

Veränderungen der Murrinnen im Täschgufer seit 1936

■ Michelle Bollschweiler, Markus Stoffel, Dominique Schneuwly

Zusammenfassung

In jüngster Vergangenheit verursachten drei relativ kleine Murrinnen im Täschgufer (Täsch, VS) wiederholt Schäden im Talgrund und übersarten unter anderem die Kantonsstrasse Visp–Zermatt. Gleichzeitig drangen mehrmals Steinschlagblöcke bis in besiedeltes Gebiet vor, woraufhin am Hang sieben Steinschlagschutzdämme sowie zwei kleine Rückhaltebecken für künftige Murgänge gebaut wurden. Aufgrund der offenbar grossen Veränderungen der Murrinnen und ob der dürftigen Datengrundlage zu früheren Ereignissen im Täschgufer versucht dieser Artikel, die vergangene Aktivität der Murrinnen im Täschgufer zu durchleuchten sowie rezente Veränderungen und deren Ursachen darzulegen. Dazu wurden einerseits Luftbilder verschiedener Jahrzehnte herangezogen, um längerfristige Entwicklungen der Rinnen seit den 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts aufzuzeigen. Andererseits wurden die Murrinnen während der letzten zehn Jahre dreimal im Detail kartiert, um damit genaueren Aufschluss über kurzfristige Veränderungen der dreidimensionalen Rinnenstruktur zu erhalten. Es zeigt sich, dass in den Rinnen zwischen 1994 und 2004 eine starke erosive Tätigkeit stattfand, wobei sich die Rinnenbreite teilweise verdreifacht und die Tiefe verdoppelt hat. Da die grössten Veränderungen beim untersten Steinschlagdamm sowie beim oberen Rückhaltebecken auftreten, kann davon ausgegangen werden, dass durch die baulichen Massnahmen und die stellenweise Verteilung der Rinnen momentan eine stärker ausgeprägte Erosion auftritt und sich ein neues Gleichgewicht einstellen muss. Zusätzlich scheint denkbar, dass sich Veränderungen im Permafrost oder dem oberflächlichen Abflussverhalten innerhalb des Hanges auf die Murrinnenaktivität auswirken könnten.

Résumé

Dans le passé récent, trois chenaux relativement petits de laves torrentielles ont, à plusieurs reprises, causé des dégâts au fond du versant du Täschgufer (Täsch, VS) entraînant entre autre l'inondation de la route cantonale Viège–Zermatt. Au cours de la même période, plusieurs chutes de pierres ont également atteint la zone à bâtir dans la vallée. C'est pourquoi on a depuis construit sept digues de protection contre les chutes de pierre ainsi que deux petits bassins de rétention en vue de futurs événements de laves torrentielles.

Toutefois, en raison des grands changements apparents de la géométrie des chenaux de laves torrentielles et du fait de la base de données insuffisante concernant les événements passés au Täschgufer, cet article cherche à reconstituer l'activité passée de ces trois chenaux de même qu'à décrire les changements récents ainsi que leurs causes. Pour ce faire, nous avons consulté des photos aériennes des différentes périodes. Elles nous permettent de retracer l'évolution de ces chenaux depuis les années 1930. Nous disposons de plus, d'une cartographie détaillée des chenaux réalisée trois fois au cours des 10 dernières années et offrant la possibilité d'identifier d'éventuels changements de la structure tridimensionnelle de ceux-ci dans le court terme. Les résultats démontrent qu'une forte activité érosive a eu lieu entre 1994 et 2004, menant à un triplement de la largeur et une duplication de la profondeur des chenaux à certains endroits. Comme les plus grands changements ont été observés à proximité de la digue de protection la plus basse et du bassin de rétention supérieur, nous supposons que la construction des mesures de protection a généré une augmentation de l'érosion mais que celle-ci devrait ralentir une fois le nouveau profil d'équilibre en place. En outre, il paraît possible que des modifications dans le pergélisol ou dans l'écoulement de l'eau à la surface du versant en question pourraient également avoir une influence sur l'activité des chenaux à laves torrentielles.

Summary

In the recent past, three relatively small debris-flow channels at Täschgufer (Täsch, VS) repeatedly caused damage to the main road connecting Visp with Zermatt. At the same time, several rockfall fragments reached the settled area of Täsch, reason why seven rockfall protection dams and two debris-flow retention basins were built on the slope. While there is agreement that the debris-flow channels significantly changed over the last few decades, only insufficient data exists on past debris-flow events on the slope. It is therefore the goal of this paper to investigate the past activity of the debris-flow channels at Täschgufer and to show recent modifications as well as to analyze their causes.

Investigations included two different approaches: A first approach consisted in the analysis of aerial photographs of different age as to identify long-term modifications in the channels since the 1930s. On the other hand, the channels have been mapped in detail three times during the last ten years as to document short-term changes in the 3D-structure of the channels. Results clearly indicate that erosion mainly took place between 1994 and 2004, when the depth of the channels locally doubled and the width increased by three times. Since the most significant changes in the channels occurred above the lowermost rockfall dam as well as above the upper debris-flow retention basin, we believe that erosion would have been favoured through the construction works on the slope and the temporary increase in the channel gradient. In addition, it is thinkable that modifications in the local permafrost or in the runoff behaviour of water on the slope may have had their impact on recent debris-flow activity as well.

1. Einleitung

In jüngster Vergangenheit verursachten drei relativ kleine Murrinnen im Täschgufer (nördlich Täsch) wiederholt Schäden. So wurden beispielsweise im August 1987 und im Sep-

tember 1993 die Hauptstrasse Visp–Zermatt sowie die Zubringerstrasse auf die Täschalpe teils meterhoch übersart (Lauber, 1995a). In der Folge wurden entlang der Murrinnen zwei Rückhaltebecken errichtet.

Nach dem Bau der Rückhaltebecken wurden in den Jahren 1994 und 1995 insgesamt sechs Murgänge in den Täschgufer-Rinnen verzeichnet, worauf verschiedentlich bereits von einer markanten Zunahme der

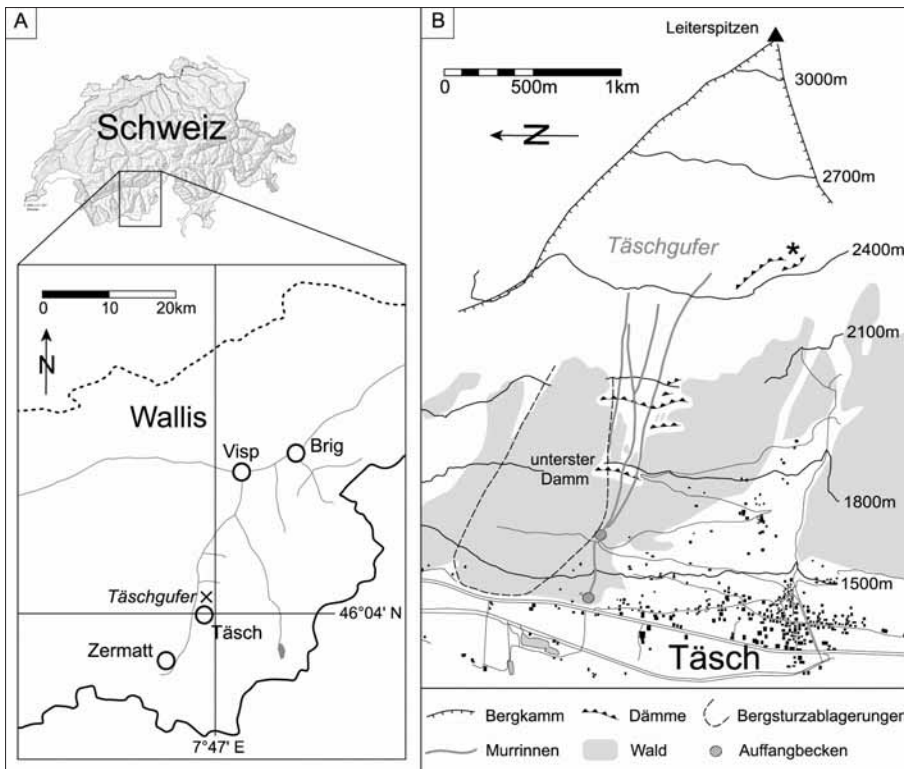


Bild 1. Das Untersuchungsgebiet Täschgufer befindet sich im südlichen Mattertal. Der Hang weist mehrere aktive Murrinnen und zahlreiche Schutzdämme gegen Stein-schlag auf, wobei sich der unterste Damm bei 1780 m ü.M. befindet. Beim Bau der obersten Dämme wurde Permafrost gefunden (*).

Muraktivität und einem beginnenden Abschmelzen des Permafrosts gesprochen wurde. Weitere Erkenntnisse zur Muraktivität der Rinnen im Täschgufer lieferten die Unwetter vom Oktober 2000, als die Verkehrswege nach 1987 und 1993 ein weiteres Mal übersart wurden. Trotz wertvoller Informationen zu Ereignissen der jüngeren Vergangenheit ist das Wissen um das Verhalten und zur vergangenen Muraktivität im Täschgufer recht dürftig. Die unvollständige Ereignis-chronologie reicht – im Gegensatz etwa zum weitaus besser dokumentierten Ritigraben nahe St. Niklaus (Stoffel et al., 2005a) oder zum Bruchji bei Naters (Bollschweiler et al., in prep.) – lediglich bis 1987 zurück. So bleibt die Frage offen, wie die Rinnen in früheren Zeiten ausgesehen und sich im Laufe der Zeit entwickelt haben.

Es ist daher das Ziel dieses Artikels, die Entwicklung der Murrinnen im Täschgufer genauer unter die Lupe zu nehmen. Dies geschieht zum einen durch die Analyse von Luftbildern aus den Jahren 1936, 1963 und 2000. Zum anderen werden geomorphologische Detailkartierungen der Rinnen aus den Jahren 1994, 2002 und 2004 verglichen und anhand von Querprofilen Veränderungen in ausgewählten Abschnitten der Murrinnen aufgezeigt. Dabei soll auch die Frage erörtert werden, ob und wie weit der 1998 gebaute Steinschlagschutzdamm mit seinen Mur-

durchlässen einen Einfluss auf Veränderungen der Rinnen im Täschgufer hat.

2. Untersuchungsgebiet

Das Täschgufer ist der nach Westen gerichtete Hang der Leiterspitzen (3214 m ü.M.) und befindet sich im südlichen Mattertal, nördlich von Täsch (Bild 1a). Das Gebiet umfasst eine Fläche von rund 2,8 km² und ist Teil einer Schuppenzone zwischen der Siviez-Mischa-

bel- und der Monte-Rosa-Decke. Das Anstehende ist hauptsächlich aus Gneisen aufgebaut, die meist recht massig sind, jedoch frische Brüche aufweisen. Zusätzlich zu den mit Prasiniten und Quarziten durchsetzten Gneisen kommt auch Glimmerschiefer vor (Marro, 1994; Lauber, 1995b). Weite Teile des Täschgufers sind von den Ablagerungen eines Bergsturzes geprägt, der einer Sage folgend das «alte» Täsch unter sich begraben haben soll. Der Zeitpunkt des Bergsturzes bleibt unbekannt, das Alter der aufwachsenden Lärchen deutet jedoch darauf hin, dass sich das Ereignis vor mindestens 700 Jahren zugetragen hat (Schneuwly, 2003).

Die Gesteinspakete in der Westflanke der Leiterspitzen sind auch heute noch stark zerrüttet, und die vorhandenen Klüfte weisen teils beachtliche Öffnungsweiten auf. Zusammen mit der Schichtung führt die starke Zerklüftung des Gesteins zu einer Instabilität des Hanges, die immer wieder zu Steinschlagereignissen führt, und dies seit mindestens vierhundert Jahren mehr oder weniger kontinuierlich (Schneuwly, 2003; Stoffel et al., 2005b). Daneben beeinflusst auch der im Hang oberhalb 2400 m ü.M. nachgewiesene Permafrost (Keller, 1991; Haeberli, 2002) die saisonale Steinschlagaktivität, welche lokal im April und Mai ihren Höhepunkt erreicht (Stoffel et al., 2005c). Am 6. Oktober 1985 drang eine Felsplatte bis in den Talboden von Täsch vor und zerstörte ein landwirtschaftliches Gebäude (Wicht & Joris, 1985). Als Reaktion auf dieses Ereignis und infolge einer scheinbaren Zunahme der Steinschlagaktivität wurden ab 1989 im Täschgufer bauliche Massnahmen ergriffen und zum Schutz von Dorf und Kantonsstrasse sieben Steinschlagdämme erstellt. Der unterste und bislang



Bild 2. Übersicht über das Täschgufer mit den Murrinnen Nord (N), Mitte (M) und Süd (S) und den Leiterspitzen im Hintergrund.



Bild 3. (A) Der unterste Damm mit den Durchlässen für die Murrinnen. (B) Die Rinnen Mitte und Süd fließen bei Kote 1650 zusammen und münden in ein Auffangbecken. (C) Murgangablagerungen unterhalb des untersten Damms weisen auf frühere Muraktivität der Rinne Nord in diesem Bereich hin.

letzte Damm wurde 1998 auf einer Höhe von 1780 m ü.M. gebaut und ist mit Durchlässen für zwei der drei Murrinnen versehen. Die Bilder 1b und 2 vermitteln einen Eindruck vom Hang und den Verbauungen.

Die grosse Verfügbarkeit von Lockerschutt sowie die beträchtlichen Mengen abgelagerten Steinschlagmaterials stellen den murfähigen Rinnen im Täschgufel reichlich Ausgangsmaterial zur Verfügung. Das maximale Geschiebepotenzial einzelner Muren soll – je nach Untersuchung – zwischen 100000 (Lauber, 1995a) und 1 Mio. m³ (Zimmermann & Hunziker, 1999) betragen. Normalerweise umfassen die heute abgehenden Murschübe jedoch nur einige wenige Kubikmeter.

Das murfähige Material wird grundsätzlich aus allen Bereichen des Hanges oberhalb 1800 m ü.M. mobilisiert. Aufgrund der Hangneigung und der Oberflächenbeschaffenheit können Murgänge oberhalb von

2100 m ü.M. auch bei geringem Wassereintrag losgelöst werden (Lauber 1995a).

Wie aus den Bildern 1b und 2 hervorgeht, lassen sich im Täschgufel drei Rinnen erkennen, die nachfolgend als Rinne «Nord», «Mitte» und «Süd» bezeichnet werden. Bild 2 zeigt, dass die drei Rinnen oberhalb des untersten Steinschlagdamms (1780 m ü.M.) ähnlich stark ausgeprägt sind und ihr äusseres Erscheinungsbild auf eine regelmässige Muraktivität schliessen lässt. Aufgrund dieser Tatsache wurden beim Bau des untersten Steinschlagdamms auf der Höhe der Rinnen «Mitte» und «Süd» Durchlässe geschaffen, die das gröbere Material zurückhalten, den Feinanteil der Muren jedoch weiterfliessen lassen (Bild 3a). Diese beiden Rinnen sind dementsprechend auch unterhalb des Damms aktiv und vereinen sich knapp oberhalb des ersten Rückhaltebeckens bei 1600 m ü.M. (Bild 3b). Unterhalb dieses ersten Beckens existiert somit nur noch eine

Rinne, welche kurz vor Erreichen des Talgrunds in ein zweites Rückhaltebecken mündet. Im Gegensatz dazu endet die Rinne «Nord» seit dem Bau des Steinschlagdamms auf 1780 m ü.M., da für sie kein Durchlass gebaut wurde. Ablagerungen unterhalb des Damms weisen jedoch auch für diese Rinne auf eine regelmässige Aktivität in früheren Zeiten hin, wie aus Bild 3c hervorgeht.

3. Alter der Rinnen und längerfristige Veränderungen im Rinnenverlauf

Das Alter der Rinnen sowie allfällige Veränderungen im Rinnenverlauf wurden mit Hilfe von Luftbildern analysiert. Die ältesten Luftbilder des Täschgufels stammen aus dem Jahre 1936, die jüngsten Aufnahmen wurden 2000 erstellt. Zu Vergleichszwecken wurden zudem Bilder von 1963 untersucht. Während die Luftbildaufnahme aus den 30er-Jahren lediglich den untersten Bereich des Täschg-

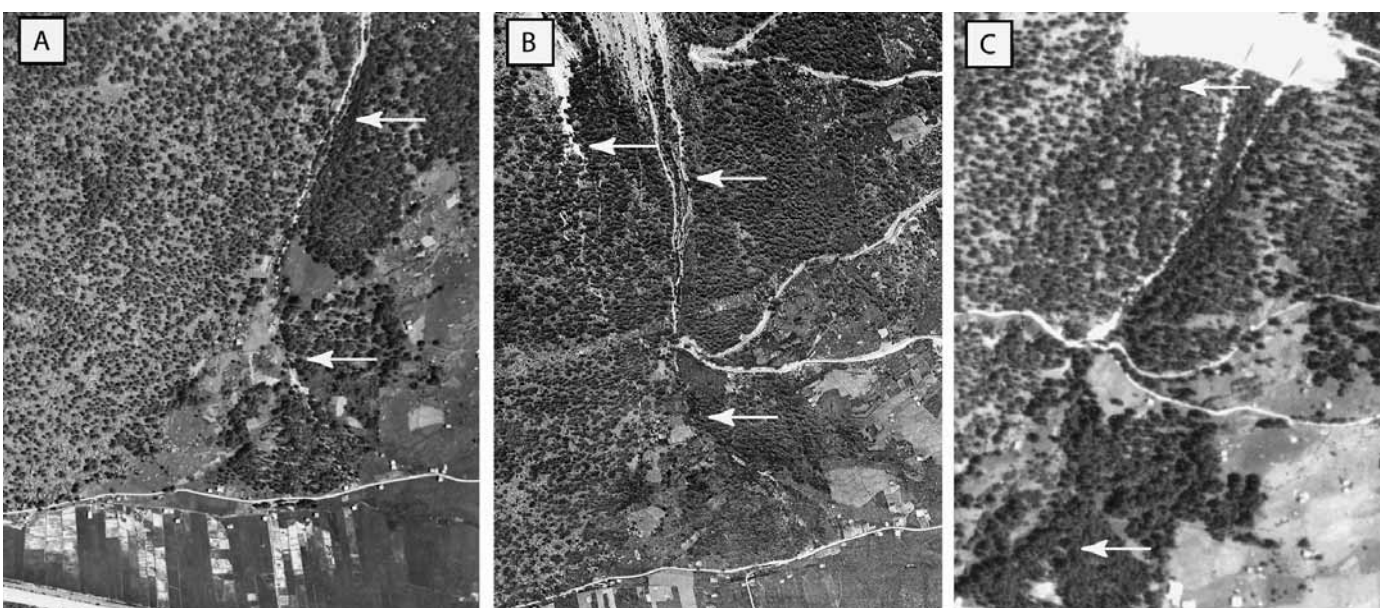


Bild 4. Die markanten Veränderungen der Murrinnen zwischen (A) 1936, (B) 1963 und (C) 2000 sind mit Pfeilen markiert. Für genauere Erklärungen sei auf den Text verwiesen (Luftbild A: Aufnahme des Bundesamtes für Landestopografie 1936; Luftbild B: ABW Bloetzer Werner AG 1963; Luftbild C: Swisphoto 2000).

ufers bis auf etwa 1700 m ü.M. abbildet, ist auf den anderen Luftbildserien der gesamte Hang einsehbar (Bollschweiler, 2002).

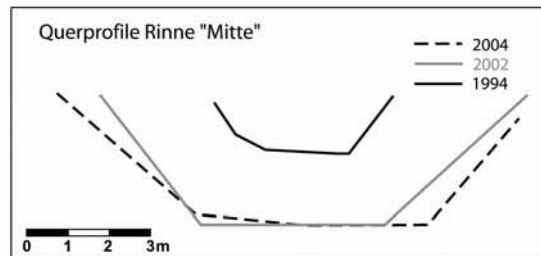
Bild 4 zeigt den untersten Bereich des Hanges für die Jahre 1936, 1963 und 2000. In erster Linie fällt auf, dass bereits im Jahre 1936 eine Murrinne im Täschgufer existierte (Bild 4a). Im Bereich des Kegelhalses zieht die Rinne von 1936 nach Süden weg und verläuft bis auf die Höhe der Kantonsstrasse am nördlichen Rand des Kegels, wo sie sich allmählich im Wald verliert und nur noch vereinzelt Ablagerungen erkennbar sind. Hangaufwärts scheint sich die Rinne mehrmals zu verzweigen und wieder zu vereinen, was auf eine schwach ausgeprägte und wenig eingetiefte Rinne sowie auf verhältnismässig geringe Erosionsstätigkeit hindeutet.

Im Jahre 1963 verläuft die Rinne im Kegelbereich nach wie vor an dessen südlichem Rand, wie aus Bild 4b ersichtlich wird. Im Gegensatz zu den relativ geringen Veränderungen im Kegelbereich haben sich weiter oben im Hang die Rinnen «Mitte» und «Süd» bis auf eine Höhe von 1650 m ü.M. gut sichtbar ausgebildet, wo sie sich schliesslich vereinen. Am linken Bildrand erkennt man zudem frische Murablagerungen, welche mit der Aktivität der Rinne «Nord» in Zusammenhang stehen. Diese scheint wiederholt Murmaterial im Wald abgelagert zu haben, wo sie sich jedoch allmählich verliert.

Die ausgeprägtesten Veränderungen der Murrinnen lassen sich jedoch auf dem Luftbild aus dem Jahre 2000 erkennen. Wie aus Bild 4c hervorgeht, hat sich die Rinne einen neuen Weg über den Kegel gesucht und durchfliesst diesen nun zentral, bevor sie in das untere der beiden Auffangbecken mündet. Auch die Rinnen «Mitte» und «Süd» sind mittlerweile auf der ganzen Länge stark eingeschnitten, ihr Verlauf sehr viel direkter. Im Gegensatz dazu lassen sich für die Rinne «Nord» keine Anzeichen rezenter Aktivität erkennen, und die Ablagerungen, die noch 1963 sehr gut sichtbar waren, sind auf dem Luftbild 2000 kaum mehr auszumachen.

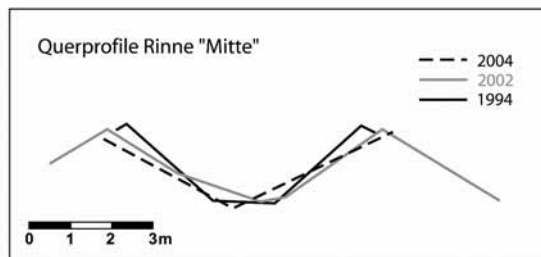
4. Rezente Veränderungen der Rinnenquerschnitte

Zusätzlich zur Luftbildinterpretation wurden während des letzten Jahrzehnts mehrmals die Rinnen im Detail kartiert (1:1000) und Querprofile erstellt. Eine erste Kartierung erfolgte im Sommer 1994 durch die Universität Bonn (Gärtner & Holl, 1994). Eine zweite Aufnahme der Rinnen wurde im Sommer 2002 vorgenommen (Schneuwly, 2002), bevor Ende 2004 an den wichtigsten Punkten erneut Kontrollmessungen vorgenommen wurden. Neben dem Verlauf der Rinnen wurden Querprofile vermessen, um detaillierte Anga-



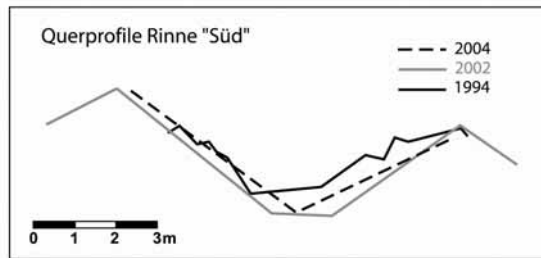
1830 m ü. M.	Breite (m)			Tiefe (m)		
	1994	2002	2004	1994	2002	2004
Rinne Mitte	4.1	9	10.8	1.5	2.4	3.1
Rinne Süd	4.5	9.7	12.6	1.7	3.1	3.5

Bild 5. Ausgeprägte Veränderungen sind bei Kote 1830 zu erkennen (Luftbild: Swissphoto 2000).



1760 m ü. M.	Breite (m)			Tiefe (m)		
	1994	2002	2004	1994	2002	2004
Rinne Mitte	4.6	5.4	5.5	1.5	1.7	1.7
Rinne Süd	5.3	7.5	8.5	1.7	2	2.5

Bild 6. Unmittelbar unterhalb des Dammes bei 1760 m ü.M. sind die Veränderungen bedeutend kleiner (Luftbild: Swissphoto 2000).



1640 m ü. M.	Breite (m)			Tiefe (m)		
	1994	2002	2004	1994	2002	2004
Rinne Mitte	3.5	5.4	5.9	1	1.5	2
Rinne Süd	6	7.3	7.5	1.4	2.5	2.5

Bild 7. Kurz oberhalb des Zusammenflusses der Rinnen Mitte und Süd bei Kote 1640 sind die Veränderungen wieder stärker (Luftbild: Swissphoto 2000).

ben zur Breite und Tiefe der Rinne sowie zur Neigung der seitlichen Murlevées zu erhalten. Aufgrund der derzeitigen Inaktivität der Rinne «Nord» unterhalb des untersten Dammes wurden nur die Rinnen «Mitte» und «Süd» im Detail untersucht. Veränderungen werden in diesem Artikel exemplarisch an drei Stellen gezeigt, nämlich oberhalb (1830 m ü.M.) und unterhalb (1760 m ü.M.) des untersten Stein-

schlagdammes sowie kurz vor dem Zusammenfluss der Rinnen «Mitte» und «Süd» auf einer Höhe von 1640 m ü.M.

Der Verlauf der Rinnen hat sich zwischen 1994 und 2004 kaum verändert, ebenso wenig hatte die Muraktivität im Täschgufer einen Einfluss auf das Gefälle der einzelnen Rinnen, welches sich im untersuchten Gebiet auf durchschnittlich 28° beläuft. Im

Gegensatz dazu konnten die Untersuchungen markante Veränderungen sowohl bezüglich der Breite als auch der Tiefe der Rinnen «Mitte» und «Süd» nachweisen.

Die bedeutendsten Veränderungen der Querprofile der Rinnen lassen sich oberhalb des untersten Steinschlagdammes auf einer Höhe von 1830 m ü.M. feststellen. Wie aus Bild 5 ersichtlich, haben sich die beiden Rinnen hier zwischen 1994 und 2004 sehr stark verbreitert wie auch eingetieft. Durch die starke Erosion ist die Breite der Rinne «Mitte» zwischen 1994 und 2002 von gut 4 auf 9 m angewachsen und beträgt heute rund 10,8 m (Ende 2004). Ähnlich die Entwicklung der Rinne «Süd», wo sich die Breite beinahe verdreifachte und dabei von 4,5 auf 12,6 m anwuchs. Die Tiefe der Rinnen hat sich in diesem Zeitrahmen mehr als verdoppelt und stieg von jeweils rund 1,5 m auf über 3 m an.

Im Gegensatz dazu fallen die Veränderungen unmittelbar unterhalb des Steinschlagdamms (1760 m ü.M.) bedeutend kleiner aus. Man erkennt aus Bild 6, dass in der Rinne «Mitte» zwar eine Verbreiterung um knapp 1 m stattgefunden hat, die Tiefe sich gleichzeitig aber nur unwesentlich veränderte. In der Rinne «Süd» lassen sich mit einem Breitenzuwachs von 5,3 auf 8,5 m und einer Eintiefung von 1,7 auf 2,5 m grössere Veränderungen ausmachen, die aber auch hier nicht ein Ausmass erreichen, wie es oberhalb des Steinschlagdamms festgestellt werden kann.

Unmittelbar vor dem Zusammenfluss der Rinnen «Mitte» und «Süd» auf einer Höhe von 1640 m ü.M. treten erneut bedeutende Veränderungen auf. Wie aus Bild 7 hervorgeht, sind hier sowohl der Breiten- wie der Tiefenzuwachs erneut stärker ausgeprägt. Die Veränderungen erreichen jedoch nicht das Ausmass von Kote 1830. In der Rinne «Mitte» verdoppelt sich die Rinnentiefe von 1 auf 2 m. Ebenso wuchs im gleichen Zeitraum die Rinnenbreite von 3,5 auf 5,9 m an. Die Eintiefung der Rinne «Süd» wuchs von 1,4 auf 2,5 m an und ging vor allem zwischen 1994 und 2002 vorstatten. Der Breitenzuwachs der Rinne «Süd» fiel mit 1,5 m verhältnismässig bescheiden aus, womit der vormals breiteste (6 m) zum schmalsten (7,5 m) Abschnitt der Rinne «Süd» wurde.

5. Diskussion und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit haben wir versucht, die Entwicklung der Murrinnen im Täschgufer zu untersuchen, indem wir Luftbilder aus den Jahren 1936, 1963 und 2000 konsultiert sowie innerhalb der Rinnen mittels Querprofilen Veränderungen während der letzten 10 Jahre dokumentiert haben. Die Präsenz eines kleinen

Murkugels und die deutlich sichtbare Rinne auf dem Luftbild von 1936 zeigen, dass die Muraktivität im Täschgufer keineswegs erst in jüngster Vergangenheit eingesetzt hat. Im Gegensatz zu den älteren Luftbilddaufnahmen scheinen sich die Rinnen «Mitte» und «Süd» jedoch erst in jüngster Vergangenheit stark entwickelt zu haben. Die Rinne «Nord» hat vorab in der Zeit zwischen der Aufnahme von 1936 und dem Dammbau 1998 beachtliche Mengen Murmaterial im Wald abgelagert. Seit dem Dammbau gelangt kein Material mehr in den Wald unterhalb des Damms.

Durch die anthropogen verursachte Inaktivität der Rinne «Nord» im unteren Teil des Täschgufers wurde bei der Erstellung von Querprofilen das Augenmerk denn auch auf die Rinnen «Mitte» und «Süd» gerichtet. In diesen Rinnen fällt insbesondere die grosse Erosion oberhalb des untersten Steinschlagdamms auf, wo sich die Rinnenbreite zwischen 1994 und 2004 stellenweise verdreifachte und die Rinnentiefe auf das Doppelte anwuchs. Starke Erosion trat im selben Zeitraum auch kurz vor dem Zusammenfluss der beiden Rinnen auf einer Höhe von 1650 m ü.M. auf, wenngleich das Ausmass hier geringer ist. Weitaus weniger stark fällt die Erosion unmittelbar unterhalb des untersten Steinschlagdamms ins Gewicht, wo in der Rinne «Mitte» nur sehr schwach und in der Rinne «Süd» mässig stark erodiert wurde.

Die Resultate zeigen auch auf, dass die bedeutendsten Veränderungen in den Murrinnen «Mitte» und «Süd» nach 1994 auftraten. Die räumlich sehr stark variierende Erosionstätigkeit legt den Schluss nahe, dass die baulichen Massnahmen beim untersten Steinschlagdamm oder die Vergrösserung des oberen der beiden Auffangbecken zu einer Verflachung der Rinnenmorphologie unmittelbar bei den Bauwerken und gleichzeitig zu einer Versteilung der Rinnen im Oberlauf der Bauwerke geführt haben. Es darf demnach davon ausgegangen werden, dass durch die lokal grössere Neigung und das neu geschaffene Ungleichgewicht im Längsprofil Murgänge seit 1998 in diesen beiden Zonen stärker erodieren können als zuvor, was die teils massiven Veränderungen erklären würde. Gleichzeitig entstand durch die Bauarbeiten unmittelbar oberhalb des Steinschlagdamms eine leichte Verflachung. Der Feinanteil der Murgänge, welche den Sperrendurchlass heute noch passieren kann, vermag unterhalb des Damms offensichtlich nicht mehr entscheidend Material zu mobilisieren, wodurch die Breiten- und Tiefenveränderungen in den Querprofilen der Rinnen in diesem Abschnitt deutlich geringer ausfallen.

Daneben darf jedoch auch nicht ausgeschlossen werden, dass Veränderungen

im lokalen Permafrost oder ein modifiziertes Abflussverhalten des Wassers im Lockerschutt sich auf die Frequenz oder die Magnitude der Murgänge im Täschgufer auswirken könnten. Während der Anstieg der Muraktivität während der 90er-Jahre nicht zuletzt durch die Sensibilisierung der Bevölkerung sowie die bevorstehenden baulichen Massnahmen anthropogen mitgeprägt wurde, so muss doch berücksichtigt werden, dass die Steinschlagaktivität im Täschgufer seit dem Beginn der 80er-Jahre tendenziell zugenommen hat (Stoffel et al., 2005b, 2005c).

Aufgrund der enormen Materialverfügbarkeit im Einzugsgebiet, der grossen Hangneigung und des oberflächlichen Abflusses des Wassers oberhalb 2100 m ü.M. muss im Täschgufer auch in Zukunft mit Murschüben gerechnet werden. Ob die bislang verhältnismässig kleinen Murschübe an Grösse gewinnen oder sich allenfalls auch Veränderungen in der Untergrenze des Permafrosts auf die Mur- und Steinschlagaktivität auswirken werden (Vonder Mühl et al., 2001, 2004), bleibt weiter offen. Ebenso unsicher scheint die Einschätzung, ob die geringen Veränderungen der Rinnen zwischen 2002 und 2004 nur eine Folge des kurzen zeitlichen Abstands zwischen den Messungen darstellen oder sich allmählich wieder ein Gleichgewicht im Rinnenprofil einstellen kann. Aufgrund der lokalen Gegebenheiten muss wohl eher davon ausgegangen werden, dass der erste Fall zutrifft.

Zur Beantwortung der oben angeschnittenen Fragen sind weitere Untersuchungen im Hang nötig. So dürfte nicht zuletzt das Datieren älterer Mureignisse mit Jahrringanalysen einen besseren Einblick über die Frequenz und Ausbreitung vergangener Ereignisse verschaffen. Daneben würde auch eine Zusammenarbeit mit den für die Räumung der Auffangbecken beauftragten Bauunternehmungen helfen, Ereignisse zu quantifizieren und so bessere Daten über die Grösse von Murgängen im Täschgufer zu erhalten. Schliesslich wäre auch ein kontinuierliches Monitoring der Rinnen denkbar, wie dies in verschiedenen anderen Rinnen des schweizerischen Alpenraums bereits erfolgt (Hürlimann et al., 2003).

Danksagung

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen des durch das Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) finanzierten Projekts 804.3189.002.01.01 durchgeführt. Prof. Dr. Michel Monbaron wird für die Unterstützung der Arbeit und Sascha Negro für seine Hilfe bei der Feldarbeit gedankt. Dr. Holger Gärtner und Birgit Holl sei für ihre Feldnotizen aus dem Jahre 1994 gedankt.

Literatur

- Bollschweiler, M.* (2002): Murgänge im Täschgufer. Forschungsbericht. Departement für Geowissenschaften, Geografie, Universität Freiburg, Freiburg (CH) (unveröffentlicht).
- Bollschweiler, M., Ehmisch, M., Stoffel, M., Gärtner, H., Monbaron, M.*, (in prep.) Reconstruction of formerly active debris-flow paths using dendrogeomorphological methods. *Geomorphology*.
- Gärtner, H., Holl, B.* (1994): Murrinnen Täschgufer/ Täsch. Feldbuchnotizen. Geografische Institute der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn (unveröffentlicht).
- Haeblerli, W.* (2002): Construction, Environmental Problems and Natural Hazards in Periglacial Mountain Belts. *Permafrost and Periglacial Processes*, Vol 3, p. 111–124.
- Hürlimann, M., Graf, C., Rickenmann, D., Näf, D., Weber, D.* (2003): Murgang-Beobachtungsstationen in der Schweiz: Erste Messdaten aus dem Illgraben. In: Maisch, M., Vonder Mühll, D., Monbaron, M. (Hrsg.), *Entwicklungstendenzen und Zukunftsperspektiven in der Geomorphologie*. *Physische Geografie*, 41, 105–115.
- Keller, F.* (1991): Permafrost im Baugrund. *Rapports et Recherches Institut de Géographie Fribourg/CH*, 3, 115.
- Lauber, T.* (1995a): Murgangphänomene im Täschgufer, Täsch. *Geologischer Bericht. Gehytec, Naters*, 95–525 (unveröffentlicht).
- Lauber, T.* (1995b): Bergsturz und Steinschlag im Täschgufer, Täsch. *Geologischer Bericht. Gehytec, Naters*, 525–1 (unveröffentlicht).
- Marro, Ch.* (1994): Täschgufer – Westhang der Leiterspizzen (Gemeinde Täsch). *Etude structurale et géomécanique expéditive*. CRSFA/94.35B (unveröffentlicht).
- Schneuwly, D.* (2002): Murrinnen Täschgufer/ Täsch. *Feldbuchnotizen*. Departement für Geowissenschaften, Geografie, Universität Freiburg, Freiburg (CH) (unveröffentlicht).
- Schneuwly, D.* (2003): 500-jährige Rekonstruktion der Steinschlagfrequenz im Täschgufer anhand dendrogeomorphologischer Methoden. *Diplomarbeit*. Departement für Geowissenschaften, Geografie, Universität Freiburg, Freiburg (CH) (unveröffentlicht).
- Stoffel, M., Lièvre, I., Conus, D., Grichting, M. A., Raetzo, H., Gärtner, H., Monbaron, M.* (2005a): 400 years of debris flow activity and triggering weather conditions: Ritigraben VS, Switzerland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 37(3), 387–395.
- Stoffel, M., Schneuwly, D., Bollschweiler, M., Lièvre, I., Delaloye, R., Myint, M., Monbaron, M.* (2005b): Analyzing rockfall activity (1600–2002) in a protection forest – a case study using dendrogeomorphology. *Geomorphology*, 6P, 224–241.
- Stoffel, M., Lièvre, I., Monbaron, M., Perret, S.* (2005c): Seasonal timing of rockfall activity on a forested slope at Täschgufer (Valais, Swiss Alps) – a dendrochronological approach. *Zeitschrift für Geomorphologie* 49(1), 89–106.
- Vonder Mühll, D., Delaloye, R., Haeblerli, W., Hölzle, M., Kruppenacher, B.* (2001): Permafrost Monitoring Switzerland (PERMOS). 1. Jahresbericht 1999/2000. *Glaziologische Kommission*. Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (SANW).
- Vonder Mühll, D., Noetzi, H., Makowski, K., Delaloye, R.* (2004): Permafrost in Switzerland 2000/01 and 2001/02. *Glaciological Report (Permafrost) No. 2/3*. Glaciological Commission of the Swiss Academy of Sciences.
- Wicht, J.-M., Joris, Ch.-L.* (1985): Felssturz Grosse Wang – Täschgufer. *Büro Schmid/Büro Clavien Brig/Sitten: Geologischer Vorbericht Nr. 357* (unveröffentlicht).

Anschrift der Verfasser

Michelle Bollschweiler, Markus Stoffel, Dominique Schneuwly, Groupe de Recherches en Géomorphologie (GReG), Departement für Geowissenschaften, Geografie, Universität Freiburg, chemin du Musée 4, Ch-1700 Freiburg. E-Mail: michelle.bollschweiler@unifr.ch

