

ÜBER DIE EINSCHÄTZUNG DER  
WILDBACHEROSION UNTER BERÜCK-  
SICHTIGUNG FORSTLICHER UND  
TECHNISCHER MASSNAHMEN

von

Gottfried Kronfellner-Kraus  
Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien  
Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung,  
Wien, Österreich

ABSTRACT

First of all fundamentals and new research results used for the estimation of torrent erosion and recognizing the connection between forestal and technical measures are represented in the paper. Run-off and erosion measurements on small plots show the hydrologic effect of different land uses. Run-off and precipitation measurements for whole watersheds enable a more accurate basis for flood calculation. Erosion and bed load measurements in connection with the data sampling of all extreme events allow an improvement of erosion estimation methods for specific regions. A general formula for calculating extreme sediment transports of mud flows or floods is discussed and is compared with other ones as well as with data from the East Alps. The quantification of torrent erosion can also facilitate the evaluation of the benefits of forestry measures.

EINLEITUNG

Als Grundlage für Projektierungen und Gefahrenzonenplanungen sind mengenmäßige Voraussagen (a) über die zeitnahe zu

erwartenden (aktuelle) und (b) über die überhaupt denkbar möglichen (potentielle) Hochwasser-, Geschiebe- und Feststofffrachten erforderlich. Solche Voraussagen sind jedoch vor allem deshalb schwierig, weil Feststofftransporte in Wildbächen sehr unregelmäßig und nach den derzeitigen Kenntnissen ungesetzmäßig vor sich gehen. Aufgrund der, in einem Wildbach vorhandenen Geschiebeherde sind die aktuell zu erwartenden Feststofffrachten noch relativ leicht einzuschätzen. In den Einzugsgebieten von Wildbächen sind jedoch fast immer auch zahlreiche latente, z.B. unter einer schützenden Vegetationsdecke versteckte, Geschiebeherde vorhanden. Erfahrungsgemäß liefern gerade solche latente Herde bei natürlicher oder künstlicher Störung und Mobilisierung das Material für extreme, katastrophale Feststofffrachten. Eine weit vorausschauende Planung muß auch dieses Potential berücksichtigen.

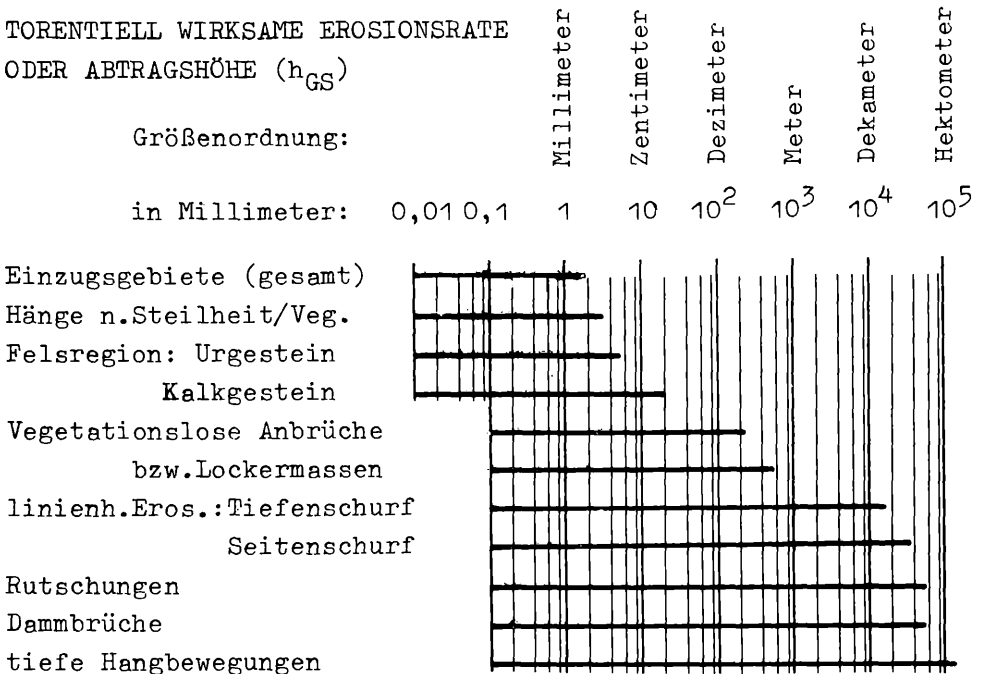
Der folgende Beitrag soll diese besondere Problematik und neue Lösungswege aufzeigen. Dabei ist allerdings eine Einschränkung des Themas erforderlich. Es werden vor allem aktuelle Forschungsarbeiten und, mit Rücksicht auf das Vergleichsmaterial, vor allem Wildbäche der Ostalpen Europas behandelt. In Europa sind diese Studien zum Teil bereits diskutiert worden (IUFRO-Div.1-Meeting, Thessaloniki, Griechenland, 1980). Der vorliegende Beitrag soll darüber hinaus vor allem dazu dienen, die Frage der Anwendbarkeit und Übertragbarkeit auch auf andere Kontinente sowie mögliche Weiterentwicklungen von Untersuchungsmethoden in einem möglichst weiten Rahmen zur Diskussion zu stellen.

## G R U N D L A G E N   U N D   P R O B L E M A T I K

Der Begriff "Wildbacherosion" umfaßt ganz allgemein alle Erosionserscheinungen in Wildbacheinzugsgebieten, sofern diese zum Feststofftransport in Wildbächen beitragen. Der Begriff schließt deshalb im weitesten Sinne auch alle Arten von Massenbewegungen (Rutschungen), aber auch Akkumulation und Sedimentation der erodierten Feststoffe mit ein. Die eigene Begriffsbestimmung erscheint notwendig, um die Erosionser-

scheinungen in Wildbächen insgesamt erfassen und gegenüber anderen Begriffen klar abgrenzen zu können. Eine solche Abgrenzung ist insbesondere gegenüber der vorwiegend auf landwirtschaftlich genutzten Flächen vor sich gehenden "Bodenerosion" ("man made erosion") notwendig. Mit zunehmender Kleinheit der Einzugsgebiete unterscheidet sich aber auch der Feststofftransport in Wildbächen immer ausgeprägter von dem gesetzmäßig eher erfaßbaren Schwebstoff- und Geschiebetransport in Flüssen.

Bei Kenntnis der der Erosion unterliegenden Flächen und der jeweiligen Erosionstiefen sowie der Transport- und Ablagerungsverhältnisse der Talwege läßt sich die Wildbacherosion relativ sicher einschätzen bzw. quantifizieren. Zu diesem Zweck wird ein Einzugsgebiet bis herab zu einem bestimmten Querprofil (Grabenausgang bzw. Beginn des Schwemmkegels) untersucht. Unter Berücksichtigung der Transportwege muß man den wichtigsten Erscheinungsformen der Wildbacherosion etwa die in folgender Tabelle angeführten und anderweitig (KRONFELLNER-KRAUS 1975, 1980) bereits näher beschriebenen, tor-



rentiell wirksamen Erosionsraten (Abtragshöhen  $h_{GS}$  nach ÖNORM B2400) zuordnen:

Die angeführten Größenordnungen der Wildbacherosion zeigen deutlich die Schutzwirkung von Vegetationsdecken. Im allgemeinen schützt der Wald, als höchste Vegetationsform, den Boden am besten. Dies beweisen einmal mehr neue Untersuchungsergebnisse über den Einfluß der Landnutzung auf Erosion und Sedimentation zahlreicher Bäche und Flüsse (mit Einzugsgebieten zwischen 18 und 31.000 km<sup>2</sup>), die in Kenia über einen 20-jährigen Zeitraum angestellt wurden (DUNNE 1979). Bewaldete Einzugsgebiete lieferten dort die geringsten Feststoffe. Aus gemischt (land- und forstwirtschaftlich) bewirtschafteten wurden größere und aus vorwiegend von Grasland eingenommenen Einzugsgebieten die größten Feststoffmengen abgetragen. Solche Vergleiche fallen naturgemäß in Trockengebieten besonders deutlich aus. In unseren alpinen, humiden Lagen vermögen auch landwirtschaftlich genutzte Böden (bis etwa 30 Grad Steilheit) Flächenerosionen zu verhindern. Dagegen müssen vegetationslose Altschuttherde raschest begrünt werden, um die nächst größeren Erosionsraten zu verhindern. Hektargroße Blaiken können auf einmal oder jährlich Feststoffmengen liefern, die in quadratkilometergroßen Felsregionen erst in vielen Jahrzehnten und in gut bewachsenen Einzugsgebieten erst in Jahrhunderten anfallen. Es gibt genügend historische Beispiele dafür, daß aus nicht sofort verbauten und begrüntem Altschutt-Geschiebeherden in wenigen Jahrzehnten Millionen Kubikmeter Feststoffe abgetragen wurden (KRONFELLNER-KRAUS 1975).

Während die flächenhafte Erosion vorwiegend mit flächenwirtschaftlichen und forstlich-biologischen Maßnahmen bekämpft werden kann, verlangen die um etwa 100-fach größeren Erosionsraten des Tiefen- und Seitenschurfes und der Rutschungen technische Maßnahmen. Erst nach künstlicher Stabilisierung der Gräben und erst nach Konsolidierung der angebrochenen Hänge, können Begrünungen einen Bodenschutz auf längere Sicht übernehmen. Das Wesen des forsttechnischen Systems für Wildbach- und Lawinenverbauung besteht darin mit geringsten Mitteln, also mit effektivsten Maßnahmenkombinationen auszukommen.

Nachdem die Wohlfahrtswirkungen des Waldes, über den lokalen Bodenschutz hinaus, vor allem auch im hydrologischen Sinne weitergehend sind, ist es zur Beurteilung der Wildbachlichkeit auch notwendig, die Wechselwirkungen verschiedener möglicher Maßnahmen zu kennen bzw. zu berücksichtigen.

W E C H S E L W I R K U N G E N   V E R S C H I E D E N E R  
M A S S N A H M E N

Zunächst zur Rolle des Waldes beim Bodenschutz. Das Kronendach des Waldes schirmt den Waldboden ab und mildert bei Starkregen die erosive Wirkung von Regentropfen- und Hagelkörner-Aufschlag. Auch die Interception der Baumkronen und der Bodenstreu wirkt günstig, nimmt jedoch mit zunehmender Regenmenge ab. Im Waldboden versickert ein Vielfaches des Niederschlagswassers im Vergleich zu Freilandböden. Es kommt daher auch zu einem geringeren Oberflächenabfluß und es ist daher die (linienhafte) Erosion im Vergleich zum Freiland herabgesetzt. Die im Zusammenhang mit der Beurteilung verschiedener Vegetationsdecken im Mustereinzugsgebieten durchgeführten Beregnungsversuche und Messungen führten beispielsweise zu folgenden (hier grob vereinfachten) Resultaten (nach SCHAFFHAUSER, Ms. im Druck):

Von dem auf vergleichbar geneigten Meßparzellen (100 m<sup>2</sup>) auf-  
gebrachten Regen (100 Liter pro m<sup>2</sup>) flossen

von Waldböden .....	0 - 10 %
von Schipisten (ehem. Waldböden).....	10 - 30 %
von Weideflächen	10 - 60 % ab.

Ein Feststoffabtrag war optisch in keinem Falle festzustellen, jedoch werden Proben im Labor noch daraufhin genauer untersucht (SCHAFFHAUSER 1979, weitere Ergebnisse in Arbeit). Um für die Zwecke der Gefahrenzonenplanung Erosionsprobleme noch genauer untersuchen zu können, wurde auf dem Schwemmkegel des Dürnbaches die vorige Versuchsanordnung entsprechend erweitert. Und zwar wurde der Abfluß von längeren Hängen dadurch simuliert, daß zusätzlich zur künstlichen Bereg-

nung noch oberflächlich abfließendes Wasser auf die Meßparzellen eingeleitet wurde. Von dem auf solche Art aufgebrauchten Regen (100 l/m<sup>2</sup> und Stunde) und Überflutung (1200 l/m<sup>2</sup> und Stunde) flossen auf zwei Vergleichsparzellen ab: auf einer Heimweide die gesamte Überflutungsmenge, während auf der Waldparzelle alles Wasser versickerte. Die Versuche werden noch weitergeführt, wobei auch noch leistungsfähigere Pumpen zum Einsatz kommen sollen.

Die in die Böden einsickernden und oberflächennahe oder auch tiefer abfließenden Hangwässer können insbesondere an StauhORIZONTEN und Konzentrationsstellen Rutschungen und Hangmuren verursachen und wesentlich zur Feststoffführung der Gewässer beitragen. Auch hierbei vermag das vergleichsweise feste und weitreichende Wurzelwerk der Waldbäume den Boden am besten zu halten. Nach Schlägerungen geht diese bodenbindende Kraft allerdings mit zunehmender Verrottung der Wurzeln verloren. Das Wurzelwerk junger Aufforstungen ist erst wieder nach einiger Zeit (erst nach Aufwachsen) wieder in der Lage diese Bewehrungsfunktion zu übernehmen. Die größte Anfälligkeit oder das häufigste Auftreten von Rutschungen im Wald besteht nach MEGAHAN, DAY und BLISS (1978) zwischen 4 und 10 Jahren nach der Schlägerung und hört nach 20 Jahren mit dem Aufkommen der Jungwüchse auf. Vergleichsweise ist die Anfälligkeit im Buschwald jedoch signifikant größer und sie bleibt auch wesentlich länger bestehen. In allen Fällen ist mit zunehmender Bestandesdichte auch diese Art von Erosionsschutz wirksamer. Naturgemäß ist diese Wirkung auf den Bereich des Wurzelhorizontes beschränkt.

Durch seinen relativ großen Wasserverbrauch wirkt der Wald bei tiefgreifenden Hangbewegungen als ein quasi biologisches Entwässerungssystem. Es ist bekannt, daß infolge Interception und Evapotranspiration bewaldete Einzugsgebiete im Jahresdurchschnitt merklich weniger Wasser liefern als etwa mit Grasweide bedeckte Einzugsgebiete. Insbesondere die Schneeinterception in Hochlagen vermindert das Eindringen von Schneeschmelzwasser in den Boden. Entsprechende Aufforstungen können also Hangwasserspiegel von Rutschungen absenken und damit zur Stabilität beitragen. An Hand langjähri-

ger umfangreicher Messungen konnte der Autor im Gradenbach die Abhängigkeit des Talzuschubes vom Ausmaß der Hangdurchfeuchtung nachweisen (KRONFELLNER-KRAUS 1978). Und zwar steht dort die der Schneeschmelze folgende Hangbewegung (etwa von Mai bis September) mit der Niederschlagssumme der zehn vorangegangenen Monate (November bis August) in einem mathematisch formulierbaren Zusammenhang. Diese Beziehung läßt die Wirksamkeit der durchgeführten Entwässerungen erkennen. Ein Vergleich der den Entwässerungszuständen entsprechenden Funktionen zeigt eine deutliche Trendänderung ab dem Jahre 1975/76. Das beweist, daß dort vor allem die hochgelegenen Entwässerungen stabilisierend wirkten, während die vor 1975 weniger effektiv waren. Auch die große Bedeutung der Schneefälle wird dadurch offenbar, weil hauptsächlich diese für die Zunahme der Niederschlagshöhen mit der Meereshöhe verantwortlich sind. Zusätzliche Aufforstungen könnten die stabilisierende Wirkung noch wesentlich erhöhen. Das Ausmaß des Wirksamwerdens der Aufforstungen ist allerdings nur schwer einzuschätzen oder gar in Rechnung zu stellen.

Die wasserspeichernde Wirkung des Waldbodens gleicht Bachabflüsse über längere Zeiträume aus, dämpft also Hochwasserwellen und vermehrt vergleichsweise Niederwasserabflüsse. Allerdings sind auch die Vorzustände in den Einzugsgebieten maßgebend, die mit zunehmender Speicherfähigkeit eine umso größere Rolle spielen. Jahreszeitlich setzt die Schneeschmelze die Speicherfähigkeit herab, so daß in Einzugsgebieten mit an sich großer Speicherfähigkeit aus vergleichbaren Niederschlägen im Frühjahr wesentlich größere Direktabflüsse auftreten als im Herbst. Dies ist zum Beispiel im Grasnitzbach der Fall, der 88 % bewaldet ist. Dagegen herrschen in dem nur 2 % bewaldeten Oberlauf des Dürnbaches das ganze Jahr über geringe Basisflüsse vor und nach entsprechenden Niederschlägen vergleichsweise hohe Direktabflüsse. Der (zu 56 %) bewaldete Mittellauf des Dürnbaches beeinflußt das Abflusgeschehen in der Folge nur mehr wenig (RUF 1977).

Während die Vegetation und vor allem Wald den Boden vor Erosion schützt und dämpfend auf Hochwasserabflüsse wirkt,

werden Hochwasserfrachten insgesamt kaum verändert. Die Auswirkung der zeitlichen Erstreckung der Hochwasserganglinien auf die Geschiebeführung hängt im Einzelfalle ab von dem für den Geschiebetriebbeginn maßgeblichen Wasserabfluß. Hierbei spielt auch das Bachgefälle eine entscheidende Rolle. In flachgeneigten Mittelgebirgsbächen wird das Transportvermögen eher vermindert als etwa in steilen Hochgebirgsbächen, in denen das Transportvermögen quasi unabhängig von den Bewal-dungsverhältnissen gleichermaßen erhalten bleibt. Die ständige Erosion und Ausräumung der Bachbette führt zur Bildung sogenannter Deckschichten, die aus großen, auch für Hochwässer nicht transportierbaren Geschiebeblöcken besteht. Nur größere Hochwässer als diejenigen, die zur Bildung der vorhandenen Deckschichten führten, können diese wieder abtragen. Das Vorhandensein der Deckschichten erklärt auch, warum in Wildbächen Geschiebe- und Feststofftransport so stark schwanken. Mittlere Hochwässer vermögen zwar in gegebenen Fällen alle von Hangmuren oder Seitenbächen eingeworfenen Geschiebemen-gen abzutransportieren, bleiben ansonsten solange Geschiebefrei, als sie ihre Deckschichten nicht neuerlich erodieren können.

Das Transportvermögen der Bäche steigt mit dem spezifischen Gewicht des Wassers, weshalb die aus Rutschungen entstehenden Muren eine größere Schurfkraft aufweisen als reine Hochwässer. Andererseits vermag eine Geschiebeführung entstehende Kolke wieder aufzufüllen. Die wechselhaften Bedingungen, die zu den bekannten großen Schwankungen im Feststofftransport führen, sind ein wesentliches Merkmal der Wildbäche und erschweren Voraussagen.

## D I E   Q U A N T I F I Z I E R U N G   D E R W I L D B A C H E R O S I O N

Der Feststofftransport in Wildbächen geht also völlig unregelmäßig vor sich und unterscheidet sich deshalb auch grundlegend von jener der Flüsse. Die Transportfähigkeit von



Flüssen läßt sich mit einem vertretbaren Untersuchungsaufwand im Wege der sog. Geschiebefunktion noch ziemlich genau berechnen. In den kleinen Wildbachgebieten sind solche Zusammenhänge schon aus meßtechnischen Gründen (Grobgeschiebe, Muren) kaum ermittelbar. Die Feststoff- und Geschiebeführung, die in kleinen Wildbächen als Folge einer geringeren Wasserführung über Jahre hinaus zum Erliegen kommt, kann bei Hochwässern kurzfristig hunderttausendfache Werte betragen. In Wildbächen geht es deshalb vor allem darum, für Projektierungen und Gefahrenzonenplanungen Extreme einzuschätzen. Literatur und Praxis kennen zu diesem Zwecke verschiedene Näherungsverfahren.

Ganz allgemein ergibt sich die Feststofffracht (GS = Summe der Geschiebe- und Schwebstofffracht, G bzw. S) aus der Größe des Einzugsgebietes (E) oder aus Summen von Teileinzugsgebieten (Anbrüche  $E_i$ ) und den zugehörigen Abtragshöhen ( $h_{GS}$  bzw.  $h_{GSi}$ ). Ein Teil des Abtrages wird allerdings von kleineren Hochwässern laufend schadlos abgetriftet, während sich der andere Teil als Stapelschutt über viele Jahre ansammeln kann, bis entsprechend größere Hochwässer auch deren Abtransport besorgen. Eine entsprechende Geschiebe- oder Feststofffrachtformel muß diese Stapelschuttbildung und die zugehörigen Zeiträume (t) berücksichtigen:

$$GS_t = E \quad h_{GS} \quad t$$

Aufgrund genauer Erhebungen in den Einzugsgebieten, sowie der Transport- und Ablagerungsverhältnisse, lassen sich mit dieser Methode die genauesten Schätzwerte erzielen (WEBER 1964, KRONFELLNER-KRAUS 1967, 1975)

Eine andere Möglichkeit besteht darin, Geschiebe oder Feststofffrachten direkt mit Hochwasserfrachten in Beziehung zu setzen. In großen wasserführenden Bächen kann z.B. das Geschiebetriebgesetz auch für die angenäherte Bestimmung der Größe eines Geschiebesammlers verwendet werden (MÜLLER 1960). Der für ein Höchsthochwasser berechnete Geschiebetrieb und die für die Bildung der Abflußmenge erforderliche Regendauer extremster Intensität (bei entsprechender Konzentrationszeit

oder Anlaufdauer) ergeben einen Anhalt für die Geschiebefracht. Im Extremfall einer Mure kann die Feststofffracht der Hochwasserfracht gleichkommen. Für die Hochwasserfracht erhält man nach MÜLLER (1960) je nach Höhenlage, Steilheit und Bewuchs des Einzugsgebietes (mit der Größe E in km<sup>2</sup>) Werte zwischen 20.000 und 60.000, im extremen Fällen sogar bis zu 100.000, im Mittel jedoch 40.000 E<sup>1,17</sup> Vergleichsweise beträgt, aufgrund gemessener Hochwasserfrachten und analysierter Hochwasserserganglinien, die Abflußfracht eines 100-jährigen Hochwassers nach KREPS (1962): 65.000 E.

In Wildbächen korreliert jedoch die Geschiebe- oder Feststofffracht nur relativ selten mit der Hochwasserfracht. Die Geschiebeführung ist vielmehr von der jeweiligen Beschaffenheit der Einzugsgebiete und der Aktivierung der Geschiebequellen abhängig. Es liegt daher nahe, von der bisherigen auf die weitere Bachentwicklung zu schließen, HOFFMANN (1970) und HAMPEL (1977, 1980) haben hierfür Näherungsformeln entwickelt. HOFFMANN (1970) geht davon aus, daß die Gerinnegröße ein Funktion des Abflusses darstellt und fand, daß die für den Geschiebetrieb maßgebliche Bachbreite das jeweilige Einzugsgebiet, zusammen mit dem Gefälle und der Korngröße ausreichend charakterisiert. Mit meßbaren Parametern und der Dauer des Geschiebetriebes lassen sich daher "maximale Geröllfrachten" für Hoch- und für Mittelwässer berechnen oder an Hand beobachteter Sperrenverlandungen besser einschätzen. HAMPEL (1977, 1980) schließt von der bisherigen Schwemmkegelbildung auf weitere Geschiebe- und Murenfrachten. Gestützt auf Modellversuche fand er einen Zusammenhang zwischen dem Gefälle der Geschiebeablagerung an einer Schwemmkegelspitze und dem Geschiebeanteil der Hochwässer, die zur Bildung dieses Kegels führten. Zunächst (1977) schloß er von dem Schwemmkegelgefälle und einer gleichbleibenden extremen Hochwasserfracht (40.000 E) auf die Geschiebefracht und, als ein 3,5-faches davon, auf die Murenfracht. Inzwischen (1980) wurde die Formel revidiert. Die Hochwasserfracht wird nunmehr aus den örtlich vorkommenden Starkregen (bzw. 100-jährige 24-Stundenregen) und die Murenfracht aus der Geschiebefracht am Schwemmkegel vermehrt um die, von den Geschiebequellen bis zum Schwemmkegel durch

Abrieb vor sich gehende, Schwebstoffbildung errechnet. Dadurch hat allerdings die Zahl der Variablen zugenommen. Neben der Einzugsgebietsgröße und dem Gefälle sind nunmehr auch Höhenlage, hundertjährige 24-Stundenregen, Einzugsgebietskoeffizient, mittlere Korngröße, Geschiebeabrieb und Lauflänge des Geschiebes zu berücksichtigen. Die Formel HOFFMANN's (1970) ist vor allem für größere, wasserführende Wildbäche der Steiermark abgestimmt. Die Formel HAMPEL's (1977, 1980) gilt nur für inneralpine Wildbäche mit ausgeprägten Schwemmkegeln zwischen 4 (6) % und 20 % Gefälle.

In der Praxis ist sowohl die Ermittlung der maßgeblichen Bachbreite als auch des Schwemmkegelgefälles schwierig und führt zu großen Streuungen. Die Frage der in Katastrophenfällen immer wieder neu entstandenen Geschiebequellen mit unbekanntem Körnungen und Feststoffzusammensetzungen bleibt offen. Sie bildet mit den in verschiedenen Feststoffgemischen ungeklärten Abriebvorgängen eine weitere Unsicherheit vor allem für langfristige Vorhersagen, wie sie für Katastrophenereignisse notwendig sind. Der Autor (KRONFELLNER-KRAUS 1979, 1980) hat daher eine allgemein gültige und möglichst einfache Beziehung für extreme Feststofffrachten gesucht und schließlich einen Zusammenhang zwischen diesen, den Höchsthochwasserfrachten und den, in den Erosions- und Transportstrecken herrschenden Gefällsverhältnissen gefunden. Nachdem in Wildbächen die Feststofffracht nur sehr selten mit der Höchstwasserfracht korreliert, sind sowohl regionale als auch spezifische Charakteristika für die jeweiligen Einzugsgebiete zu berücksichtigen. Dies findet seinen Ausdruck in einem Wert (K) für die torrentiell wirksame Abtragshöhe. Niedrige K-Werte (um 500) gelten für große, ausgeräumte, gut bewachsene Einzugsgebiete, hohe K-Werte (bis zu 1000 und 1500) für steile, kleine und mittlere Einzugsgebiete mit ausgedehnten Geschiebeherden und geringen oder anfälligen Bodenschutz. Die Einzugsgebietsgröße (E) ist in km<sup>2</sup>, das Erosions- und Transportgefälle (J) in % einzusetzen. Die bereits im Vorjahr publizierte Formel lautet in einer, hinsichtlich der Dimension vereinfachten, Schreibweise

(KRONFELLNER-KRAUS 1980):  $GS = K \cdot E \cdot J$

Die dargestellte Formel basiert auf gebietsweisen Analogieschlüssen, die auch ständig verbessert werden können. Sie liefert einen Anhalt für das maximale Erosions- und Transportvermögen von Wildbächen für den Fall der Mobilisierung eines entsprechenden Geschiebepotentials im Einzugsgebiet. Auf die Einschätzung dieses Geschiebepotentials kann nicht verzichtet werden. Die Formel gestattet aber Extreme abzugrenzen und die im Einzugsgebiet, hinsichtlich Bodenschutz und Verbauung herrschenden Bedingungen und Schutzmaßnahmen im Vergleichswege zu bewerten. Sie kann deshalb auch bei entsprechender Weiterentwicklung, für die Bewertung der Schutzfunktionen des Waldes Bedeutung erlangen. Die hierfür nötigen Abtrags- und Geschiebemessungen in Wildbächen sind also auch ein Schritt auf dem Wege von der "Forschung heute für die Forstwirtschaft von morgen".

#### Z U S A M M E N F A S S U N G

Zunächst werden Grundlagen und neue Forschungsergebnisse besprochen, die der Erfassung der Wildbacherosion dienen und auch Zusammenhänge zwischen land- und forstwirtschaftlichen und technischen Maßnahmen in Wildbachgebieten erkennen lassen. Abfluß- und Abtragsuntersuchungen auf kleinen Meßparzellen zeigen die hydrologische Wirkung verschiedener Bodennutzungen. Niederschlags- und Abflußmessungen für ganze Wildbach-(Muster)- Einzugsgebiete (Experimentiergebiete) ermöglichen die Eingrenzung des freien Ermessens bei der Hochwasserberechnung. Abtrags- und Geschiebemessungen in Verbindung mit der Sammlung von natürlich auftretenden Extremwerten erlauben eine gebietsweise Verbesserung der Methoden zur Einschätzung der Wildbacherosion. Eine allgemein gültige Formel für extreme Feststofffrachten wird zur Diskussion gestellt und mit den in den Ostalpen erhobenen Daten, sowie mit anderen, bekannten Formeln verglichen. Die Quantifizierung der Wildbacherosion kann auch für die Bewertung der Schutzfunktionen des Waldes Bedeutung erlangen.

V E R W E N D E T E L I T E R A T U R

- Dunne, T., 1979: Sediment yield and land use in tropical catchments. Journal of Hydrology, 42 (1979), 281-300.
- Hampel, R., 1977: Geschiebewirtschaft in Wildbächen. Wildbach- und Lawinenverbau, 41., 3-34.
- Hampel, R., 1980: Die Murenfracht von Katastrophenhochwässern. Wildbach- und Lawinenverbau, 44., 71-102.
- Hofmann, L., 1970: Die Geröllfracht in Wildbächen. Mitt. Forstl. Bundesvers. Anst., 88, 108-112.
- Kreps, H., 1962: Praktische Hydrographie. Ms. 145 S.
- Kronfellner-Kraus, G., 1967: Abfluß- und Abtragsmessungen in Österreich im Sinne der internationalen FAO/EFC/TORR.-Klassifikation für Wildbach-Einzugsgebiete. XIV. IUFRO-Kongress/München, Section 11, 359-361.
- Kronfellner-Kraus, G., 1975: Zur Geschiebebilanzierung. Internationales Symposium Interpraevent, Innsbruck, Tagungspublikation, Bd. 1, 49-61.
- Kronfellner-Kraus, G., 1978: Newer contributions of research in order to achieve a successful watershed management. 12th Session Work. Party Management of Mountain Watersheds. Rome. FAO/EFC/MW-78/A1.
- Kronfellner-Kraus, G., 1979: Zum Geschiebeprobem in Wildbächen Allgem. Forstzeitschr., 40/1979, 1094-1096.
- Kronfellner-Kraus, G., 1980: Forstliche und technische Maßnahmen unter extremen Bedingungen. Invited paper, IUFRO-Div.-1 Congress in Thessaloniki/Athen, Sept. 1980, Ms. 13 S.
- Megahan, W.F., Day, N.F. and Bliss, T.M., 1980: Landslide occurrence in Western and Central Northern Rocky Mountain physiographic province in Idaho. Reprint from: Forest soils and land use. Proc., Fifth North Am. For. Soils Conf., Ft. Collins, Colo., Aug. 1978. p. 116-139. Colo. State Univ., Ft. Collins.
- Müller, R., 1960: Die Entwicklung der flußbaulichen Hydraulik. Wasser und Energiewirtschaft, 292-300.
- Ruf, G., 1977: Konzept und Methodik hydrologischer Untersuchungen in den Mustereinzugsgebieten der Forstl. Bundesver-

suchsanstl. Wildbach- und Lawinenverbau, Sonderheft Nov.  
1977, 80-93.

Schaffhauser, H., 1979: Beregnungsversuche auf Schipisten.  
Informationsdienst der FBVA in: Allgem. Forstzeitung,  
179. Folge.

Schaffhauser, H., 1981/ in Druck: Beregnungsversuche im Pro-  
jektgebiet Neustift/Stubaital.

Weber, A., 1964: Wildbachverbauung. XIII. Abschnitt in:  
Uhden: Taschenbuch landwirtschaftlicher Wasserbau.  
Stuttgart.

Wien, Feber 1981

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [138\\_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Kronfellner-Kraus Gottfried

Artikel/Article: [Über die Einschätzung der Wildbacherosion unter Berücksichtigung forstlicher und technischer Maßnahmen 111-124](#)