

Mitt. österr. geol. Ges.	79 (1986) Umweltgeologie- Band	S. 45-62 15 Abb., 5 Tab.	Wien, Dezember 1986
--------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---------------------

# Über den Einfluß naturräumlicher Gegebenheiten auf Erosion und Wildbachtätigkeit in Österreich

Von H. AULITZKY\*)

Mit 15 Abbildungen und 5 Tabellen

## Inhalt

	Seite
Einführung . . . . .	46
1. Über wildbachgeologische Gegebenheiten . . . . .	47
2. Über Wildbachmorphologie . . . . .	49
3. Wildbachklassifikation auf geomorphologischer Grundlage . . . . .	53
4. Die Niederschlagsbedrohung als Landschaftskonstante . . . . .	58
5. Vegetations- und Bodenbedeckung als wesentlicher Einflußbereich . . . . .	61

## Zusammenfassung

Die naturräumlichen Gegebenheiten einer Landschaft bestimmen weitgehend ihr Erosionspotential und die zu erwartende Wildbachtätigkeit, dies gilt insbesondere hinsichtlich der bestimmenden hydrogeologischen, orographischen und hydrologischen Gegebenheiten und Landschaftskonstanten. Substrateigenschaften, Reliefenergien und gestaltende Kräfte des Wassers bewirken eine charakteristische geomorphologische und gewässermorphologische Gliederung der Landschaft, die ihren aktuellen Ausdruck in der Wildbachtätigkeit findet. Demzufolge können neben der Art des Wasserangriffes geomorphologische und gewässermorphologische Kriterien zur Wildbachklassifikation benützt werden. Für praktische Zwecke muß eine Wildbachklassifikation neben der ganzheitlichen Beurteilung des Abflußverhaltens im Extremfall auch eine abschnittsweise Beurteilung des Wildbaches für adäquate Verbauungsmaßnahmen ermöglichen (zweigeteilte Wildbach-Klassifikation). Die Vegetationsbedeckung stellt den variablen, auch anthropogen beeinflussbaren Teil des Erosionspotentials dar, über den die Erosionsneigung eines Gebietes graduell gesteuert werden kann.

## Summary

The natural circumstances of a landscape decide far – reaching their potential of erosion and torrents activity. Thats be valid especially for the hydrogeologic, orographic, and hydrologic factors and natural constants of a landscape. The characteristics of geologic substrats, the energy of relief and the forming power effect a characteristic geomorphologic and water-morphologic structure of each landscape,

\*) Adresse des Verfassers: o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Herbert AULITZKY, Institut für Wildbach- und Lawinerverbauung an der Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien, Österreich.

actual expressed by torrents activity. Therefore its useful geomorphologic criterions together with kind of impact of water apply to torrents classification. For practical purposes the torrents classification must make possible on the one hand a judgement in sections for adapted torrent management in the different parts of watershed, on the other an integral judgement of the extreme case of discharge (Two-fold-classification of torrents). The cover of vegetation is the variable part of the erosion potential, influenced by man, which can used for gradual control of erosion inclination of a landscape.

### Einführung

Die Erosionsanfälligkeit eines Gebietes wird in erster Linie von den naturräumlichen Gegebenheiten bestimmt und hier wieder zuerst von den hydrogeologischen, orographischen und hydrologischen Landschaftskonstanten, die zusammen mit tektonischen Vorgängen und der Arbeit der Gletscher zur heutigen Oberflächengestaltung geführt haben. In den Alpen (Abb. 1) als jungem Faltengebirge, die in ihren weitaus größten Teilen erst vor 10.000 bis 20.000 Jahren eisfrei geworden sind, zeigt sich die Abtragswilligkeit unseres Erdzeitalters noch sehr deutlich, am eindrucksvollsten natürlich im aktuellen Ausmaß der Wildbachtätigkeit.

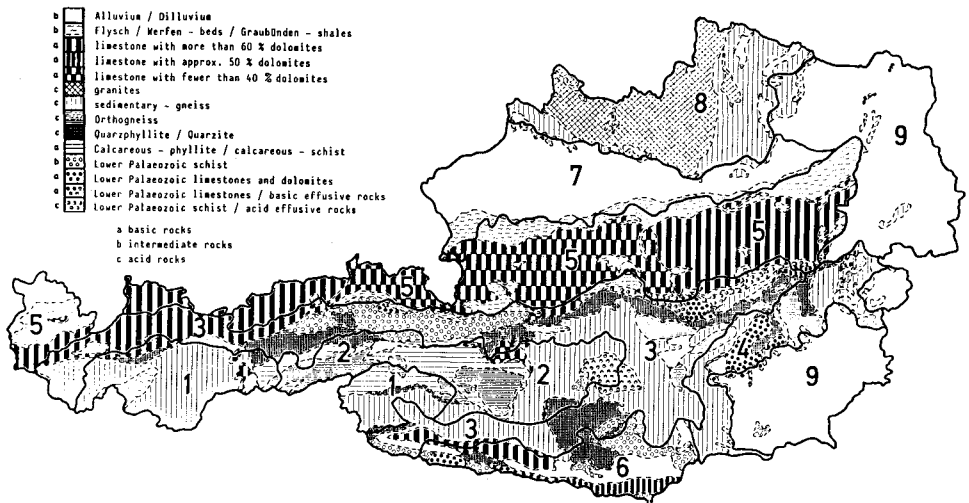


Abb. 1: Geologische Karte von Österreich mit Eintragung der Grenzen der Waldgebiete und Wuchsbezirke (MAYER, ECKHART, NATHER, RACHOY & ZUKRIGL 1971). Legende: 1 = inneralpines Fichtenwaldgebiet, 2 = inneralpines Tannen-Fichtenwaldgebiet, 3 = zwischenalpines Fichten-Tannenwaldgebiet, 4 = südöstl. randalpines Fichten-Tannen-(Buchen)waldgebiet, 5 = nördl. randalpines Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet, 6 = südl. randalpines Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet, 7 = nördl. Alpenvorland-Buchenmischwaldgebiet, 8 = außeralpines Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet, 9 = östl. Eichenmischwaldgebiet.

## 1. Über wildbachgeologische Gegebenheiten

Wenn der Mensch auch in den letzten Jahrzehnten wie nie zuvor in der Erdgeschichte in diese naturräumliche Ausgangsposition einzugreifen vermochte, muß doch gleichwohl die anthropogene Beeinflussung als bloß graduell eingestuft werden. Dies gilt ebenso von den Veränderungen im Vegetationskleid und an der Oberflächengestaltung wie auch von der Einflußnahme auf das Regime der Gewässer. Natürlich kann jede Überschreitung der Belastbarkeitsgrenzen der vorgegebenen Substrate ihre Erosionsanfälligkeit und Instabilität erhöhen, wie auf der anderen Seite auch Schutzmaßnahmen oft ihre Wirkungsgrenze in den naturräumlichen Gegebenheiten finden.

Österreich, innerhalb dessen Staatsgebietes ja ein Drittel der Alpen liegt und das zu zwei Dritteln aus Gebirgslandschaften besteht, ist zu einem großen Teil von Wildbacheinzugsgebieten bedeckt. Die Abb. 2 läßt dies in der bundesländer- und bezirkswisen Verteilung erkennen. Besonders hohe Flächenanteile finden sich natürlich dort, wo die eiszeitliche Vergletscherung Talverfüllungen in hoher Lage zurückgelassen hat, also vor allem entlang der großen Alpenlängstäler des Inn, der Salzach, der Enns, entlang von Drau und Möll. Die gefährlichsten Wildbäche dieser Gebiete sind Altschuttbäche im Sinne STINYS (1931) wie z. B. der Enterbach bei Inzing im Inntal, Graden- und Wollnitzbach im Mölltal, der Niedersniller Mühlbach an der Salzach oder der Gantschenbach bei Lienz (Tab. 1).

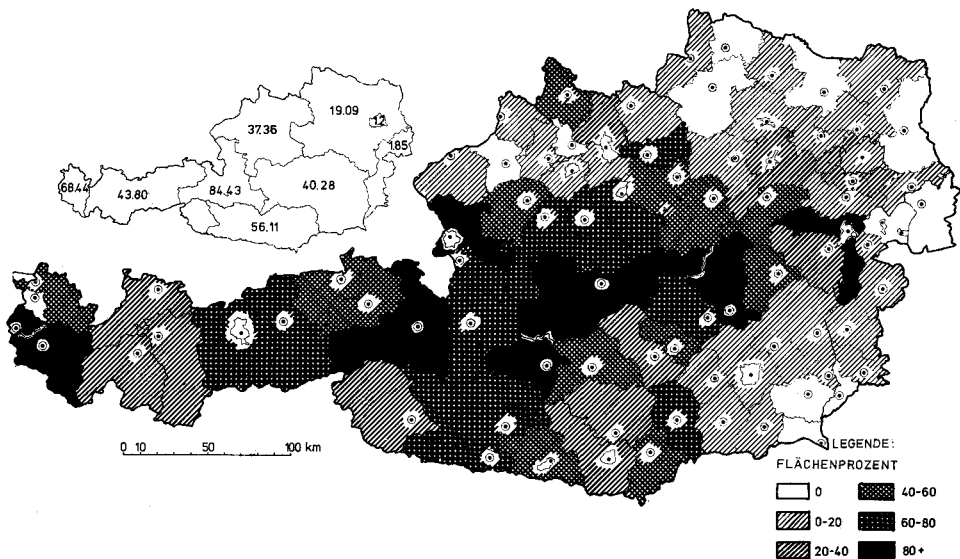


Abb. 2: Wildbachgefährdete Flächen in Prozent der Gesamtfläche der Bundesländer (kleine Karte links oben) und in den politischen Bezirken (Stand 1967) (AULITZKY, FIEBIGER, KASTNER, KAUPA & KEMMERLING 1977).

Tab. 1: Murablagerungen bei Wildbachkatastrophen in Österreich (AULITZKY 1984/85), Volumen in Tausend m<sup>3</sup>

Name des Wildbaches	Datum	Volumen	Bundesland	Autor
Debantbach	9. 1965	200	Tirol	STRITZL
	11. 1966	150	Tirol	KRONFELLNER-KRAUS
Fendelser Mure	5. 8. 1874	330	Tirol	KOCH
Drehtalbach	7. 1969	100	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Ecklbach	29. 7. 1908	200	Tirol	STINY
Enterbach	29. 7. 1969	450	Tirol	AULITZKY
Feistritzbach	11. 1966	750	Kärnten	GERETSCHLÄGER
Fischbach	7. 6. 1965	400	Tirol	LEYS
Gantschenbach	1951	300	Tirol	KRONFELLNER-KRAUS
	11. 1966	120	Tirol	KRONFELLNER-KRAUS
Gmünderbach	29. 8. 1908	15	Tirol	STINY
Gradenbach	31. 8.-3. 9. 1965	800	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
	15. 8.-18. 8. 1966	500	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Greifenburger Mure	1851	210	Kärnten	SIMONY/STINY
Gridlontobel	29. 6.-8. 7. 1965	300	Tirol	LEYS
Haselbach	1908	200	Tirol	STINY
Hirschbach	5. 1967	150	Tirol	KRONFELLNER-KRAUS
Hörhagmure	17.-20. 11. 1964	300	Tirol	BERGTHALER
Holzergraben	7. 1967	18	Tirol	BERGTHALER
Weissenbach	2. 8. 1974	50	Tirol	BERGTHALER
Litzbach	1970	230	Vorarlbg.	SCHILCHER
Mallnitzbach	9. 1965	150	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
	8. 1966	150	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Michlbach		250	Tirol	KRONFELLNER-KRAUS
Mühlbach/Niedernsill	7. 8. 1970	500	Salzburg	BERGTHALER
	28. 7. 1971	300	Salzburg	BERGTHALER
Mustrigilbach	8. 1933	120	Vorarlbg.	WILLOMITZER
Neuhäuslgraben	29. 7. 1908	15	Tirol	STINY
Niederharterbach	29. 7. 1908	300	Tirol	STINY
Öxlbach	20. 8. 1974	17	Tirol	BERGTHALER
Reißgraben	11. 1966	100	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Rellsbach	1910	1200	Vorarlbg.	KRONFELLNER-KRAUS
	8. 1067	100	Vorarlbg.	KRONFELLNER-KRAUS
Riedbach	13. 7. 1887	440	Tirol	RICCABONA
	29. 7. 1908	20	Tirol	STINY
Rinnerbergerbach	7. 1974	95	Oberösterr.	KRONFELLNER-KRAUS
Sandlingmure	9. 1920	9000	Oberösterr.	STRELE
Sautenser Mure	28. 7. 1905	15	Tirol	STINY
Schesa	1907	200	Vorarlbg.	STRELE
	8. 1966	700	Vorarlbg.	KRONFELLNER-KRAUS
	5. 1967	100	Vorarlbg.	KRONFELLNER-KRAUS
Teuchlbach	9. 1965	300	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Tiefenthalbach	9. 1974	140	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Tuffbach	23. 6. 1970	8	Tirol	BERGTHALER
Unkenbachtal	4. 1970	200	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS
Wollnitzbach	8. 1966	600	Kärnten	KONFELLNER-KRAUS
Wörschachbach	5. 1967	100	Steiermark	KRONFELNNER-KRAUS
Zirknitzbach	9. 1965	220	Kärnten	KRONFELLNER-KRAUS

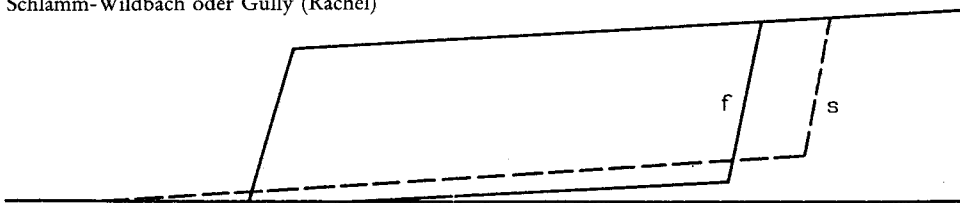
Eine gewisse Ausnahme bilden lediglich jene zentralalpinen Gebiete, die auf Grund ihrer besonders harten Grundgesteine sich die Steilheit ihrer Flanken bewahrt

und somit geringere Ablagerungsmöglichkeiten für glaziale Talverfüllungen geboten haben, so wie dies etwa in Teilgebieten der Bezirke Imst und Landeck der Fall ist. In den Bereich hoher Wildbachtichte fällt aber auch die gesamte Grauwackenzone dank ihrer hohen Verwitterungsanfälligkeit und der vielfältigen Untertagwasserführung dieser metamorphen Gesteine.

## 2. Über Wildbachmorphologie

Gebiete mit feinkorn-reichen fluvio-glazialen Ablagerungen, wie etwa die Schesa bei Bludenz/Bürs, zeigen die charakteristische Längenschnittbildung des Gully, also eines Schlamm-Wildbaches, dem die Grobkornbeimischung fehlt. Abb. 3 läßt diese Art der Längenschnitt-Entwicklung, die man übrigens genauso auch in den Lößgebieten des Wagram findet, im Gegensatz zu den Geschiebe-Wildbächen erkennen.

Schlamm-Wildbach oder Gully (Rachel)



Geschiebe-Wildbach

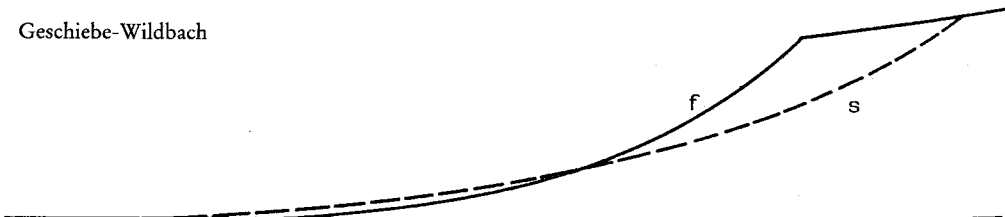


Abb. 3: Längenschnittausbildung im Schlammwildbach (oben) im Gegensatz zum Geschiebewildbach (unten). Legende: f bedeutet das frühere und s das spätere Entwicklungsstadium (AULITZKY 1984 b).

Das Verhältnis der Grob- und Feianteile des Geschiebes in den Geschiebeherden bestimmt zusammen mit der Steilheit des Gerinnes auch die Art der Ablagerung: Je gröber und anteilmäßig größer die Grobgeschiebeanteile der bettbildenden Ereignisse ausfallen, umso steilere Schwemmkegel bilden sich (Abb. 4); bei Vorherrschen des Feingeschiebes entstehen Schwemmfächer und bei zusätzlichem Fehlen größerer Höhenunterschiede erfolgt die Ablagerung, soweit sie nicht den Vorfluter erreicht, in Umlagerungsstrecken (SALZER 1886). Das Fehlen von Schwemmkegeln charakterisiert also sehr gut die zu erwartende Art der Wildbachtätigkeit (Abb. 5). Wie Tab. 2 zeigt, unterscheiden sich die Wildbäche in den einzelnen Bundesländern deutlich in ihrer geschiebespezifischen Orientierung.

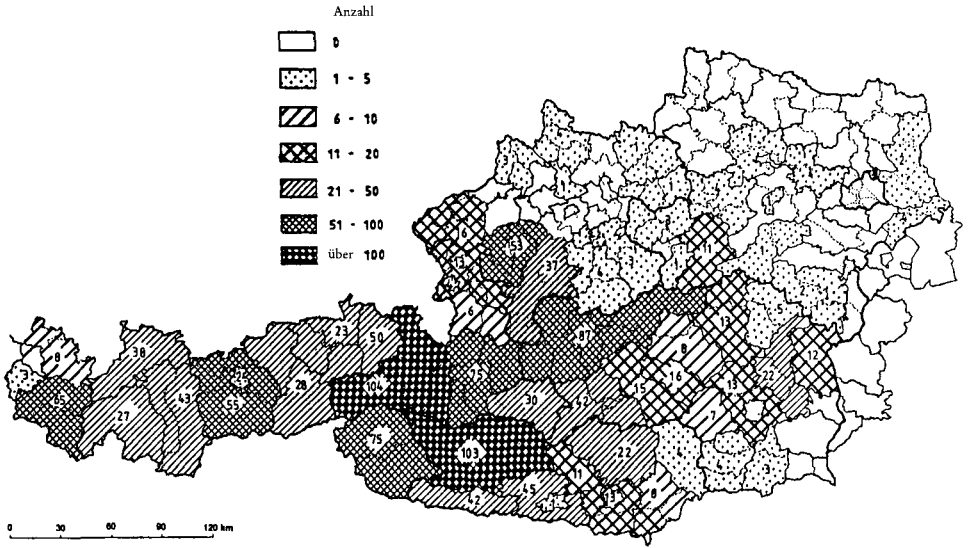


Abb. 4: Anzahl der Wildbäche mit Schwemmkegel in den Bezirken, in denen in der Zeit von 1968–83 gebaut wurde (AULITZKY 1985 a).

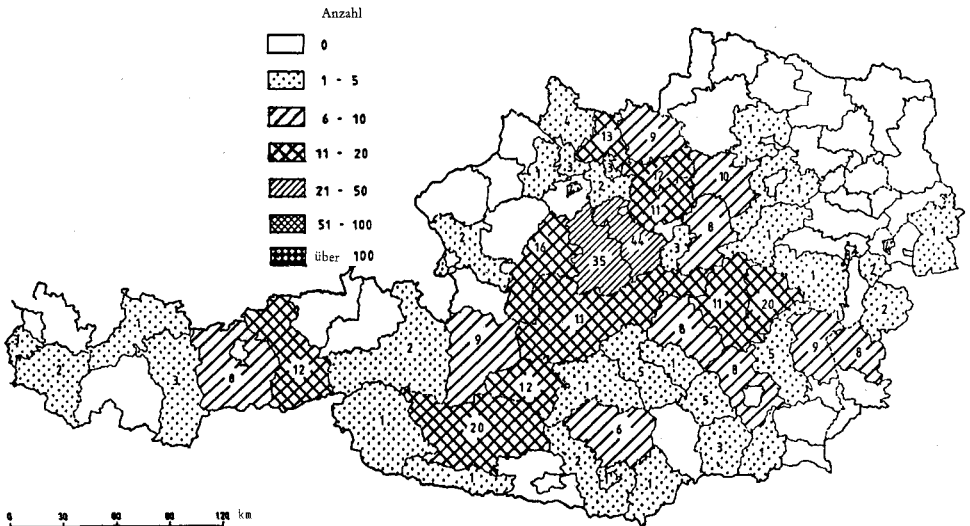


Abb. 5: Anzahl der Wildbäche ohne Schwemmkegel in den Bezirken, in denen in der Zeit von 1968–83 gebaut wurde (AULITZKY 1985 a).

Tab. 2: Anzahl und Anteil der im Zeitraum 1968–83 in Verbauung begriffenen Wildbäche, getrennt nach solchen mit und ohne Schwemmkegelbildung (AULITZKY 1984 a).

Land	Wildbäche mit Schwemmkegel		Wildbäche ohne Schwemmkegel		insgesamt	
Österreich . . . . .	1303	77,4%	381	22,6%	1684	100%
Burgenland . . . . .	–	–	17	100,0%	17	100%
Kärnten . . . . .	249	89,9%	31	10,1%	280	100%
Niederösterreich . . . . .	35	44,2%	44	55,8%	79	100%
Oberösterreich . . . . .	123	45,7%	146	54,3%	269	100%
Salzburg . . . . .	232	90,3%	25	9,7%	257	100%
Steiermark . . . . .	747	73,7%	88	26,3%	335	100%
Tirol . . . . .	341	93,2%	25	6,8%	366	100%
Vorarlberg . . . . .	76	93,8%	5	6,2%	81	100%

Das Ablagerungsgebiet und insbesondere der Schwemmkegel(fächer) kann somit überhaupt als wichtigstes Kriterium der zu erwartenden Wildbachtätigkeit angesprochen werden, ins solange die Geschiebeherde der wildbachgeologischen Vergangenheit auch in Zukunft zur Verfügung stehen. Die neue Geschiebetheorie von HAMPEL (1969, 1970, 1977, 1980) benützt daher am Schwemmkegel faßbare Parameter von Dimensionierungsereignissen für die Beurteilung der potentiellen Muren- und Geschiebefracht des Baches, des erreichbaren Verbauungserfolges und der Gefahrenzoonung am Schwemmkegel. Neben dem Schwemmkegelgefälle benützt HAMPEL den Mittelkorndurchmesser, wobei beide Werte so zu erheben sind, daß sie dem Charakter des maßgeblichen Großereignisses entsprechen. Wie sich aus den Abb. 6, 7 und 8 entnehmen läßt, ist die richtige Wahl der Erhebungspunkte von entscheidender Bedeutung für das daraus abzuleitende Muren- und Geschiebepotential.

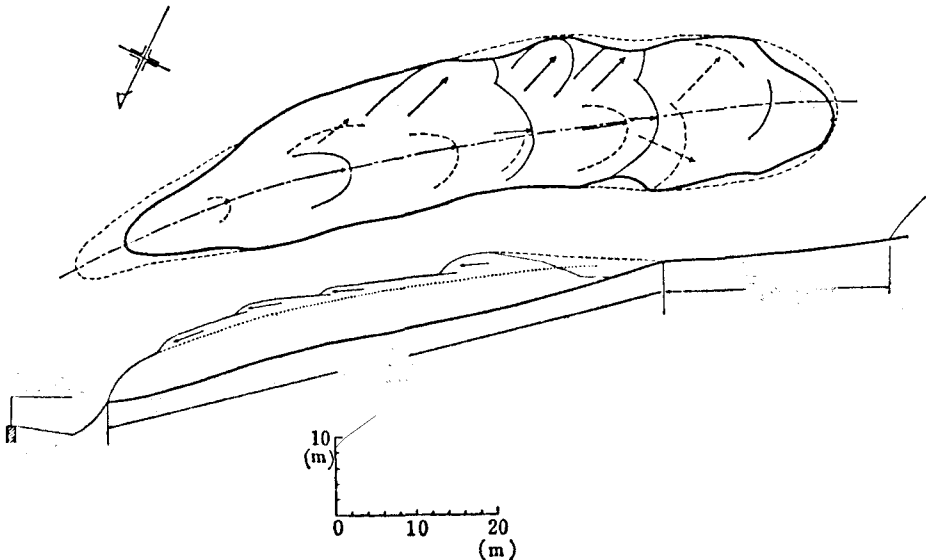


Abb. 6: Ablagerung des Hauptlappens eines Murereignisses und der nachfolgenden Phasen (TAKEI 1980).

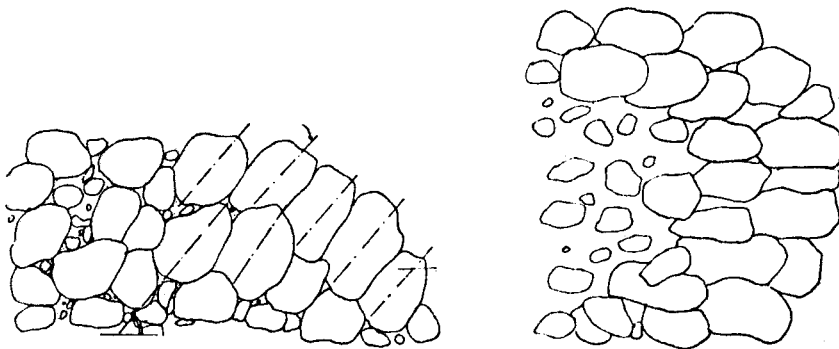


Abb. 7: Lagerung und Stellung des Grobgeschiebes im Murkopf (TAKEI 1980).

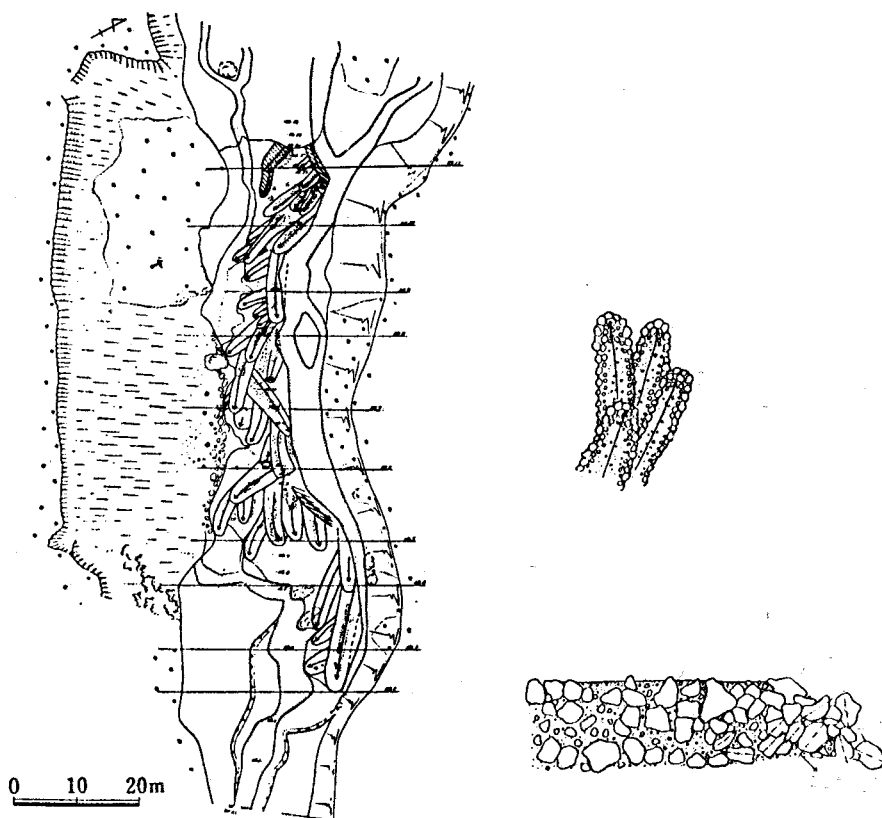


Abb. 8: Ablagerung und Lage von späteren, kleineren Ablagerungsphasen, die der Ablagerung des Murkopfes nachfolgen (Ablagerung sogenannter „sub-units“ (TAKEI 1980).



Das Ablagerungsgefälle und damit auch die Reichweite der Ablagerung wird vom Wasser/Feststoffverhältnis bestimmt, dem für Ort, Art und Zeitpunkt der Ablagerung sogar vorrangige Bedeutung zukommt. Zu den Gerinneinflüssen, die das Abflußgeschehen prägen, zählt aber auch das Vorhandensein oder Fehlen einer „Verklausungsmöglichkeit“, also einer Bachverlegung, bei der unter wesentlicher Mithilfe des „Wildholzes“ der Hochwasserabfluß für eine bestimmte Zeit unterbrochen wird. Nach Aufbrechen solcher Dämme aus Feststoffen aller Art durch den inzwischen angewachsenen dynamischen und statischen Wasserdruck kommt es zu Abflußvorgängen, die als Gravitationsströme nicht mehr den hydraulischen Gesetzen folgen. Je näher eine solche Verlegungsstelle zu dem meist besiedelten Schwemmkegel liegt, umso unvermittelter kann ein solches Murereignis, bei dem Feststoffe aller Größenordnungen, mit „Wildholz“ und Wasser völlig vermischt abfließen, zur jäh hereinbrechenden Gefahr werden.

### 3. Wildbachklassifikation auf geomorphologischer Grundlage

Für Zwecke der ganzheitlichen Betrachtung des exzessiv möglichen Bachgeschehens empfiehlt es sich daher, die Wildbäche in mur- und murstoßfähige, in bloß geschiefbeführende oder gar nur hochwasserführende einzuteilen (AULITZKY 1972, 1984 b). Diese Klassifikation hat vor allem für die Gefahrenzonen-Feststellung entscheidende Bedeutung, weil sich die Ablagerungsvorgänge und die Angriffsweisen des Baches grundlegend unterscheiden.

Tab. 3: Anzahl (oberer Block) und % (unterer Block) der zwischen 1968–83 in Verbauung begriffenen Wildbäche, getrennt nach mur- und murstoßfähigen, geschiefbeführenden und bloß hochwasserführenden Bächen (AULITZKY 1984 a).

Land	gesamt	murstoß- fähig	murfähig	geschief- führend	bloß hoch- wasser- führend
Österreich . . . . .	2211	445	588	954	224
Burgenland . . . . .	18	—	—	1	17
Kärnten . . . . .	350	86	134	115	15
Niederösterreich . . . . .	253	4	8	190	51
Oberösterreich . . . . .	351	18	57	198	78
Salzburg . . . . .	271	198	38	34	1
Steiermark . . . . .	456	16	108	276	56
Tirol . . . . .	398	73	217	103	5
Vorarlberg . . . . .	112	50	26	35	1
Wien . . . . .	2	—	—	2	—
Österreich (%) . . . . .	100	20,1	26,6	43,2	10,1
Burgenland (%) . . . . .	100	—	—	5,5	94,5
Kärnten (%) . . . . .	100	24,5	38,3	32,9	4,3
Niederösterreich (%) . . . . .	100	1,6	3,2	75,1	20,1
Oberösterreich (%) . . . . .	100	5,1	16,2	56,5	22,2
Salzburg (%) . . . . .	100	73,1	14,0	12,5	0,4
Steiermark (%) . . . . .	100	3,5	23,7	60,5	12,3
Tirol (%) . . . . .	100	18,4	54,5	25,8	1,3
Vorarlberg (%) . . . . .	100	44,7	23,2	31,2	0,9
Wien (%) . . . . .	100	—	—	100,0	—

Murende Wildbäche

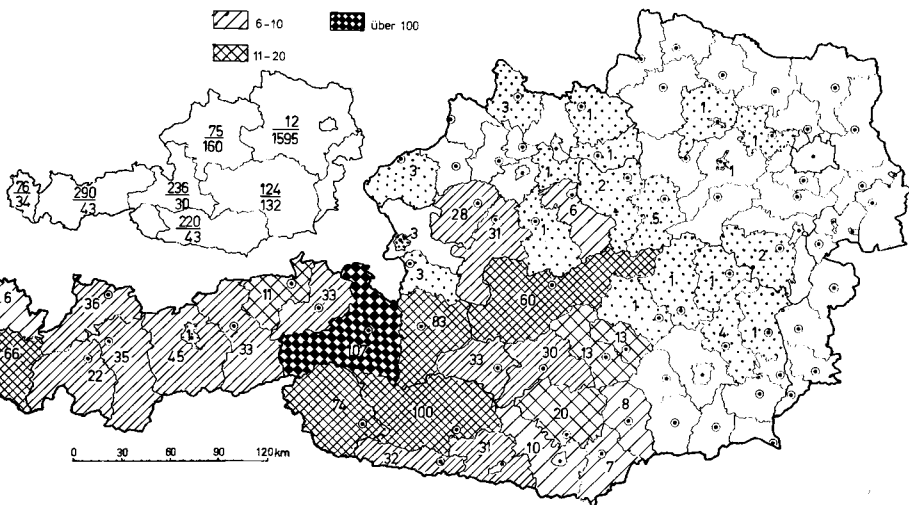
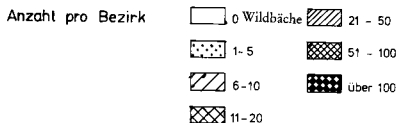


Abb. 9: Bezirkweise Verteilung der mur- und mußstoßfähigen Wildbäche Österreichs, in denen im Zeitraum von 1968–83 gebaut wurde (AULITZKY, im Druck).

Geschiebeführende Wildbäche

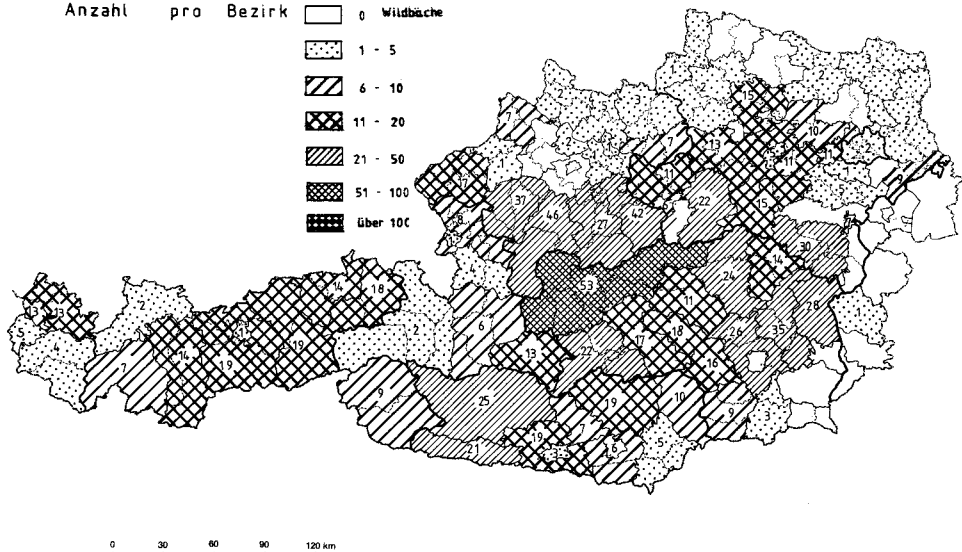


Abb. 10: Bezirkweise Verteilung der geschiebeführenden Wildbäche Österreichs, in denen im Zeitraum von 1968–83 gebaut wurde (AULITZKY 1985 b).

### Hochwasserführende Wildbäche

Anzahl pro Bezirk

Wildbäche

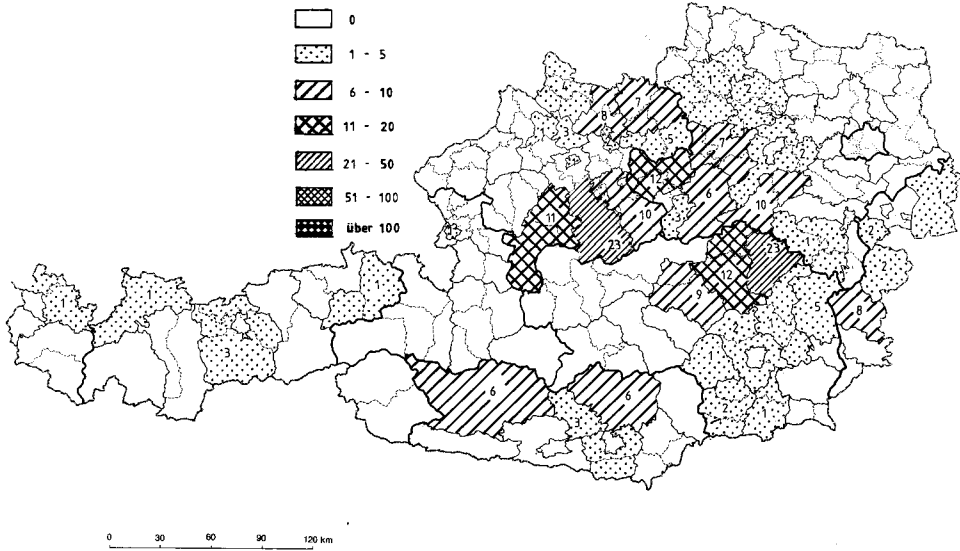
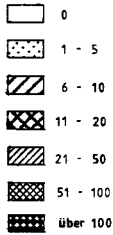


Abb. 11: Bezirksweise Verteilung der bloß hochwasserführenden Wildbäche in Österreich, in denen im Zeitraum von 1968–83 gebaut wurde (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, unveröff.).

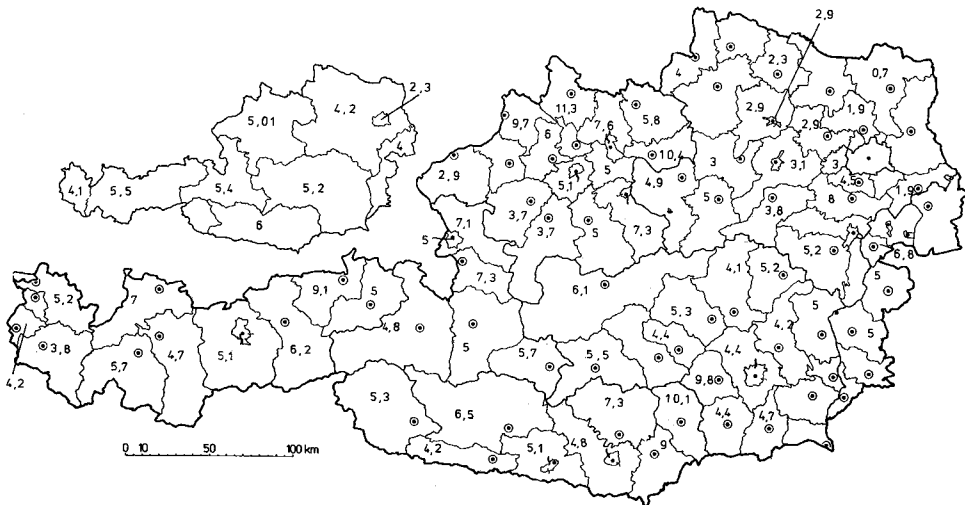


Abb. 12: Länge des „Mittleren Wildbaches“ der einzelnen Bundesländer und der Politischen Bezirke (AULITZKY, FIEBIGER, KASTNER, KAUPA & KEMMERLING 1977).

Wie Tab. 3 und die Abb. 9, 10 und 11 erkennen lassen, finden sich entsprechend den landschaftlichen Unterschieden auch hier deutliche Abstufungen in den Gefährungsgraden. Die ins Auge springenden Unterschiede sind so deutlich, wenn man das Alpeninnere mit den Alpenrandgebieten, dem Voralpenbereich oder gar den Gebieten der böhmischen Masse im Norden Österreichs vergleicht, daß sich daraus klare verwaltungsmäßige Schwerpunkte für Wasserbauverwaltung und Wildbachverbaue herleiten lassen.

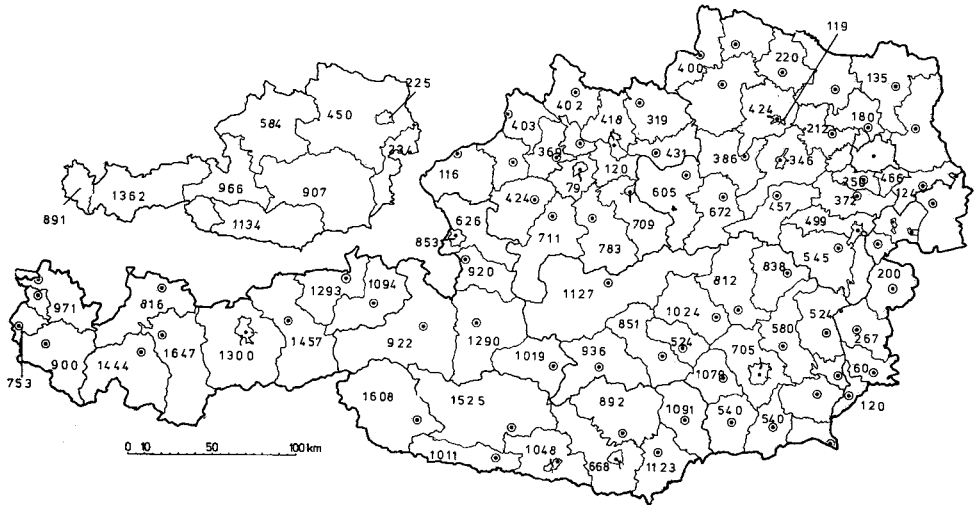


Abb. 13: Höhendifferenz der „Mittleren Wildbäche“ der einzelnen Bundesländer und Politischen Bezirke (AULITZKY, FIEBIGER, KASTNER, KAUPA & KEMMERLING 1977).

Zu den wichtigen Kriterien des Wildbaches gehört auch die kleine Fläche seines Einzugsgebietes und der steile kurze Lauf, beides Eigenschaften, die ihrerseits zur besonderen Art der Wildbachschäden beitragen. Kann doch nur ein sehr kleines Einzugsgebiet von einem Niederschlag höchster Intensität flächendeckend getroffen werden; in einem ausgedehnten Flußgebiet ist Gleiches nicht möglich. Zusammen mit der Steilheit der Bäche, einer ungünstigen Einzugsgebietsform und Substraten geringer Wasseraufnahmebereitschaft entstehen unerwartet exzessive Abflußereignisse, die für den Wildbach als typisch anzusehen sind. Zur kurzen Länge des „mittleren Wildbaches“ der einzelnen Bezirke und Bundesländer, die zwischen 4 und 6 km schwankt (Abb. 12), kommt im Alpengebiet natürlich ein großer Höhenunterschied (Abb. 13) und ein dementsprechend hohes Gefällsprozent (Abb. 14).

Während sich aus diesen großräumigen Übersichten zwar gewisse Beziehungen zu den geologischen Erosionsvoraussetzungen im allgemeinen herstellen lassen, bedarf es für Zwecke der Verbaue der detaillierten Kenntnis über das Ursachen-Wirkungs-Gefüge zwischen Substrat und der Art des Wasserangriffs. Die ganzheitliche Wildbachklassifikation ist ja nur zulässig für die Zwecke der Beurteilung des extremen Verhaltens im Ablagerungsgebiet, am Schwemmkegel. Nur in seltenen

Fällen wird man im Inneren der Einzugsgebiete auch mit bloß einem Typ das Auslangen finden, weil sowohl die schadwasserreichbaren Substrate wie auch die Art des Wasserangriffs wechseln. Infolgedessen kann man im Inneren der Einzugsgebiete nur abschnittsweise, geschiebeherdbezogen und der Bachfunktion entsprechend klassifizieren. Aus diesem Grund hat der Autor eine zweigeteilte Wildbachklassifikation entworfen, deren erster Teil, wie schon erwähnt, der Gesamtbeurteilung dient (murstoßfähige, murfähige, geschiebeführende und bloß hochwasserfüh-

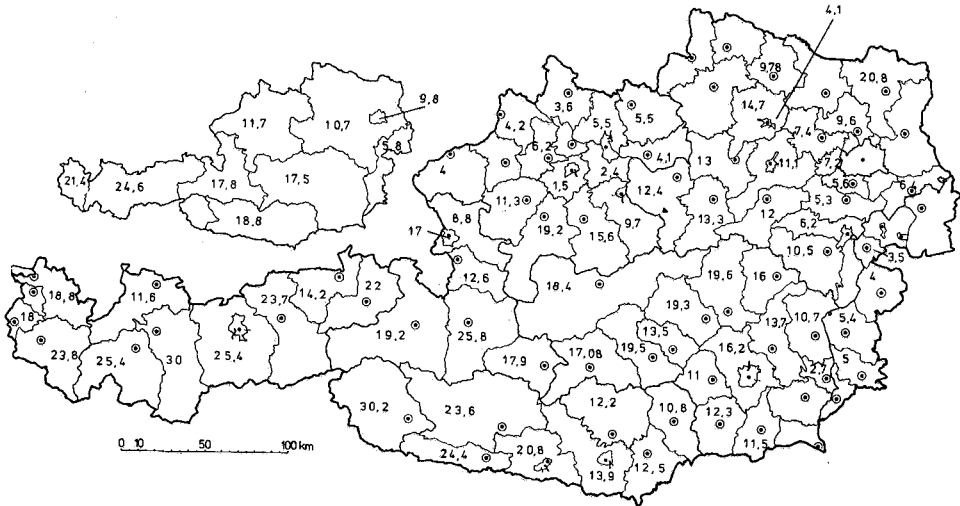
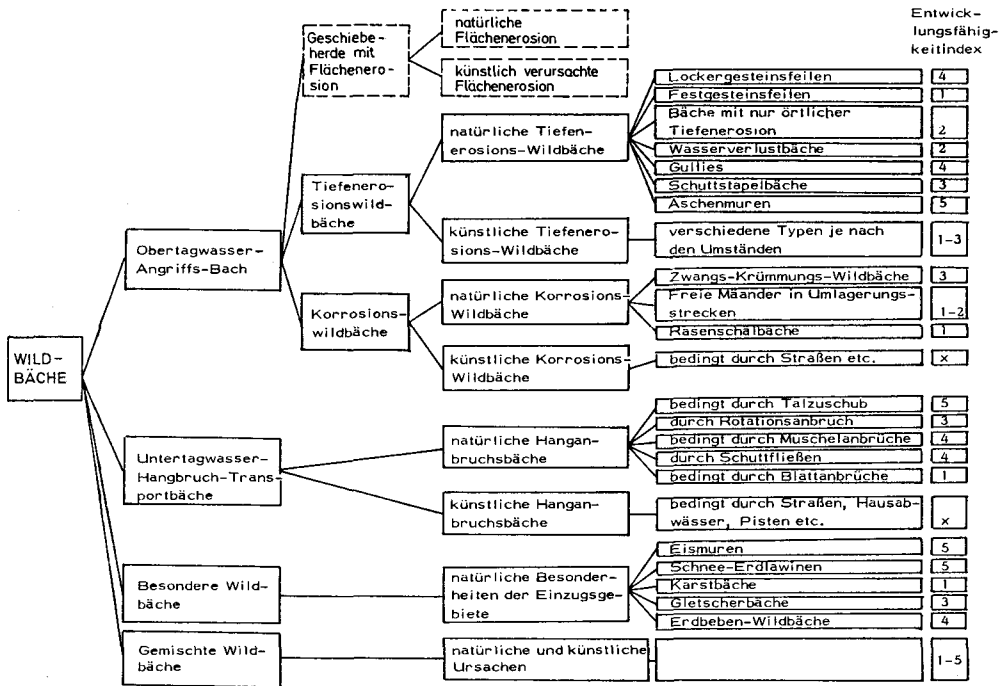


Abb. 14: Durchschnittliches Gefällsprozent der „Mittleren Wildbäche“ der einzelnen Bundesländer und Politischen Bezirke (AULITZKY, FIEBIGER, KASTNER, KAUPA & KEMMERLING 1977).

rende Wildbäche), der zweite Teil aber der Beurteilung der Ursachen-Wirkungs-Gefüge in den einzelnen ungleichen Bachabschnitten, um dadurch den direkten Bezug zu einer funktionsgerechten Verbauung bzw. Maßnahmenverteilung herstellen zu können. Nur aus dem Verständnis des Ursachen-Wirkungs-Gefüges läßt sich ein seinem Wesen nach naturnahes Verbauungskonzept ableiten. Da der Angriff des Wassers, wenn man von Erdbeben, Bergsturz- und Steinschlagereignissen absieht, normalerweise die wildbachtypische Feststoffbewegung auslöst, wurde für diesen zweiten Teil die Art des Wasserangriffs als Einteilungsgesichtspunkt gewählt (Tab. 4 und 5). Es wurde dabei versucht, in der jeweiligen Bezeichnung der typushaften Bachabschnitte den zugrundezulegenden Vorgang möglichst deutlich zu machen, was allerdings zu langen, zusammengesetzten Begriffen führte, weil maßgebliche geologische, hydrogeologische und hydrologische Vorgänge komplexhaft den Ablauf solcher Extremereignisse bestimmen. Mit Absicht wurde dabei der entlang der Gebirgshänge oft irreführende Begriff des „Grundwassers“ vermieden, sucht sich doch das „Bergwasser“ oder vielleicht noch besser das „Untertagwasser“ unter Benützung von wasserdurchlässigen und wasserstauenden Schichten, aber auch der solche Schichten teilenden Klüfte vielfältige Wege, die nicht mit dem üblicherweise verwendeten Begriff des „Grundwassers“ ident sind.



Legende: 5 = sehr dynamische Entwicklungsfähigkeit, 4 = dynamische Entwicklung, 3 = mäßig dynamische Entwicklung, 2 = geringe dynamische Entwicklung, 1 = nahezu stabil, x = unterschiedliche Entwicklung.

Tab. 4: Kausale Klassifizierung von Wildbachabschnitten nach vorherrschenden durch die Art des Wasserangriffs bestimmten Geschiebebildungsursachen und der danach zu erwartenden Entwicklungsfähigkeit sowie den zu treffenden Schutzmaßnahmen (AULITZKY 1985 b).

Es wurde daher vor allem nach Angriffen von Obertag- und Untertagwasser unterschieden. Bei den oberirdischen Wasserangriffsmöglichkeiten wieder nach Tiefenschurf und Seitenschurf (Korrosion) (Tab. 5). Unter Bedachtnahme auf die Möglichkeiten natürlicher und anthropogener Auslöseursachen wurde bei der weiteren Unterteilung das typushaft verschiedene Ursachen-Wirkungs-Gefüge zwischen Substrat und Wasser begrifflich herausgestellt, wobei nur dort nach neuen Bezeichnungen gesucht wurde, wo eine entsprechende Kennzeichnung bisher fehlte. Zum Zwecke der Bewertung wurde dieser abschnittswisen Klassifikation ein Entwicklungsfähigkeitsindex angeschlossen. Hinsichtlich der Einzelheiten muß leider auf die Fachveröffentlichung verwiesen werden (AULITZKY 1980, 1984, 1985).

#### 4. Die Niederschlagsbedrohung als Landschaftskonstante

Als Auslöseursache wirkt also normalerweise der Wasserangriff, sei es nun durch Starkregen hoher Intensität auf kleiner Fläche, wie dies vor allem bei konvektiv

Tab. 5: Klassifikation der Wildbachabschnitte und Geschiebeherde (als Teil der zweigeteilten Wildbachklassifikation nach AULITZKY 1980, 1984 b, 1985 b).

Kausale Ursachen für die Geschiebebildung	Resultierende Typus-Bezeichnung	Entwicklungsfähigkeit des Wildbaches	affilierte Baumaßnahmen
<b>A) Erosion durch Obertagwässer</b>	<b>2.1 OBERTAGWASSER-ANBRUCHSWILDBÄCHE</b>		
Schleppkräftübermaß im Gesamtprofil mit Tiefenerosion	2.1.1 TIEFENEROSIONSWILDBÄCHE		
	2.1.1.1 Natürliche Tiefenerosionsbäche		
im Lockergestein	2.1.1.1.1 Lockergesteinsfellen-Wildbäche	dynamisch	Abstufelung ab Festpunkt
erodierbare Aschenböden	2.1.1.1.2 Aschenmuren	sehr dynamisch	Abstufelung mit bes. Vorkehrungen biol. Maßnahmen
Erosion im Festgestein	2.1.1.1.3 Festgesteinsfellenbäche	stabil	meist nicht nötig
	2.1.1.1.4 Bäche mit nur abschnittsweiser begrenzter Tiefenerosion (Keilbläiken, Abstürze)	gering	örtliche Abstufelung (Naturblockgerinne)
sehr durchlässige Bachsohlen	2.1.1.1.5 Wasserverlustbäche	gering	Verteilungsmaßnahmen
zu feinen Lockermaterialien	2.1.1.1.6 Gülfles	dynamisch	Sicherung des Gully-Kopfes und der mobilen Flanken
Erosion von Zwischendeponien	2.1.1.1.7 Schuttstapelbäche	mäßig	Sporne mit rauen Leitwerken, Geschiebeablagerungsplätzen
	2.1.1.2 Künstlich geschaffene Tiefenerosionswildbäche	unterschiedlich	Ursachenbeseitigung oder Ausgleichsmaßnahmen
nur Seitenerosion	2.1.2 LATERALEROSIONSWILDBÄCHE		
	2.1.2.1 Natürliche Korrosionswildbäche		
durch Talverlauf bedingt	2.1.2.1.1 Zwangskrümmungswildbäche	mäßig	Sporne mit rauen Leitwerken
Selbstbildung in Umlagerungsstrecken	2.1.2.1.2 Freie Mäander	gering bis mäßig	Bühnen, Durchstiche mit Sohlgurten
durch Hochwasserschurf der Ufervegetation	2.1.2.1.3 Rasenschälbbäche	gering	
bei Verengung	2.1.2.2 Künstliche Korrosionswildbäche	unterschiedlich	Ursachenbeseitigung oder Ausgleich
<b>B) Erosion durch Untertagwässer</b>	<b>2.2 UNTERTAGWASSER-HANGBRUCH-TRANSPORT-BÄCHE</b>		
Talzuschiebe	2.2.1 durch Talzuschiebe	sehr dynamisch	Wasserausleitung und Entwässerung, gegliederte Sperrren
Muschelanbrüche	2.2.2 durch Muschelanbrüche	dynamisch	Wasserausleitung und Entwässerung, gegliederte Sperrren
	2.2.3 durch Schuttfilleßen	mäßig	
Blattanbrüche	2.2.4 durch Blattanbrüche	gering	Entwässerung, Pilotierung, Begrünung
<b>C) Besondere Vorgänge</b>	<b>2.3 BESONDERE WILDBÄCHE</b>		
Eiskambrüche Gletscherseausbrüche, Schneeschnelze	2.3.1 Eismuren und Schnee-Erd-Lawinen	sehr dynamisch	allenfalls vorbeugende Entwässerung
Abflußverzögerung in Höhlen	2.3.2 Karstbäche	gering	Katavortrone
	2.3.3 Gletscherbäche	mäßig	Grobblocksicherungen
Erdbeben	2.3.4 Erdbebenbäche	dynamisch	
<b>D) Verschiedene Ursachen</b>	<b>2.4 GEMISCHTE WILDBÄCHE</b>	unterschiedlich	verschiedene Maßnahmen

gebildeten Gewittern vorkommt, sei es durch Staulagen über viele Stunden oder Tage hinweg oder sei es durch das Auftreten zu hoher Schmelzraten, vor allem nach einem niederschlagsreichen Frühjahr, wenn die Sonneneinstrahlung mit steilem Einfallswinkel im Juni auf große Schneerücklagen trifft. Während Starkregen hoher Intensität nur im kleinen Einzugsgebiet ein katastrophenträchtiges Ausmaß erreichen können, treffen die beiden anderen Vorgänge Wildbach- und Flußgebiete in

gleicher Weise. Aus Abb. 15 kann im Vergleich mit der geologischen Karte (Abb. 1) erkannt werden, wie sehr die Starkregenverteilung bei ungleichen Substratgegebenheiten natürlich zu ungleichen Wirkungen führen muß. Die exzessivsten Niederschlagsereignisse in Österreich, die z. B. im Gebiet der Fischbacher Alpen, Weltrekordhöhe erreichen, lassen angesichts des harten Grundgesteins dort nur eine mäßige Geschiebeführung entstehen. Selbst das Katastrophenereignis in Allerheiligen im Müritzal mit bis zu 500 mm Niederschlag in 7 Stunden im August 1958

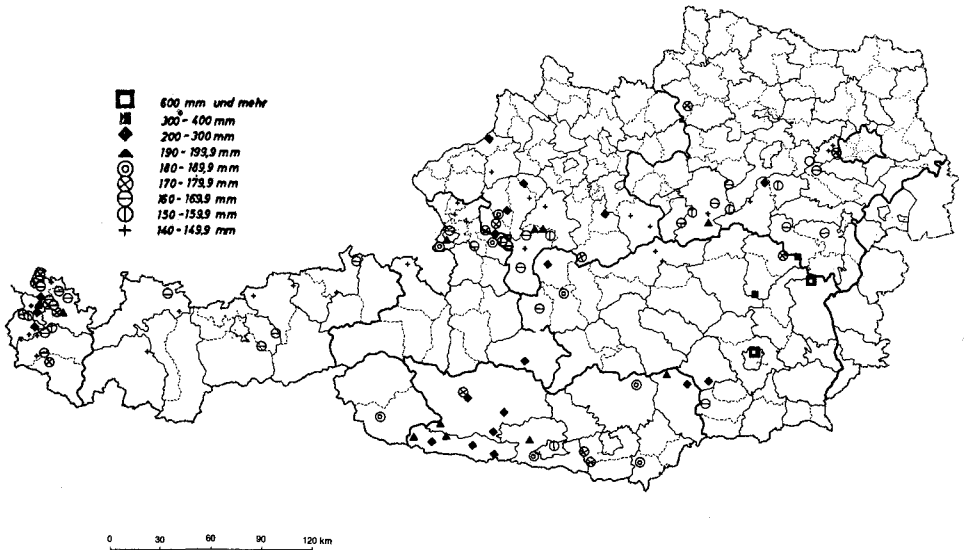


Abb. 15: Verteilung der größten Ein-Tages-Niederschläge in Österreich (1901–70).

wirkte vor allem durch den hohen Wildholzanteil, weil ganze Bestände mit ihrem Wurzelraum auf hangparallelen Unterlagen abrutschen. Es kommt in diesen Gebieten vor allem zu Überflutungen im Bereich der Südsteiermark und des südlichen Burgenlandes. Im Hinblick auf die Starkregen – Beaufschlagung der Nördlichen Kalkalpen hält sich auch dort die Wildbachtätigkeit trotz der starken Witterschuttproduktion in Grenzen („Jungschuttbäche“ nach STINY 1931), weil das Grundgestein doch in sehr vielen Fällen eine selbst im Starkregenfall noch wirksame Durchlässigkeit selbst im Bachbett („Wasserungsverlustbäche“ in Tab. 4 und 5), zeigt. Je nach ihrer Substratdichte, ob Mergel-, Kalk- oder Dolomitgestein, zeigen diese randalpinen Gebiete unterschiedliche Wildbachcharakteristiken, also eine ungleiche Bereitschaft sich murfähig, geschiebeführend oder bloß hochwasserführend zu entwickeln. Andererseits reichen die in ihrem Absolutwert deutlich kleineren Starkregen im Alpeninneren bei ausreichend vorhandener Reliefenergie und ausreichend vorhandenen Geschiebeherden, jedoch bedeutend geringerer Substratdurchlässigkeit zum Auftreten extremster Wildbachereignisse.



## 5. Vegetations- und Bodenbedeckung als gradueller Einflußbereich

Neben den Substrateigenschaften und der Starkregenbedrohung beeinflusst das Pflanzenkleid Versickerung und Abfluß. Insbesondere der Wald vermag durch seine Bestandestranspiration von 20.000–50.000 l/ha/d bzw. 2–5 mm/d im Mittelporenbereich des Bodens zwischen 0,2–8,5  $\mu$  freie Wasseraufnahmekapazitäten zu schaffen, die vor den Folgen vieler, allerdings nicht aller Starkregen zu schützen oder die Folgen zu mildern vermögen. Der heutige Zustand des österreichischen Waldes mit sichtbaren Schäden zwischen einem Viertel und einem Drittel des Gesamtbestandes vermindert natürlich in adäquatem Ausmaß die Transpiration mit der Folge geringerer Wasseraufnahmebereitschaft im Boden. Man denke an das unverhältnismäßige Hochwasser am 6. August 1985, zu dessen Ausmaß allerdings auch andere Veränderungen wie z. B. die Wegnahme der halben natürlichen Überflutungsgebiete im Inntal, die Stauhaltungen durch Kraftwerksketten und Bodenverdichtung durch schwere Landmaschinen graduell beigetragen haben dürften. Die Folgen solcher Veränderungen im Bereich der Sammelgebiete und der Vorfluter bleiben natürlich nicht auf die Nahbereiche beschränkt, auf die Siedlungen, die allmählich ihren Schutzmantel verlieren, sondern setzen auch den Flachlandgebieten zu. Die laufende Ansammlung von Schwebstoffen im Bereich der Flußstauhaltungen, also von Feststoffen, die früher schadlos bis ins Donaudelta abtrifteten, ließ überraschende Verschlämmungen in der Wachau entstehen, wo die Bevölkerung solche Ereignisse von früheren Zeiten überhaupt nicht kannte. Der Hinweis auf diese Beispiele mag aufzeigen, wie durch verschiedene Einflüsse, aus Teilsichten entstanden, es zur Überschreitung von Belastungsgrenzen kommen kann. In einer Zeit großer Technik-Gläubigkeit zeigt sich immer wieder, daß selbst kleineren Katastrophen nicht ausreichend vorgebeugt wurde und daß eine gewisse Neigung zu Katastrophen als Landschaftskonstante innerhalb bestimmter Grenzen anzusehen ist. Durch ökologisch unkoordiniertes Verhalten verschieben sich diese Grenzen ins Negative, insbesondere in einem von Starkregen bedrohten waldzerstörten Gebirgsland.

### Literatur

- AULITZKY, H.: Vorläufige Wildbachgefährlichkeitsklassifikation für Schwemmkegel. – Österr. Wasserwirtschaft, 24, Beilage, 1972.
- AULITZKY, H.: Preliminary Two-fold Classification of Torrents. – Interpraevent 1980, 4, 285–309, 1980.
- AULITZKY, H.: Über die regionale Verteilung der Wildbachverbauung in Österreich. – Österr. Wasserwirtschaft, 36, H. 11/12, 309–318, 1984 a.
- AULITZKY, H.: Vorläufige zweigeteilte Wildbachklassifikation. – Wildbach- und Lawinerverbau, 48, Sdh. Juni, 7–60, 1984 b.
- AULITZKY, H.: Studienblätter für „Grundlagen der Wildbach- und Lawinerverbauung“. – Eigenverlag Inst. für Wildbach- und Lawinerverbauung, Univ. f. Bodenkultur Wien, 1984/85.
- AULITZKY, H.: Torrent Erosion in Austria caused by natural conditions. – Internat. Symp. Erosion, Debris flow and Disaster Prevention, Sept. 1985, Tsukuba, Japan 167–172, 1985 a.
- AULITZKY, H.: Die naturräumliche Verteilung der Wildbachtypen und der Erosion in Österreich. – Allg. Forstzeitung, 96, 338–341, 1985 b.
- AULITZKY, H. (im Druck): The mudflows (Mud rock flows and rapid debris flows) in Austria.

- AULITZKY, H., FIEBIGER, G., KASTNER, F. & KAUPA, H.: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Schutzwasserwirtschaft (Gutachten), 1977.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- FORSTWIRTSCHAFT: Datenerhebung zur Verteilung der Wildbäche in Österreich (unveröff.), 1984.
- HAMPEL, R.: Geschiebetrieb und Ausgleichsgefälle in Wildbächen. – Wildbach- und Lawinerverbau, 33, H. 2, 75–123, 1969.
- HAMPEL, R.: Grundlagen der Wildbachverbauung. – Wildbach- und Lawinerverbau, 34, H. 2, 69–139, 1970
- HAMPEL, R.: Grundlagen der Gefahrenzonen in Wildbächen. – Interpraevent, 1980, 4, 83–91.
- MAYER, H., ECKHART, G., NATHER, J., RACHOY, W. & ZUKRIGL, K.: Die Waldgebiete und Wuchsbezirke Österreichs. – Cbl. ges. Forstw., 88, 129–164, 1971.
- SALZER, J.: Über den Stand der Wildbachverbauung in Österreich. – Vortrag im Österr. Forstcongresse, Verlag des krainisch-küstenländischen Forstvereines, 1886.
- STINY, J.: Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde. – Springer-Verlag, Wien, 1931.
- TAKEI, A.: Rutschungen, Anbrüche und Murgänge. – Kashima-Shuppan-Verlag, 1980.