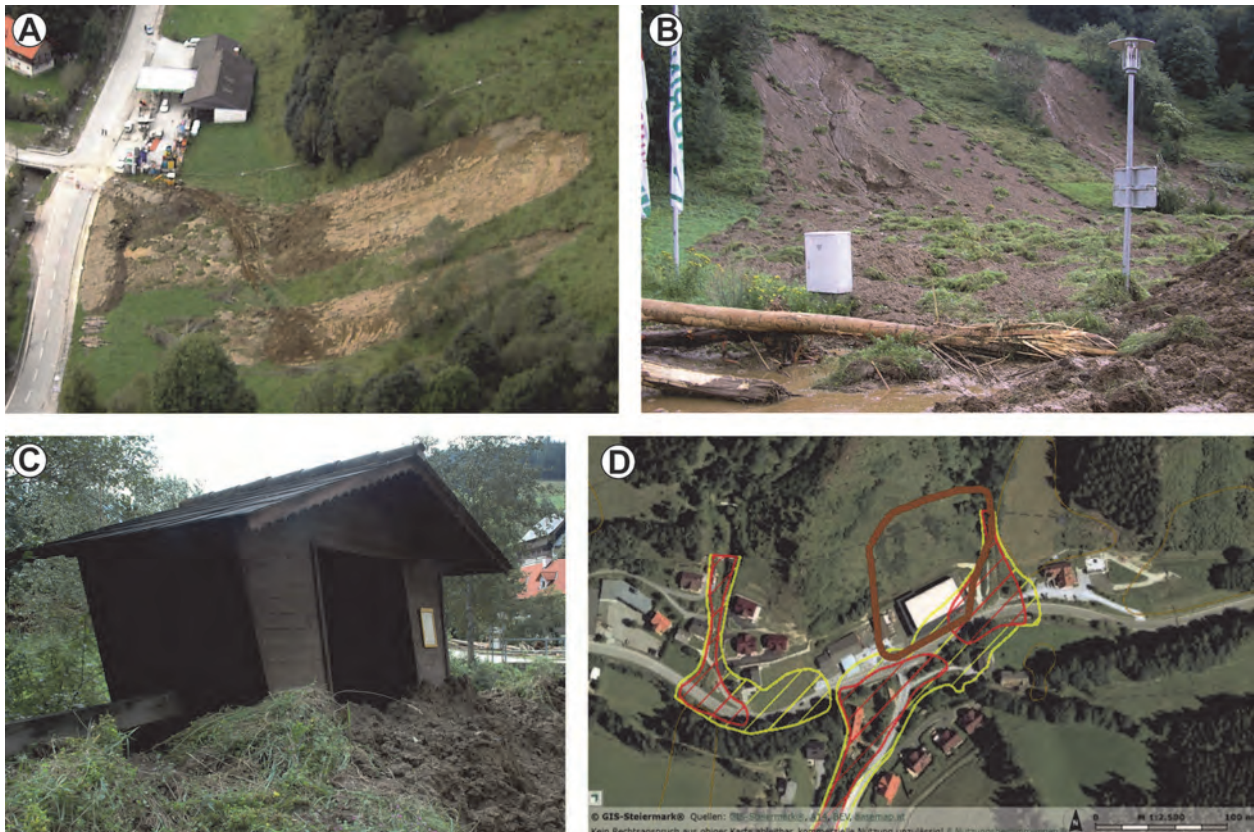


Abb. 12: Übersicht (perspektivische Luftaufnahme; **A**) und Detailansicht (**B**) der Hangmuren im August 2005 im Erläuterungsbereich 2. **C**) Durch die westliche Hangmure wurde ein Wartehäuschen einer Bushaltestelle verschoben. Der gesamte Bereich wurde als brauner Hinweisbereich in den Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinerverbauung integriert, um auf mögliche Gefährdungen durch Rutschungen/Hangmuren hinzuweisen (**D**). Details sind somit über spezielle Gutachten durch befugte Personen abzuklären. In diesen Bereich wurde mittlerweile eine Werkshalle (weiße Fläche) errichtet und ein Teil des Waldes am Oberhang gerodet. Fotoquellen: **A, B**: Gemeinde Gasen; Abbildungsquellen: **C**: Gemeinde Gasen; **D**: <http://www.gis.steiermark.at/>

Erläuterungsbereiche 3a und 3b

Lokalität: ÖK50 Blatt 134 Passail, Aufraben südlich von Gasen (3a: WGS84 47°22'47" N / 015°34'33" E, Sh. 840 m; 3b: WGS84 47°22'46" N / 015°34'45" E, Sh. 860 m).

Im Zeitraum von 24. bis 26. August 2005 ereigneten sich hier an beiden Talflanken im Ausstrichbereich der Phyllite der Gasen-Decke des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (ehemals: des Passailer Komplexes) mehrere gravitative Massenbewegungen im Lockergestein, die zu beträchtlichen Gebäudeschäden führten (Abb. 13, 15A–G).

Einerseits war am ostexponierten Hang (Erläuterungsbereich 3a) die gesamte Verwitterungsschwarte (Hangschutt und Cv-Horizont) großflächig instabil, so dass zwei Anwesen teilweise beschädigt wurden oder gefährdet waren (Abb. 15A, 15B). Die Hauptabrissskanten erstreckten sich entlang einer Geländekante (Erosionskante oder Ackerpflugkante?). Im nördlichen Teilbereich (in Blickrichtung rechts) rutschte und floss das mobilisierte Erdreich recht schnell ab, so dass dieses aufgrund der „schanzenähnlichen“ Morphologie des Unterhanges (mit Steinschichtung) das Obergeschoss eines Wohnhauses und den Dachstuhl erheblich beschädigte (Abb. 15B). Der benachbarte Hang (in Blickrichtung links) war bis dato nur initial abgerutscht und das darunter befindliche Wohngebäude dadurch vornehmlich gefährdet (Abb. 15A).

Ferner lösten sich im Erläuterungsbereich 3b an einer Geländekante des westexponierten Hanges 10 bis 15 m³ Erdmassen (Abb. 15E), welche auf der Oberfläche einer nassen Wiese fast vollständig als Hangmure mit hoher Geschwindigkeit bis zum etwa 100 m entfernt, am Hangfuß befindlichen Hof abflossen (Abb. 15C, 15D). Dadurch wurde ein Nebengebäude durchschlagen und fast vollständig zerstört (Abb. 15F, 15G).

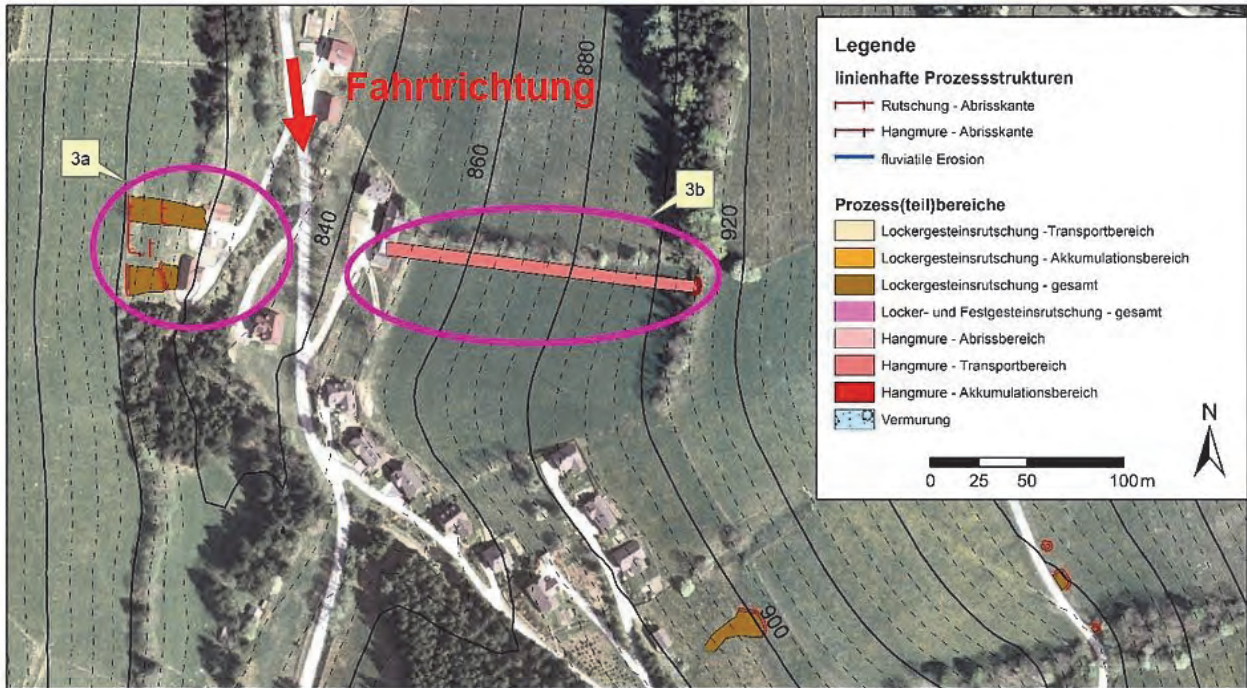


Abb. 13: Seitens der GBA erstellte Prozesskarte in den Erläuterungsbereichen 3a und 3b. Quellen der Darstellungsgrundlagen: Digitales Geländemodell, © BEV; Orthofoto, <http://www.esri.com/data/basemaps>

Aufgrund der temporären Prozessphänomenologie ist heute im Gelände nicht mehr zu erkennen, dass diese Hänge vor etwa 10 Jahren instabil waren. Neben Aussagen von Zeitzeugen und Dokumenten im Kontext zu Hangstabilisierungsmaßnahmen sind daher die erfolgten detaillierten Ereignisdokumentationen (u.a. seitens der Geologischen Bundesanstalt) äußerst wichtige Informationsquellen.



Abb. 14: In den Arealen der Erläuterungsbereiche 3a und 3b wurden braune Hinweisbereiche in den Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung integriert, um auf mögliche Gefährdungen durch Rutschungen/Hangmuren hinzuweisen. Details sind somit über spezielle Gutachten durch befugte Personen abzuklären. Abbildungsquelle: <http://www.gis.steiermark.at/>

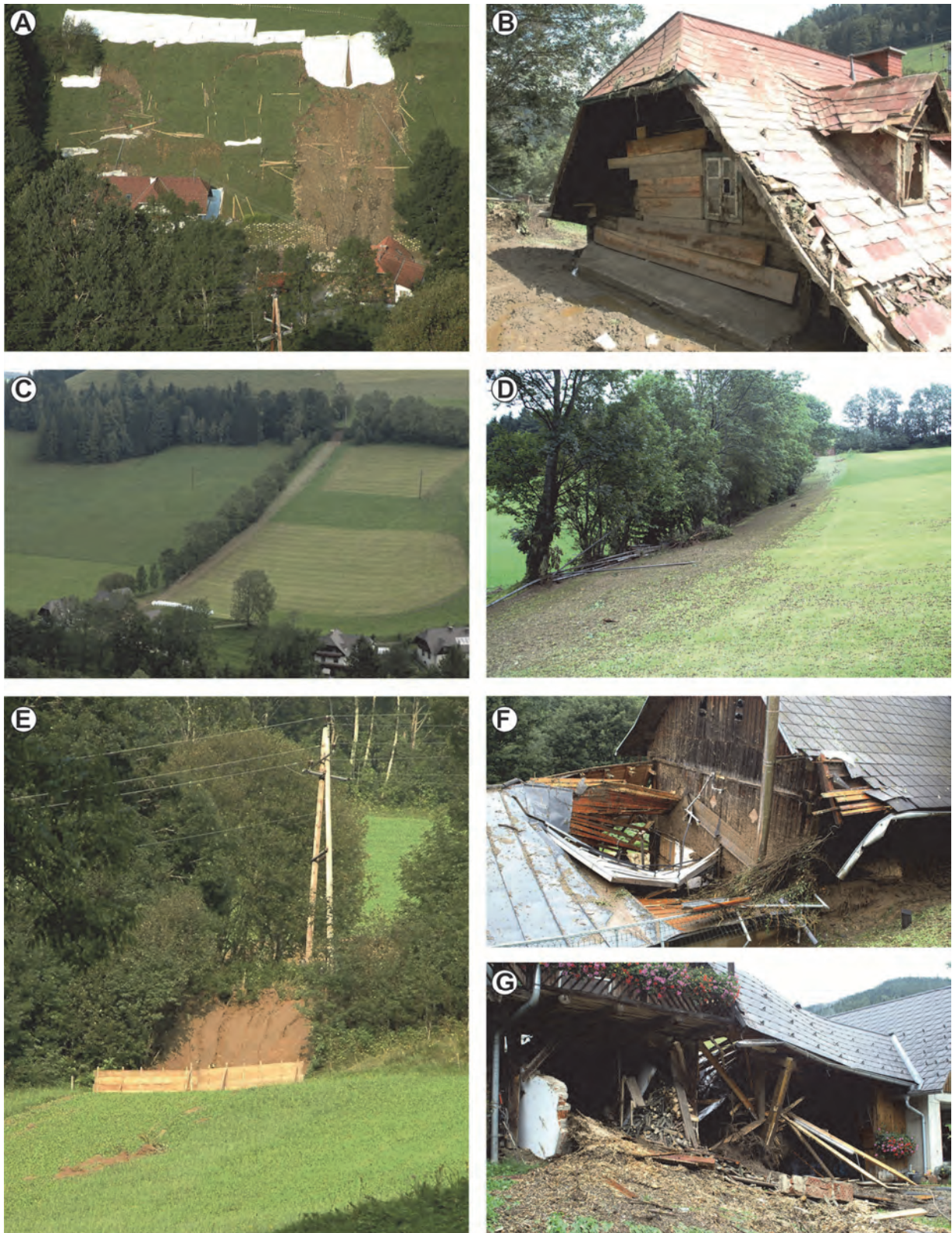


Abb. 15: **A**) Übersicht (Foto vom Gegenhang) des Erläuterungsbereiches 3a und der dort durch eine Hangrutschung im August 2005 verursachte Gebäudeschaden (**B**). **C**) Übersicht (Foto vom Gegenhang) und Detailaufnahme (**D**) des Erläuterungsbereiches 3b mit einer im August 2005 erfolgten Hangmure. Der Abrissbereich (**E**) im Erläuterungsbereich 3b ist recht klein und befindet sich an einer Geländekante. (ermittelte Kubatur: 10–15 m³) und befindet sich an einer Geländekante. Trotz der kleinen Kubatur hatte das Material der Hangmure aufgrund der geringen Rauigkeit der Vegetation (Wiese), des hohen Wassergehaltes des Hanges und des verflüssigten Hangmurmaterials eine hohe Geschwindigkeit und eine große prozessspezifische Reichweite. Dies führte zu einem beträchtlichen Gebäudeschaden eines relativ weit vom Abrissbereich entfernten, am Hangfuß gelegenen Hofes (**F**, **G**). Fotoquellen: **A**, **E**: GBA; **B**, **C**, **D**, **F**, **G**: Gemeinde Gasen.

Im Rahmen der Exkursion soll anhand dieser Erläuterungsbereiche auf die Entwicklungsstadien derartiger gravitativer Massenbewegungen eingegangen werden, da sich dadurch unterschiedliche Gefahrenpotenziale ableiten lassen. Ferner soll, anhand der Hangmure am westexponierten Hang, die mögliche Reichweite selbst kleiner Kubaturen greifbar gemacht, und der aktualisierte Gefahrenzonenplan dieses Bereiches vorgestellt werden (Abb. 14).

Erläuterungsbereich 4

Lokalität: ÖK50 Blatt 135 Birkfeld, Augraben südlich von Gasen (WGS84 47°22'07" N / 015°33'53" E, Sh. 980 m).

Im Zeitraum von 24. bis 26. August 2005 ereigneten sich hier im Ausstrichbereich der Grünschiefer der Gasen-Decke des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (ehemals: Passailer Komplex) in einem relativ kleinen Wiesenbereich verteilt, mehrere Hangmuren mit unterschiedlichen ereignisspezifischen Entwicklungsstadien (Abb. 16, 17).

Ebenso wie in den vorangegangenen Erläuterungsbereichen sind die Prozesse aufgrund der temporären Prozessphänomenologie heute nicht mehr zu erkennen.

Im Rahmen der Exkursion soll anhand dieses Erläuterungsbereiches, ergänzend zu den Erläuterungen von Bereich 3, nochmals kurz auf die Entwicklungsstadien derartiger gravitativer Massenbewegungen eingegangen werden. Ferner soll kurz erläutert werden, inwiefern derartige Prozesskenntnisse und Prozessdaten für raumplanerische und gefahrenpräventive Zwecke (Abb. 18) bedeutsam sind (z.B. für Modellrechnungen).

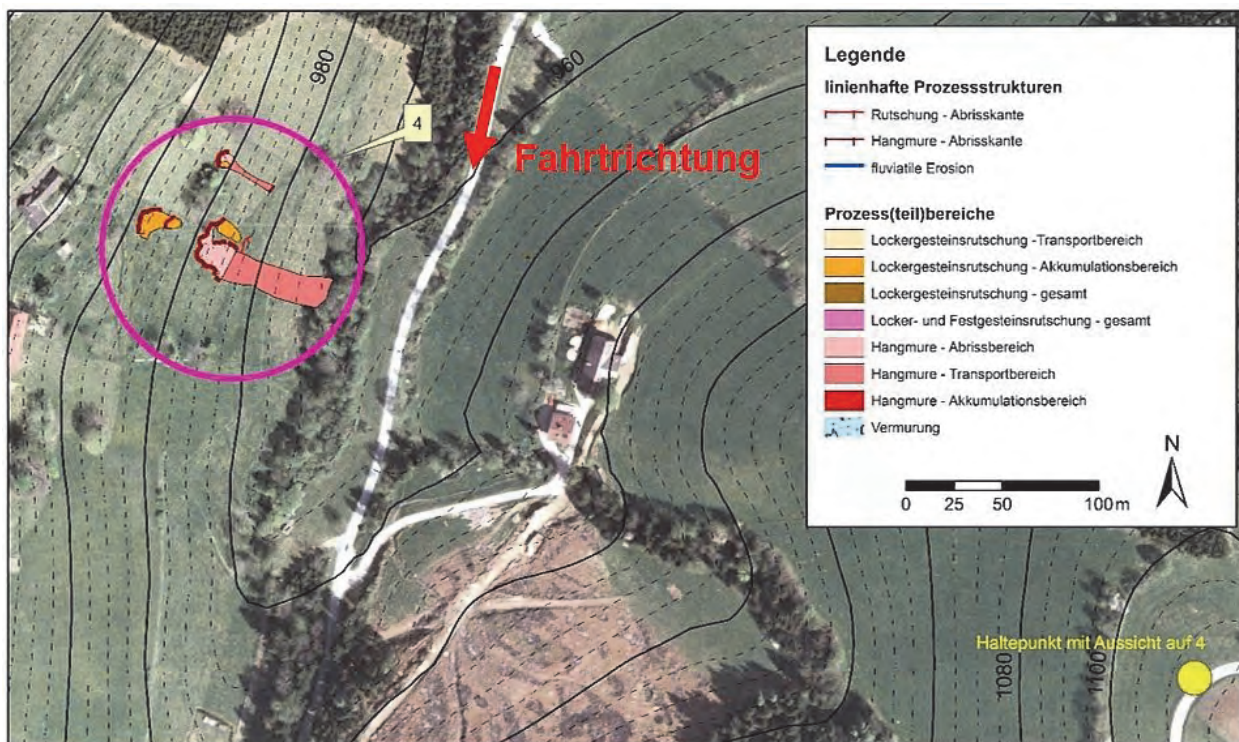


Abb. 16: Seitens der GBA erstellte Prozesskarte des Erläuterungsbereiches 4. Quellen der Darstellungsgrundlagen: Digitales Geländemodell, © BEV; Orthofoto, <http://www.esri.com/data/basemaps>. Der erläuterte Hangbereich ist von einem Haltepunkt am Gegenhang gut einzusehen.



Abb. 17: Übersicht (A) und Detailaufnahme (B) des Erläuterungsbereiches 4 mit mehreren, im August 2005 entstandenen gravitativen Massenbewegungen im Lockergestein. Deutlich zu erkennen ist, dass die Prozesse bereits in diesem recht kleinen Hangbereich sehr unterschiedliche Entwicklungsstadien haben (Anriss, initiale Rutschung bis Hangmure). Eine Quantifizierung der Einflüsse verschiedener Ursachen, prozessauslösender und den Prozessablauf bestimmender Faktoren auf das raum-zeitlich variable Prozessgeschehen ist für im Zuge von Niederschlagsereignissen spontan erfolgenden gravitativen Massenbewegungen kaum/nicht möglich. Deshalb sind auch Aussagen im Kontext zur Gefahr und zum Klimawandel nur im Sinne von *worst case*-Betrachtungen möglich. Fotoquellen: A: Gemeinde Gasen; B: GBA.

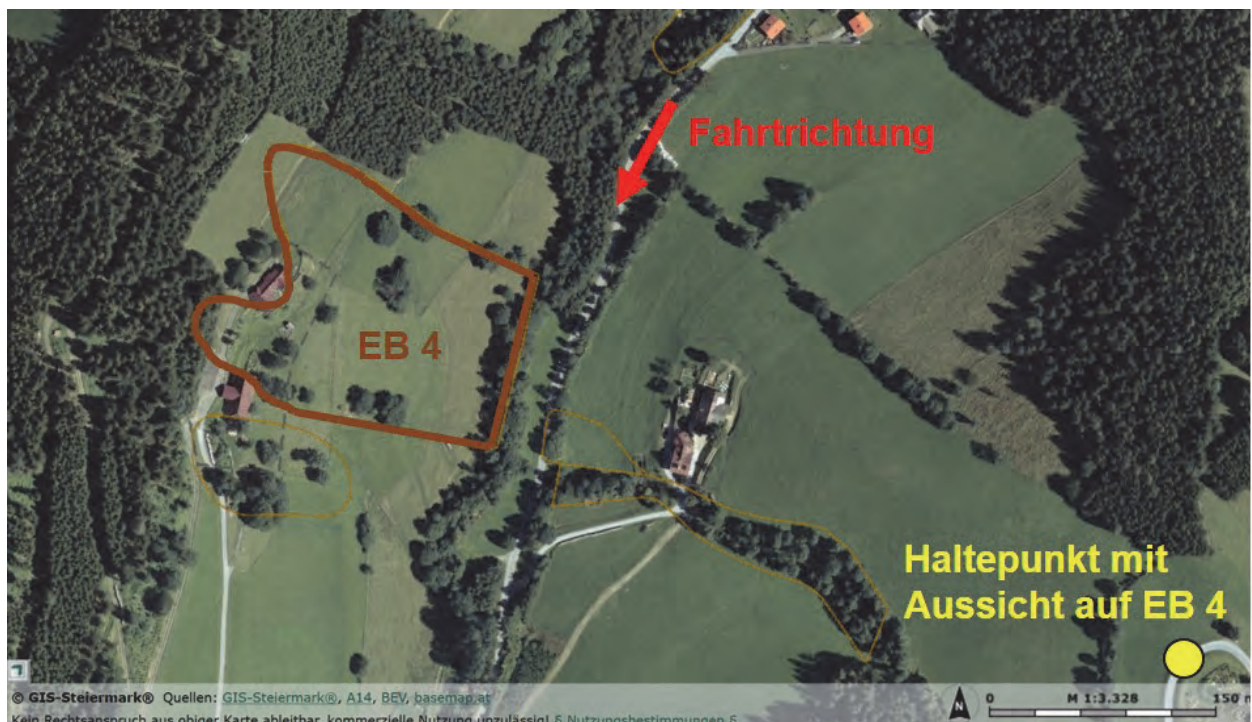


Abb. 18: Im Erläuterungsbereich 4 wurden braune Hinweisbereiche in den Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinverbauung integriert, um auf mögliche Gefährdungen durch Rutschungen/Hangmuren hinzuweisen. Details sind somit über spezielle Gutachten durch befugte Personen abzuklären. Aufgrund der nicht einschätzbaren Reichweite potenzieller Prozesse, die vergleichbar mit jenen im August 2005 sind, wurde der braune Hinweisbereich bis zur Tiefenlinie gezogen (*worst case*-Betrachtung: Alle Prozessräume entwickeln sich zu Hangmuren, wobei die maximale prozessspezifische Reichweite erzielt wird). Abbildungsquelle: <http://www.gis.steiermark.at/>

Literatur

- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark. – 127 S., Geol. B.-A., Wien.
- FRISCH, W., SZÉKELY, B., KUHLEMANN, J. & DUNKL, I. (2000): Geomorphological evolution of the Eastern Alps in response to Miocene tectonics. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., **44/1**, 103–138, Berlin–Stuttgart.
- FRITZ, H. (1988): Kinematics and geochronology of Early Cretaceous thrusting in the northwestern Paleozoic of Graz (eastern Alps). – *Geodinamica Acta*, **2/2**, 53–62, Paris.
- FRITZ, H., EBNER, F. & NEUBAUER, F. (1992): The Graz thrust complex (Paleozoic of Graz). – ALPACA field guide, Karl-Franzens-Universität Graz, 83–92, Graz.
- GEUTEBRÜCK, E. (1980): Übersicht über die kohleführenden und kohlehöflichen Tertiärgebiete der Steiermark. – Unveröff. Bericht im Rahmen des Forschungsprojektes 2975 des Fonds zur Förderung Wissenschaftlicher Forschung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, 245 S., Leoben.
- HUBMANN, B., EBNER, F., FERRETTI, A., KIDO, E., KRÄINER, K., NEUBAUER, F., SCHÖNLAUB, H.-P. & SUTTNER, T.J. (2014): The Paleozoic Era(them). – In: PILLER, W.E. (Ed.): The lithostratigraphic units of the Austrian Stratigraphic Chart 2004 (sedimentary successions) – Vol. I, Second Edition. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **66**, 9–133, Wien.
- JOCHUM, B., RÖMER, A. & BIEBER, G. (2006) Geoelektrische Messungen bei Birkfeld (Stmk.). – Unveröff. Kurzbericht, November 2006, 9 S., Geol. B.-A., Wien.
- KRENN, K., FRITZ, H., MOGESSIE, A. & SCHAFLECHNER, J. (2008): Late Cretaceous exhumation history of an extensional extruding wedge (Graz Paleozoic Nappe Complex, Austria). – *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, **97**, 1331–1352, Berlin.
- MATURA, A. & SCHUSTER, R. (2014): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 135 Birkfeld. – Geol. B.-A., Wien.
- NEUBAUER, F. (1982): Untersuchungen zur Tektonik und Metamorphose und Stellung des Grazer Paläozoikum-Ostrandes. – Die frühalpine Geschichte, Jahresbericht 1981, Hochschul-schwerpunkt S15, 93–101, Leoben.
- RÖGGLA, M. (2007): Petrographie und Petrologie des Anger Kristallins, Steiermark. – Magisterarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz, 168 S., Graz.
- SCHANTL, P. & BRANDNER, K. (2013): Petrologische und strukturgeologische Untersuchungen am Ostrand des Grazer Paläozoikums und im angrenzenden Ostalpinen Kristallin. – Bachelorarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz, 125 S. Graz.
- SCHANTL, P., SCHUSTER, R., KRENN, K. & HOINKES, G. (2015): Polyphase metamorphism at the southeastern margin of the Graz Paleozoic and the underlying Austroalpine basement units – *Austrian Journal of Earth Sciences*, **108/2**, 219–238, Wien.
- SCHMID, S.M., FÜGENSCHUH, B., KISSLING, E. & SCHUSTER, R. (2004): Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. – *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **97/1**, 93–117, Basel.
- SCHUSTER, R. & NOWOTNY, A. (2016): Die Einheiten des Ostalpinen Kristallins auf den Kartenblättern GK50 Blatt 103 Kindberg und 135 Birkfeld. – Arbeitstagung 2015 der Geologischen Bundesanstalt, 2. Auflage, 10–37, Wien.
- SCHUSTER, R., SCHANTL, P. & NOWOTNY, A. (2016a): Tektonik, Metamorphose und Abkühlgeschichte des Grazer Paläozoikums auf Kartenblatt GK50 Blatt 135 Birkfeld. – Arbeitstagung 2015 der Geologischen Bundesanstalt, 2. Auflage, 71–87, Wien.
- SCHUSTER, R., NIEVOLL, J., RUPP, C., ČORIĆ, S. & ILICKOVIĆ, T. (2016b): Neogene Sedimente und Landschaftsentwicklung im Umfeld der Kartenblätter GK50 Blatt 103 Kindberg und 135 Birkfeld. – Arbeitstagung 2015 der Geologischen Bundesanstalt, 2. Auflage, 127–143, Wien.
- SCHWINNER, R. (1935): Zur Geologie von Birkfeld. – *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*, **72**, 67–100, Graz.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. – Band 1: Die Zentralalpen. – 766 S., Wien.