



Die Entwicklung des Wartschenbaches von einem unbedeutenden Gebirgsbach in wenigen Jahren zu einem gefährlichen Wildbach aus geologischer Sicht

HELGA GOTTSCHLING*)

5 Abbildungen und 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 179, 180

*Osttirol
Schobergruppe
Zettersfeld
Wildbachverbauung
Murenereignis*

Inhalt

Zusammenfassung	39
Abstract	39
1. Einführung und kurze Bemerkungen über die Zerstörungen des Naturraumes in der Schiregion Zettersfeld	39
2. Allgemeine Daten über den Wartschenbach	40
2.1. Topographie	40
2.2. Allgemeine Geologie der Schobergruppe, speziell des südöstlichen Teils	40
3. Geologische Aufnahme, Verbauungsmaßnahmen der WLV Osttirol und Niederschlagsmessungen im Wartschenbach	41
3.1. Beschreibung der Gesteine und der gefügekundlichen Messungen in der Klamm	41
3.2. Verbauungsmaßnahmen der WLV Osttirol von 1980-1998	42
3.3. Niederschlagsmessungen, Ereignisse 1995 und 1997	43
4. Zusammenfassende Bemerkungen	44
Dank	44
Literatur	44

Zusammenfassung

Der Wartschenbach östlich von Lienz entwickelte sich in etwa 40 Jahren, obwohl er nur ein Einzugsgebiet von 2,5 km² hat, zu einem derzeit gefährlichen Wildbach in Osttirol. In dieser Publikation werden die Murenereignisse 1995 und 1997 mit den dazugehörigen Niederschlagsmessungen und die Verbauungsmaßnahmen der WLV Lienz kurz beschrieben und vor allem eine geologische und gefügekundliche Kartierung des Klammbereiches erstellt. In der vorliegenden Arbeit wird besonders auf die Ereignisse am 16. 8. und 6. 9. 1997 eingegangen. Da die beiden Muren 1997 große Mengen an Geschiebematerial geliefert haben und durch die Erosion beste Gesteinsaufschlüsse geschaffen wurden, ist eine eingehende geologische Beschreibung dieses Baches, vor allem seiner Klammstrecke möglich.

The Development of the Wartschenbach from a Small Mountain Stream into a Dangerous Torrent within a Few Years

Abstract

The Wartschenbach is located east of Lienz and, although with about 2,5 km² its catchment area is rather small, it has developed into a dangerous torrent in Eastern Tyrol within a period of approximately 40 years. In this publication, the mudflow events of the years 1995 and 1997 are described. Measurements of precipitation and the defense works of the Federal Services for Torrent and Avalanche Control contain a short description and the maps illustrating geological details and the texture of the gorge are provided. The present study focuses on the events of 16 August 1997 and 6 September 1997. The two mudflow events of 1997 produced large amounts of bedload material which opened up by erosion, offer excellent conditions for a more detailed geological description of that torrent, especially in the area of the gorge.

1. Einführung und kurze Bemerkungen über die Zerstörungen des Naturraumes in der Schiregion Zettersfeld

Das Gebiet gehört zum östlichen Ausläufer der Schobergruppe. Zu diesem Altkristallin sind auch das benachbarte Dufregger Gebirge und die Kreuzeckgruppe zu zählen.

Die Schobergruppe wurde alpidisch durch einen Schuppenbau verformt. Weiters sind die Gesteine einer Diaphtho-

rese unterzogen und gleichzeitig von einer Bruchtektonik deformiert worden. Von letzterer stammen auch ein Großteil der jungen tektonischen Verstellungen. Diese Art der Verformung tritt im östlichen Teil des Hangendkomplexes, im Wartschenbach besonders deutlich in Erscheinung.

*) Dr. HELGA GOTTSCHLING, Hauptstraße 17, A 3001 Mauerbach.



Abb. 1.
Blick von der Wartschensiedlung auf den von der Wildbach- und Lawinenverbauung verbauten Schwemmkegel, Frühjahr 1999.

Auf diesem Grundgebirge wurden im Pleistozän Moränen bzw. glaziofluviatile Sedimente abgelagert. Das Abschmelzen der Gletscher führte im Glazial bzw. Postglazial zu einer Entlastung der Hänge. Um das Gleichgewicht wieder herzustellen, wurden größere Hangbewegungen aktiv und führten in diesem Gebiet zu Sackungen, über deren genaues Ausmaß nur Probeschürfe exakte Auskunft geben können.

Heute tragen die Hänge des Gebirges, die großteils durch Hangschuttmaterial überrollt sind, vorwiegend in

Muldenzonen Reste dieser glazialen Moränenlandschaft. Bei Gewitterstarkregen bilden sich durch die tonhaltige Grundmasse dieser Moränen Gleitzonen aus z.B. auf den Einhängen der Bäche, die zu fließen beginnen und überlagerndes Gesteinsmaterial oder Geschiebe mit sich reißen.

Eine wesentliche Ursache für die Zerstörung des Naturraumes Zettlersfeld dürfte der vor 30–40 Jahren einsetzende Ausbau des Schigebietes mit den dazugehörigen Geländekorrekturen im Almbereich gewesen sein. Da das Einzugsgebiet des Wartschenbaches im Laufe der letzten Jahre durch diese naturräumlichen Veränderungen wiederholtem, beschleunigtem Abflussgeschehen ausgesetzt ist, geht das Rückhaltevermögen besonders bei Starkniederschlägen, vor allem im Mittellauf (Klambereich), durch starke Erosion und gleichzeitige Akkumulation von Geschiebematerial größtenteils verloren. Diese erhöhten Abflussspitzen versucht man jetzt durch den Bau von Retentionsbecken z.B. am Zettlersfeld (Stieralm) in den Griff zu bekommen.

2. Allgemeine Daten über den Bereich des Wartschenbaches

2.1. Topographie

Der Quellbereich des Wartschenbaches, der Wartschenbrunn, liegt im Südosten der Schobergruppe in einer Seehöhe von ungefähr 2100 m. In diesen mündet von Westen der Quellbach der Stieralm und von Osten bei 1460 m der Raderbach ein. In einer Seehöhe von 900–1300 m bildet eine Klamm den Abflussbereich des Wartschenbaches, in der besonders durch das steile Relief bedingt, Gesteinsserien mit Störungen und Mylonitzonen bestens aufgeschlossen sind und genau studiert werden können. Durch Gefüge- und Kluftrmessungen sind die Störungszonen auf der Lagenkugel darstell- und interpretierbar.

2.2. Allgemeine Geologie der Schobergruppe, speziell des südöstlichen Teils

Die Schobergruppe gehört dem ostalpinen Altkristallin an, das im Norden und Nordwesten vom Pennin und der Matreier Zone, also den Hohen Tauern, und im Süden von den Lienzer Dolomiten begrenzt wird. Durch die Hebung der Hohen Tauern wurde das Altkristallin einer Einengung unterzogen und durch junge Bruchtektonik verformt. Die großen Verwerfungen (Hauptstörungen), besonders der Debanter Bruch und die Iselstörung stehen als Teilstörungen mit dem Klambereich des Wartschenbaches in Zusammenhang.

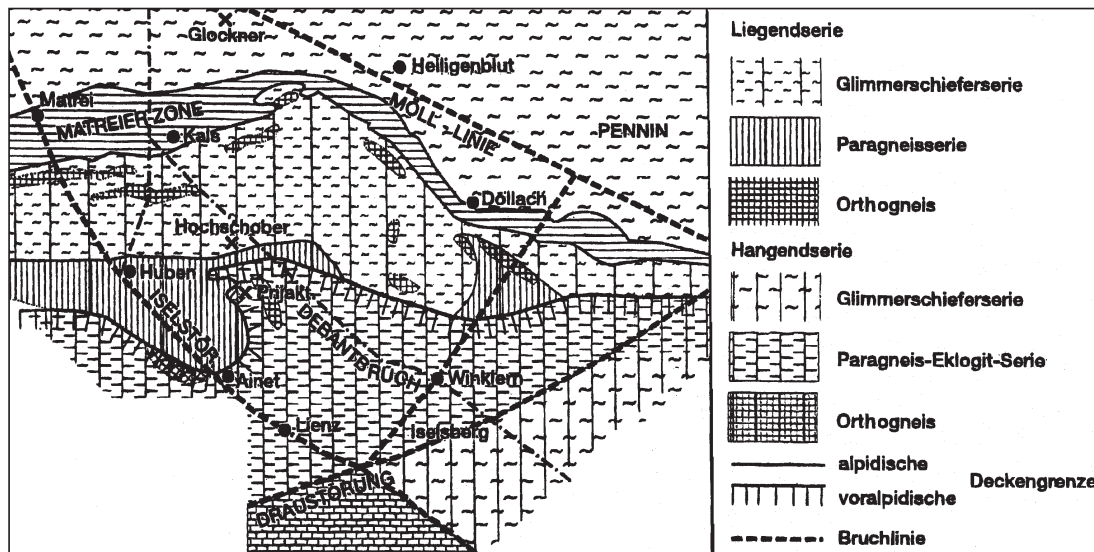


Abb. 2.
Geologisch-tektonische Übersichtsskizze der Schobergruppe (TOLLMANN, 1977).

3. Geologische Aufnahme, Verbauungsmaßnahmen der WLV Osttirol und Niederschlagsmessungen im Wartschenbach

3.1. Beschreibung der Gesteine und der gefügekundlichen Messungen in der Klamm

Der ehemals unterschiedliche Faltenbau des Altkristallins wurde durch die alpidische N–S-Einengung deutlich überprägt. Die alte Tektonik ist in der Schobergruppe im alpinen Orogen durch den Schuppenbau wieder belebt und Teile davon sind durch jungalpidische Bruchtektonik und die dazu gehörenden Störungssysteme neu gestaltet worden.

Der Hangendkomplex, in dem sich der Wartschenbach befindet, ist vor allem durch die Bruchtektonik und ihre Störungen gekennzeichnet. In diesem Teil des Altkristallins sind drei Lineamente (siehe Höhenmodell) als Störungssysteme zu erkennen und zwar N–S (Debanter Bruch), NW–SE (Debanter Bruch und Iselstörung) und NE–SW. Diese jungalpidische Bewegungsphase ist nicht nur auf Störungen, die in den Gesteinsserien durch Kluftsysteme zu Tage treten, gekennzeichnet, sondern wird von einer rückschreitenden Metamorphose (Diaphthorose) begleitet, in der es zu Mineralneubildungen auf Kosten des alten Mineralbestandes kommt. Gemeinsam mit der Diaphthorose haben sich entlang der Störungen Schwächezonen im Gesteinskörper mit rupturreller Deformation gebildet, in denen das Gefüge des Gesteins teilweise oder völlig zerlegt wurde. Diese Gesteinsmatrix ist zu einer Trümmergrundmasse umgewandelt worden, die noch Reste von altem Mineralbestand enthält und die als Kataklastite oder Mylonite bezeichnet werden. Diese Deformation des Gesteins ist auf hohe mechanische Beanspruchung und teilweise chemischen Stoffaustausch zurückzuführen.

Die wichtigsten Gesteinsserien in der Klamm sind: Schiefergneise mit Übergängen zu Quarzitschiefern und Amphibolite, letztere in verschiedener Ausbildung und Mächtigkeit.

Das Gesteinsgefüge wurde bereits in diesem Raum durch ältere Bewegungsabläufe gestört und durch junge Klüfte weiter zerlegt. Trotzdem hat sich aber eine interne Stabilität des Gesteinskörpers durch eine Abstützung im Klammbereich gemeinsam mit der Verwitterungsschwarte

aufgebaut. Ohne die Starkerosion und Akkumulation während der Murentätigkeiten 1995 und 1997 (insbesondere zurückzuführen auf die Drainagierungen und die Bodenverdichtung im Bereich des Schigebietes Zettersfeld) wäre es keinesfalls zu den schweren Murenereignissen mit intensiver Blaikenbildung gekommen. Bei diesen Muren wurde das Verwitterungsmaterial und Teile des stark beanspruchten Gesteins als Geschiebe soweit abgetragen, dass jetzt ein Gefüge sichtbar wird, das sich deutlich nach den Klüften in viele kleine Teilkörper zerlegt, sodass mit großer Instabilität des ganzen Klammereiches gerechnet werden muss.

In die Gneise sind dünnbankige bis massige Amphibolite eingeschaltet, die eine Mächtigkeit von Zentimetern bis einige Meter haben. Stecken große Amphibolitkörper im Schiefergneis, weisen beide deutliche Steilstellung auf. Diese Steilstellung ist meist mit einer starken Verfaltung der Gneise an den Amphibolit gebunden. Der Amphibolitkörper mit Klüften durchzogen, bleibt als Ganzes erhalten. Wird der Gneis erodiert, bricht der Amphibolit an den Klüften auseinander.

Die Hauptschieferung der Gesteine verläuft in der Klammstrecke zwischen 345° und 290° , das heißt SW–NE, das Einfallen schwankt stark zwischen 60° bis 25° nach NW. Auf der orographisch linken Seite des Wartschenbaches fallen die Gesteine in Richtung Bach ein, deshalb ist auf dieser Hangseite mit noch größerer Geschiebemenge und zwar durch Abrutschen des Gesteins, zu rechnen. Ein gutes Beispiel ist der große Hanganbruch unter dem Gehöft Fürhapter (von der Streichrichtung des Gesteins abhängig), der außerdem noch von einer postglazialen Sackung (Verebnungsfläche) geprägt ist.

Da der Wartschenbach im Klammereich an einigen Stellen in Richtung der Iselstörung und des Debanter Bruches einschwenkt und Teile des Baches parallel zu diesen Bruchzonen verlaufen, bzw. Störungen in diesen Richtungen angelegt sind, ist anzunehmen, dass die Tektonik im Wartschenbach mit diesen Bruchsystemen im engen Zusammenhang steht und parallele Störungen vorliegen. Die Störungsflächen, die im untersten Teil des Debanntales etwa Nord–Süd verlaufen, pausen sich auf dem Höhenmodell zwar durch, konnten aber durch Messungen nur an einer Stelle verifiziert werden.

In dieser Klamm treten drei Kluftsysteme besonders deutlich in Erscheinung: Das eine System mit Streichen von 85° – 60° bzw. 210° – 240° und Einfallen von 55° – 90° , es entspricht den a-c-Klüften, steht etwa normal zum Streichen des Gesteins und stellt die Hauptkluftrichtung in der Klamm dar. Das andere System verläuft parallel zum Streichen der Hauptschieferungsflächen des Gesteins mit 150° – 175° und fällt steil nach SE–SSE (60° – 80°) ein. Diese Kluftscharen sind als b-c-Klüfte zu bezeichnen. Ein weiteres

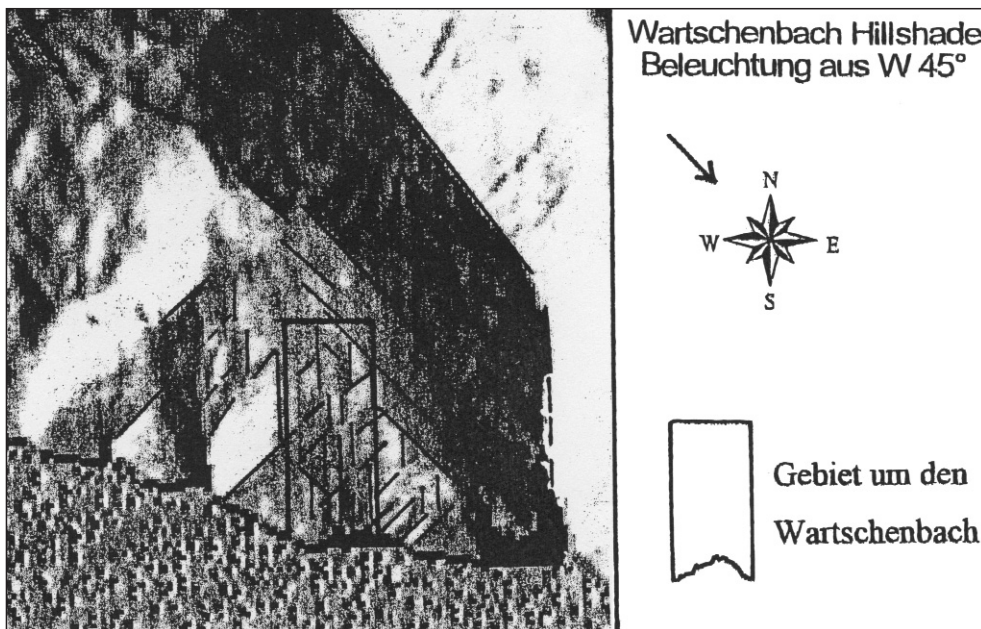


Abb. 3.
Lineamente im Wartschenbach und seiner Umgebung.
Aus dem Höhenmodell (zur Verfügung gestellt vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach und Lawinerverbauung, Tirol) interpretierte Störungszonen.

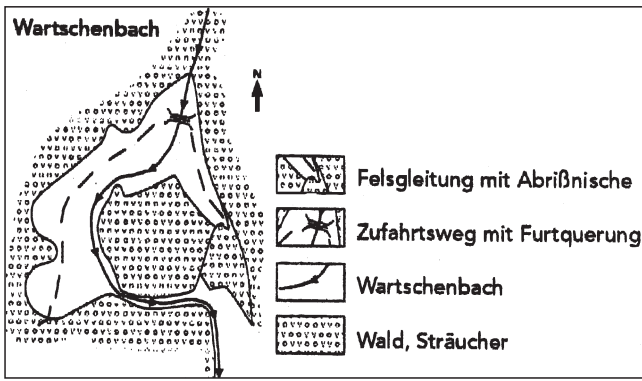


Abb. 4. Alte Felsgleitung mit Abrisnische im Bereich des Zufahrtsweges und Furtquerung über den Wartschenbach.

Störungssystem, das relativ selten in der Klammstrecke zu beobachten ist, streicht 190°–210° und fällt 60°–80° ein, das am ehesten dem N–S-Lineament entspricht.

Durch diese beiden Störungen (a–c-Hauptkluftrichtung und N–S-Störung) bedingt, wurde auch die alte Felsgleitung, die sich auf der Zufahrtsstraße über den Wartschenbach in Richtung Gehof Wartscher befindet, angelegt.

Die polymetamorphen Gesteine sind daher verschiedenartig deformiert. Die massigen Amphibolite wurden teilweise Rupturen bzw. einem Dehnungsvorgang unterzogen und zwar im Zuge einer Faltung des sie umgebenden Gesteins. Obwohl diese Amphibolite einen hohen Zahigkeitsgrad haben, zeigen sie deutliche Zerrklufte, die in S-Form ausgebildet sind. Nimmt die Deformation zu, reißen die Amphibolite auseinander und zerbrechen groblockig. Die dünngebankten Amphibolite werden normal zur Schieferung von steil stehenden Kluffen durchsetzt, die parallel zum Fallen des Gesteins stehen und kaum auseinander klaffen, der Gesteinsverband bleibt größtenteils erhalten. Sowohl bei stärkerer Verfaltung als auch bei langer Verwitterung brechen diese Klüfte im Zentimeterbereich auseinander. Bei starker Durchbewegung und an Störungsflächen wird das Gefüge der Amphibolite so gestört, dass sie bis zu einem Kataklasit deformiert werden.

Kommen diese massigen, aufgelockerten Gesteine bei einem Murenereignis in Bewegung, stellen sie auf Grund des Gewichtes und der Größe eine Gefahrung für den ganzen Bach dar. Durch ihre großen, kantigen Blöcke bedingt, wird beim Aufschlagen auf Böschungen kleinbru-

chiges, verwittertes Gesteinsmaterial zum Nachbrechen gebracht und so der Geschiebeanteil vergrößert. Das Geschiebematerial der Paragneise bzw. der Glimmerschiefer unterscheidet sich von den massigen Amphibolitblocken durch ein geringeres spezifisches Gesamtgewicht. Der Paragneis hat nach kurzem Abgleiten einen relativ guten Zurundungsgrad erreicht, er bricht eher blockig, der Glimmerschiefer hingegen bricht nach seinen Schieferungsflächen kantig, wird aber durch das Geschiebe sehr schnell abgeplattet. Die quarzitischen Schiefer sind dünn gebankt und weisen durch den hohen Quarzgehalt große Sprödigkeit bzw. Brüchigkeit auf. Durch Deformation, Faltenbau, Hakenwerfen etc. werden diese so beansprucht, dass sie in zentimetergroe, kantige Stücke zerbrechen.

Auf dem Weg unmittelbar vor der Brücke zum Wartscher wurde eine steile, normal zum Bach streichende Störungsfläche auskartiert, die etwa das N–S-Lineament im Klammbereich darstellt. Sie setzt sich vom Bach senkrecht die Hangboschung aufwärts fort, quert den Zufahrtsweg Wartscher, der durch die Störung mehrmals in Staffeln in Richtung Bach versetzt wurde und beit in einer Harnischfläche am Hang aus. Dieser Harnisch wird auf der einen Seite von einem Moranenkeil, auf der anderen Seite durch eine Abfolge von Amphibolit- und Paragneisen begrenzt (siehe Abb. 4).

Auf diesen stark deformierten Gesteinen liegen Grundmoränen bzw. Moränenreste, die zwischen Gesteinskörpern eingeklemmt oder relik eingeschwemmt wurden. Oberhalb der Ackerer Mühle, einige Meter bachaufwärts, war auf der linken Hangseite des Wartschenbaches ein stark beanspruchter Geschiebemergel, ein Tillit, aufgeschlossen, der von Grundmoränen stammt.

Die letzten größeren Hangbewegungen fanden in diesem Gebiet im Quartär und zwar im Inter- bzw. Postglazial statt. Die postglazialen Hangbewegungen waren an die selben Kluftsysteme gebunden, die die Gesteinsserien bereits durch jungalpidische Bruchtektonik zerlegt hatten.

Das Gleichgewicht wurde besonders in der hochalpinen Landschaft, auf den steilen Oberhängen und in den ubersteiltten Gerinnen der Bäche durch die Entlastung der Oberfläche vom Eis gestört. Da das Hauptflusssystem mehrere hundert Meter tiefer als heute lag, mussten die Bäche Steilstufen ausbilden, um in den Vorfluter einmünden zu können. Es kam in der Folge zur Unterschneidung der Hänge, die sich unter anderem durch große Sackungen bemerkbar machte.

3.2. Verbauungsmanahmen der WLW Osttirol von 1980 bis 1998

Die WLW hatte bereits in den Jahren 1980–1986 eine Bachlaufsicherung durch eine Geschieberuckhalteanlage durch eine Geschieberuckhalteanlage mit Auslaufbauwerk, Einfangdamme, Einlaufbauwerk und durch Unterlaufregulierung vorgenommen. Das Murenereignis 1995 hat etwa 30.000 m³ Geschiebe geliefert. Die Aufräumungsarbeiten wurden im Schwemmkegelbereich des Baches, in dem aufgefüllten Retentionsbecken und dem betroffenen Siedlungsgebiet rechts neben dem Unterlaufgerinne durchge-

Murenereignis 1995		
Datum	Niederschlag	Geschiebeanteil
06.08.1995	kein Niederschlag	Geschiebeanteil
07.08.1995	51,5 mm etwa in 1,5 Stunden darauf Murenereignis	30.000 m ³
08.08.1995	02,8 mm Schneeregen	
Murenereignisse 1997		
Datum	Niederschlag	Geschiebeanteil
15.08.1997	03,4 mm	
16.08.1997	45,2 mm Murenereignis	40.000 m ³
17.08.1997	18,4 mm	
18.08.1997	12,5 mm	
05.09.1997	41,0 mm	
06.09.1997	42,0 mm Murenereignis	30.000 m ³
07.09.1997	12,8 mm	

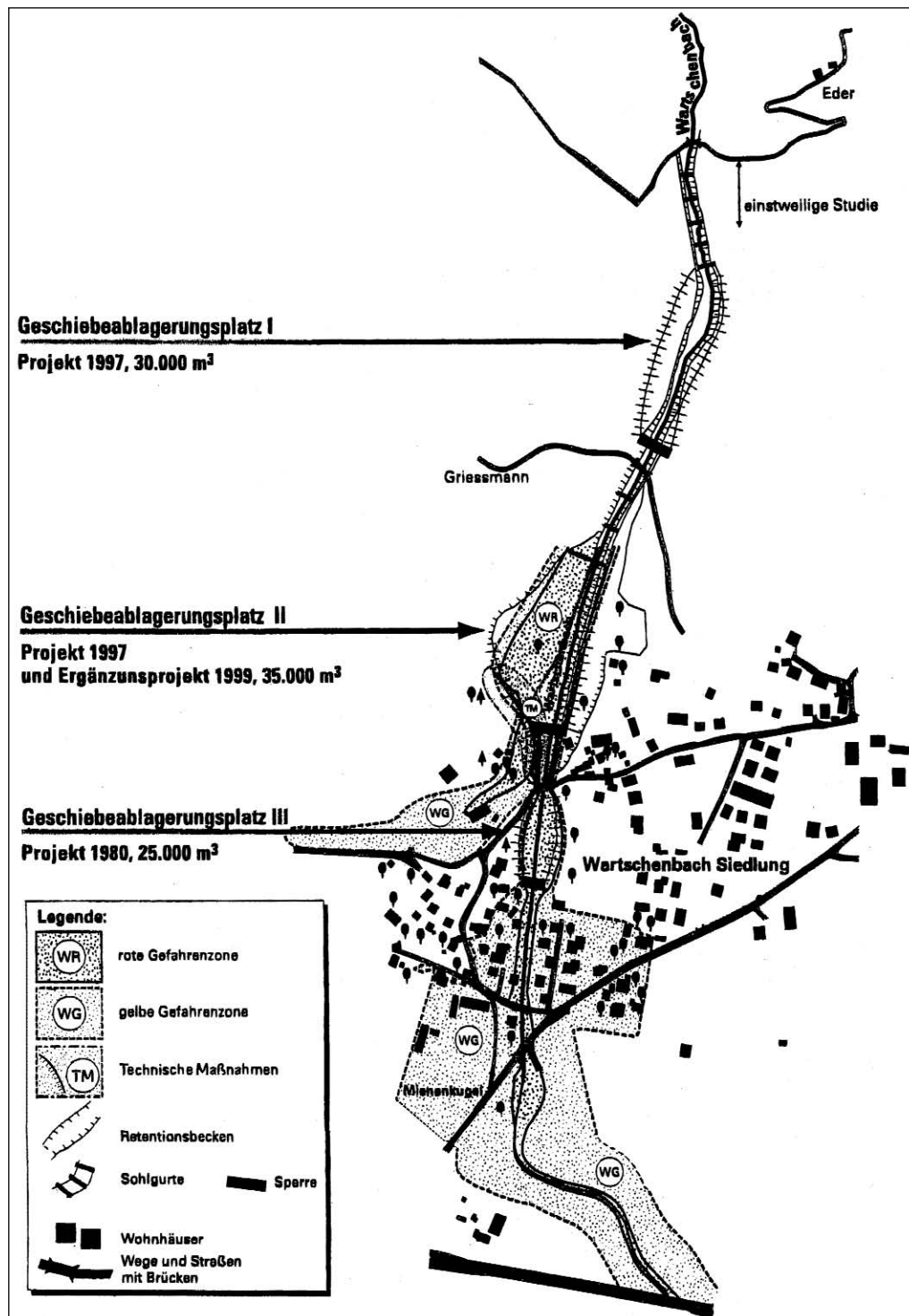
Tabelle 1. Niederschlagsmessungen 1995 und 1997.

Abb. 5.
Gefahrenzonenplan – Stand
1998.
Rückhaltesperren und Reten-
tionsbecken im Wartschen-
bach.

führt. Unterhalb der Bachquerung bei der Ackerer Mühle sind Steinschlichtungen im Betonbett errichtet worden, die bei den Murenereignissen 1997 wieder unterkolkt wurden.

Bevor die WLVLienz weiter Verbaunungsmaßnahmen in Angriff nehmen konnte, ist dieses Gebiet im Jahre 1997 wieder von 2 schweren Murenereignissen betroffen worden. Kurz nach diesen Murenabgängen, die 70.000 m³ Geschiebe geliefert haben, wurden zwei neue Geschiebesperren, mit großen, befahrbaren Retentionsbecken errichtet und bereits 1998 fertiggestellt. Beide Geschiebeauffangbecken haben zusammen ein Fassungsvermögen von etwa 65.000 m³. Die Zufahrt zum Gehöft Wartscher wurde im Bachbereich durch die beiden Ereignisse 1997 von mehreren Absackungen betroffen und ist durch Steinschlag gefährdet. Beim Gehöft Grissmann ist anstelle eines Durchlasses, der beim Ereignis 1995 zerstört wurde, eine Holzbrücke gebaut worden. Weiters hat die WLVL das Tragwerk der Wallner Brücke (Straße nach Nußdorf) wieder errichtet, das von der Mure 1997 weggerissen wurde. Um die Wohnhäuser, die direkt am Bach liegen und durch das Geschiebe besonders gefährdet waren, weitgehendst zu sichern, hatten die Hausbesitzer auf der dem Bach zugekehrten Seite Einfriedungsmauern errichtet. Auch der Bau des Rückhaltebeckens auf der Stieralm mit einem Fassungsvermögen von 10.000 m³ war bereits 1998 weit fortgeschritten.

Auf dem Schwemmkegel des Wartschenbaches wurden nun insgesamt 3 Retentionsbecken (zwei neue und das Geschiebeauffangbecken von 1986) mit einem Gesamtvolumen von ungefähr 90.000 m³ errichtet, die zum Schutze der Bevölkerung und ihrer Wohnhäuser und Gärten dienen sollen.



3.3. Niederschlagsmessungen, Ereignisse 1995 und 1997

Alle Niederschlagswerte (Tabelle 1) wurden am Zettlerfeld bei der Talstation der Steiner-Mandl-Lifte in einer Seehöhe von 1820 m um 7.00 Uhr gemessen. 1995 und 1997 sind diese Messungen noch mit Ombrometer von der Lienzer Bergbahnen AG. durchgeführt worden. Seit Juli 1998 werden die Messungen mit einer neuen, elektronischen Niederschlagswaage ermittelt. Diese Niederschlagswerte wurden von der Landesbaudirektion des Amtes der Tiroler Landesregierung, Sachgebiet Hydrographie (Dr. GATTERMAYER) der FBVA zur Verfügung gestellt.

Aus diesen Niederschlagswerten ist die Abnahme der Niederschlagsmenge, die zu jährlichen Murenereignissen

führt, zu erkennen, gemessen im westlichen Teileinzugsgebiet beim Gasthof Bidner. Die Akkumulation und Erosion des Wartschenbaches wächst bei jedem Murenereignis und die Gefahr neuerlicher Murentätigkeiten bei geringeren Niederschlagsmengen nimmt zu.

4. Zusammenfassende Bemerkungen

Durch die beschriebenen Ereignisse und die starke Erosion bei jedem Murenabgang wurde die Problematik, die sich in diesem 2,5 km² großen Einzugsgebiet gestellt hat, sichtbar. Besonders stark waren die Einhänge der Klamm durch die Erosion betroffen, sodass größtenteils jetzt nur mehr das stark beanspruchte Altkristallin zu Tage tritt.

Besonderes Augenmerk ist bei Arbeiten in der Klamm auf die Steinschlaggefahr zu richten, die durch Verwitterungsmaterial, aber insbesondere durch die tektonisch stark beanspruchten massigen Amphibolite, die mit den Schiefergneisen verfaltet sind, ausgelöst wird.

Trotz stark tektonisch verformter Gesteinsserien zusammen mit der Verwitterungsschwarte werden durch die Gefügemessungen und das Höhenmodell Zusammenhänge zwischen Lineamenten, Störungen und Klüften hergestellt.

Im Einzugsgebiet des Wartschenbaches kam es im 20. Jahrhundert zu drei schweren Murenereignissen und zwar 1995 und 1997 (2 Muren). Diese Murengänge haben vor allem den Schwemmkegel vergrößert und an den Wohnhäusern und Grundstücken großen Schaden angerichtet.

Durch die schon lange währende Bautätigkeit der Lienzer Bergbahnen AG wurde der Naturraum Zettersfeld (Schigebiet) weitestgehend gestört, Geländekorrekturen vorgenommen und somit die Abflussspitzen vorwiegend des Wartschenbaches mit seinen Quellbächen beträchtlich erhöht.

Dank

Ich möchte dem Gebietsbauleiter der WLV Osttirol, Herrn DI J. SCHETT für die Durchsicht meines Manuskriptes und für die Kopie des aktuellen Gefahrenzonenplanes herzlich danken.

Der Tiroler Landesregierung, Herrn Sachgebietsleiter OR. Dr. GATTERMAYER, und seinem Team bin ich für die Niederschlagswerte zu Dank verpflichtet.

Literatur

- ANGEL, F. (1928): Gesteinskundliche und geologische Beiträge zur Kenntnis der Schobergruppe in Osttirol. – Verh. Geol. B.-A., **7/8**, 153–182, Wien.
- CLAR, E. (1927): Ein Beitrag zur Geologie der Schobergruppe bei Lienz in Tirol. – Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, **63**, 72–90, Graz.
- LINNER, M. (1995): Das ostalpine Kristallin der südwestlichen Schobergruppe mit den frühalpiden Eklogiten im Bereich Prijakt – Alkuser See – Schleinitz. – Arbeitstagung 1995, „Geologie von Osttirol“, Schwerpunkt Blatt Lienz 179, Geol. B.-A., Wien.
- MOHR, H. (1912): Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostsporns der Zentralalpen. – Denkschr. Akad. d. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., **88**, 633–652, 1Kt., Wien.
- POSCHER, G. (1998): Projekt „Wartschenbach“. – Berichte zu der Situierung der Retentionsbecken, vom 10. 8. 1998, Innsbruck.
- SCHULZ, B. (1992): Pre-Alpine high-pressure metamorphism in the Austroalpine basement: P-T-deformation paths from samples to the south of the Tauern Window. – Zbl. Geol. Paläont., Teil 1, 93–103, Stuttgart.
- SCHWARZBÖCK, H. (1986): Zur Geologie des obersten Gradenbaches (Schobergruppe). – Diss. phil. Fak. Univ. Wien.
- TOLLMANN, A. (1977): „Geologie von Österreich“. Bd. 1. – 345–350, Wien (Verlag F. Deuticke).
- TROLL, G. & HÖLZL, E. (1974): Zum Gesteinsaufbau des Altkristallins der Zentralen Schobergruppe, Osttirol. – Jb. Geol. B.-A., **117**, 1–16, Wien.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 16. Mai 2000

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [143](#)

Autor(en)/Author(s): Gottschling Helga

Artikel/Article: [Die Entwicklung des Wartschenbaches von einem unbedeutenden Gebirgsbach in wenigen Jahren zu einem gefährlichen Wildbach aus geologischer Sicht 39-44](#)