

BÜSEL, K. (2016): Bericht 2014 über quartärgeologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen in den Gebieten Hinterautal, Gleirschtal, Halltal und Vomperloch (Karwendel, Tirol) auf Blatt NL 32-03-23 Innsbruck. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **156**, 293–298, Wien.

GRUBER, J. (2016): Bericht 2015 über geologische Aufnahmen im Gebiet Gleirschspitze, Hohe Warte, Pürzelkopf, Kleinkristental und Mandltal (Nordkette, Karwendel) auf Blatt NL 32-03-23 Innsbruck. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **156**, 304–309, Wien.

KERSCHNER, H. (1993): Späteiszeitliche Gletscherstände im südlichen Karwendel bei Innsbruck, Tirol. – In: PETERMÜLLER-STROBL, M. & STÖTTER, J. (Hrsg.): Der Geograph im Hochgebirge. Beiträge zu Theorie und Praxis geographischer Forschung (Festschrift für Helmut Heuberger). – Innsbrucker Geographische Studien, **20**, 47–55, Innsbruck.

SCHUH, M. (2013): Bericht 2012 über geologische Aufnahmen im mittleren und hinteren Kaisertal (Kaisergebirge) auf Blatt 3213 Kufstein. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **153**, 430–432, Wien.

SCHUH, M. (2016): Bericht 2014 über geologische Aufnahmen im Hinterautal und Gleirschtal (Karwendel, Tirol) auf Blatt NL 32-03-23 Innsbruck. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **156**, 298–300, Wien.

Bericht 2015 über geologische Aufnahmen im Gebiet Gleirschspitze, Hohe Warte, Pürzelkopf, Kleinkristental und Mandltal (Nordkette, Karwendel) auf Blatt NL 32-03-23 Innsbruck

JOHANN GRUBER
(Auswärtiger Mitarbeiter)

Geografische Lage

Das in den Sommermonaten August und September kartierte Gebiet befindet sich im südlichen Karwendelgebirge, nördlich von Innsbruck (Nordkette).

Die Westgrenze des Arbeitsgebietes fällt großteils mit dem westlichen Blattrand der Österreichischen Karte 1:50.000 – Kartenblatt NL 32-03-23 Innsbruck (nationale Blattnummer: 2223) zusammen. Sie verläuft etwa zwischen der Hohen Warte (2.597 m) im Süden und dem Pürzelkopf (1.681 m) im Norden und umfasst somit die höchstgelegenen Bereiche des Osthangs des Kleinkristentales.

Die Nordbegrenzung verläuft südlich des Gleirschtals vom Pürzelkopf im Westen quer über das vordere Kleinkristental und entlang der Forststraße südlich des Angerwaldes bis zum Angerbach (Mandltal) im Osten. Die Ostbegrenzung des Arbeitsgebietes wird durch den Angerbach und die Gleirschzähne gebildet. Die Südgrenze verläuft entlang des Hauptkammereiches der Nordkette von der Gleirschspitze (2.317 m) im Osten bis zur Hohen Warte im Westen. Weitere markante Berggipfel in diesem Kamm sind die Hafelekarspitze (2.334 m), die Seegrubenspitze (2.435 m), der Kemacher (2.480 m) und die Vordere und Hintere Brandjochspitze (2.559 m bzw. 2.599 m). Der Hauptkamm der Nordkette entsendet nach Norden mehrere scharfe Unterkämme, welche die tiefen Kare des Großkristen- (Hip-

penkar), des Kleinkristen- (Arzler Kar, Frau-Hitt Kar, Sattel- und Kumpfkar) und des Mandltales (Hafelekar, Mühlkar) trennen. Diese scharfen, langen Gratschneiden gipfeln in den Grubreisentürmen (2.266 m), in der Kumpfkarspitze (2.393 m) und in der Hippenspitze (2.388 m). Abgesehen von den Karen in der Solsteingruppe sind die „Südhänge der Nordkette“ morphologisch wenig untergliedert.

Geologischer Rahmen

Das kartierte Gebiet befindet sich vollständig innerhalb der Inntal-Decke des Tirolisch-Norischen Deckensystems und zwar an dessen Südrand.

Die Inntal-Decke überlagert die Lechtal-Decke an den Südhängen der Nordkette im unteren Drittel. Die Inntal-Decke besteht hier aus einer Schichtfolge, die vom Alpenen Buntsandstein (Höttinger Graben, Vintler Alm) bis zum Hauptdolomit (Gleirschtal, Gebiet um Seefeld) reicht. Weiter östlich kommen im Halltal an der Basis der Inntal-Decke auch noch Salze und Tone des permischen Haselgebirges vor.

Das dominante stratigraphische Element sind die anisich-ladinischen Plattformsedimente, insbesondere die mächtigen Riff- und Lagunenkalke des Wettersteinkalkes.

Innerhalb der Inntal-Decke treten große, etwa E–W streichende Faltenstrukturen auf. Von Süden nach Norden sind dies die Großfaltenstrukturen der Zirler Mäher-Synklinale, der Solstein-Antiklinale und der Gleirschtal-Synklinale sowie der Bettelwurf-Antiklinale.

Stratigrafie

Die stratigraphische Schichtfolge der Festgesteine reicht innerhalb des kartierten Gebietes von der Reichenhall-Formation des unteren Anisiums bis zum Hauptdolomit des Noriums, wenn man von einer vermutlich Würm-hochglazialen Gehängebrekzie nordwestlich unterhalb der Hippenspitze absieht.

Reichenhall-Formation (unteres Anisium)

Die Reichenhall-Formation tritt als ältestes Schichtglied an der Südgrenze des kartierten Gebietes westlich der Frau Hitt (2.270 m) an der Nordkette auf. Diese evaporitischen Ablagerungen bilden die tektonisch extrem zerlegten (deformierten) und ausgedünnten Abscherhorizonte der höheren Scherbahnen eines NW- bis N-gerichteten Überschiebungssystems (siehe Abschnitt „Tektonik“).

Es handelt sich um ockerfarben und zellig-löchrig anwitternde Rauwacken und Dolomite mit vereinzelt Einschaltungen von dünnen Eisenhydroxidlagen bzw. Eisenocker.

An der Südseite der Nordkette, im knapp außerhalb des Kartierungsgebietes gelegenen Abschnitt zwischen der Frau Hitt und der Schaferhütte (1.717 m) sowie westlich der Seegrube (Bergstation auf 1.900 m) ist die Reichenhall-Formation vollständiger und in größerer Mächtigkeit erhalten.

Der Übergangsbereich zwischen der Reichenhall-Formation und den typischen Gesteinen der Virgloria- bzw. Annaberg-Formation ist u.a. südlich des Langen Sattels (2.258 m), knapp außerhalb des Arbeitsgebietes aufge-

geschlossen. Hier treten kompakte, dm-gebankte, hellgraue bis beige Dolomite mit einer Mächtigkeit von ca. 10 m auf. In diesem Abschnitt fallen wiederholt dm- bis m-große Bereiche auf, in denen die Dolomite hellrot verfärbt sind und bereichsweise zellig-löchrig anwittern. Diese Ausbildung, die häufig an kleinere Störungen gebunden ist, könnte auf Lösung durch Verkarstung zurückgehen.

Diese Lithotypen sind kleinräumig auch am Fuß der nord-exponierten Wand westlich der Frau Hitt aufgeschlossen.

Virgloria-/Annaberg-Formation (Anisium)

Eine Differenzierung zwischen der Virgloria-Formation und der Annaberg-Formation im Kartierungsmaßstab war im Gelände nicht möglich, da kennzeichnende Lithotypen der beiden Formationen eine Wechselfolge im Meterbereich bilden. Die beiden Formationen wurden deshalb bei der Kartierung zu einer stratigrafischen Einheit subsummiert.

Diese anisische Abfolge ist im kartierten Gebiet westlich der Frau Hitt sowohl in der Liegend- als auch in der Hangendscholle des bereits oben erwähnten Überschiebungssystems aufgeschlossen. Aufgrund der tektonischen Deformation gibt es jedoch kein durchgehend aufgeschlossenes Profil, obwohl die Aufschlussverhältnisse gut sind.

Südlich einer schuttbedeckten Rinne, die von der Frau Hitt in das Frau Hitt Kar hinunter führt, sind am Wandfuß über den oben beschriebenen hellen Dolomitbänken wellig geschichtete hellgraue-beige, mergelige Kalke sowie eben geschichtete, ebenfalls hellgraue bis beige Kalke aufgeschlossen. In diese dm-dicken Kalkbänke sind vereinzelt dünngebankte, rötliche Kalke und hellgraue Dolomitbänke eingeschaltet.

Nördlich der Rinne treten mittel- bis dunkelgraue, teilweise stark bioturbate, wellig geschichtete Kalke auf, die mit m-mächtigen, hellbraunen bis beigen, dünn gebankten knolligen Kalken wechsellagern. In der Abfolge kommen auch die für die Virgloria-Formation kennzeichnenden „Wurstelkalke“ vor, die durch gehäuft auftretende Wühlspuren und Bohrgänge gekennzeichnet sind. Vereinzelt sind cm-dicke Kalkarenitbänke und dünne Crinoidenkalkbänke eingeschaltet.

Die Kalkarenite und vereinzelt auftretenden dünnen Crinoidenkalkbänke sind typisch für die Annaberg-Formation, fleckige, stark bioturbate, knollige Kalke und die eigentlichen Wurstelkalke kennzeichnen die Virgloria-Formation.

An der Südseite der Nordkette, im Bereich Seegrube–Frau Hitt–Langer Sattel sind die anisischen Schichtglieder in einem durchgehenden Profil vollständig aufgeschlossen (NITTEL, 2006).

Steinalm-Formation (Anisium)

Dieses Schichtglied ist über den dünngebankten Kalken der Virgloria-/Annaberg-Formation westlich unterhalb der Frau Hitt in Form mehrerer m-dicker, massiger, hellgrauer Kalkbänke aufgeschlossen, die in das stratigrafische Jüngere mächtiger werden. Diese Plattform-Fazies leitet nahtlos, ohne Einschaltung der Reifling-Formation zum darüber folgenden Wettersteinkalk-Riff über. Aufgrund dieser faziellen Entwicklung und der starken tektonischen Deformation in diesem Bereich ist die Hangendgrenze der Stein-

alm-Formation nicht klar erkennbar. Daher kann für die Steinalm-Formation lediglich eine Mindestmächtigkeit von etwa 30 m angegeben werden.

Die Gesamtmächtigkeit der Schichtglieder des Alpenen Muschelkalkes dürfte im Arbeitsgebiet 150 m betragen.

Wettersteinkalk (oberes Anisium bis unteres Karnium)

Der sehr gut aufgeschlossene Wettersteinkalk nimmt nahezu den gesamten Südteil des Arbeitsgebietes ein und hat die größte flächenmäßige Verbreitung aller Schichtglieder.

Innerhalb dieser tektonisch steilgestellten, meist steil nordfallenden Abfolge lässt sich eine ältere, massig ausgebildete Riff-/Vorrifffazies von einer jüngeren, mehr oder weniger deutlich gebankten Lagunenfazies unterscheiden.

Rifffazies

Im Arbeitsgebiet sind die (vergleichsweise verwitterungsbeständigen) Riffkalke entlang der Nordkette zwischen der Gleirschspitze (2.317 m) im Osten und dem Kemacher (2.480 m) im Westen durchgehend aufgeschlossen.

Diese lassen sich entlang des Goetheweges und entlang des Innsbrucker Klettersteiges exemplarisch studieren (BRANDNER & RESCH, 1981).

Für die meist hell- bis mittelgrauen Kalke sind die sogenannten „Großoolithe“ kennzeichnend, die u.a. bereits von AMPFERER & HAMMER (1898) erwähnt wurden. Dabei handelt es sich um cm- bis dm-große Hohlräume, die durch eine Reihe konzentrisch angeordneter Generationen von radiaxialen Kalzit-Zementen ausgefüllt sind. Vereinzelt ist noch ein zentraler Hohlraum erhalten geblieben.

Der Übergang von der massigen Rifffazies in die nördlich anschließende Lagunenfazies lässt sich an der Nordkette bereichsweise schwer eingrenzen, was u.a. auch in der teilweise starken tektonischen Überprägung des Wettersteinkalkes begründet ist. Nördlich des Kemachers (2.480 m) lassen sich die beiden Schichtglieder gut voneinander abgrenzen. Die stratigrafische Liegendgrenze zur Steinalm-Formation kann, wie bereits oben erwähnt, nicht eindeutig festgelegt werden, weshalb nur ungefähre Mächtigkeitsangaben möglich sind. Die Mächtigkeit der massigen bis dick gebankten Riff-Vorrifffazies nimmt entlang der Nordkette von einem zentralen Bereich nahe dem Hafelekar nach Osten und nach Westen deutlich ab. Sie beträgt im Bereich des Hafelekars ungefähr 300 m, weiter westlich im Bereich des Kemachers ca. 200 m und im Bereich der Vorderen Brandjochspitze noch maximal 100 m.

Lagunenfazies

Der weitaus überwiegende Teil des Wettersteinkalkes entfällt im kartierten Gebiet auf die Lagunensedimente der Wettersteinkalk-Plattform.

Diese hellgrauen bis beigen Kalke sind im basalen Teil mit m-dicken Bänken generell dickbankig entwickelt. Eine Ausnahme bilden die dünngebankten, aus Algenlaminiten bestehenden Kalke im Bereich des Langen Sattels südwestlich des Kemachers (2.480 m).

Gegen das stratigrafisch Hangende wird die Abfolge generell dünnbankiger und die Bankung zunehmend deutlicher.

Die obersten 250 bis 300 m bestehen aus einer zyklischen Wechselfolge von dm- bis m-dicken Kalkbänken und dm- bis m-dicken Einschaltungen von dünnbankigen, meist feinlaminieren hell- bis mittelgrauen Dolomiten. Einzelne Dolomitbänke zeigen eine sedimentäre Brekzierung mit mm- bis cm-großen (Kantenlänge), mittelgrauen Komponenten in einer beige Matrix. Die Kalkbänke bestehen aus Algenlaminiten, die vor allem in der Anwitterung gut erkennbar sind. Daneben nehmen gegen das stratigrafisch Hangende die sogenannten „Messerstichkalke“ deutlich zu. Dabei handelt es sich um m-dicke, graue bis beige Kalke mit zahlreichen mm- bis cm-großen Hohlräumen mit länglich-ovalem Querschnitt, die auf hypersalinare Bedingungen innerhalb der Wettersteinkalk-Lagune hinweisen.

Die erosionsanfälligeren Dolomite wittern, auch aufgrund der Steilstellung der Abfolge, deutlich zurück, wodurch die Kalkbänke als Rippen reliefartig hervortreten.

Was die Bankungsdicke betrifft, zeigt sich bei Kalken und Dolomiten ein gegenläufiger Trend. Während die Einschaltungen von Dolomiten zum Top der Abfolge zunehmend dickbankiger werden, nimmt die Bankungsdicke der Kalke deutlich ab.

Nordalpine Raibler Schichten (Karnium)

Die Nordalpinen Raibler Schichten treten im Kartierungsgebiet im Bereich des Arzler Kars und innerhalb einer nordvergenten Synklinalstruktur im Bereich Widdersberg (2.015 m)-Angerwald auf, wo sie zum Teil sehr gut aufgeschlossen sind.

Über den Lagunensedimenten des Wettersteinkalkes folgt mit scharfem Kontakt der erste Schiefertong-Horizont der Nordalpinen Raibler Schichten. Dieser bildet im Abschnitt zwischen dem Kleinkristental im Westen und dem Mandltal im Osten eine 40 bis 50 m breite, stark zurückwitternde, etwa in E-W-Richtung verlaufende Rinne, die bis auf einen kleinen Abschnitt im Bereich des Widdersberges zur Gänze von blockigem Kalkschutt bedeckt ist.

Unmittelbar südlich des Widdersberges treten innerhalb des ersten Schiefertong-Horizontes m-mächtige, Illit führende, schwarze bis grünlichbraune, dünnblättrig brechende Silt- und Tonsteine, quarzreiche Feinsandsteine, dm- bis m-dicke Bänke aus dunkelgrauen, hellbraun bis ockerfarben anwitternden Onkolith-Kalken sowie stark bioturbate Kalkmergel und Mergel in dm-dicken Bänken auf. Einzelne dünne Kalkbänke bestehen überwiegend aus Muschelschill u.a. der *Auster Lophamontiscaprilis* (KLIPSTEIN).

Über dem ersten Schiefertong-Horizont folgen bis zum zweiten, etwa 10 m mächtigen Schiefertong-Horizont überwiegend m-dicke, hellgrau-beige, verkarstete Kalkbänke, die mit dm-bis m-dicken, stark zurückwitternden Silt- bis Tonsteinen und Mergeln alternieren. Daneben treten in der Abfolge auch cm- bis dm-dicke hellgraue bis hellbraune, teilweise strukturlöse, teilweise feinstlamierte Dolomitbänke auf. Vereinzelt sind dm- bis m-dicke Bänke aus sedimentären Brekzien eingeschaltet. Östlich unterhalb des Widdersberges kommen zurückwitternde helle Einschaltungen mit Slumping-Strukturen und synsedimentär zerglittenen, dm-dicken Bänken vor.

Der untere Teil der Nordalpinen Raibler Schichten, in welchem Kalke, Mergel, Silt- und Tonsteine wechsellagern, erreicht im Arbeitsgebiet eine Mächtigkeit von 150 bis 200 m.

Der obere Teil, in welchem vor allem Rauwacken und Dolomite auftreten, entspricht dem dritten Karbonat-Horizont sensu JERZ (1966). Er besteht aus einer sehr variablen, vermutlich über 250 m mächtigen Wechselfolge von kompakten mittel- bis dunkelgrauen, bräunlich anwitternden, bituminösen Dolomiten, Mürbdolomiten und zellig bis kavernös anwitternden mittelgrauen bis hellbraunen Rauwacken mit stark wechselnden Bankungsdicken.

Im oberen Teil dieser Abfolge sind wiederholt dm-dicke Bänke aus intraformationellen sedimentären Brekzien von graubeiger Farbe sowie dm-dicke Mergelbänke eingeschaltet. Innerhalb der mergeligen Einschaltungen sind vereinzelt synsedimentäre Slumpingstrukturen erkennbar.

Der Übergang zum Hauptdolomit, aufgeschlossen an der Nordseite (orografisch linken Seite) des Arzler Kars, ist durch bituminöse Dololaminite gekennzeichnet, wie sie auch im basalen, ca. 200 m mächtigen Teil des Hauptdolomits auftreten.

Die dolomitisch-evaporitische Abfolge des oberen Abschnitts der Nordalpinen Raibler Schichten erreicht im Arzler Kar eine Mächtigkeit von 200 bis 250 m.

Die Gesamtmächtigkeit der Nordalpinen Raibler Schichten beträgt im Arbeitsgebiet 350 bis 400 m.

Hauptdolomit (Norium)

Der Hauptdolomit ist als jüngstes triassisches Schichtglied im kartierten Gebiet östlich und westlich des Kleinkristentales aufgeschlossen.

Wie oben bereits erwähnt, besteht der basale, ca. 200 m mächtige Teil des Hauptdolomits überwiegend aus stark bituminösen mittelgrauen, bräunlich anwitternden, dm-dicken feinstlaminieren Dolomitbänken. Bereichsweise sind dünnbankige, dunkelgraue Dolomite eingeschaltet.

Darüber nimmt der Anteil der bituminösen Dolomite deutlich ab und es folgt eine Wechselfolge von graubraun anwitternden, dm-gebankten strukturlosen Dolomikriten, mittelgrauen Dolospariten und dünngebankten mittel- bis dunkelgrauen Algenlaminiten. Vereinzelt sind in diese Abfolge helle, schmutzig-weiße bis beige dm-dicke Dolomitbänke eingeschaltet.

Die Hangendgrenze des Hauptdolomits zum Plattenkalk befindet sich nordwestlich außerhalb des Arbeitsgebietes. Die aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt etwa 1.000 bis 1.200 m.

Quartäre Ablagerungen

Gehängebrekzie im Bereich Arzler Kar - Hippenspitze

Nordwestlich unterhalb der Hippenspitze (2.388 m), am Geländerücken, der das Arzler Kar (Kleinkristental) im Osten vom Großkristental im Westen trennt, ist eine hellgraue, nahezu matrixfreie monomikte Gehängebrekzie mit eckigen Komponenten aus Wettersteinkalk aufgeschlossen. Es ist eine deutliche Schichtung im dm-Maßstab erkennbar, die durch einen Wechsel der Korngrößen (Feinkies bis Steine) bedingt ist.

Die Schichtung fällt mittelsteil etwa nach Westen gegen den heutigen Hang ein.

Die heutige Position der Gehängebrekzie ist nur verständlich, wenn man eine völlig andere morphologische Ausgangssituation zur Zeit ihrer Bildung annimmt. Vermutlich handelt es sich um eine hochglaziale Eisrandbildung.

Spuren der Würm-hochglazialen Vereisung

Die einzigen Zeugen der Würm-hochglazialen Vergletscherung sind Reste von Grundmoränenablagerungen südlich des Angerwaldes.

MUTSCHLECHNER (1948) beschreibt in seiner Arbeit u.a. auch die höchsten Fundorte von (v.a. kristallinen) erraticen Geschieben im Karwendelgebirge. Im Bereich der Gleirschspitze („Gleirschköpfeln“) fand er ein gerundetes Geschiebe aus Quarz, das vermutlich aus der würmzeitlichen Hochvereisung stammt.

Ansonsten gibt es zahlreiche morphologische Hinweise für die hochglaziale Vereisung, wie z.B. abgerundete Grate und Schliiffkehlen.

Die Kare selbst sind im Zuge mehrerer Eiszeiten geformt worden.

Moränenablagerungen der spätglazialen Stadien

Im Kartierungsgebiet gibt es eine Reihe von tief ausgeschürften, nordexponierten Karen als augenscheinlichste Hinterlassenschaft der Vereisungen. Diese Kare verlaufen quer zum Streichen der Schichtung, oft in Verbindung mit Störungen. Von Westen nach Osten sind dies: das Hippenkar, das Frau-Hitt Kar, das Sattelkar, das Kumpfkar, das Steinkar (Stoankar), das Hafelekar sowie das Kar westlich der Gleirschspitze.

In den Karen finden sich zahlreiche Hinterlassenschaften der stadialen Vergletscherungen des Würm-Spätglazials. Dies sind Seiten- und Endmoränen sowie zum Teil auch Grundmoränen (fluted moraines), die gestaffelt von den hinteren Karen bis in das Gleirschtal auftreten. Die auf ca. 1.200 bis 1.300 m gelegenen Moränen am Ausgang des Groß- und Kleinkristentals im Bereich Möslalm könnten auf das Gschnitz-Stadium zurückgehen.

Die Moränenwälle, die auf Höhe 1.900 bis 2.000 m die Karausgänge abschließen, sind eher dem Egesen-Stadium zuzuordnen.

Frische Anschnitte, in denen das Moränenmaterial aufgeschlossen ist, sind selten. Im Arzler Kar, wo die Erosionsreste eines auf eine spätglaziale Vorstoßphase zurückgehenden Endmoränenwalls aufgeschlossen sind, treten rein karbonatische Diamikte mit wenig Feinanteil auf. Die eckigen bis kantengerundeten Komponenten, deren Größe von Feinkies bis m-großen Blöcken reicht, sind zum Teil gekritzelt. Das Komponentenspektrum besteht aus Wettersteinkalk, daneben treten auch Komponenten der Nordalpinen Raibler Schichten und des Hauptdolomits auf. Die Komponenten der Moräne am Langen Sattel stammen vermutlich zur Gänze aus dem Wettersteinkalk.

Blockgletscherablagerungen

Zwischen den Moränen des Gschnitz- und den höchstgelegenen Moränen des Egesen-Stadiums sind im Mandltal mehrere konvexe, gletscherartige Lockersedimentkörper ausgebildet. Diese sind mit ihren typischen morphologischen Merkmalen wie steilen frontalen Böschungen, Wül-

ten und Vertiefungen im Sedimentkörper als fossile Blockgletscher bzw. Blockgletscherablagerungen zu deuten. Zum Teil sind die Blockgletscher aus reinen Hang- und Blockschutthalden hervorgegangen, teilweise entwickelten sie sich aus End- und Seitenmoränen. Sie waren vermutlich im Spätglazial aktiv.

Von KERSCHNER (1993) gibt es eine Detailstudie über die Blockgletscher an der Nordseite der Nordkette.

Hang- und Murschuttablagerungen

An den steilen Flanken der Kare innerhalb des Wettersteinkalkes treten, teilweise blockige, Sturz- und Hangschuttablagerungen, meist in Kegelform auf.

Die Hangschuttschürzen und -kegel aus dem Hauptdolomit an der Nordseite des Arzler Kars sind aufgrund ihrer kleinstückigen Verwitterung generell wesentlich feinkörniger.

Häufig sind diese Schuttablagerungen durch Murgänge umgelagert. Muren- und Schwemmkegel, die v.a. im Kleinkristental häufig auftreten, entwickelten sich am Ausgang von Erosionsrinnen.

Vor allem tektonisch zerlegte Gesteine an Störungszonen fungieren aufgrund ihrer hohen Verwitterungsanfälligkeit als Liefergebiet für Hang- und Murschuttablagerungen.

Tektonik

Wie bereits erwähnt, wurden die Gesteine des Arbeitsgebietes durch eine weitspannige Faltung geprägt. Die Plattformsedimente des Wettersteinkalkes sind über weite Bereiche des Arbeitsgebietes am Nordschenkel der Solstein-Antiklinale steilgestellt. Im Abschnitt zwischen dem Großkristental im Westen und den Gleirschzähnen im Osten streichen die Lagunensedimente generell in ENE-Richtung und fallen in der Regel steil nach NNW ein. Bereichsweise sind sie überkippt und steil südfallend. Die geringe Streuung der Schichtlagerungswerte ist auf die mechanische Kompetenz der Wettersteinkalk-Plattform zurückzuführen. Die weitspannige Faltung dieser Abfolge erkennt man an den nordexponierten Wänden der Brandjochspitzen (Vordere Brandjochspitze, 2.559 m und Hintere Brandjochspitze, 2.599 m), wo der Wettersteinkalk (Lagune) im Kulminationsbereich der Solstein-Antiklinale eine flache Schichtlagerung aufweist. Das Abtauchen der Schichtung nach Norden ist weiter westlich an der Nordwand des Kleinen (2.541 m) und des Großen Solsteins (2.637 m) eindrucksvoll aufgeschlossen.

Abgesehen von den Großfaltenstrukturen reagieren die Plattformsedimente auf tektonische Beanspruchung bruchhaft, was an den zahlreichen Störungen erkennbar ist, welche die gesamte Wettersteinkalk-Plattform zerhacken.

Die mechanisch inkompetenteren Gesteine der anisichen Schichtglieder und die Nordalpinen Raibler Schichten wurden zwar ebenfalls in den großräumigen Faltenbau einbezogen, es herrscht hier jedoch ein anderer Deformationsstil vor, da sie bereichsweise auch an Sekundärfalten kleinräumig deformiert wurden.

In der Folge werden einige tektonische Strukturen im Arbeitsgebiet kurz beschrieben.

Störungen und Faltenstrukturen im Bereich der Frau Hitt

Die anisichen Schichtglieder im Nahbereich der Frau Hitt weisen ein komplexes Deformationsmuster auf. Am Fuß der Nordwand, die von der Frau Hitt nach Westen in das Frau Hitt Kar zieht, streicht eine mittelsteil SW-bis W-fallende Störungsfläche aus. Die wenigen gemessenen Schergefüge an der abschnittsweise als Spiegelharnisch vorliegenden Scherfläche zeigen eine Überschiebung nach Nordwesten an.

In der Hangendscholle dieser Störung ist eine etwa ENE-streichende, NNW-vergente Antiklinalstruktur entwickelt, die vermutlich dem Kernbereich der Solstein-Antiklinale entspricht. Im Bereich des Frau Hitt-Sattels, etwa 200 m westlich der Frau Hitt (2.270 m) befindet sich das Scharnier der Antiklinale. Hier sind an zwei weiteren, nahe übereinander folgenden Überschiebungen extrem zerscherte, ockerfarbene Rauwacken und Mergel der Reichenhall-Formation eingeschuppt. Diese beiden Störungen stellen vermutlich höhere Zweigüberschiebungen eines NW- bis N-gerichteten, duplexartigen Falten- und Überschiebungssystems dar, in welchem die oben beschriebene Störung am Fuß der Nordwand die tiefste Scherfläche bildet. Die mittlere dieser drei Teil-Überschiebungen ist deutlich erkennbar an der Antiklinale mitverfaltet.

Diese Strukturen scheinen im Zuge einer E-W-Kompression mit Überschiebungen überprägt worden zu sein, deren Hangendschollen nach Osten bewegt wurden.

In der Liegendscholle der basalen Überschiebung bilden die anisichen Kalke der Annaberg- /Virgloria-Formation eine weitere, etwa ENE-streichende, nordvergente Antiklinale, deren Achse mit ca. 20° nach WSW einfällt. Innerhalb des überkippten Nordschenkels kann man eine, vermutlich im Zuge der Faltung, steilgestellte kleine Abschiebung erkennen, an der die Kalke der Steinalm-Formation gegen dickbankige bis massive Riff-/Vorriffkalke des Wettersteinkalkes versetzt sind.

Die anisichen Schichtglieder sind westlich des Frau Hitt-Sattels an einer mit etwa 60° nach WSW einfallenden Störung gegen die massigen Riff-/Vorriffkalke des Wettersteinkalkes begrenzt. Diese Geometrie lässt sich am besten mit einer Abschiebung erklären.

Gleirschtal-Synklinale südlich des Angerwaldes

Im Gebiet zwischen dem Widdersberg im Süden und dem Angerwald im Norden ist eine der großen Synklinalstrukturen in der Inntal-Decke des Karwendelgebirges entwickelt, die Gleirschtal-Synklinale. Diese streicht etwa E-W und zeigt eine flach nach Westen einfallende Faltenachse. Der Kern dieser Synklinale wird von den Nordalpinen Raibler Schichten eingenommen.

Im Südflügel, wo die Nordalpinen Raibler Schichten in einem nahezu durchgehenden Profil aufgeschlossen sind, ist die Schichtung subvertikal und entweder aufrecht (steil nordfallend) oder überkippt (steil südfallend).

Die Nordalpinen Raibler Schichten im Nordflügel dieser Synklinale (bewaldete Hänge südlich des Angerwaldes) fallen generell mittelsteil nach Süden ein, wobei es vereinzelt deutliche, durch Sekundärfaltung bedingte, Abweichungen vom generellen Einfallswinkel gibt. Gleiches gilt auch für den Kernbereich der Synklinale.

Im östlichsten Teil streicht das hier sehr enge, vermutlich nach Norden durchgescherte Scharnier dieser Struktur in die Luft aus. Im Westen ist die Synklinale durch eine etwa N-S streichende, subvertikale Störung begrenzt (siehe unten).

Seitenverschiebung an der Ostseite des Kleinkristentales

In den Felshängen östlich über dem Kleinkristental ist die oben erwähnte, quer zum Schichtstreichen etwa N-S verlaufende, subvertikale Störung aufgeschlossen, an der die Nordalpinen Raibler Schichten im Osten gegen den Hauptdolomit im Westen versetzt sind.

Der sinistrale Bewegungssinn an der Störung erschließt sich aus dem Kartenbild, aus dem sich auch ein scheinbarer Versatzbetrag von mindestens 800 m ableiten lässt.

Die Spur der Seitenverschiebung im Gelände ist vom Gegenhang, bzw. von höher gelegenen Stellen im Bereich des Arzler Kars gut erkennbar. Daneben fallen auch aus größerer Entfernung die unterschiedlichen Verwitterungsformen der Gesteine östlich und westlich der Störung auf.

Im nördlichen Abschnitt der Störung, wo der Hauptdolomit gegen Mürbdolomite und Rauwacken der Nordalpinen Raibler Schichten versetzt ist, liegt die Seitenverschiebung als bereichsweise über 10 m breite, diffuse Störungszone vor, in der die Gesteine kleinstückig zerlegt bis kataklastisch deformiert sind.

Im Südabschnitt, wo der Hauptdolomit gegen Kalke und Tonschiefer versetzt ist, verläuft die Störung innerhalb eines schmalen Bereiches oder ist als mehr oder weniger diskrete Scherfläche ausgebildet. An dieser lässt sich der sinistrale Bewegungssinn gut an Schersinnkriterien wie Riedelscherflächen, Kalzifaser-Kristalliten und Schlepplung der Schichtung ablesen.

Tektonische Strukturen im Bereich Arzler Kar-Hippen- spitze

Südlich des Arzler Kars fällt eine NW-SE streichende, steil NW fallende, morphologisch sehr markante Störung auf, an der die Nordalpinen Raibler Schichten im Südwesten an Lagunensedimente des Wettersteinkalkes grenzen.

Die Störungsfläche ist meist glatt, jedoch stark gewellt, weshalb die gemessenen Gefüge stark streuen. An der Fläche konnten sowohl SW-fallende, als auch flach bis mittelsteil NW-fallende Lineare gemessen werden. Die Schersinnindikatoren, die leider nicht eindeutig sind, zeigen einerseits Abschiebungen der Hangendscholle nach Südwesten, andererseits eine sinistrale Seitenverschiebung an, was sich mit den Befunden aus dem Kartenbild deckt.

Die Nordalpinen Raibler Schichten der Hangendscholle, bei denen es sich um eine bunte Abfolge aus hell- bis dunkelgrauen, teilweise stark bioturbaten Kalken und Mergeln sowie grauen, bereichsweise ockerfarbenen Rauwacken und mittelgrauen Mürbdolomiten handelt, sind stark deformiert und im Meter- bis Zehnermeter-Maßstab verfaltet. Die Lagunensedimente der Liegendscholle sind in diesem Bereich ebenfalls ungewöhnlich stark verfaltet und zerschert.

Diese Befunde weisen auf eine mehrphasige Deformation in diesem Areal hin, wobei die Kinematik und die zeitliche Abfolge nicht klar erkennbar sind.

Etwa 400 m nordöstlich dieser Störung ist der Kontakt zwischen dem geschichteten Wettersteinkalk und den Nordalpinen Raibler Schichten ebenfalls gestört. Der in seiner Mächtigkeit stark reduzierte erste Schiefer-ton-Horizont im Norden grenzt in einem spitzen Winkel an die Lagunensedimente im Süden. Die Störung ist vertikal und streicht etwa in WNW–ESE-Richtung.

Zwischen den Kalken und Tonen der basalen Nordalpinen Raibler Schichten und den Bänken des obersten Wettersteinkalkes ist ein deutlicher Unterschied im Streichen feststellbar. Während die Raibler Schichten generell in ENE-Richtung streichen, streichen die Lagunensedimente in SW- bis SSW-Richtung.

Literatur

AMPFERER, O. & HAMMER, W. (1898): Geologische Beschreibung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges. – Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, **48**, 179–185, Wien.

BRANDNER, R. & RESCH, W. (1981): Reef development in the middle triassic (Ladinian and Cordevolian) of the Northern Limestone Alps near Innsbruck, Austria. – SEPM Special Publication, **30**, 203–231, Tulsa.

JERZ, H. (1966): Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn [Nördliche Kalkalpen]. – *Geologica Bavarica*, **56**, 3–100, Bayerisches Geologisches Landesamt, München.

KERSCHNER, H. (1993): Späteiszeitliche Gletscherstände im südlichen Karwendel bei Innsbruck, Tirol. – In: PETERMÜLLER-STROBL, M. & STÖTTER, J. (Hrsg.): *Der Geograph im Hochgebirge. Beiträge zu Theorie und Praxis geographischer Forschung* (Festschrift für Helmut Heuberger). – *Innsbrucker Geographische Studien*, **20**, 47–55, Innsbruck.

MUTSCHLECHNER, G. (1948): Spuren des Inngletschers im Bereich des Karwendelgebirges. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **93**, 155–206, Wien.

NITTEL, P. (2006): Beiträge zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Mitteltrias der Innsbrucker Nordkette (Nördliche Kalkalpen, Austria. – *Geo.Alp*, **3**, „Festschrift Rainer Brandner, 93–145, Innsbruck–Bozen.

Blatt NL 32-03-29 Fulpmes

Petrographische, geochemische und zirkontypologische Untersuchungen von Gesteinsproben aus den Zentralgneisen des westlichen Tauernfensters

FRANZ MAYRINGER
(Auswärtiger Mitarbeiter)

MAYRINGER, F. (2016): Petrographische, geochemische und zirkontypologische Untersuchungen von Gesteinsproben aus den Zentralgneisen des westlichen Tauernfensters. – Unveröffentlichter Bericht, 76 S., Bibliotheksarchiv der GBA (A 18740-R).

Bericht 2010–2015 über kristalline geologische Aufnahmen im westlichen Tauernfenster auf Blatt NL 32-03-29 Fulpmes

ANDREAS SCHINDLMAYR, FRANZ MAYRINGER & BRUNO HAUNSCHMID
(Auswärtige Mitarbeiter)

Vorbemerkungen

Im Zeitraum von 2010 bis 2015 wurden von Schindlmayr, Mayringer und Haunschmid auf Blatt NL 32-03-29 Fulpmes kristalline geologische Geländeaufnahmen im Zentralgneisgebiet des westlichen Tauernfensters vorgenommen. Das Aufnahmegebiet befindet sich im Südosten des Blattes NL 32-03-29 Fulpmes und ist geologisch dem Tuxer Zentralgneiskern zuzuordnen. Es umfasst das Gebiet um den Olperer Hauptkamm und erstreckt sich zwischen Kra-xentragter und Spannaglhaus.

Die Zielsetzung der Bearbeitung war es, die in der GEOFAST-Karte 149 Lanersbach (KREUSS, 2005) ausgewiesenen unterschiedlichen Orthogneis- bzw. Granitoidareale (= „Zentralgneise“), falls möglich, typologisch zu gliedern und zu genetisch zusammengehörigen Zentralgneis- bzw. Granitoidtypen zusammenzufassen. Zu diesem Zweck wurden auf Basis der vorliegenden GEOFAST-Karte Blatt 149 (KREUSS, 2005) im Gelände die unterschiedlichen Zentralgneistypen erhoben und vom Geländebefund hinsichtlich ihrer petrografischen Zusammensetzung charakterisiert, wobei in Bezug auf die GEOFAST-Karte lokal Präzisierungen und Korrekturen in der Abgrenzung und Nomenklatur der Gesteinstypen vorgenommen wurden. Durch gezielte Begehungen der Granitoidareale und insbesondere der Kontaktzonen zu den angrenzenden Granitoiden oder Nebengesteinen galt es Hinweise zur relativen Altersfolge und zur Genese herauszufinden. Nachfolgend werden die Ergebnisse dieser kristalline geologischen Aufnahmen zusammengefasst. Überdies gibt es dazu auch noch einen umfangreicheren Bericht mit Probenliste, Fotodokumentation und Lageplan (SCHINDLMAYR et al., 2015), auf den an dieser Stelle verwiesen wird.

Ergänzend zu den Geländeaufnahmen wurden an repräsentativen Zentralgneisproben von Herrn Dr. Mayringer (Büro InnGeo) mit Unterstützung von Herrn Prof. Dr. Finger von der Universität Salzburg petrografische, geochemische und zirkontypologische Untersuchungen vorgenommen (MAYRINGER, 2016). Diese Untersuchungen von MAYRINGER (2016) dienten einerseits dazu, die Zentralgneistypen eingehend petrografisch und geochemisch zu charakterisieren, und andererseits auch um die vom Geländebefund nicht immer klar ableitbare granittypologische Ansprache und Zuordnung mit entsprechenden Daten untermauern zu können.