

# BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

SIEGHARD MORAWETZ:

## DIE MUREN DES UNWETTERS VOM 12. AUGUST 1958 IM MURTAL ZWISCHEN ÜBELSTEIN UND MIXNITZ (STEIFERMARK)

In den Nachmittags- und frühen Abendstunden des 12. August 1958 und der folgenden Nacht entlud sich in dem an verheerenden Güssen und Gewittern wahrlich nicht armen Sommer 1958 im Gebiet des Rennfeldes südöstl. von Bruck a. d. M. ein sehr schweres Unwetter, das eine Anzahl von Muren auslöste. Gehören Gewitter mit Starkregen und Muren als solche im Alpengebiet zwar keineswegs zu den seltenen Ereignissen, so fallen sie in den mittelgebirgigen Teilen aber doch viel stärker als im Hochgebirge auf, vor allem dann, wenn sie besiedeltes Land betreffen und wichtige Verkehrswege unterbinden, wie dies im Murtal zwischen Bruck und Kirchdorf-Pernegg der Fall war, wo sowohl die Hauptstraße nach Graz auf der rechten Murseite als auch die Bahnlinie auf der linken an mehreren Stellen unterbrochen wurde. Es waren dies alles kleine seitliche Muren und keine großen Talsohlenvermurungen, wie im Breitenauer- und Stanzertal, die diese Schäden verursachten und mit denen sich die folgenden Zeilen befassen.

Im Engtal südlich von Bruck, wo die Mur zwischen Bruck und Mixnitz die kristallinen Gesteine des Steirischen Randgebirges durchbricht, gingen auf der östl. Talseite südl. von Übelstein fünf Muren auf einer Strecke von 1800 m nieder, von denen zwei den Bahnkörper überfuhren und verlegten, während die drei anderen knapp vor ihm zum Stillstand kamen. Auf der westl. Talseite erfolgten unter dem Pfaffenberg Hangabrutschungen, dann schob sich 500 m nördl. des Pernegger-Wehrs der „Steweag“, bei der Postautohaltestelle Zlaten-Stausee, eine Mure über die Straße, knapp unter dem Wehr überspülten die Wassermassen des Kaltenbachgrabens die Straße mit Schlamm und Schutt und 6 km südl., einen Kilometer nördl. vom Wehr bei Mixnitz, verfrachtete ein ganz kleines Seitenbächlein Schutt, Schotter, Sand und Erdreich auf die Hauptstraße, die dadurch innerhalb von 7 km Länge viermal unpassierbar wurde.

Die geomorphologische Situation zwischen Übelstein und Pernegg-Stauwehr wird gekennzeichnet durch steile Hänge, die von der Talsohle (450—470 m) bis 800—1200 m Höhe fast ungeknickt verlaufen und Neigungen von 25—35° aufweisen. Es wechseln hier an der Mur Prall- und Gleithänge. Die Hänge unter dem Übelsteinberg sind typische Prallhänge, während der Sporn des Pfaffenberges in einen Gleithang übergeht. Der Prallhang des Übelsteins wie der neutralere des Pfaffen-Karnerberges werden von Rinnen zerfurcht, fünf sind es auf der Übelsteinseite, sieben auf der des Pfaffenberghanges. Die Bahn führt unter dem Übelsteinprallhang durch und quert dort die aus den Rinnen austretenden ganz kleinen Wasseradern. Die Straße dagegen übersetzt die Rinnengewässer des Pfaffen-Karnerberges und überfährt den Gleithang. All die Rinnen lagerten kleine Schutt- und Schwemmkegel ab, die die Straße mit leichtem Anstieg überwindet, denen die Bahn dagegen etwas ausweicht, soweit

dies bei der Enge zwischen Fluß und Prallhang überhaupt möglich ist. All diese Rinnen und Rinnengräbchen haben ein kleines Einzugsgebiet und sind steil. Auf der Übelsteinseite schwanken die Einzugsareale zwischen 34 und 104, auf der Pfaffenbergseite zwischen 12—37 ha. Die Rinnenneigung macht für die ersten hundert Höhenmeter um 10—12° aus, steigert sich dann auf 20°, während die Seitenflanken der Rinnen bis über 30° geneigt aufsteigen und die Dreieckshänge zwischen den Rinnen ebenfalls Neigungen von 30° und etwas mehr aufweisen.

Im Vergleich zu diesen steilen Rinnenneigungen ist die der kleinen Gräben und Tälchen schon viel bescheidener. So hat der Kaltenbachgraben mit 3,2 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet, der bei dem Stauwehr Pernegg ausmündet, zuerst 4, dann 9° Gefälle, der Zlattenbach mit rund 15 km<sup>2</sup> Einzugsareal begnügt sich mit Neigungen von 2° 30' bis 6° 30', der Traföbbach (Einzugsgebiet 9 km<sup>2</sup>) mit Neigungen um 3°, während die Seitentäler mit Talsohlen und vielen Zehnern Quadratkilometern Einzugsgebiet meist nur mehr ein Gefälle von 10—30°/00 verzeichnen. Ordnet man nach dem Gefälle, so muß man feststellen, daß nur die kleinen steilen Rinnen hier die Muren lieferten, nicht aber die größeren, schon flacheren Tälchen. Aber auch bei den sieben Muren aus den steilen Rinnen lassen sich deutlich zwei Typen herauschälen: Einmal die, die mehr Grobmaterial als feineres ablagerten; wichtiger aber als dieser Unterschied ist jener nach der Herkunft des Murenschuttes. Da läßt sich sagen, daß bei drei Muren, und zwar der Hitzelbergkerbe (1 km nördl. des Mixnitzwehres auf der rechten Flußseite), der Pfaffenberg-Zlattenrinne und der ersten Übelsteinrinne, der Schutt und das Schwemmmaterial im hohen Maße aus den eigenen Schwemm- und Schuttkegelspitzen der kleinen Kegel, die 150—200 Schritt Basislänge und 100—150 Schritt Achsenlänge haben, stammt. Beim Hitzelbergkegel nagte die Wasserader eine 1—2 m breite und über einen Meter tiefe seitliche Rinne ein, lagerte aber das dort weggenommene Material schon wieder nach wenigen Zehnmetern auf den flacheren unteren Kegelteilen unmittelbar neben und auf der Straße ab. Bei dem steileren Pfaffenberg-Zlattenkegel riß das Wasser 2—4 m tief in die Kegelspitze ein, schwemmte dort Dutzende Kubikmeter ab, die sich fächerförmig auf den tieferen Kegelteilen, die die Straße quert, zum Teil wieder absetzten. Die Verlagerung des Schuttes und Erdreiches von der 25 m höheren und 7—11° geneigten Kegelspitze nach den tieferen Teilen wirkte am verheerendsten. Von der Kegelspitze zieht sich ein schmales, an der Basis 20—25 m, nach 100 m nur mehr 4 m breites Blockdreieck mit Blöcken von über 50 cm Kantenlänge nach der anschließenden Rinne hin. Dann folgen Felsstufen von 2—8 m Höhe im Amphibolit. Überall tritt das Anstehende hervor und nur mehr Blockstreu und Blocknester, aber keine mächtige geschlossene Blockdecke überzieht die Rinne. Die Neigung des Blockdreiecks oberhalb der Kegelspitze bis zu dem Anstehenden ist geringer als die des obersten Schutt- und Schwemmkegelteiles. Eine schnelle Zerstörung der Kegelspitze durch Wassereintrisse und Unterspülung bedroht die etwas tiefer stehenden Objekte und die Straße.

Zwischen dem letzten Gehöft in Übelstein und dem Wächterhaus vor dem steilen Prallhang quert der Weg den Abfluß des ersten Rinnengrabens (Einzugsgebiet 34 ha). Etwas oberhalb der kleinen Brücke sieht man deutlich die anstehenden groben Gneise und Amphiboliteinlagerungen. Im Anstehenden beobachtet man in der Grabenrinne nicht viel Schutt. Eine geschlossene Schuttdecke fehlt, nur Schuttstreifen und -nester lassen sich verfolgen. 120 m vor

Bahndamm verschwindet das Anstehende unter dem Schwemmkegelmaterial, aber noch nördl. vom Bahndamm wird der Rinnenschutt von den gut gerollten und geschichteten Murschottern abgelöst. Man konnte dort sehr deutlich sehen, wie gleich nach dem Aufhören des Felsens das Wasser kräftig in die Schwemm- und Schuttkegelspitze einriß. Der Hohlweg, der durch den Bahndurchlaß führt, wurde zum Bachbett und 1—2 m vertieft. Die Wegnahme der Schwemmkegelspitze steuerte besonders viel Schutt und auch feineres Material für die Vermurung weiter unten bei. Auf der linken Schwemmkegelseite läßt sich der Einfluß des Bahndammes auf die Entwicklung der Mure gut verfolgen. Die Gleisanlage überhöht da den schon flachen Kegel um rund einen Meter. Das Wasser kam zum Stehen und bis 30 m vom Gleise entfernt lagerte sich nur Feinmaterial, Schlamm und Sand ab, dann erst folgt Geröll und Schutt. Eine Feinsedimentation bis in Gleishöhe fand jedoch nicht mehr statt, da das Wasser im Durchlaß abfließen konnte, bevor es die nötige Höhe erreichte.

Den zwei nächsten Rinnen, die bereits ganz im Prallhang liegen, fehlt zwischen Bahn und Rinnenaustritt jeder Platz zu einer Schutt- und Schwemmkegelentwicklung. Von der Rinnensohle, die gleich mit 10° aufwärts zieht, blickt man bereits nach wenigen Metern Abstand von der Bahn auf diese herab. Jede nur etwas stärkere Materialbewegung in diesen Rinnen gefährdet das Geleise. Diese beiden Rinnen, aus denen Schutt, Gerölle und Feinmaterial auf die Bahnstrecke niedergingen, haben ein Einzugsgebiet von je 50 ha und Längen von 1000 bzw. 1200 m und überwinden Höhenunterschiede von 500—600 m Höhe bei Neigungen von 10—25°. Ein Durchsteigen dieser Rinnen zeigte deutlich einen besonderen Blockreichtum in den unteren Teilen. Grobblöcke mit Kantenlängen von mehreren Dezimetern waren recht häufig und auch Grobblöcke von  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> kamen vor. Die Blöcke zeigten eine geringe Kantenabstoßung und lagerten zum Teil recht gut verkeilt in der Rinne. Der Grogneis und Amphibolit lieferte ein Schuttmaterial, das recht beachtliche Neigungen zuläßt. Der Grobschuttcharakter der Rinnen ist das Bezeichnende. Nirgends in diesen Rinnen gibt es aber enge unpassierbare Klausen oder ganz glatte, mehrere Meter hohe Wasserfälle oder senkrechte Absätze. Auf das Anstehende stößt man rinnenaufwärts wohl immer wieder, aber es handelt sich da um getreppte, sich zurücklegende, niedere Stufen, die ohne große Kletterkünste zu überwinden sind. Das Wasser verliert sich bei normalen Verhältnissen oft zwischen den Blöcken und rinnt nur bei den anstehenden Partien deutlich sichtbar ab. Weiters fiel bei einer Begehung dieser Rinnen vier Wochen nach der Katastrophe auf, daß man sehr wenige niedergebrochene Baumstämme, Wurzelstöcke und Astwerk in den Rinnen antraf, ebenso fehlte eine Busch- und Baumvegetation auf der Rinnensohle. Es handelt sich da, wie schon gesagt, um eine Blockschuttrinne. 2—4 m über der Rinnensohle setzt allerdings eine üppige Vegetation aus Fichten, Buchen, Eschen, Haselnußsträuchern, Erlen und Weiden ein. Hier sah man deutlich Unterwaschungen, Abrisse an Erdreich und Sträuchern, doch auffallend wenig niedergebrochene größere Bäume, nur 3 große in die Rinne gestürzte Fichten konnte man zählen; jeder mittlere Windbruch verheert da stärker. Das relative Ausgeputztsein der Rinnen fiel allerdings auf. Abgelagerte Blätter, Zweige, Gräser und Farne markierten 2—4 m ober der Rinnensohle recht genau, wie weit das Wasser hinaufreichte. Für die Ermittlung der Wassermassen, die durch die Rinne während der Katastrophe abflossen, bringen diese Markie-

rungen wertvolle Hinweise. Nun ist es allerdings ausgeschlossen, daß in einer Rinne, die in 3—4 m Höhe 15 m Lichte hat, bis in diese Höhe eine geschlossene Wassermasse herabstürzte. Bei der starken Neigung bekäme man trotz beachtlichen Reibungswiderstandes an den Blöcken und auf der Sohle Wasserkubaturen, die nicht nur Dutzende, sondern 100—200 m<sup>3</sup> ergäben. Das sind Mengen, die so kleine Einzugsgebiete auch bei katastrophalen Starkregen nicht angeliefert bekommen, zumal bei der Steilheit der Hänge jede größere Anstauungsmöglichkeit fehlt. Die Zweig- und Hölzchenmarkierungen sind so zu erklären, daß die über die Blöcke, Schrofen und kleinen Stufen herabschießenden Wassermassen dann an den Rinnenrändern hoch hinauf brausen und die hier markierten beachtlichen Höhen über der Rinnensohle erreichten.

Die nächsten zwei Rinnen, wo die Mur bereits etwas vom Prallhang abschwingt, bauten wieder kleine Schutt- und Schwemmkegel vor und auf diesen kam der jüngst gelieferte Schutt zur Ablagerung, zwar mehr langgestreckt als fächerförmig, ohne aber bis zur Bahn vorzustoßen.

Die Beobachtungen an diesen Muren weisen darauf hin, wie sehr auch kleine etwas steilere Schwemm- und Schuttkegel, deren Spitzen gar noch in die anschließende Rinne etwas einstauen, bei großem Wasserandrang und starkem Eintiefen und Abbau der Kegelspitze die darunter liegenden Teile mit Vermurung bedrohen. Ferner stellen steile Rinnen mit viel Schutt, die unmittelbar auf eine Talsohle oder mäßig geneigtes Gelände ausmünden, eine Gefahr dar, die dort, wo die Neigungen sich ändern, im Knick also, besonders groß ist. An diesen Stellen gehen dauernd stärkste Veränderungen einmal durch Materialablagerungen und dann durch Materialwegnahmen vor sich und damit sind wieder Verschiebungen der kritischen Stellen verbunden. Auf den größeren sanft geneigten Schwemmkegeln dagegen, wo vor allem die Spitze wenig markant ausgebildet ist, von ihr kein Rückstau talein ausgeht und die Wasserader mäßig eingeschnitten ist, sodaß Hochwässer an vielen Stellen übergehen, gleichmäßig die Schwemmkegelfläche überrieseln und das Wasser nicht einreißt, mindern sich die schädlichen Auswirkungen.

In Diskussionen über die letzten Murenkatastrophen hörte man immer wieder Hinweise, die Entwaldung sei eine Hauptursache für die eingetretenen Verheerungen. In den hier untersuchten Rinnen und Gräben trifft dies nicht oder nur im untergeordneten Maße zu, da die Rinnenhänge alle stark bewaldet sind. Viel eher läßt sich der Ausspruch vertreten, dem vielen steirischen Grün, sowohl an Bäumen, Sträuchern, Gräsern, Moosen und Lattichen verdanken wir es, daß die Unwetter nicht noch viel mehr Schäden anrichteten. Man stelle sich die Hänge im Murdurchbruchstal nur wenig bewaldet und begrünt vor, so etwa wie die Hänge der nackteren Teile der Venezianischen Alpen, oder so wie die Hänge im Bereich des Tagliamentoaustrittes bei Gemona, dann würden Unwetter noch ganz andere Angriffe ausführen. Sicher vermögen starke Bäume vor allem auf den Rinnensohlen und in unmittelbarer Bachnähe im erstaunlichen Maße den Geröll- und Wassermassen zu widerstehen. Auch in den genannten Rinnen gibt es Beispiele dafür. Im Kaltenbachgraben, wo vor der Ausmündung in das Murtal die Straße, die links ohne Baumschutz verläuft, weggespült wurde, hielten dagegen Fichten von 40—60 cm Durchmesser rechts am Bachbett allen Angriffen stand. Nun liegt es aber in der Natur der Landschaft, daß in Rinnen, die der Abfuhr von Wasser, Schutt und Geröll dienen, auf der schmalen Sohle keine Bäume aufkommen sollen. Auf den Schwemmkegeln aber könnten breit und tief wurzelnde Bäume, vor allem

an den gefährdeten Spitzen, einen starken Schutz gewähren. Nun sind aber im Gebirge die relativ flachen Schwemmkegel, gar in günstiger Exposition, dem Kulturland vorbehalten und vielfach bevorzugte Plätze für die Siedlungen. Trotzdem sollte man Areale für Baumgruppen an bedrohten labilen Stellen aussparen und würde damit manches Schadenunwetter abschwächen.

Wie viel Niederschlag im Murenggebiet am 12. August fiel, läßt sich nur annähernd angeben, da in ihm Beobachtungsstationen leider fehlen. Bruck a. d. M. verzeichnete am 12. 8. 20,5 mm, Graz 25,4 mm, am 11. 8. maß man in diesen Orten 25,3 und 31 mm. Solche Mengen reichen selbst für ein bescheidenes Hochwasser nicht aus. Um den Abgang von Rutschungen und Muren auf gewöhnlichen Hängen ohne anschließende Rinnen, wie das vielfach vorkam, auszulösen, hat man wohl eine etwa zehnfach größere Niederschlagsmenge anzusetzen. Beachtung verdient allerdings die Tatsache, daß am 3. August im Raum Bruck-Mürzzuschlag-Weiz 25—35 mm Niederschlag, am 7. August sogar 30—60 mm fielen und daher an manchen Stellen der Boden am 12. August sicher schon im hohen Maße mit Wasser gesättigt war. F. HADER<sup>1</sup> meinte im Zentrum des engbegrenzten Niederschlagsfeldes müßten um 400 mm gefallen sein. S. SCHWARZL, der das Murenggebiet bereiste, kam ebenfalls zu diesem Wert. Eine Messung in der Umgebung des Rennfeldes soll 360 mm erbracht haben und 100 mm innerhalb einer Stunde werden erwähnt. Kindberg erhielt 72,7 mm.

Eine Parallele zu diesem Unwetter stellt der Semmering-Starkregen vom 5. Juni 1947 dar, über den F. HADER [1949, 1951] berichtete. Dieser Starkregen hatte den Vorteil, inmitten eines mit Beobachtungsstationen dicht besetzten Gebietes vor sich gegangen zu sein. Damals maß man auf dem Semmering (927 m) innerhalb von sieben Stunden (12<sup>h</sup> 40'—19<sup>h</sup> 40') 323,6 mm, was ein knappes Drittel der normalen Jahresmenge ausmacht. Auf dem 7,5 km nordöstl. liegenden Eichberg (750 m) kamen aber nur mehr 133,5 mm herab, Reichenau (487 m), etwa gleich weit vom Semmering im Schwarztal, verzeichnete 73,6 mm, Kirchberg a. W. (577 m, 13 km vom Semmering) 30 mm, Rettenegg im Feistritztal (857 m, 13 km Abstand) erhielt 17,6 mm, Mürzzuschlag (672 m) bloß 10 mm, Mürzsteg und Schwarzau i. Gebirge mit 23—26 km Abstand blieben fast niederschlagsfrei. Auch damals war das Gebiet mit sehr hohen Niederschlagsmengen verhältnismäßig klein. Die Ursache für die hohen Niederschläge waren ein lokales Gebirgsrandgewitter, in das von Westen her ab 13 Uhr Monsunstaffeln, im Raum Dürrenstein-Ötscher ostwärts wandernd, den Semmering erreichten und die Gewittertätigkeit immer wieder erneuerten und zu Frontgewittern ausweiteten. Auch am 12. August 1958 gingen im Randgebirge lokale Gewitter nieder, an die von Westen her feuchte Meeresluft herangebracht wurde. Am 11. abends gewitterte es nach einem heißen, schönen Tag in Nordtirol und im Laufe des 12. August verlagerte sich eine Schlechtwetterfront vom Kaisergebirge bis an das Steirische Randgebirge und den Ostalpenrand, den die Front im Raume Graz gegen 19 Uhr erreichte. Damit Mengen von mehr als hundert Millimeter in relativ kurzer Zeit anfallen, sind aber Niederschläge, die mindestens zeitweise Platzregencharakter haben, nötig.

Der Starkregen in den Nachmittags- und Abendstunden des 12. August im Rennfeldgebiet, so verheerend er war, zählte aber doch nicht zu den aller-

<sup>1</sup> Auf Grund freundlicher Mitteilungen der Herren F. HADER und S. SCHWARZL von der Meteorologischen Zentralanstalt in Wien.

stärksten, die man aus dem Ostalpengebiet kennt. So brachte der Wolkenbruch, der am 28. Mai 1904 während 45 Minuten in Villach wütete, 197 mm oder 4,38 mm in der Minute. Der Platzregen am 16. Juli 1913 im Stiftingtal bei Graz schüttete in zwei Stunden und 39 Minuten 670 mm oder 4,5 mm in der Minute herab. Dieser Wolkenbruch dürfte die ergiebigste Unwetterkatastrophe in Mitteleuropa in den letzten fünfzig Jahren gewesen sein und steht weder den aus den Tropen bekannten Güssen nach, noch den durch die östl. Gebiete der Vereinigten Staaten wandernden Zyklonenunwettern, die unter den Namen „Connie“ und „Diana“ vom August 1955 auch von M. PARDÉ [1958] in Hinsicht auf ihre Wasserlieferung und Hochwässer untersucht wurden, noch den Texasunwettern im September 1952.

Durch die Rinnen bei Übelstein müssen, um die großen Blöcke, die zahlreiche frische Schlagstellen aufwiesen, zu bewegen und aus den Rinnen herauszutragen, mehrere Kubikmeter Wasser in der Sekunde durchgeflossen sein. Bei rund 1000 mm Jahresniederschlag und 70% Abfluß erhält man für eine 0,5 km<sup>2</sup> große Rinne einen durchschnittlichen Abfluß von 11 lit/sec, eine Menge, die in mühsamer Unterwaschung im Laufe der Zeit da und dort einen Block zum Kippen bringt, aber nie eine Blockmure in Bewegung setzt. Auch Wassermengen von einigen hundert Sekundenlitern bilden erst wenig eindrucksvolle Wasserstürze zwischen den Blöcken, von einem Überfließen der Blöcke ist dabei noch keine Spur. Ein Anstieg der Wassermenge auf das 500—1000fache des Normalwertes ist wohl nötig, um in diesen Rinnen brausende Wasserstürze und Muren zu erzeugen.

Interessant wird überhaupt die Frage, was für Wassermengen in Gerinnen und Flüssen bei Unwettern und Hochwässern anfallen, und inwieweit katastrophale Abflüsse eine Funktion des Einzugsgebietes sind. M. PARDÉ ging in letzter Zeit diesen Erscheinungen wieder nach. Er fand, daß die vom Hydrologen A. COUTAGNE geschaffene Formel: der Koeffizient  $A = \frac{Q^2}{\sqrt{S}}$  für Flußgebiete von 100—5000 km<sup>2</sup> sehr brauchbar sei.

M. PARDÉ [1957, S. 23] meint, daß Werte für A von 300—350, abgesehen von ganz kleinen Einzugsgebieten, im Bereich des Möglichen liegen. Zum Vergleich sei angeführt, daß das Innhochwasser vom 14. 9. 1899 bei Schärding (25.664 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet) 40, das Drauhochwasser im September 1882 bei Villach (Einzugsgebiet 5266 km<sup>2</sup>) 28 ergibt, was einen Maximalabfluß von 250—390 lit/sec pro Quadratkilometer ausmacht. Die allergrößten Donauhochwässer bei Wien haben einen Koeffizienten A von 55—60. Für kleinere Einzugsgebiete in Mitteleuropa fand PARDÉ [1957, S. 34] Werte für A von 60—97,5. So erreichte der Wolf (Einzugsgebiet 14 km<sup>2</sup>), ein Zufluß der Kinzig im nördl. Schwarzwald, am 3. und 4. Juli 1951 den Wert von 60 für A, der Grünbach (Einzugsgebiet 56,5 km<sup>2</sup>), ein Zufluß des Oberen Tauber, am 29. Mai 1951 den Wert 86,6 für A, die Müglitz (Einzugsgebiet 27,3 km<sup>2</sup>) und Gottleuba (Einzugsgebiet 26,3 km<sup>2</sup>), zwei kleine Zuflüsse der Elbe in Sachsen südl. von Pirna, erreichten am 9. Juli 1927 für A den Betrag von 96 und 97,5. Das heißt, daß im Einzugsgebiet des Grünbaches 11.500 lit/sec/km<sup>2</sup>, des Wolfsbaches 16.800 lit/sec/km<sup>2</sup>, des Müglitz- und Gottleubabaches 18.000—19.000 lit/sec/km<sup>2</sup> anfielen. Um einen Koeffizienten von A von 300—350 zu erreichen, sind vor allem bei kleinen Einzugsgebieten noch höhere Abflußspenden nötig. Für 100 km<sup>2</sup> Ein-

<sup>2</sup> Q = maximale Abflußmenge, S = Einzugsgebiet in Quadratkilometern.

zugsgebiet braucht man bereits 30.000—35.000 lit/sec und erhält 3000—3500 m<sup>3</sup>/sec Wasserführung, was einem ganz großen Innhochwasser bei Wasserburg (Einzugsgebiet 12.000 km<sup>2</sup>) entspricht. Um solche Wassermengen zu erhalten, sind ein trichterförmiges Einzugsgebiet und Niederschläge von 400 mm in wenigen Stunden nötig. Nun kennt man z. B. aus Texas Niederschlagsmengen von mehreren hundert Millimetern in wenigen Stunden (31. Mai 1935 550—600 mm in 3,5 Stunden, 10. September 1921 970 mm in 24 Stunden), die Werte von 300 für A als wahrscheinlich erscheinen lassen. Vergewenwärtigt man sich diese Tatsachen, so wundert es einen nicht mehr, wenn kleinste Wasseradern zu brüllenden Riesenströmen anschwellen. PARDÉ meint allerdings, für ganz kleine Areale brauchte man zu große Regenmengen, um die geforderte Wassermenge zu erhalten. So sind bei 50 km<sup>2</sup> großem Einzugsgebiet und einer Abflußmenge von 2100—2500 m<sup>3</sup>/sec eine Speisung von 42.000—50.000 lit/sec/km<sup>2</sup> nötig, es müßten also in einer Stunde 250—300 mm Niederschlag fallen. Ganze Lawinen von Wasser sind das schon. Und doch gibt es Rekordabflußmengen, die solche Zahlen voraussetzen. Am 18. Juli 1942 flossen, wie PARDÉ [1957, S. 27] berichtet, in Pennsylvanien sogar 130 m<sup>3</sup>/sec pro km<sup>2</sup> Einzugsgebiet ab. Man kommt in diesem Fall auf eine zwar nicht offizielle, aber kontrollierte Beobachtung von 770 mm in 4,45 Stunden. All diese Hinweise sollen nur die Aufmerksamkeit wachrufen, daß es so etwas wie das Phänomen eines ganz enormen Abflusses auf kleinstem Areal gibt. Wie hoch er wirklich war, bleibt immer eine sehr schwierig zu beantwortende Frage. 5—10 m<sup>3</sup>/sec für Rinnen mit einem Einzugsgebiet von 0,5 km<sup>2</sup> fielen in den Nachmittags- und Abendstunden des 12. August 1958 im Rennfeldgebiet wohl an.

Wer die großen Vermurungen im Breitenauer Tal sah, in dem über 7 km Länge fast die ganze Breite der Talsohle entweder mit Erd- und Geröllmassen verschüttet oder der Boden weggetragen wurde, stellt unwillkürlich die Frage, wie viel Material sich dort verlagert hat. Im Breitenau-Tal mit seinen vielen hundert Hangverletzungen, hufeisenförmigen Anrissen, Schlipfen, Unterspülungsstellen und Schwemmkegeleinrissen gehen die Transportleistungen in viele 100.000 m<sup>3</sup>. Das Wasser schoß plötzlich, zum Teil sogar springbrunnenartig, aus dem Wiesengelände heraus. Dann brach der Hang auf und rutschte ab. Allein in St. Jakob und in dem unmittelbar nach Norden anschließenden Teil des Eiweggrabens machen die Erdverlagerungen viele 10.000 m<sup>3</sup> aus; bei Schwemmkegelrinnen von 50—100 m Länge ergeben sich bereits Abspülungen von 500—1000 m<sup>3</sup>, ebenso bei seitlichen Unterspülungen von nur 50—100 m Länge. Aber schon nach 100—200 m treten wieder Stellen auf, wo Erde, Schotter und Sand in einer Mächtigkeit von 1—2 m zur Ablagerung gelangen. So wechseln auf dieser Talsohle sowohl im Längs- wie auch Querprofil Erosions- und Akkumulationsgebiete oftmals, so daß Aussagen über die Wegnahme oder Zufuhr von Material für etwas längere Talabschnitte recht schwierig sind. Einfacher ist es dagegen, in den kleinen Rinnen wenigstens zu einem Minimalwert für die Abfuhr zu gelangen. In den zwei Übelsteinrinnen, die die Bahn vermurten, wurde auf jeder Rinnenseite in einer Länge von rund 1000 m und in einer Höhe von 1—2 m das Erdreich weggespült. Das ergibt pro Rinne um 3000 m<sup>2</sup>, dazu kommen muschel- und hufeisenförmige Abrutsche und langgestreckte Hangverletzungen der Seitenumrahmung, die rund 4000—5000 m<sup>2</sup> ausmachen; von ähnlicher Größenordnung sind kleine Flecken um Baumstämme, Wurzelstöcke und größere Steine. Alles zusammen ergibt 10.000—12.000 m<sup>2</sup>, auf denen intensive Abspülung erfolgte. Nimmt man

an diesen Stellen einen Abtrag von 20 cm an, erhält man einen Gesamtwert von 2000 m<sup>3</sup>. Setzt man in der Rinne selbst auf 5000 m<sup>2</sup> eine Entfernung von kleinerem Geröll und Feinmaterial von ebenfalls 20 cm Höhe an, kommen weitere 1000 m<sup>3</sup> dazu. An Grobmaterial und Blöcken dürften im untersten Rinnenteil dann noch einige hundert Kubikmeter fortgeschafft worden sein. Zieht man all diese Beträge zusammen, erhält man 3000—3500 m<sup>3</sup>. Dabei blieb aber all das feinste Erdreich und der kleinsplitterige Grus, der unter der Vegetationsdecke, den Sträuchern und Gras doch noch fortgenommen wurde, unberücksichtigt. Immerhin bedeuten 3000 m<sup>3</sup> auf 50 ha Einzugsgebiet eine Abtragung von 6 mm. Vergleicht man damit die Angaben bei L. BENDEL, der berichtet, daß im Luscharibachgebiet in den Julischen Alpen bei Tarvis 8800 t auf einem Quadratkilometer abgeschwemmt werden, so ergeben diese rund 9000 t bei der Annahme einer Dichte von 1,5 rund 6 mm Abtragung, also das Gleiche. Auf manchen Griesen der Julischen Alpen sollen solche Beträge der Normalwert sein und nicht der eines Jahres mit außerordentlichen Ereignissen. Nimmt man weiter an, daß während der Katastrophenstunden durch die Rinnen mit 50 ha Einzugsgebiet um 100.000 m<sup>3</sup> Wasser abfloß und 3000—3500 m<sup>3</sup> Schlamm, Erde, Sand und Schutt befördert wurden, so macht letztere Menge immerhin 3—3,5% der Wassermenge aus, nähert sich also den Angaben über Murenzüge. Bei manchen Bodenbewegungen im tertiären Hügelland der Oststeiermark ist der Festmaterialanteil im Vergleich zur Wassermenge aber ein höherer. Die starke Hangneigung verhindert jede Anstauung der Wassermassen und damit aber auch extrem hohe Durchflussumengen, die man nur im flachen Gelände antrifft. An der Müglitz in Sachsen flossen nach PARDE am 9. Juli 1927 500 m<sup>3</sup>/sec ab. Diese Menge bei 27 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet auf unsere Rinnengröße von 0,5 km<sup>2</sup> umgerechnet, ergibt 9 m<sup>3</sup>/sec/km<sup>2</sup>. Im Vergleich zu den vielen Dutzend, ja bis über hundert Kubikmeter Abfluß pro Quadratkilometer Einzugsgebiet sind die Wassermengen der Rennfeldrinnen doch noch ein bescheidener Wert.

Daß das Gebiet mit ganz starken Niederschlägen und entsprechend hohen Abflüssen im Rennfeldgebiet und in der Breitenau nicht sehr groß gewesen sein kann, zeigt deutlich das Aussehen des Flußbettes im inneren Breitenauertal. So sieht man flußaufwärts von St. Jakob, besonders von St. Erhard an, keine starken Uferverletzungen mehr. Jede flächenhafte Vermurung fehlt dort und bei der Brücke 500 m hinter St. Erhard blieben die Erlen, Weiden, Gräser und Lattiche des Bachrandes unversehrt, das Wasser stieg nicht höher als 70 cm. St. Erhard erhielt auch nur mehr 54,6 mm Niederschlag. Der Talhintergrund mit Ulrichs-, Zuckerhut- und Zitongraben hatte kein schweres Hochwasser. Auch auf der Lantschseite sind die Hangverletzungen seltener als auf den Rennfeld-Bucheck-Eiweghängen. Der Ostteil der Hänge erhielt auch weniger Niederschlag als die Hänge weiter im Westen. Das Kalkgestein und der Kalkgrobschutt mag auf der Lantschseite mehr Wasser aufgenommen und langsamer abgegeben haben als der Verwitterungsmantel des Kristallins der Nordumrahmung. Man bedenke, daß trockener Sand und Feinschotter von einem Meter Mächtigkeit 100—200 mm Wasser aufnehmen können und Torf und Moospolster 80—90% ihres Volumens Wasser zu speichern vermögen. Unter solchen Voraussetzungen absorbiert ein tiefgründiger trockener Verwitterungsmantel sogar ganz katastrophale Starkregen. Von den rund 80 km<sup>2</sup> des Breitenau-einzugsgebietes dürften 30—40 km<sup>2</sup> bedeutend mehr Niederschlag als die anderen Areale erhalten haben. Das Gebiet östl. vom Rennfeldgipfel, der Schlag- und



Eiweggraben und von dort die Kämme und Hänge nach der Mürztalseite, nach Jasnitz hinab, lagen wohl so recht im Zentrum des Unwetters. Nimmt man für die besonders betroffenen Hangteile maximale Wassermengen von 10—20 m<sup>3</sup>/sec/km<sup>2</sup> an, erhält man eine Abflußmenge von 400—800 m<sup>3</sup>/sec, eine Menge, die schon ein sehr beträchtliches Murhochwasser abgibt.

#### Literaturnachweis

- L. BENDEL: Ingenieurgeologie. Bd. 1 u. 2, Wien 1944 u. 1948.  
 F. HADER: Die Wetterkatastrophe im Semmeringgebiet vom 5. Juni 1947. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 91. Bd., 1949, 117—119.  
 — Der Semmering-Starkregen vom 5. Juni 1947. Wetter und Leben, 3. Jahrg., Wien 1951, 36—40.  
 M. PARDE: Katastrophale Abflüsse als Funktion der Einzugsgebiete. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 99. Bd., 1957, 3—34.  
 — Die außergewöhnlichen Hochwasser im Jahre 1955 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Erde, 89. Jahrg., 1958, 81—122.

JOSEF ZEITLINGER:

#### BEOBSACHTUNGEN ÜBER UNTERIRDISCHE EROSION IN VERWITTERUNGSLEHM

In den Flysch-Voralpen Oberösterreichs, in der Ortschaft Pernzell (Gemeinde Grünburg, Pol. Bez. Kirchdorf) ist seit Jahrzehnten ein charakteristischer Vorgang zu beobachten, der das schließliche Entstehen kleiner Talrinnen im Gelände, oder genauer gesagt, das fortschreitende Einschneiden solcher kleiner Erosionstäler zur Folge hat und gut veranschaulicht.

Die zumeist landwirtschaftlich als Wiesen und Äcker genutzten, etwa 10 bis 20° geneigten, flachbuckeligen Talhänge sind allgemein in durchschnittlichen Entfernungen von 100—200 m längs der Linie größten Gefälles durch meist bebuschte schmale Gräben von wenigen Metern Tiefe zerschnitten. Auf den dazwischen liegenden Acker- oder Wiesenstreifen ereignet es sich von Zeit zu Zeit, daß auf einem, vorher durch keine Besonderheit auffallenden Fleck von vielleicht 1 bis 3 m Durchmesser der Boden unvermittelt einbricht. In dem entstandenen Loch bemerkt man neben dem verhältnismäßig geringen Material des eingestürzten Oberbodens gewöhnlich ein kleines Wässerchen, welches in etwa 1 bis 1½ m Tiefe von oben aus einer tunnelartigen Höhlung hervortritt und nach unten wieder in einem analogen Hohlraum verschwindet. Die Wände des eingestürzten Kessels zeigen den bloßen, meist recht strengen Lehm der Verwitterungsschicht in Formen, welche auf das ursprüngliche Vorhandensein eines kuppelförmigen Hohlraumes hinweisen.

Der Besitzer eines solchen Grundstückes bringt das für ihn ärgerliche Ereignis dadurch schnell in Ordnung, daß er das Loch zu unterst mit Steinen und darüber mit guter Erde ausfüllt, und nach wenigen Jahren ist die Stelle nicht mehr kenntlich.

Durch Jahrzehnte fortlaufende Beobachtung ergibt aber, daß die Stellen dieser kleinen Erdfälle immer in Reihen, meist in der Richtung des größten Gefälles verlaufend, angeordnet sind und eine unterirdische Wasserader anzeigen.

Auf einigen, durch künstliche Aufforstung der fortlaufenden landwirtschaftlichen Bearbeitung entzogenen Flächen des Gebietes, wo solche Erdfälle unbekümmert um die Wurzeln des aufwachsenden Fichtenwaldes immer wieder vorkommen, wurden dieselben nicht aufgefüllt. Sie reihten sich im Laufe der