© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum	79/1999	Innsbruck 1999	153 - 172

Der Wartschenbach. Vom Gebirgsbach zum Wildbach

Die Entwicklung von 1966 bis 1998

Helga Gottschling

The Wartschenbach - Development of a mountain brook into a torrent,
from 1966 to 1998

Inhalt

Zusammenfassung . . . . . .
Abstract . . . . . .
Einleitung . . . . . .
Allgemeine Daten über den Wartschenbach . . . . . .
1. Topographie . . . . . .
2. Allgemeine Geologie der Schobergruppe . . . . . .
3. Geologische Aufnahme, Beschreibung der Gesteine und Gefügemessungen in der Klamm . . . . . .
Schwere Murenabgänge im Wartschenbach . . . . . .
1. Der Wartschenbach mit kurzer Murenbeschreibung und Verbauungsmaßnahmen vor den Ereignissen 1995-1997 . . . . . .
2. Das Murenereignis 1995 verglichen mit den Muren 1997 . . . . . .
3. Waldschäden und Niederschlagsmessungen bei den Ereignissen 1995, 1997 und bei starkem Landregen 1998 . . . . . .
Schlußfolgerung . . . . . .
Dank . . . . . .
Literatur . . . . . .

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 report about the mudflow event of 1995, which will be published in the FBVA `s contributions to torrent research, has been completed some time ago. 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.

Zusammenfassung: Der Wartschenbach östlich 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 die-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

ser Publikation werden die Murenereignisse 1995 und 1997 mit den dazugehörenden Niederschlagsmessungen beschrieben und eine geologische – gefügekundliche Kartierung des Klammbereiches erstellt. Der Bericht über die Mure 1995, der in den Beiträgen zur Wildbachforschung der FBVA erscheinen wird, wurde bereits fertiggestellt. 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 weitaus eingehendere, geologische Beschreibung dieses Baches, vor allem in der Klamm möglich.

Osttirol
Schobergruppe
Österreichische Karte 1: 50.000
Blätter 179 und 180
Zettersfeld
Wildbachverbauung
Murenereignisse

Einleitung

Der Wartschenbach, der im östlichen Teil der Schobergruppe liegt, ist aus folgenden Gründen für Murenereignisse besonders anfällig:
Dieses Gebiet ist im Tertiär durch die alpidische Bruchtektonik teilweise stark beansprucht worden und die Gesteinsabfolgen wurden durch Störungs- und Zerrüttungszonen gekennzeichnet. Die Gesteinsserien wie Paragneise, quarzitische Glimmerschiefer und Amphibolite sind einer Diaphtorese unterzogen und außerdem noch in durch die Tektonik stark beanspruchten Zonen (Schwächezonen), bis zum Mylonit oder Kataklasit zerlegt worden. Auf dieses Grundgebirge wurden im Pleistozän Moränen bzw. glaziofluviatile Sedimente mit hohem Tongehalt abgelagert, die heute nur mehr teilweise in Muldenzonen oder auf flacheren Hangabschnitten erhalten sind. Bei Gewitterstarkregen wirkt sich die Steilhängigkeit des Geländes besonders negativ auf die Einhänge des Baches aus. Die pleistozänen Sedimente verlieren ihre Standfestigkeit und beginnen relativ rasch zu fließen. Da Moränenmaterial desöfteren zwischen Gesteinskörpern eingeschwemmt oder durch Sackungen von angewittertem Gestein überlagert wird, bilden sich durch den hohen Tongehalt Gleithorizonte aus, die zu Rutschungen oder Absitzungen führen.
Ein wesentlicher Grund für die Störung dieses Naturraumes dürfte aber auch der vor etwa 30-40 Jahren einsetzende Ausbau des Schigebietes Zettersfeld mit dazugehörenden Geländekorrekturen gewesen sein. Durch diese Umgestaltung des Geländes in der Almregion kam es primär zur Veränderung des Abflußverhaltens mit kurzen Anlaufzeiten und hohen Abflußspitzen. Dieses Abflußverhalten hatte zur Folge, daß im Wartschenbach das Rückhaltevermögen bei Starkniederschlägen, durch starke Erosion und gleichzeitiger Akkumulation von Geschiebematerial größtenteils verloren ging. Im Laufe der Jahre entstanden in diesem Gerinne immer größere Blaiken, die zum Teil auch das anstehende Gestein erfassten und den Bachlauf steil begrenzen.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Allgemeine Daten über den Wartschenbach

1. Topographie

Der Quellbereich des Wartschenbaches liegt im südöstlichen Teil der Schobergruppe, dem ZETTERSFELD. Durch die Erosion der Gletscher bildeten sich in diesem eng begrenzten Gebiet Kuppen, Verebnungen und Mulden aus, die eher einem Mittelgebirge von ungefähr 2000 m Seehöhe als dem übrigen Hochgebirge weiter im Westen, zuzuordnen sind.
Die 3 Quellbäche des Wartschenbaches sind folgende: der Quellbach STIERALM, der bei 2100 m entspringt und den westlichsten Zufluß darstellt, der WARTSCHENBACH als Hauptbach in diesem Gebiet und der östliche RADERBACH, der bei 1460 m in den eigentlichen Wartschenbach einmündet. Er durchfließt zunächst die Almregion, ab 1800 m das Waldgebiet (vorwiegend Fichtenwald). Ab einer Seehöhe von 1300 m bis 900 m bildet eine Klamm den Abflußbereich, in dieser sind Störungen und Mylonitzonen besonders gut aufgeschlossen und auszukartieren. Zum Talbereich der Drau hin durchfließt der Bach seinen Schwemmkegel auf dem sich die zum Teil gefährdete WARTSCHENBACH-SIEDLUNG befindet und mündet hierauf in der Niederung der Drau in einen Grundwassersee. (ÖSTERR. TOPOGRAPH. KARTE 1:50.000, BL.179, LIENZ).

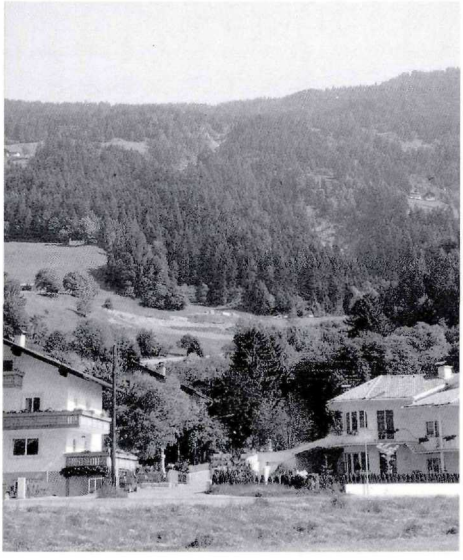
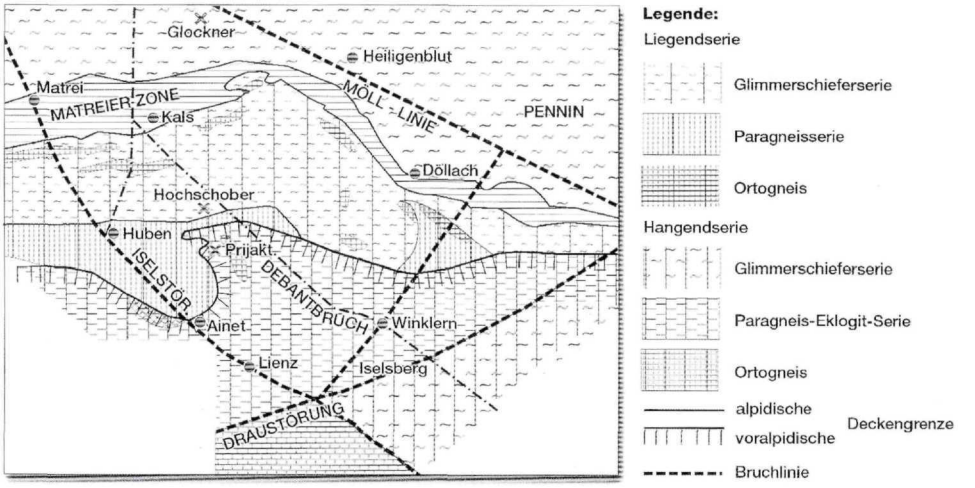


Abb. 1. Obergaimberg in Richtung ZETTERSFELD mit der Klamm des WARTSCHENBACHES

2. Allgemeine Geologie der Schobergruppe

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 N-S Einengung unterzogen. Die Hauptrichtung der alpidischen Bruchtektonik ist NW-SE gerichtet.
Das Altkristallin wird in einen Liegend- und einen Hangendkomplex unterteilt. Diese beiden Gesteinskomplexe verhalten sich zur alpidischen Einengungstektonik unterschiedlich. Aus der Schuppenzone, die vorwiegend aus basischen Gesteinsabfolgen von Eklogit-Amphiboliten besteht, entwickelte sich der Hangendkomplex.
Die wesentlichen tektonischen Linien in diesem Gebiet, sind die ISELSTÖRUNG und die fast im rechten Winkel darauf ansetzende, über Winklern ziehende Störung des ISELSBERGES. Gemeinsam mit der zuletzt erwähnten, schneidet die weiter nach NNE ausholende DRAUSTÖRUNG die MÖLLTAL Linie. Der DEBANTER Bruch und die ISELSTÖRUNG sind die bedeutendsten Verwerfungen in diesem eng begrenzten Gebiet, sie stehen mit der Bruchtektonik im WARTSCHENBACH in unmittelbarem Zusammenhang.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at



Skizze 1. Geologisch-tektonische Übersichtsskizze der SCHOBERGRUPPE (TOLLMANN, 1977)

3. Geologische Aufnahme, Beschreibung der Gesteine und Gefügemessungen in der Klamm

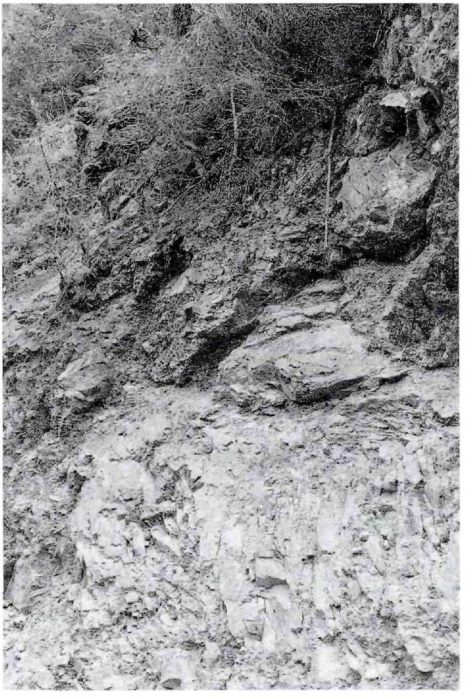


Abb. 2. Im unteren Teil des Bildes stark beanspruchte quarzitische Schiefer mit deutlichem Hakenwerfen.

Der ehemals unterschiedliche Faltenbau des Altkristallinblocks ist durch die alpidische N-S-Einengung deutlich überprägt worden. Obwohl die alte Tektonik der SCHOBERGRUPPE im alpinen Orogen wieder belebt wurde, sind Teile davon durch den Schuppenbau mit den dazu gehörenden Störungssystemen neu gestaltet worden.

Der Hangendkomplex, in dem sich der WARTSCHENBACH befindet, ist vor allem durch die alpidische Überschiebung, ihre Bruchtektonik und ihre Störungssysteme, die vorwiegend NW-SE (Debanter Bruch, Iselstörung) streichen, gekennzeichnet. Diese Bewegungphase beschränkt sich nicht nur auf junge Störungen alpidischen Alters, die in den Gesteinsserien durch Kluftsysteme zu Tage treten, sondern auch durch eine rückschreitende Metamorphose (Diaphtorese), in der es zu Mineralneubildungen auf Kosten des alten Mineralbestandes kommt. Gemeinsam mit der Diaphtorese haben sich entlang dieser Störungssysteme Schwächezonen im Gesteinskörper mit ruptureller Deformation gebildet, in dem sich das Gefüge des Gesteins teilweise oder völlig zerlegt hat. Die Gesteinsmatrix wurde

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

durch starke Beanspruchung zu einer Trümmergrundmasse, die noch Reste von altem Mineralbestand enthalten kann und die als Kataklasit oder Mylonit bezeichnet wird. Die Deformation des Gesteins wird durch hohe mechanische Beanspruchung und chemischen Stoffaustausch hervorgerufen.

Das Gesteinsband (von Mitte links nach rechts oben) stellt kataklastisches Gefüge dar. Es ist ein tektonisch zerrüttetes Gestein in dem auch verschiedene Mineralien Rupturen unterzogen wurden. In dieser Gesteinsabfolge hat sich noch (am obere Bildrand) ein stark durchbewegter, klüftiger Amphibolitkörper erhalten (siehe Abb. 2)

Die wichtigsten Gesteinsserien in der Klamm sind Schiefergneise mit Übergängen zu Quarzitschiefer und Amphibolite mit verschiedener Ausbildung und Mächtigkeit.

Abb. 3. Das Gefüge dieses stark beanspruchten Gesteins

Das Gesteinsgefüge wurde bereits in diesem Raum durch alte Bewegungsabläufe gestört und durch junge Klüfte weiter zerlegt. Trotzdem hat sich aber eine interne Stabilität der Gesteinskörper durch eine Abstützung im Klammbereich gemeinsam mit der Verwitterungsschwarte aufgebaut. Die Abflußkonzentrationen wurden durch die Umgestaltung in der Almregion besonders aktiv. Und zwar durch das Fehlen der Zwergstrauchvegetation, damit verbunden das Fehlen des Kleinreliefs, das auch eine Retention bewirkt hätte, weiters die offenen Grabensysteme quer zum Hang, Wegerschließungen und vorallem der Ausbau der Pistenanlagen. Aus diesen angeführten Geländeveränderungen kam es zur intensiven Blaikenbildung. Bei den Muren wurden das Verwitterungsmaterial und Teile des beanspruchten Gesteins als Geschiebe soweit abgetragen, daß jetzt ein Gesteinsgefüge, das sich in viele kleine Teilkörper zerlegt, sichtbar wird und mit einer großen Instabilität der ganzen Klamm zu rechnen ist.

In den Gneisen 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 verbunden. Der Amphibolitkörper hingegen bleibt als Ganzes mit parallel gerichteten Klüften erhalten. Wird der Gneis erodiert, bricht der Amphibolit an diesen 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 neigt diese Seite mehr zum Abrutschen und es muß mit einer deutlich größeren Geschiebemenge gerechnet werden. Ein gutes Beispiel dafür ist der große Hanganbruch unter dem Gehöft FÜRHAPTER, bei dem noch eine alte Sackung mit einbezogen ist.

Da der Wartschenbach in der Klamm an mehreren Stellen in Richtung der Iselstörung bzw. des De-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

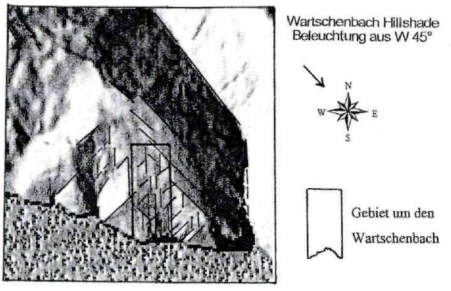


Abb. 4. Höhenmodell zur Verfügung gestellt vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,Tirol

banter Bruches, beide NW-SE gerichtet, einschwenkt, Teile des Baches parallel zu diesen Bruchzonen verlaufen und außerdem noch Störungen im ganzen Bachbereich in dieser Richtung angelegt sind (siehe Höhenmodell), muß angenommen werden, daß parallele Störungsflächen, die mit diesen Bruchsystemen weitgehendst ident sind, vorliegen. Die Störungsflächen, die im untersten Teil des Debanttals etwa Nord-Süd verlaufen, pausen sich auf dem Höhenmodell zwar durch (strichliert eingetragen), konnten aber durch Messungen nicht verifiziert werden.

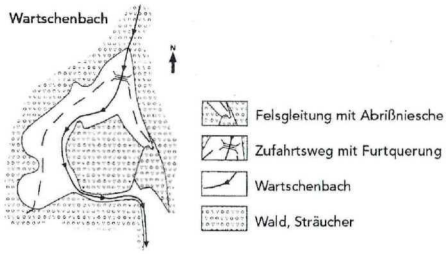
Lineamente im Wartschenbach und seiner Umgebung

Aus dem Höhenmodell interpretierte Störungszonen 1:50 000 (verkleinert)
In der Klammstrecke des Wartschenbaches konnten drei Kluftsysteme gemessen werden. Das eine System mit Streichen von 85°-55° bzw. von 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 im Gestein mit 150°-175°, fällt aber steil nach SE-SSE (60°-80°) ein. Diese Kluftscharen treten in der Klamm zweitrangig auf und dürften als b-c Klüfte (b-Achsen waren nur wenige zu messen) anzusprechen sein. Ein weiteres Störungssystem, das aber in der Klamm am wenigsten beobachtet werden konnte, hat ein Streichen von 190°-210° und fällt von 60°-80° ein.
Die polymetaporphen Gesteine sind in dieser Region durch diese drei Kluftsysteme gekennzeichnet und deformiert. Die massigen Amphibolite sind teilweise von Rupturen im Zuge einer Faltung bzw. eines Dehnungsvorganges durchzogen. Obwohl die massigen Amphibolite einen hohen Zähigkeitsgrad haben, zeigen sie deutliche Zerrklüfte, die in S-Form ausgebildet sind. Nimmt die Deformation noch zu, reißen die Amphibolite auseinander und zerbrechen großblockig. Die dünngebankten Amphibolite werden von normal zur Schieferung stehenden Klüften durchsetzt, die parallel zum Fallen des Gesteins stehen und nur geringe Öffnung zeigen, der Gesteinsverband bleibt größtenteils erhalten. Sowohl bei stärkerer Verfaltung als auch bei lang andauernder Verwitterung brechen diese Klüfte im Zentimeterbereich auseinander. Bei intensiver Durchbewegung und an Störungsflächen wird das Gefüge der Amphibolite so zerlegt, daß sie bis zur Trümmermasse deformiert werden.
Kommen diese großblockigen, aufgelockerten Gesteine bei einem Murenereignis in Bewegung, stellen sie auf Grund des Gewichtes und der Masse eine Gefährdung für den ganzen Bach dar. Durch ihre schweren kantigen Blöcke wird beim Aufschlagen auf Böschungen kleinbrüchiges, verwittertes Gesteinsmaterial zum Nachbrechen gebracht und so das Geschiebe enorm vermehrt. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Paragneise bzw. die quarzitischen Glimmerschiefer. Die Paragneiskörper unterscheiden sich von den massigen Amphibolitblöcken durch etwas geringeres Gewicht und durch Blöcke, die nach relativ kurzem Abgleiten einen guten Zurundungsgrad erhalten. Die quarzitischen Schiefer sind dünn gebankt und weisen durch den hohen Quarzgehalt große Sprödig-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

bzw. Brüchigkeit auf. Durch Deformation, Faltenbau, Hakenwerfen etc. sind sie so beansprucht, daß sie in Zentimetergröße kantig zerbrechen.

Auf dem Weg unmittelbar vor der Furtquerung zum WARTSCHER wurden einige steile, sehr schräg zum Bach streichende Störungsflächen nach dem ersten Ereignis 1997 auskartiert. Eine besonders markante Störung setzt sich vom Bach senkrecht die Hangböschung aufwärts fort, quert den Zufahrtsweg WARTSCHER, der durch diese mehrmals in Staffeln in Richtung Bach versetzt wurde und beißt in einer Harnischfläche am Hang aus. Dieser Harnisch wird auf der einen Seite von einem Moränenkeil, auf der anderen Seite durch eine Abfolge von Amphibolit -und Paragneisen begrenzt. Diese Störungen sind Teil einer alten, großen Felsgleitung, auf der der Zufahrtsweg zum Gehöft WARTSCHER angelegt wurde.



Skizze 2. Alte Felsgleitung mit Abrißnische im Bereich des Zufahrtsweges und der Furtquerung über den WARTSCHENBACH zum Gehöft WARTSCHER.

Auf diesen stark deformierten Gesteinen liegen Grundmoränen bzw. Moränenreste, die zwischen Gesteinskörpern eingeklemmt oder relikt eingeschwemmt wurden. Oberhalb der ACKERER MÜHLE wurde auf der linken Hangseite des WARTSCHENBACHES ein stark beanspruchter Geschiebemergel, ein Tillit, der von Grundmoränen stammt, gefunden, der einige Meter hangaufwärts aufgeschlossen ist.

Abb. 5. Alte Hofzufahrt zum WARTSCHER (nach dem ersten Ereignis 1997), die schon vor den letzten drei Muren im Bereich des WARTSCHENBACHES Hanganrisse aufwies.

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 Gesteinserien schon spätalpidisch in Schollen zerlegten. Diese Kluftsysteme waren auch verantwortlich für das Abgleiten großer Gesteinspartien nach dem Abschmelzen des Eises. Das Gleichgewicht wurde besonders in der hochalpinen Landschaft, auf den steilen Oberhängen und in den übersteilten Gerinnen der Bäche durch die Entlastung des Untergrundes gestört. Da das Hauptflußsystem (Drautal) 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.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

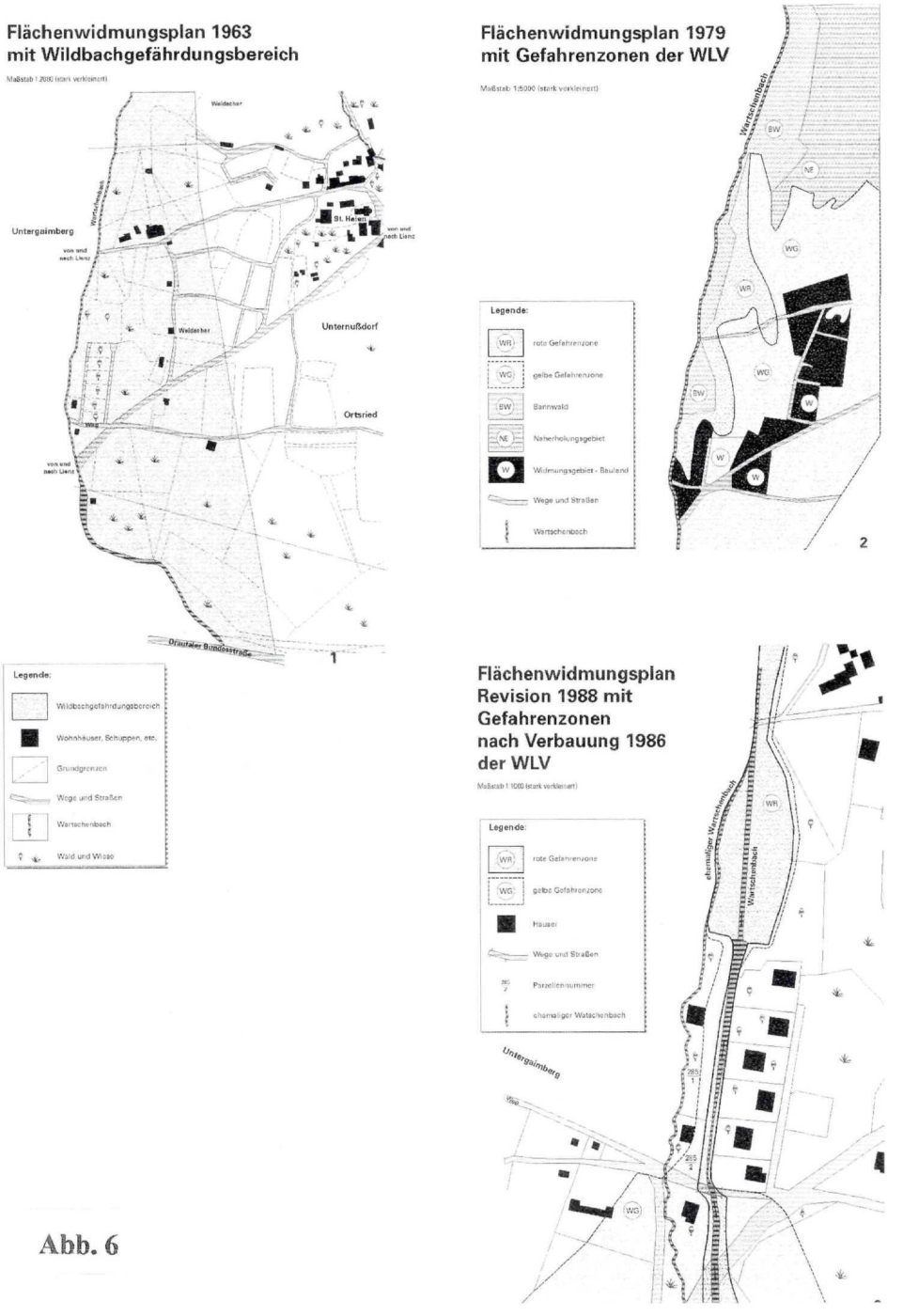


Abb. 6

Abb. 6. Flächenwidmungspläne: 1963, 1979, 1988

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 7. Deutlich sichtbar ist der Vegetationsunterschied von künstlicher Dauerwiese entlang der Schipiste bzw. des Liftes und dem Almbewuchs auf den wenigen, naturbelassenen Berghängen.

Schwere Murenabgänge im Wartschenbach

1. Der Wartschenbach mit kurzer Murenbeschreibung und Verbauungsmaßnahmen vor den Ereignissen 1995-1997

Der Wartschenbach wurde bereits Ende des vorigen Jahrhunderts im Jahre 1879 und 1882 von Muren heimgesucht. In diesem Jahrhundert gab es 1995 und 1997 (2 Muren) Jahrhundertereignisse und ein kleineres Murenereignis im Jahre 1966. In den 50er Jahren war der Abfluß des jetzt so murengefährdeten Baches so gering, daß man ihn im Volksmund als "Bacherl" bezeichnete. Nach dem Murenabgang 1966 wurde ein vorläufiger Verbauungsplan der WLV OSTTIROL, ausgearbeitet. Der Übergangsbereich des Baches von der Steilstufe bis weit auf den Schwemmkegel wurde damals entlang des Baches von Erlenwald und größtenteils Wiesen eingenommen. Obwohl bereits 1960 Siedlungstätigkeit zu verzeichnen war, zeigt der Verbauungsplan, daß nur wenige Wohnhäuser und Schuppen in diesem Bereich errichtet wurden und daß das Hauptsiedlungsgebiet noch immer im Raume NUSSDORF-DEBANT lag.

Ende der siebziger Jahre ist von der Gemeinde NUSSDORF-DEBANT ein neuer Flächenwidmungsplan in Auftrag gegeben worden, wobei die linke Seite des Wartschenbaches entlang der Lienzer Straße in Richtung NUSSDORF neu parzelliert und als Bauland-Wohngebiet ausgewiesen wurde. Obwohl die WLV nach eingehender Planung ein Geschieberückhaltebecken mit einem Fassungsvermögen von mindestens 30.000 m^3 bauen wollte und auf die Gefahr eines Murenganges bei Gewitterstarkregen hinwies, wurde auf Grund des Einspruchs der Grundbesitzer im Jahre 1981-85

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

als Bachlaufsicherung eine Geschieberückhalteanlage mit einem Auslaufbauwerk von nur 25.000 m^3 errichtet. Weiters sind im Einlaufbereich Einfangdämme angelegt und der Unterlauf des Baches in Form einer Künette reguliert worden. Der Großteil des Schuttkegels wurde auf Grund dieser Verbauungsmaßnahmen in die gelbe Gefahrenzone eingestuft.
Im Jahre 1995 und zwar am 6.8.gab es im WARTSCHENBACH das erste schwere Murenereignis, das den verbauten Schwemmkegel betraf. Der heftigste Niederschlag fiel im östlichen Teileinzugsgebiet, dem RADERBACH. Die Wohnhäuser, die rechts neben dem Unterlaufgerinne standen, wurden von der Mure betroffen. Das grobe und feine Geschiebematerial ergoß sich auf das Siedlungsgebiet und breitete sich dann auf die weiter vom Bach entfernteren Flächen aus. Die Brücke nach NUSSDORF wurde bei diesem Murengang nicht erfaßt. Das Ereignis hat etwa 30.000 m^3 Geschiebe geliefert.

2. Die Murenereignisse 1997 verglichen mit der Mure von 1995

Die erste Mure 1997 ereignete sich am Samstag den 16.8. zwischen 21.30 und 22.00 Uhr, während eines schweren Hagelgewitters, das zu dieser Zeit am ZETTERSFELD östlich des LACKENBODENS niederging. Im Bereich der MANDLHÜTTE war während des Unwetters vermutlich durch Hagelkonzentration in Muldenlagen besonders starker Hagel gefallen, so erzählte ein Almhüter. Diesmal ging der große Niederschlag am westlichen ZETTERSFELD, LACKENBODEN-STIERALM nieder, der zum Murenabgang geführt hatte.
Der Hagelschlag war auch die Ursache für die verheerenden Auswirkungen im ganzen Abflußbereich von den Almen bis zum Schuttkegel des WARTSCHENBACHES. Die Steilböschungen im Mittellauf wurden derart erodiert, daß die offenen Hangböschungen jetzt weithin bis Lienz sichtbar sind. Das stark beschleunigte Abflußgeschehen im WARTSCHENBACH ist auf verschiedene bauliche Veränderungen, die sich schon über viele Jahre erstrecken, zurückzuführen. Man hatte vor etwa 40 Jahren auf einer Seehöhe von 2000 m mit der Errichtung des Schigebietes ZETTERSFELD begonnen und setzt diese Arbeiten auch heute noch fort. Durch die Anlage neuer Pisten erschien es notwendig, den natürlichen Bewuchs großer Almbereiche zu roden und die Vegetation durch künstliche Dauerwiesen zu ersetzen. Der natürliche Almboden, auf dem Moose, Almrosen, Heidelbeeren, Rauschbeeren, Wacholder etc. wuchsen, ist durch eine Hochlagenrasenmischung ersetzt und so verändert worden, daß der Abfluß von Niederschlagswasser viel rascher als üblich vor sich geht. Geländekorrekturen wurden vorgenommen und damit die Verdichtung des Bodens, um die Pistenverhältnisse zu verbessern. Am deutlichsten ist diese Geländegestaltung im Bereich "Alten" und "Neuen Pflug" zu erkennen.

Die relativ neuen Pisten bedingen erhöhte Abflußspitzen in den Quellbächen des WARTSCHENBACHES deren Einzugsgebiet am Zettersfeld liegen.
Schließlich wurden noch für Wohnhäuser bzw. Almhütten zahlreiche Zufahrtsstraßen errichtet. Für den Unterbau war eine Verdichtung des Straßenbaumaterials erforderlich, mit der Asphaltierung der Straßen, die weite Hangbereiche miteinander verbinden, wurde eine Teilversiegelung des Bodens bewirkt. Bei starken Gewittern werden die Straßen besonders in steileren Hangabschnitten vom Regenwasser über -bzw. unterspült. Dieses fließt dann mit erhöhten Abflußspitzen in die murenanfälligen Bäche ab.
Die WLV OSTTIROL hat für die geologische Grundlagenerhebung zur Standortsauswahl der Wasserrückhalteanlagen die ILF BERATENDE INGENIEURE INNSBRUCK beigezogen und zwar im

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Bereich der STIERALM, beim Gasthof BIDNER und auf der UNTERHUBERALM. Das Gutachten für die Wasserrückhalteanlage STIERALM wurde im August 1998 geliefert, noch im gleichen Monat wurde mit dem Bau des Retentionsbecken auf der STIERALM, das 10.000 m³ abfließendes Wasser fassen soll, begonnen.

Für die zwei weiteren Retentionsbecken sind im Bereich oberhalb des Gasthofs BIDNER Standortsoptimierungen erforderlich und im Bereich UNTERHUBERALM noch die Einwilligung des Grundbesitzers für die Zufahrt ausständig.

Im oberen Abschnitt der steil ansteigenden Straße nach OBERGAIMBERG führt ein Zufahrtsweg (mit Brücke über den WARTSCHENBACH in Richtung Osten) zum Gehöft FÜRHAPTER. Dieser Bauernhof liegt auf einer schmalen Verebnung eines sonst steilen Hangabschnittes. Das Gehöft ist nicht all zu weit von den Steilböschungen, die in den WARTSCHENBACH hinunterziehen, entfernt.

Der Gesteinsverband der linksseitigen Steilböschung in den Bach ist hier durch Klüfte so gestört, daß dieser Anbruch große Instabilität aufweist. Sollte der Hanganbruch einmal saniert werden, würde die Hälfte der Grünlandfläche, die zum Gehöft FÜRHAPTER gehört, durch die Anböschung verloren gehen.

Ein weiteres Problem stellt nach dem Murenereignis die Zufahrt zum Gehöft WARTSCHER dar. Der Weg wurde durch die Muren 1997 völlig zerstört und sackte mehrere Male bis zu einem Meter tief ab (siehe Skizze 2 und Abb. 5). Die Steinschlichtung in Beton unter der Furtquerung, die dem Bach eine gewisse Führung gibt und die Furt festigen sollte, wurde stirnseitig unterkolkt aber nicht beschädigt. Der Hangfuß ist im ganzen Hauptgraben derartig unterspült worden, daß das Blockwerk mitsamt der Verwitterungschwarte absackte und das Anstehende an den Böschungen sichtbar wurde. Im Bereich der Furt hatte die Fa. TAUERNPLAN-GEOPHYSIK seismische Messungen nach anstehendem Gestein durchgeführt, etwa 15-20 m

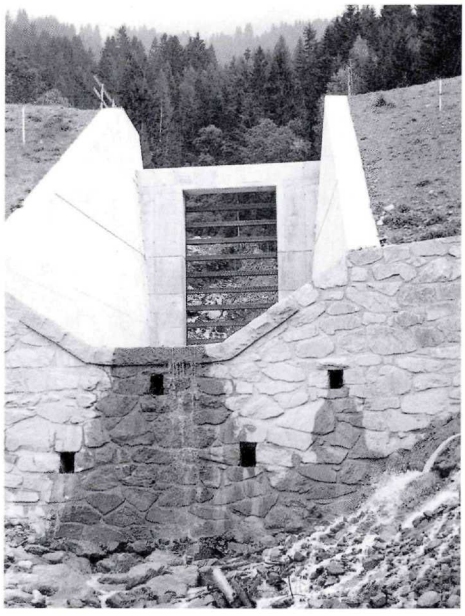


Abb. 8. Oberste Geschiebedosiersperre mit Gitterrost

Abb. 9. Blick von der Wallner Brücke bis zum Waldrand nach der Mure 1995

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

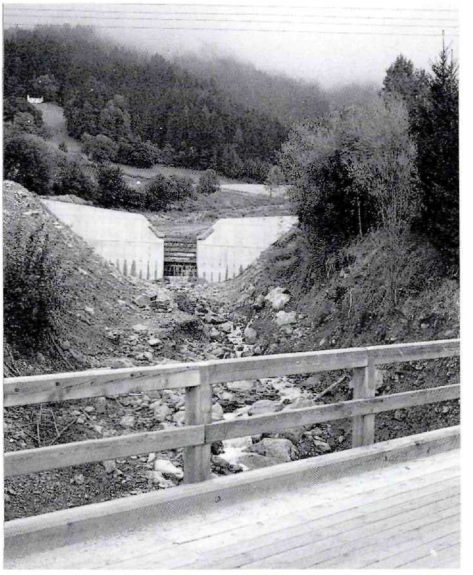


Abb. 10. WALLNER BRÜCKE, Geländekorrekturen, die im Zuge des Baues der obersten Sperre notwendig waren (1997-98) und zweite neue Sperre unmittelbar ober der Brücke.

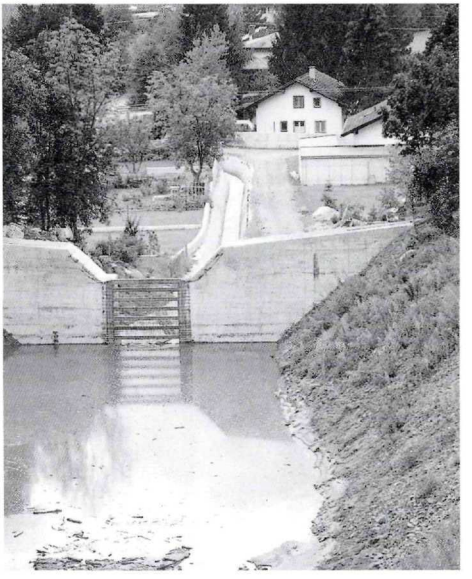


Abb. 11. Geschiebedosiersperre oberhalb der WARTSCHEN-SIEDLUNG und WARTSCHEN-BACH-Verbauung am unteren Schwemmkegel, Verbauungsmaßnahmen 1986.

unter der Bachsohle wurde dieses geortet. Auch der provisorische Zufahrtsweg zum Gehöft WARTSCHER, der nach den Murenereignissen 1997 oberhalb der alten abgesackten Straße errichtet worden ist, wurde Mitte September 1998 gesperrt, da der Weg von weiteren Absackungen betroffen ist und vom Oberhang akute Steinschlaggefahr besteht.

Talabwärts bei der ACKERER MÜHLE wird der Klammbereich weniger steil. Es liegen neben den Amphibolit- bzw. Paragneislagen immer wieder Moränen zwischen den zerrütteten Gesteinen oder auf diesen. Nach dem Ereignis 1995 sind unterhalb der Bachquerung Steinschlichtungen in Betonbettung vorgenommen worden, die beim Murenereignis 1997 neuerlich unterkolkt wurden.

Bei dem Ereignis im August 1995 ist die WALLNER BRÜCKE (Stahlträgerbrücke mit Holzbohlenbelag), die die WARTSCHEN-SIEDLUNG mit NUSSDORF-DEBANT verbindet, nicht erfaßt worden. Im Jahre 1997, nach der ersten Mure, blieben von der Brücke nur die Widerlager erhalten. Das Rückhaltebecken von etwa 25.000 m³ Fassungsvermögen wurde völlig mit Geschiebe aufgefüllt. Der zweite Murstoß war durch feineres Murenmaterial gekennzeichnet und breitete sich in Richtung Westen bis zum Gelände der Baufirma BACHLEHNER hin aus, die bereits 1995 von dem Ereignis stark betroffen war. Der Bachlauf vom Schwemmkegelhals bis zum gesicherten Bachabschnitt hinterließ nach dem Ereignis 1995 den Eindruck eines murenanfälligen Baches, mit steilen Uferböschungen und einem Bach, der sich bereits wieder in das Schuttmaterial einzugraben begann. Die Mure 1995 hatte aber trotzdem weniger Geschiebe geliefert als ein Ereignis von 1997. Die erste Mure führte, da das ältere Verwitterungs- und Lockermaterial im Jahre 1995 weitgehendst abgegangen war, bereits große Felsblöcke mit sich, die bis auf den Schwemmkegel im Geschiebe transportiert wurden. Die beiden Ereignisse 1997 hatten etwa 70.000 m³ Geschiebe geliefert.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Bereits Ende 1997 wurde oberhalb des Schwemmkegels nordöstlich vom Gehöft GRIESSMANN begonnen, eine Geschiebedosiersperre mit Gitterrost zu errichten. Der Sperrenfuß wurde als Schüttdamm ausgebaut. Dieses Bauwerk hat eine Höhe von 10 m und faßt 25.000-30.000 m³ Geschiebe.

Geländekorrekturen wurden nach den Ereignissen 1997 vorallem beim Bau der obersten Sperre vorgenommen.

Unterhalb der obersten Sperre wurde 1997 beim Gehöft GRIESSMANN, anstelle eines Durchlasses der beim Murenereignis 1995 weggerissen wurde, eine Holzbrücke gebaut. Talabwärts sind Sohlgurte errichtet worden.

Darauf folgt, nachdem ein Retentionsraum von 30.000 -35.000 m³ geschaffen wurde die zweite Rückhaltesperre mit 6 m Höhe.

Abb. 12. Blick von der unteren WARTSCHEN-SIEDLUNG auf den von der WLV Osttirol verbauten oberen Teil des Schwemmkegels, Frühjahr 1999

Die WLV hat Ende 1997 das Tragwerk der WALLNER BRÜCKE wieder errichtet, das von der ersten Mure 1997 weggerissen wurde. Zwischen WALLNER BRÜCKE und unterster Geschiebesperre liegt das 1986 errichtete Retentionsbecken mit einem Fassungsvermögen von etwa 25.000 m³ Geschiebe, das bei den Murenereignissen 1995 und 1997 dreimal von Geschiebematerial verschüttet wurde.

Die Zufahrtsstraße rechtsufrig des Unterlaufgerinnes ist wieder hergestellt worden, bei den Wohnhäusern, die nahe am Bach liegen wurden Beton-Einfriedungsmauern errichtet. (Abb. 11)

Auf Grund der Niederschläge Anfang Oktober 1998 hat die TIROLER LANDESREGIERUNG Wasserbauabteilung, nach der Errichtung des ersten Schwebstoffabsetzbeckens (unterhalb der WARTSCHEN-SIEDLUNG), ein zweites in Auftrag gegeben.

Entlang der zwei großen, neuen Retentionsbecken wurden Fahrwege errichtet, die bis in die Becken hinunterführen, um das anfallende Geschiebe abtransportieren zu können.

Der erste Murenstoß der August-Mure 1997 lieferte vor allem grobes Geschiebe. Die Wohnhäuser östlich des Wartschenbaches wurden dabei arg in Mitleidenschaft gezogen. Bei diesem Murenabgang wurde das Wohnhaus der Fam. STOLZLEHNER derart beschädigt, daß die Decke des Einfamilienhauses einzustürzen drohte. Der zweite Murenstoß hatte dieselben Häuser wie 1995 und besonders jene, die direkt neben dem Bach liegen, betroffen. Das relativ feine Geschiebematerial vermurte westlich vom Bach die Siedlung bis zur Talniederung der Drau hin, in der sich die Baufirma BACHLEHNER befindet.

Die zweite Mure im September darauf, lieferte feineres Geschiebe, sowohl östlich als auch westlich des WARTSCHENBACHES, es wurden auch jene Wohnhäuser vom Geschiebe erfaßt, deren Grundstücke Zaunsockel bzw. Einfriedungen (bis zu einem Meter) als Schutz vor dem Wildbach, trugen. Neue Schutzmauern wurden nach dem Ereignis 1997 durch die Hausbesitzer bei besonders gefährdeten Wohnhäusern direkt am Bach gelegen errichtet und zwar z.B. bei den Grundstücken 285/1 und 132. Da der rechte Siedlungsstreifen mit zwei bestehenden Wohnhäusern bei allen drei

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

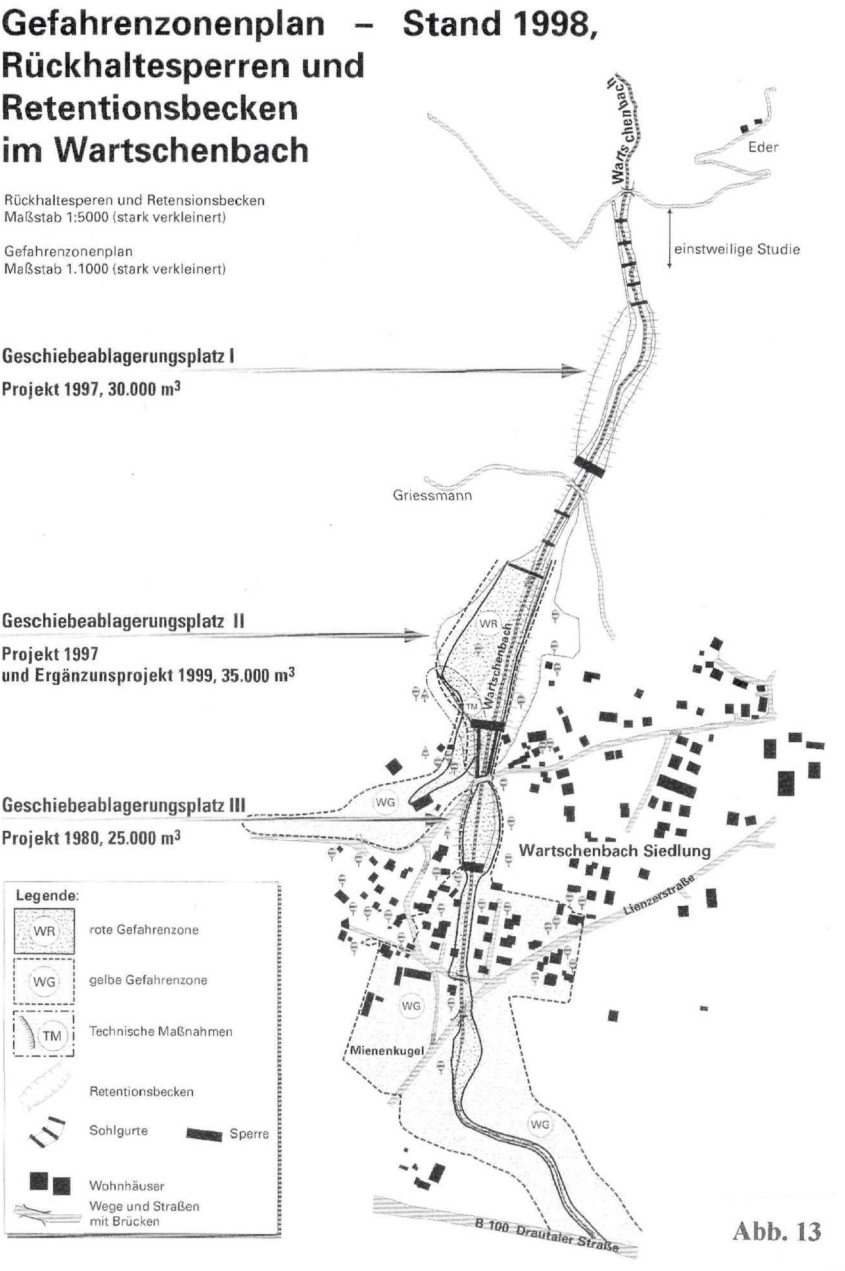


Abb. 13

Abb. 13 Gefahrenzonenplan-Stand 1998, Rückhaltesperren und Retentionsbecken im Wartschenbach

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Murenabgängen am schwersten geschädigt wurde, wäre eine Aussiedlung der Häuser doch zu erwägen gewesen, die Besitzer aber weigerten sich.
Trotz dieser neuen, großflächigen Verbauungsmaßnahmen, mit einem Gesamtfassungsvermögen von etwa 90.000 m³ Geschiebe, (die beiden neuen Becken zusammen etwa 60.000-65.000 m³ und das alte Retentionsbecken von 25.000 m³), die zwar einen Eingriff in die Natur bedeuten, aber für die WARTSCHEN-SIEDLUNG nach den drei Groß-Ereignissen eine Notwendigkeit und Überlebensfrage dargestellt haben, sind die Siedler immer noch so verunsichert, daß sie beim Herannahen eines schweren Gewitters, durch eine Sirene gewarnt, ihre Wohnhäuser rechtzeitig verlassen.
Die Gesamtbaukosten der neuen Sperren mit Rückhaltebecken haben im WARTSCHENBACH bisher etwa 22 Mill. Schilling betragen, das Retentionsbecken am ZETTERSFELD-STIERALM nicht miteingerechnet. Weitere Verbauungsmaßnahmen sind in Planung.

Ein Hochwasserereignis, das vorwiegend landwirtschaftliche Flächen betraf, fand Anfang Oktober 1998 nach länger anhaltender Niederschlägen statt. Da der Grundwassersee, in den der WARTSCHENBACH mündet, durch die schweren Murenereignisse mit Schwebstoffen verschlämmt und völlig undurchlässig wurde, trat dieser aus den Ufern und überschwemmte die Acker- bzw. Grünlandflächen in den Tallagen. Über die Gitterroste an den Sperren ließ die WLV als Provisorium Baustahlgitter montieren, damit das Feingeschiebe hinter den Sperren abgelagert wird. Von der WLV wurde bei der Wasserbauabteilung der TIROLER LANDESREGIERUNG vorgeschlagen, ein Projekt über die Einmündung des WARTSCHENBACHES in den DEBANTBACH zu erwägen.

3. Waldschäden und Niederschlagsmessungen bei den Ereignissen 1995, 1997 und bei starkem Landregen 1998

Im Jahre 1996 beschloß die WLV gemeinsam mit den Waldbesitzern der Gemeinde NUSSDORF-DEBANT und GAIMBERG die Bäume unmittelbar auf den Steilböschungen im Mittellauf abzuholzen, um Verklausungen möglichst vorzubeugen, da man ein neuerliches Ereignis bei Gewitterstarkregen befürchten mußte. Bei den zwei Murenereignissen 1997 wurde nur ungefähr 1,5-2,0 ha Waldboden durch Hanganbrüche weggerissen.
Alle angeführten Niederschlagswerte wurden am Zettersfeld bei der Talstation der STEINERMANDL- Lifte in 1820 m um 7.00 Uhr gemessen. Bei den Murenereignissen 1995, 1997 hat man die Messungen mit Ombrometer durchgeführt. Die FBVA erhielt die Angaben von den LIENZER BERGBAHNEN AG. Aus den gesamten Werten wurden die Messungen des Jahres 1998 ermittelt, die die FBVA diesmal von der hydrologischen Abteilung der TIROLER LANDESREGIERUNG erhalten hatte, seit 15.7.1998 werden die Messungen mit einer neuen, elektronischen Niederschlagswaage ermittelt.
Ein besonderes Kurzzeitereignis trat im August 1998 ein, weiters sind für den Wildbach bedeutende, länger anhaltende Regenperioden im September und Oktober 1998 aufgezeichnet worden, die folgende Werte ergaben:

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Datum: 7.00 Uhr	Niederschlag	Geschiebeanteil
06.08.1995	kein Niederschlag	
07.08.1995	51,5 mm etwa in 1,5 Stunden darauf Murenereignis	30.000 m^3
08.08.1995	02,8 mm Schneeregen	
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	

Ein außergewöhnlicher Niederschlag ereignete sich am 15.8.1998. Es wurde ein Wert von 28,1 mm in einer Zeit von etwa 20 Minuten gemessen, wobei der höchste Niederschlag von 26,5 mm in 10 Minuten von 19.10 bis 19.20 Uhr gefallen ist, ein 100-jährliches Viertelstundenereignis. (Telephon. Mitteilung von Herrn DR. GATTERMAYER, HYDROLOGISCHE Abteilung der TIROLER LANDESREGIERUNG).

Datum:	Niederschlag	Geschiebeanteil
05.09.1997	41,0 mm	
06.09.1997	42,0 mm Murenereignis	30.000 m^3
07.09.1997	12,8 mm	
01.10.1998	04,8 mm	
02.10.1998	05,6 mm	
03.10.1998	08,8 mm	
04.10.1998	04,9 mm	
05.10.1998	15,8 mm	
06.10.1998	47,8 mm	
07.10.1998	71,1 mm Intensivregen	
08.10.1998	09,9 mm	
09.10.1998	00,3 mm	

Da die Ablesung am Ombrometer immer um 7.00 früh vorgenommen wird, scheinen die nach 7 Uhr gefallenen Niederschläge erst am nächsten Tag auf. Aus diesen Niederschlagsmessungen 500 m westlich des obersten Teileinzugsgebietes (Gasthof BIDNER), ist zu erkennen, daß die Gesamtniederschlagsmengen, die zu den Murenereignissen führen, abnehmen. Die Erosion und die Akkumulation des Baches werden bei jedem Murenabgang vergrößert und die Gefahr neuerlicher Murentätigkeit wächst. Deshalb hat die WLV OSTTIROL den Bach vom oberen Bereich des Schwemmkegels bis in die Talung mit weiteren zwei Sperren und einem Gesamtrückhaltevermögen der Retentionsbecken von mindestens 90.000 m^3 gesichert. Der Landregen Anfang Oktober 1998, der einige Tage anhielt und seine größte Intensität vom 6.10. etwa um 7.00 Uhr früh bis zum 8.10 um 7.00 früh hatte (eine Verminderung war nur kurz von 6. auf 7.10 zwischen 22 Uhr und 2 Uhr zu

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

verzeichnen) mit einer Niederschlagsmenge von 118,9 mm, hat gezeigt, daß zwar ein stark erhöhter Abfluß des Wartschenbaches zu verzeichnen war, aber mit diesem der Murenereignissen 1997 keinesfalls verglichen werden kann. Es entstanden einige größere Hanganbrüche und mehrere kleinere Böschungsanrisse. Da die Retentionsbecken noch im Endausbaustadium sind, waren diese nur bedingt für ein solches Ereignis aufnahmefähig. Rechnet man die Niederschläge am 5.10.1998 und nach dem Intensivniederschlag, am 8.10 bis 9.10.um 2.00 Uhr früh dazu, ergibt sich eine Niederschlagsmenge von 144,9 mm in etwa 4 Tagen. Da es außerdem vom 1.10-4.10. täglich zwischen 4,8 und 8,8 mm geregnet hat, kommt noch eine gleichmäßige Durchfeuchtung des Bodens hinzu.
Im September wurden ebenfalls ähnliche Niederschlagswerte (auf Landregen bezogen) gemessen, wobei nur die höchsten Werte angegeben werden.

Datum:	Niederschlag
03.09.1998	26,9 mm
05.09.1998	48,5 mm
10.09.1998	10,1 mm
11.09.1998	51,1 mm
12.09.1998	21,0 mm

Ergibt eine Summe von 157,6 mm Niederschlag, der im Laufe von 12 Tagen gefallen ist.

Datum:	Niederschlag
05.10.1998	16,1 mm
06.10.1998	47,8 mm
07.10.1998	71,1 mm
08.10.1998	09,9 mm

In der folgenden Tabelle wurde nur eine Auswahl der Niederschlagswerte vom 5.10.-8.10.1998 mit täglich ansteigender Regenzunahme bis zum Intensivstniederschlag am 7.10. und danach mit abnehmender Regenintensität dargestellt:

Datum:	Uhrzeit	Niederschlagswerte
05.10.1998	08-10	05 mm
	10-22	05 mm
	22-24	05 mm
06.10.1998	07-12	04 mm
	12-20	19 mm
	20-02 früh	03 mm
07.10.1998	02-20	75 mm
	20-24	07 mm
08.10.1998	24-04	04 mm
	04-07.30	08 mm
	08-09	07 mm

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesen Messwerten läßt sich deutlich erkennen, daß nur schwere Gewitter mit Hagelschlag im Bereich des ZETTERSFELDES eine Gefahr für die Wartschensiedlung und ihre Umgebung bedeuten. Die sogenannten Landregen erhöhen zwar den Abfluß des Baches deutlich, größere Hanganrisse können entstehen, der Schadensumfang ist aber nach schweren Gewittern und den damit verbundenen Murabgängen. wesentlich größer.

Schlußfolgerung

Durch die beschriebenen Ereignisse und die starke Erosion bei jedem Murenabgang, wurde die Problematik, die sich in diesem 2,5 km^2 großen Einzugsgebiet gestellt hat, sichtbar. Besonders die Böschungen im Klammbereich wurden durch die Ereignisse derartig aufgerissen, daß jetzt ein tektonisch stark beanspruchtes und deformiertes Altkristallin sichtbar ist. Eines der Ergebnisse der Kartierung, besonders für künftige Arbeiten in der Klamm, ist die Steinschlaggefahr, die durch das Verwitterungsmaterial, aber insbesonders durch massige Amphibolite, die in großen Linsen mit dem Paragneis zusammen vorkommen und durch z.T. breite Klüfte entstanden ist, auftritt. Es wurden durch die Gefügemessungen Zusammenhänge zwischen Störungen, Klüften und verschiedenen Hanganrissen, die durch aufgelockerte Gesteinserien zusammen mit Moränen oder Verwitterungschwarte entstanden sind, hergestellt. Es ist über die großen Schwierigkeiten der WLV OSTTIROL berichtet worden und zwar im Mittellauf von der Zufahrt JAGGLER bachaufwärts bis zur Zufahrt FÜRHAPTER, ob und wie sie den brüchigen Fels und die steilen Böschungen stabilisieren könnte.
Im Einzugsgebiet des WARTSCHENBACHES kam es in diesem Jahrhundert zu drei schweren Murenereignissen. Besonders hervorzuheben sind die Muren 1995 und 1997, die vorallem am Schwemmkegel und zwar an den Wohnhäusern und auf den Grundstücken, großen Schaden angerichtet haben. Die Einwohner der WARTSCHEN-SIEDLUNG verlassen noch immer, durch eine Sirene gewarnt, trotz Errichtung zwei neuer Sperren und großer Retentionsbecken beim Aufzug eines schweren Gewitters, aus Angst ihre Häuser.

Durch die LIENZER BERGBAHNEN AG., die schon seit etwa 40 Jahren besteht, wurde das Schigebiet Zettersfeld erschlossen und allmählich vergrößert. Durch diese Bautätigkeiten hat man den Naturraum des Almgebietes weitgehendst gestört, den in diesem Gebiet noch bestehenden Wald gerodet und die Almweiden durch künstliche Dauerwiesen ersetzt. Weiters sind Geländekorrekturen vorgenommen worden, die zu einem raschen Abfluß des Niederschlags führen und vorallem beträchtlich erhöhte Abflußspitzen verursachen.

Die WLV OSTTIROL errichtete in den Jahren 1980-1986 ein, auf Grund des Einspruchs der Siedler um etwa 5000 m^3 kleineres Retentionsbecken, mit Ein -und Auslaufsperren, Begleitdämmen, Regulierungsmaßnahmen und Vollverbauung im untersten Bachabschnitt. Der unterste Teil des WARTSCHENBACHES kam deshalb von der roten in die gelbe Gefahrenzone. Nach dem Murenabgang 1995 wurden von der WLV umfangreiche Verbauungsmaßnahmen durchgeführt, der Bach besonders unterhalb der Zufahrten WARTSCHER und der ACKERER MÜHLE durch Steinschlichtungen in Betonbettung befestigt und die Brücke beim Gehöft GRIESSMANN erneuert.

Nach den Ereignissen 1997 bemühte sich die WLV LIENZ so rasch als möglich, die Planung für die zwei neuen Sperren mit großen Geschiebeauffangbecken zu erstellen. Die Verbauungen waren im September 1998 fast vollendet und man hatte bereits begonnen das Rückhaltebecken auf der Stieralm zu errichten.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Dank

Ich möchte dem Gebietsbauleiter der WLV OSTTIROL, Dipl. Ing. J. SCHETT für die Durchsicht meines Manuskriptes und für die Kopie des aktuellen Gefahrenzonenplanes herzlich danken.
Weiters bin ich der TIROLER LANDESREGIERUNG, Herrn Sachgebietsleiter OR DR. GATTERMAYER und seinem Team für die Niederschlagswerte und für verschiedene Hinweise im Bezug auf Niederschlagshöhen im Raum WARTSCHENBACH, zu Dank verpflichtet.
Der Gemeinde NUSSDORF-DEBANT danke ich für die Kopien der alten Verbauungspläne im Gebiet des WARTSCHENBACHES und daß sie mir Herrn Gemeindewaldaufseher P. MAYER als fach- und ortskundigen Begleiter für Geländebefahrungen zur Verfügung stellten. Herrn Ing. M. PERNERSTORFER vom Geol. Dienst des Amtes der NÖ Landesregierung möchte ich für die Erstellung des „shaded relief" der Abb. 4 danken.

Literatur

ANGEL F. (1928): Gesteinskundliche und geologische Beiträge zur Kenntnis der Schobergruppe in Osttirol.- Verh. Geol. B.-A., Wien, 7/8, 153-182.
CLAR E. (1927): Ein Beitrag zur Geologie der Schobergruppe bei Lienz in Tirol.- Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 63, Graz, 72-90.
LINNER M. (1995): Das ostalpine Kristallin der südwestlichen Schobergruppe mit den frühalpidischen Eklogiten im Bereich Prijakt - Alkuser See - Schleinitz.- In: Arbeitstagung 1995, Geol. B.-A., Wien, Geologie von Osttirol, Schwerpunkt Blatt 179, Lienz.
MOHR H. (1912): Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostsporns der Zentralalpen.- Denkschr. Akad. d. Wiss. m.-n. Kl. 88, Bd. 633-652, 1 Kt., Wien.
POSCHER G., ILF BERATENDE INGENIEURE (1998): Projekt Wartschenbach: Berichte zu der Situierung der Retentionsbecken 10.8.1998.- Innsbruck.
SCHULZ B. (1992): Pre-Alpine high-pressure metamorphism in the Austroalpine basement P-T-t-deformation paths from samples to the south of the Tauern Window.- Zbl.Geol.Paläont., Stuttgart, Teil 1, 93-103.
SCHWARZBÖCK H. (1968): Zur Geologie des obersten Gradenbaches (Schobergruppe).- Diss. Phil. Fak. Univ. Wien.
TOLLMANN A. (1977): Geologie von Österreich.- Bd.1, Verlag Franz Deuticke, 345-350.
TROLL G. & HÖLZL E. (1974): Zum Gesteinsaufbau des Altkristallins der Zentralen Schobergruppe Osttirol.- Jb. 117., Wien, Geol. B.-A. 1-16.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Helga GOTTSCHLING
Forstl. Bundesversuchsanstalt
Institut 8 (Lawinen- und Wildbachforschung)
Abteilung Wildbach- und Abtragsforschung
Hadersdorf, Hauptstraße 7
A-1140 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 79

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

Artikel/Article: Der Wartschenbach. Vom Gebirgsbach zum Wildbach. Die Entwicklung von 1966-1998. 153-171