

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 123 (1972)
Heft: 11

Artikel: Beitrag zur Wildbachgeographie der Schweiz
Autor: Zeller, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765080>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beitrag zur Wildbachgeographie der Schweiz¹

Von *J. Zeller*, Birmensdorf

Oxf.: 116+116.21/24 (494)

Die Studie entstand aus dem Bedürfnis nach einem gesamtschweizerischen Überblick über die Wildbachverhältnisse und aus dem Wunsch nach einer besseren Erkenntnis der wichtigsten naturgegebenen Zusammenhänge, welche zu Schäden in Wildbachgebieten führen. In einem ersten Schritt sind die räumliche Verteilung der Wildbachschadengebiete aufgenommen und in einem zweiten Schritt Topographie, Geologie und Hydrologie mit diesen Schadengebieten in Zusammenhang gebracht worden. Die Ergebnisse sind in Kärtchen dargestellt. Einige allgemeine Hinweise auf die Bedeutung dieser Wildbachgebiete für die Besiedlung runden die Betrachtung ab. Als Unterlage dienten eine grosse Zahl von Publikationen und viele Begehungen und Diskussionen mit kantonalen und kommunalen Behörden. Die Ergebnisse wurden mit Klimatologen, Hydrologen und Geologen diskutiert. Es entstand daraus die vorliegende, in manchen Teilen noch unvollständige Abhandlung.

1. Räumliche Verteilung der Wildbachschadengebiete

Betrachtet man diese Verteilung der Schadengebiete, so scheint es zunächst, als wären sie ziemlich regelmässig über das ganze Alpengebiet verteilt.² Das Unterfangen, in die Vielzahl dieser Schadengebiete etwas Ordnung zu bringen, scheint vorerst ziemlich hoffnungslos. Da heute noch kein brauchbarer Wildbachkataster zur Verfügung steht, wurden anhand der Landeskarte 1 : 25 000 (Lit. 1)³ die vom Topographen vermerkten offenen Rutschungs- und Erosionshänge aufgenommen und deren Fläche bestimmt. Stark vereinfacht und zusammengefasst entsteht derart Abbildung 1, welche die Schadendichte darstellt. Folgende Schadendichten wurden unterschieden: sehr grosse bis grosse mit 10 bis 20 und mehr Hektaren offener Schadenflächen pro 25 km², mittelgrosse mit 2 bis 9 ha/25 km² und geringe bis sehr geringe mit weniger als 2 ha/25 km². In den «weissen Gebieten» sind, besonders im Gebirge, vereinzelt kleinere Schäden vorhanden, doch fallen sie in

¹ Der vorliegende Aufsatz ist ein ergänzter Ausschnitt aus dem Vortrag: «Einige oft wenig beachtete Zusammenhänge im Wildbachverbau», gehalten am 4. Januar 1971 anlässlich des Forstkolloquiums an der ETH-Zürich.

² Auf eine Erläuterung und Abgrenzung der Begriffe «Wildbach» und «Wildbachgebiet» wird wegen der heute auf internationaler Ebene noch vorhandenen Unvereinbarkeit der Ansichten verzichtet.

³ Siehe Literaturangaben am Schluss.

der Regel weit unter die Dichte von 1 ha/25 km². Nicht erfasst wurden Bergsturz-, Sackungs- und Kriechgebiete, Schäden an den Gerinnen selbst und Geschiebeablagerungs- bzw. Überflutungsgebiete. Auch konnte nicht in jedem Falle festgestellt werden, ob die Schäden primär durch die Bäche verursacht wurden, oder ob andere Ursachen massgebend waren. Trotz der verschiedenen Mängel, die sowohl aus der Art der Erhebungen als auch aus der Art der Darstellung resultieren, zeigt Abbildung 1 eine ausserordentlich geringe Schadendichte im Jura und im Mittelland, eine sehr grosse Dichte in den nördlichen Voralpen, eine relativ geringe Dichte in den eigentlichen Alpen mit Ausnahme des Kantons Graubünden und wiederum eine mittlere bis grosse Schadendichte im Bereich der südlichen «Voralpen», wobei die benachbarten italienischen Gebiete eine zum Teil noch weit grössere Schadendichte aufweisen als das südliche Tessin. Es ist eigenartig, dass in räumlich ziemlich scharf abgegrenzten Gebieten eine derart ausgeprägte Häufung von Schäden vorhanden ist. Wir wollen deshalb in einem weitem Schritt versuchen, einige Parameter, die für die Schadenbildung verantwortlich sind, kurz zu diskutieren.

2. Topographie

Damit überhaupt Schäden grösseren Ausmasses entstehen können, müssen

- Mindestgefälle,
- Mindesthöhendifferenzen,
- Mindestgerinnelängen

vorhanden sein. Auch hängen unter anderem die klimatischen Verhältnisse stark von der Topographie ab. Es hat deshalb einen Sinn, eine Trennung zwischen Mittelland, Voralpen und Alpen vorzunehmen, wie dies in Abbildung 2 getan worden ist. Zu den Voralpen werden in diesem Zusammenhang nicht nur die Gebiete des eigentlichen Alpenrandes, sondern auch Teile der nördlichen Kalkalpen gezählt. Die Grenzen zwischen den einzelnen Regionen sind allerdings nicht eindeutig und wurden auch nicht speziell untersucht. Die in Abbildung 2 angegebenen Zahlenwerte sind Koten von Ortschaften und Berggipfeln, welche die Höhenbereiche der betreffenden Regionen andeuten sollen.

3. Geologie

Von ganz wesentlicher Bedeutung für Erodierbarkeit und Rutschungsfälligkeit sind Aufbau, Art und Zustand des Fest- und Lockergesteins, insbesondere dessen Verwitterbarkeit, Erosionsfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit. Hier wiederum spielen die mechanischen Eigenschaften von Fels- und Lockermaterial, vor allem der Sedimente und ihrer Verwitterungsprodukte, eine wesentliche Rolle. Die verschiedenen Schiefer- und Mergelarten, dann aber auch hochkonsolidierte Tone, das heisst all jene Gesteine, welche als Verwitterungsprodukt ein tonhaltiges Material in meist stark plastischer

Form liefern, sind sehr rutschungsanfällig; etwas weniger gefährdet sind die schwach verfestigten Sandsteine. Wir treffen deshalb in solchen Gebieten häufig Schäden an, die aus Gerinneerosion und Abgleiten des Verwitterungshorizontes der Bacheinhänge entstanden sind. Solche Erscheinungen treten nahezu überall auf, doch findet man sie vor allem in den Voralpen, in gewissen Teilen Graubündens und vereinzelt auch im Mittelland und im Jura. Tiefreichende Rutschungen, solange es sich nicht um eigentliche Sackungen oder verwandte Vorgänge handelt, sind in unsern steilen Gebieten weniger häufig. In Abbildung 3 (Lit. 2) ist eine sehr stark vereinfachte geotechnische Karte wiedergegeben. Ein Grossteil der Schäden ist in den Zonen der Ton-Mergel- und der Kalk-Glimmerschiefer anzutreffen (dunkelblaue Zonen in Abbildung 3). Wenig Schäden sind erwartungsgemäss in den kristallinen Gesteinen vorhanden. Dies ist allerdings nicht nur auf die grosse Materialfestigkeit und Verwitterungsresistenz zurückzuführen, sondern auch auf die zum Teil grosse Durchlässigkeit des Gesteins (stark ausgeprägte Klüfte und Spalten). Ähnliches gilt für Kalkgesteine, Dolomite usw. mit ihrem meist hohen Zertrennungsgrad, den vielen Spalten und zum Teil unterirdischen Wasserabläufen (hellblaue Zonen).

Die Feststellung, dass offenbar auch die Durchlässigkeit des Untergrundes von wesentlicher Bedeutung ist, leitet über zur *Hydrogeologie* (Lit. 3). Die Gebiete mit geringer Bodendurchlässigkeit lassen wegen ihrer ausgeprägten Hochwasserabflüsse Erosionsschäden und oft auch Rutschungen erwarten (Gebiete mit mittlerer bis geringer Durchlässigkeit, hellgraue Flächen in Abbildung 4). Dies trifft zum Beispiel für viele Flyschgebiete der Voralpen zu. Mit wenigen Ausnahmen zeigen dementsprechend Gebiete mit grosser Durchlässigkeit keine oder doch nur wenig Schäden (dunkelgraue Flächen in Abbildung 4). Gebiete mit stark unterschiedlicher Durchlässigkeit (mittelgraue Flächen) ergeben in der Regel, solange es sich um kristalline (granitische) Gesteine handelt, nur geringe oder allerhöchstens mittelstarke Schäden.

Für ein leichteres Verständnis der Vorgänge ist das Gedankengut der *Geomorphologie* eine wertvolle Hilfe: Die Natur nimmt bei der *Talbildung* — um diese handelt es sich in allen besprochenen Fällen — diejenigen Geländeformen an, die der Beanspruchung durch innere und äussere Vorgänge am besten entsprechen. In standfestem, tektonisch wenig beanspruchtem Fels bei gleichzeitig relativ geringem Oberflächenwasser-Angebot hat man in der Schweiz mit steilen Hängen grosser Höhendifferenz zu rechnen. Je weniger erosionsresistent das Material und je höher die Beanspruchung durch tektonische und andere Vorgänge dagegen sind, um so breiter und flacher werden die Geländeformen, und um so kleiner sind die Höhendifferenzen zwischen Talsohle und Bergkämmen. Weiter spielt das *Alter*, das heisst der *Fortschritt der Talbildung*, eine wesentliche Rolle. Geomorphologisch junge Talformationen zeigen meist steile und enge Täler mit steilen Talflanken und

scharfen Gräten. Bei alten Formationen dagegen dominieren die abgeflachten, runden Formen mit wenig steilen Talflanken. Es kommt demnach sehr auf den Entwicklungsgrad der Talbildung an (geomorphologisch jüngere bzw. ältere Talformationen), ob man bei *gleicher Geologie* eine stärkere oder schwächere Dichte und Häufigkeit der Schäden vorfindet. Wegen der geologischen Vielgestaltigkeit unseres Landes und der in verschiedenen geologischen Zeiträumen geformten Gebirge trifft man in der Schweiz auch die unterschiedlichsten geomorphologischen Zeitalter der Talbildung an. Man hat deshalb nicht nur in den geologisch prädestinierten Schadengebieten mit Wildbachschäden zu rechnen, sondern auch in den weniger prädestinierten, zum Beispiel in den Kerngebieten der Alpen. Sie sind dort jedoch wegen der geologischen Verhältnisse in der Regel weniger schwerwiegend und wesentlich weniger häufig (vergleiche auch Abbildung 1).

4. Niederschläge

Über die räumliche Verteilung der mittleren Jahresniederschläge (Abbildung 6) ist man durch Kartenwerke recht gut informiert (Lit. 4). Danach werden die Niederschlagsmengen im Alpengebiet mit zunehmender Meereshöhe grösser. Dementsprechend sind im Bereich der höchsten Berge auch die grössten Jahresniederschläge vorhanden. Es wäre deshalb naheliegend, dort auch die grössten Abflüsse und damit die umfangreichsten Schäden zu erwarten. Die Schadenkarte (Abbildung 1) zeigt aber in diesen Gebieten stärkster Niederschläge mehrheitlich nur eine relativ geringe Schadendichte. Dieser Fragenkomplex wurde eingehend studiert. Es ergab sich für die Schweiz, dass in erster Linie

- kurze, intensive Regen, sogenannte «Starkregen», und
- extremstarke Landregen,

eventuell gepaart mit Schnee- und Gletscherschmelze, *höchsthochwasserbildend* sind. Die extremstarken Landregen sind hinsichtlich Hochwasser vor allem für grössere Einzugsgebiete mit geringen Wasserretentionsmöglichkeiten gefährlich, wie zum Beispiel für die Thur, die grosse Emme, die Sense usw. Für die Kleineinzugsgebiete der Wildbäche sind jedoch die kurzen Regen grosser Intensität, eventuell kombiniert mit Hagelschlag, die grössten Schadenverursacher. Man hat allerdings auf die «Vorgeschichte» eines solchen Starkregens, im speziellen auf den Sättigungsgrad des Bodens, zu achten. Extreme Abflüsse finden vor allem dann statt, wenn die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens im Verhältnis zu Intensität und Dauer des Regens gering ist. Weiter ist zu beachten, dass als Folge starker Schneeschmelze Wassermengen anfallen können, die je nach Gegend denjenigen von Starkregen nahekommen können. Detaillierte Untersuchungen an einzelnen Gebieten in den Voralpen lassen erwarten, dass dort jedoch ausschliesslich die Starkregen, eventuell kombiniert mit vorangegangener Schneeschmelze, als Hauptursache für extreme Hochwasserbildung anzusehen sind.

Es ist noch zu erwähnen, dass langandauernde, intensive Niederschläge, die ein «Übersättigen» des Bodens zur Folge haben — eventuell verbunden mit einem Rückstau von Sickerwasser — die *Stabilität von Hängen* sehr gefährden, ja *Rutschungen* auslösen können. Noch wenig abgeklärt sind die Ursachen von Rutschungen, die durch kurze, aber äusserst intensive Starkregen ausgelöst werden. Solche stehen oft im Zusammenhang mit Bacherosionen (Erosion des Hangfusses).

In Abbildung 7 sind nun die Starkregenverhältnisse wiedergegeben (Lit. 5, 6, 7). Eingetragen sind mit Hilfe verschiedener Signaturen die hundertjährigen Tagesstarkregen, das heisst die Regenmengen, die innerhalb von 24 Stunden während einer Zeitperiode von 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten werden. Des weitern ist die mittlere Anzahl der Gewitter pro Jahr (gestrichelte Linien) eingezeichnet. Als letztes wurden die Gebiete mit einem hohen Anteil an Schaden verursachenden Gewittern (rote Flächen) speziell hervorgehoben. Diese Gebiete sind mehr oder weniger identisch mit den Haupt Hagelgebieten (Ausnahme Jura).

Im Bereich der zentralschweizerischen Voralpen ergibt sich eine Konzentration von Starkregen grosser Intensität, welche voralpenparallel nach Osten streichen. Diese Zone hat die Form eines Streifens und wird manchmal Gewitter- oder auch Starkregenstreifen genannt. Dieser Streifen nimmt in Richtung Osten an Breite zu. Gegen Westen werden die Regenintensitäten kleiner. Hinsichtlich Ausdehnung und Eigenschaften dieses Starkregenstreifens fehlen noch ausreichende Kenntnisse, besonders was die Starkregen von weniger als 24 Stunden Dauer anbetrifft. Die gemachten Angaben geben deshalb vorläufig eher ein Gedankenmodell denn fundierte Tatsachen wieder.

Hinsichtlich der *nördlichen Voralpen* geht aus Abbildung 7 zusammenfassend hervor, dass

- die Tagesstarkregen eine wesentliche Intensitätserhöhung in einem relativ schmalen Streifen aufweisen (Starkregenstreifen);
- die Gewitterhäufigkeit ihre grösste Dichte nördlich der Linie Weesen—Brunnen—(Thun) zeigt;
- die grösste Schadendichte infolge Gewitter (inklusive Hagel) ebenfalls voralpenparallel verläuft, mit den Kerngebieten Säntis, Sihlsee, Entlebuch bis Thun und Jaungebiet.

Man findet demnach in den betreffenden Gebieten «grösste» Starkregen, «grösste» Gewitterhäufigkeit und «grösste» schadenverursachende Hagelhäufigkeit, das heisst eine Konzentration ungünstigster meteorologischer Faktoren in einem relativ engbegrenzten Gebiet. Das Ausmass der Wildbachschäden entspricht durchweg dieser Kumulierung orographisch bedingter Niederschläge.

Analoge Verhältnisse finden sich auch im *Tessin*. Dort sind die Regenintensitäten noch wesentlich grösser als nördlich der Alpen. Sie überschrei-

ten an einzelnen Orten Werte von 350 mm/Tag. Hingegen sind die Schäden im Verhältnis zur Stärke der Niederschläge eher gering.

Der *Gotthard* ist ebenfalls ein Gebiet grosser Niederschlagsintensitäten. Im Gegensatz zu den Gewittergebieten sind hier aber die mittel- bis langdauernden Starkregen der Sommermonate massgebend. Gewitter spielen eine relativ geringe Rolle.

Der *Kanton Graubünden* ist in weiten Gebieten niederschlagsarm. Die Tagesstarkregen sind als niedrig zu bezeichnen. Ebenfalls gering ist im Durchschnitt der Jahre die Gewitterhäufigkeit. Wegen der geringen Dichte des Messstationennetzes und dem Umstande, dass mit wenigen Ausnahmen nur Tagesniederschläge gemessen werden, kann deshalb über den wirklichen Niederschlagscharakter dieses schadenreichen Kantons nur wenig ausgesagt werden.

5. Höchsthochwasserabflüsse

Nachdem die Niederschlagsverhältnisse kurz dargelegt worden sind und Topographie bzw. Geologie als generell bekannt vorausgesetzt werden dürfen, sind wir genügend vorbereitet, um auf die Hochwasserabflüsse einzutreten. Abbildung 5 gibt die bis 1958 beobachteten Höchsthochwasserabflüsse (Lit. 8) in Einzugsgebieten von maximal 100 km² mit einigen Ergänzungen bis 1970 wieder.⁴ Die Daten wurden nach der im Wildbachverbau oft verwendeten Hochwassergleichung $Q = \chi \cdot 43 \cdot E^{2/3}$ (Q = Abfluss in m³/sec, χ = Abflusskoeffizient, E = Einzugsgebiet in km²) ausgewertet und χ als Mass für den spezifischen Hochwasserabfluss verwendet. Obwohl die Hochwasserdaten verschiedensten Ursprungs und unterschiedlichster Güte sind, vermögen sie, abgesehen von einigen Details, ein ziemlich umfassendes Bild über die geographische Verteilung der Höchstabflüsse zu vermitteln. Aus Abbildung 5 geht eine auffallende Konzentration grösster spezifischer Hochwasserabflüsse in den *Voralpen* hervor. Weitere derartige Gebiete befinden sich auch im Bereich des *Gotthardes* und im *Tessin*. Im *Kanton Graubünden* sind die gemessenen Höchstabflüsse wesentlich weniger gross, was grundsätzlich mit den Niederschlagsmessungen übereinstimmen würde. Leider sind die in diesem Kanton bis heute greifbaren Erhebungen über Hochwasserabflüsse zu wenig umfangreich und schlüssig, um eindeutige Folgerungen ziehen zu können. Vergleichen wir die räumliche Verteilung der Starkregen von Abbildung 7, die Zonen mittlerer bis geringer Durchlässigkeit der Abbildung 4 und die Topographie der Einzugsgebiete (Abbildung 2) miteinander, so lässt sich eine relativ gute Übereinstimmung mit Ort und Stärke der gemessenen Höchsthochwasserabflüsse herstellen.

⁴ Korrigendum zu Abbildung 5: Bei den Wertangaben für die Koeffizienten in Abbildung 5 ist in der Legende das Zeichen «grösser gleich» durch «*kleiner gleich*» zu ersetzen.

Abb. 1 Wildbachschadengebiete

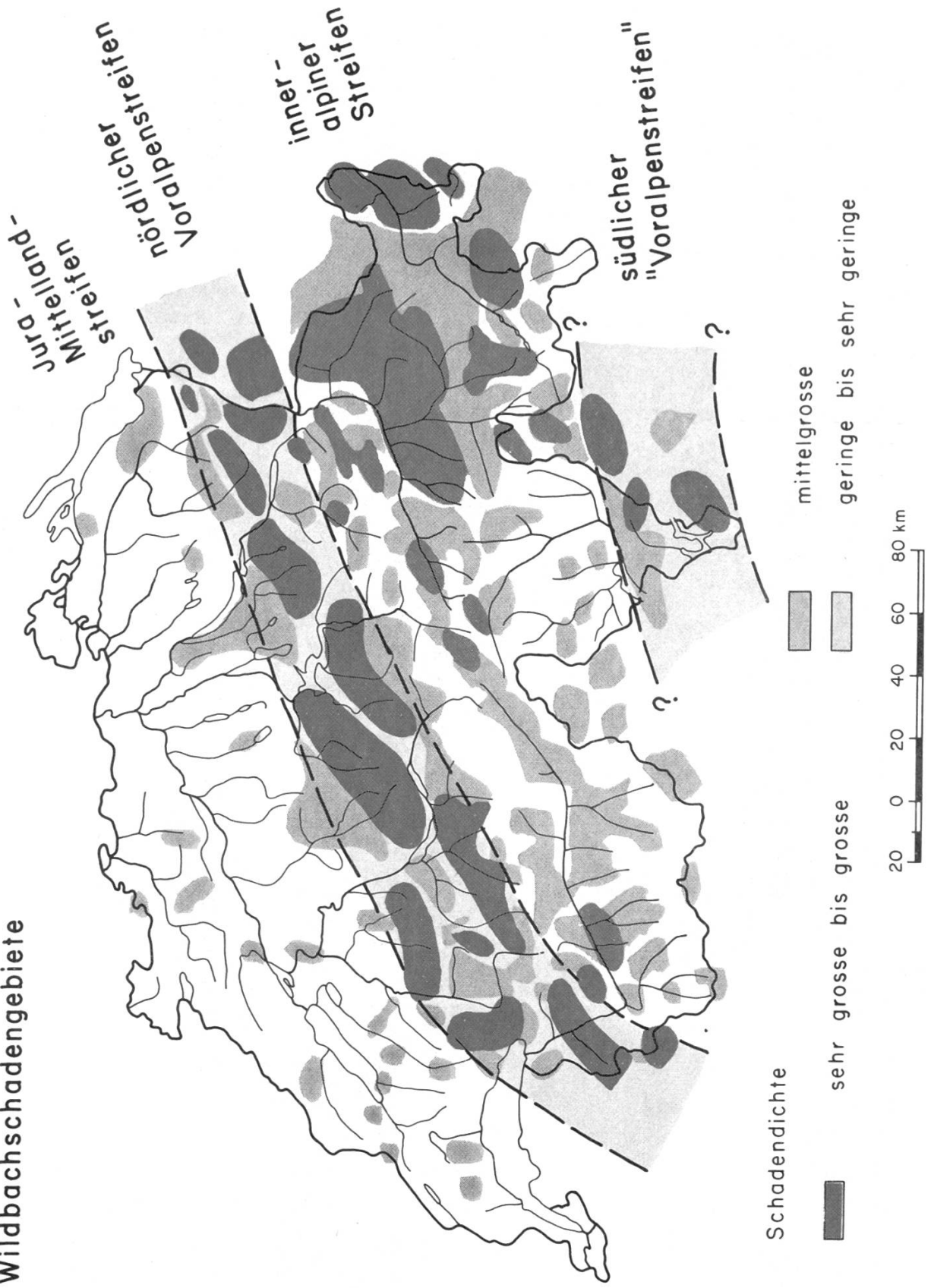


Abb. 2 Topographie

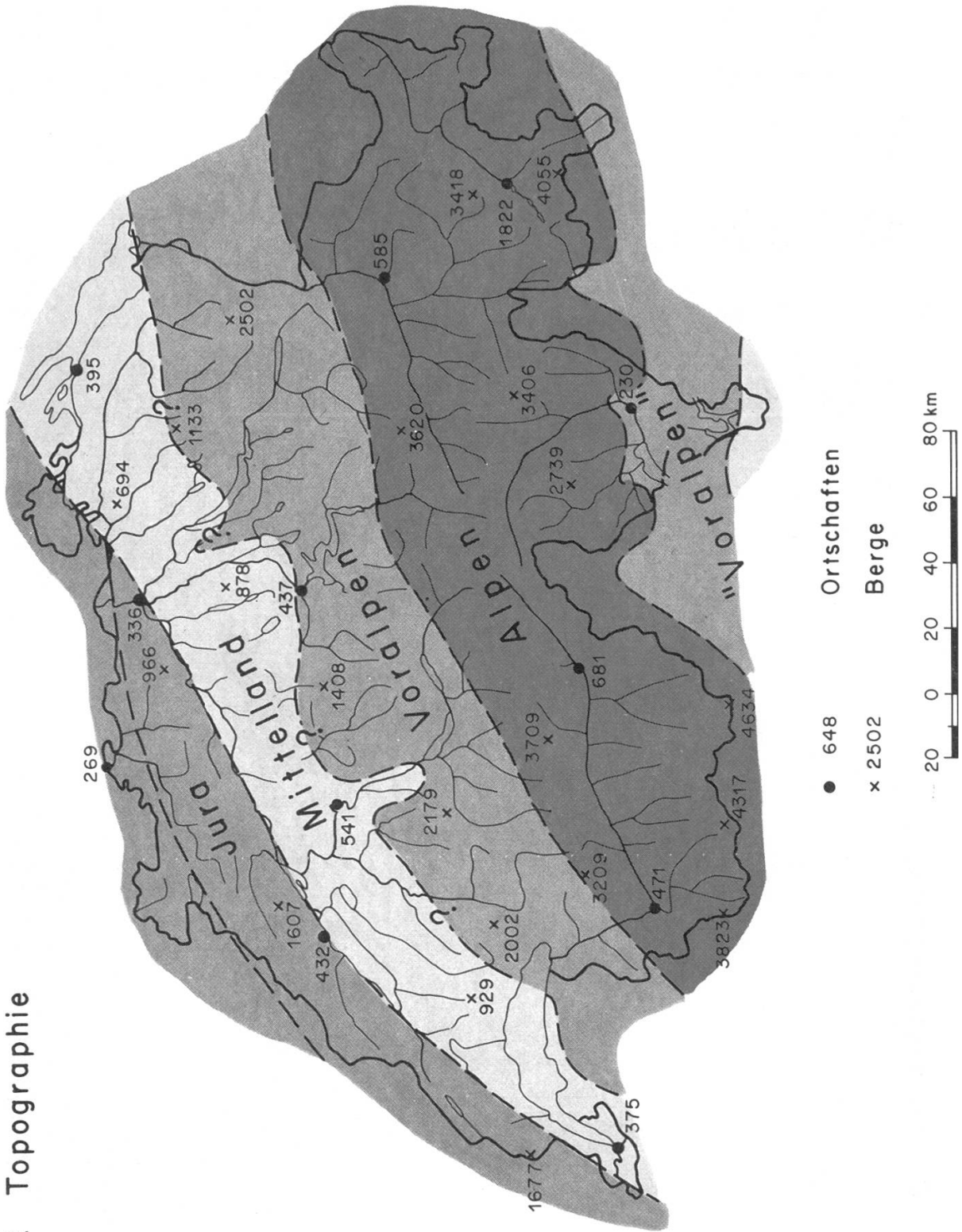


Abb. 3 Geotechnische Karte

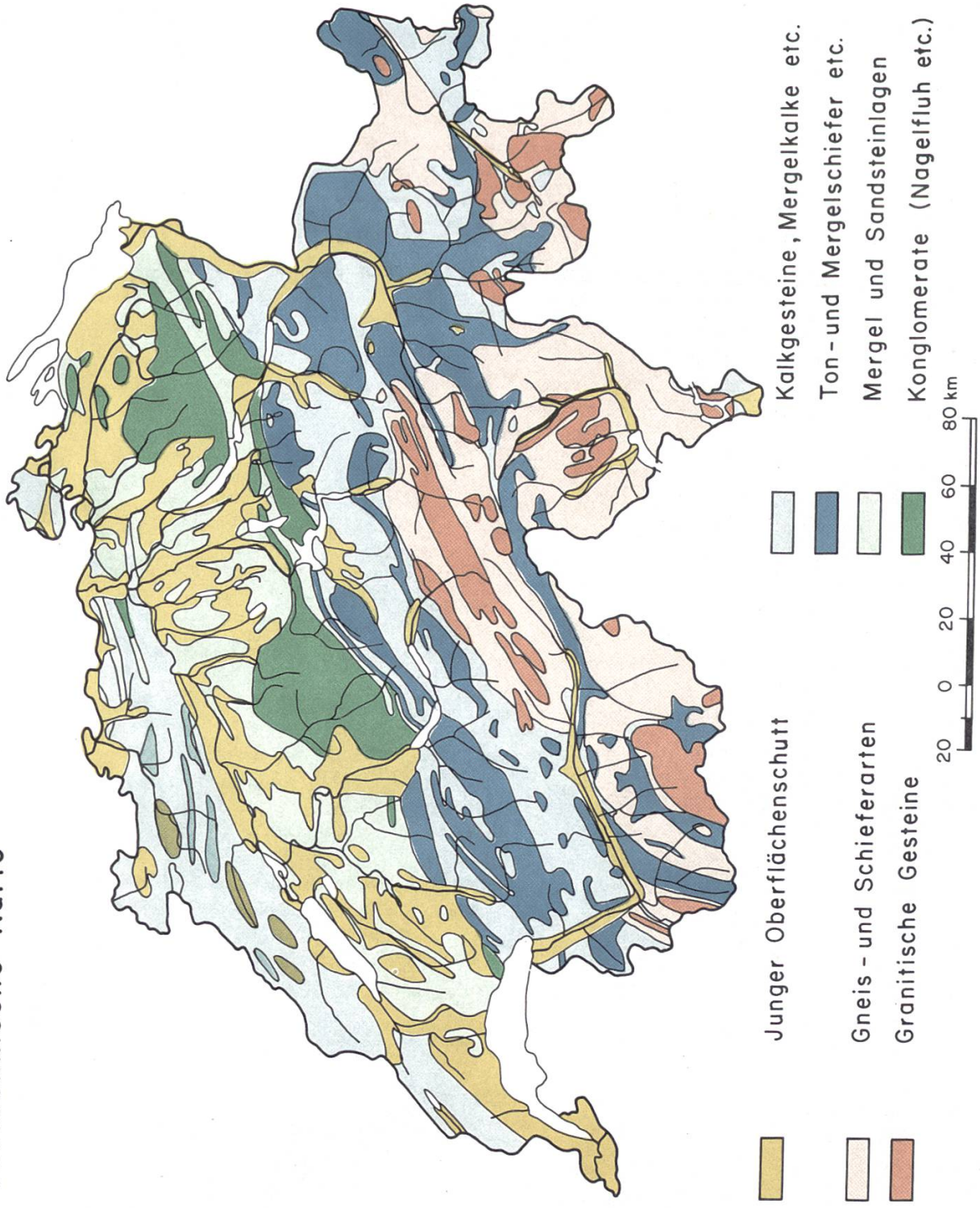


Abb. 4 Hydrogeologie

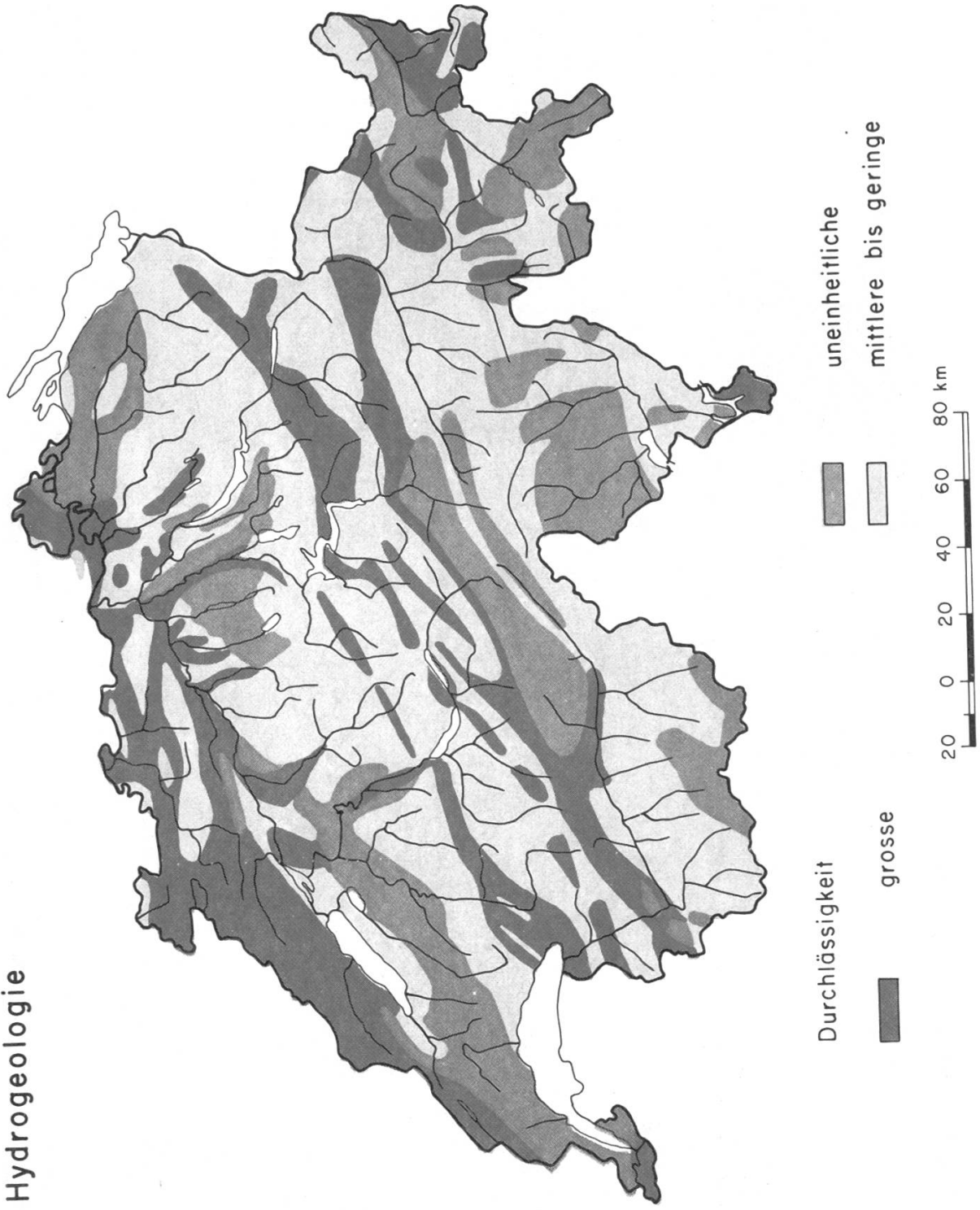


Abb. 5 Höchsthochwasserabflüsse
kleiner Einzugsgebiete

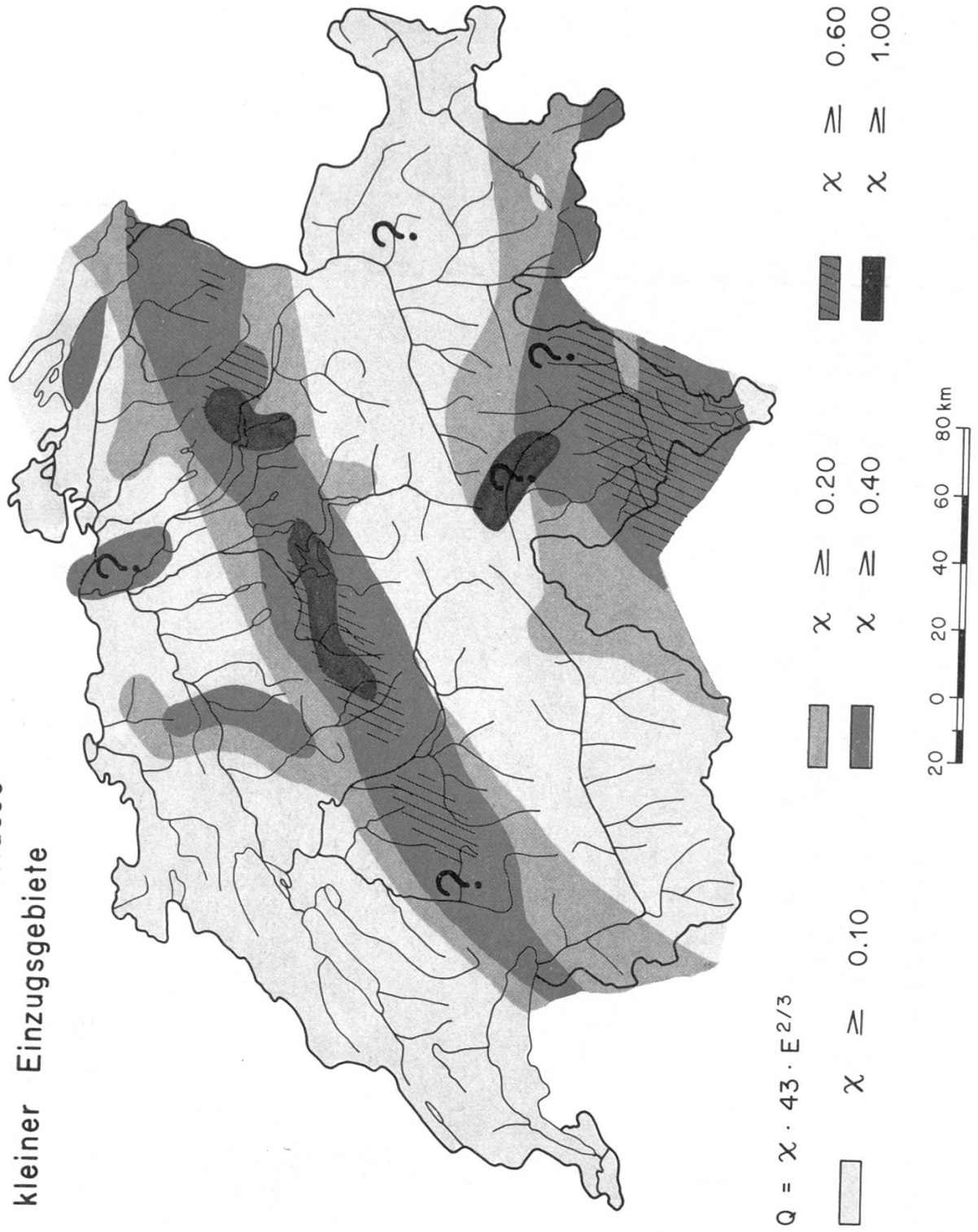


Abb. 6 Mittl. Jahresniederschläge 1901 - 1960

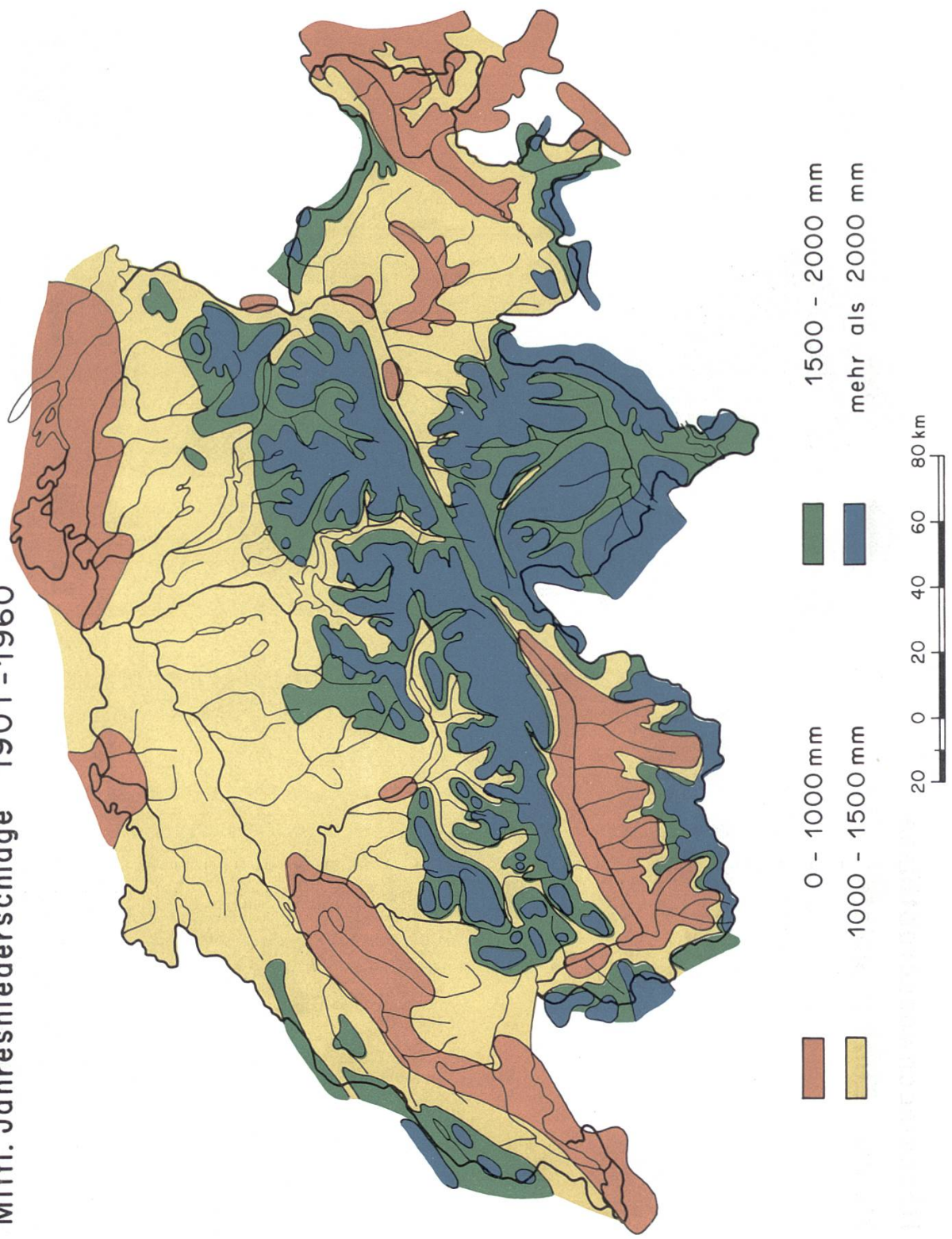


Abb. 7 Starkregenverteilung

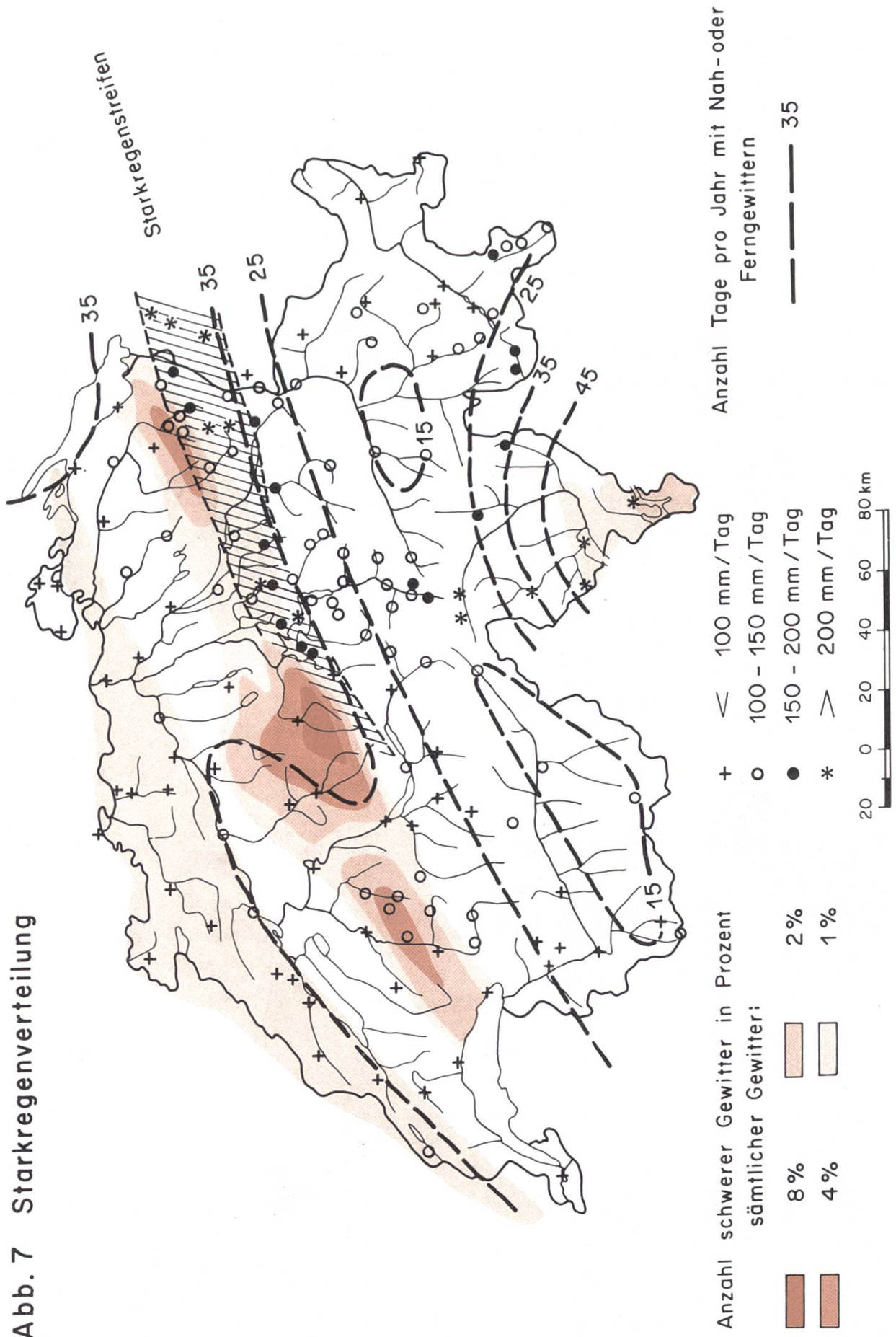
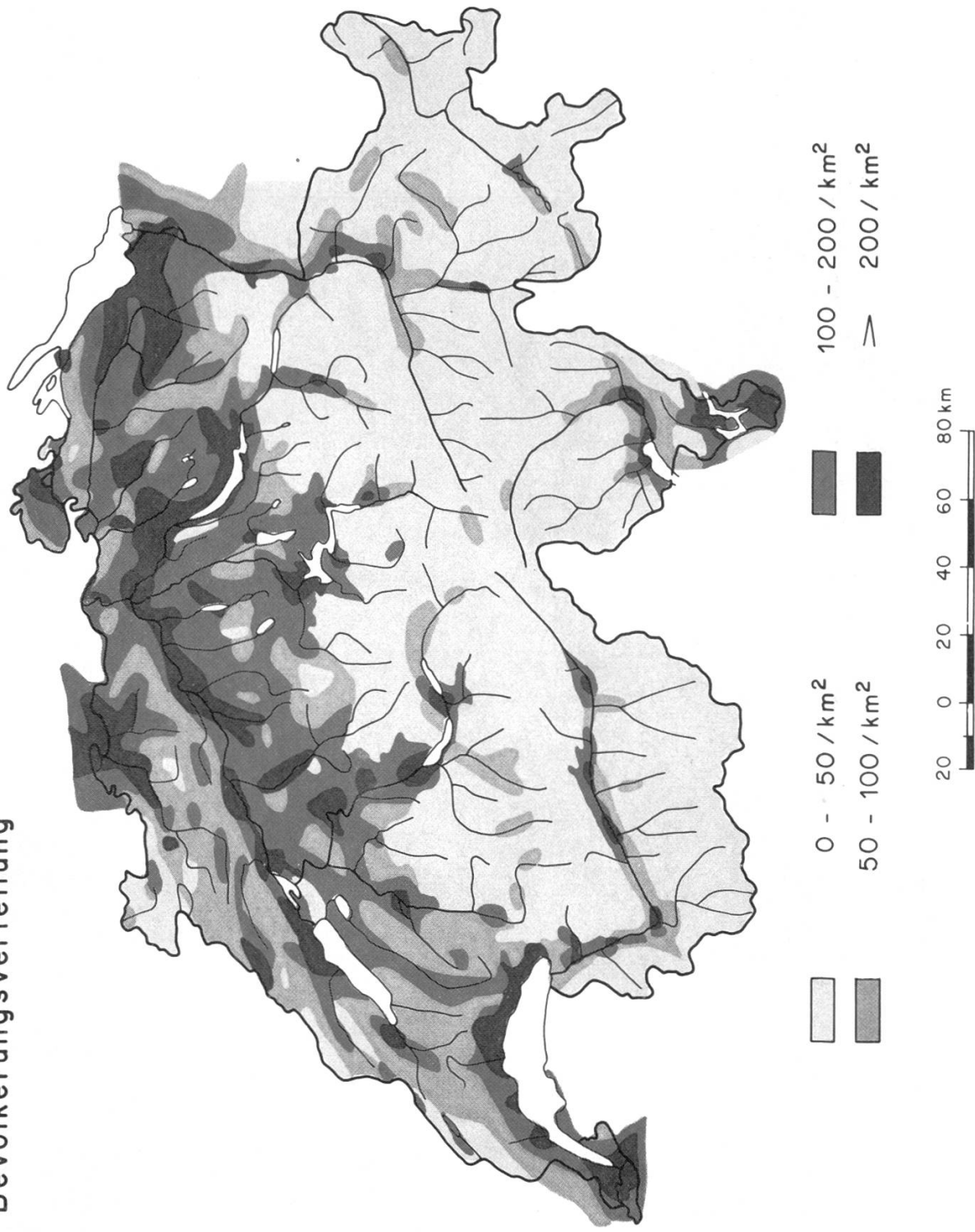


Abb. 8 Bevölkerungsverteilung



6. Schlussbemerkungen

Es wurde gezeigt, dass die in Abbildung 1 wiedergegebenen Schadengebiete in engem Zusammenhang mit Topographie, Geologie und Klima stehen. Mit erheblichen Schäden infolge Bacherosion und Rutschungen ist zu rechnen, sobald diese Faktoren in ungünstigem Sinne zusammenwirken. Die nördlichen Voralpen können hierfür als Beispiel gelten. Es scheint nun aber in der Schweiz vor allem die Geologie der dominierende Faktor zu sein. Sind nämlich die Gesteine verwitterungsbeständig und mechanisch widerstandsfähig, und sind sie eventuell zudem noch durchlässig, so führen auch noch so ungünstige klimatische und topographische Verhältnisse kaum zu grösseren Schadenbildungen. Andernfalls genügen schon relativ bescheidene Abflüsse, um erhebliche Schäden zu verursachen, wie dies am Beispiel der Bündnerschiefergebiete gezeigt werden kann.

In unserer Betrachtung wurde auf die Bedeutung der Vegetation nicht eingetreten. Ebenfalls fehlt die positive oder auch negative Einflussnahme durch den Menschen. Aus der Sicht dieser Untersuchung scheinen diese Faktoren aber von untergeordneterer Bedeutung zu sein, da sie die Schadenverhältnisse wohl verbessern oder verschlechtern, nicht aber grundsätzlich zu ändern vermögen.

Zur Vervollständigung dieser geographischen Betrachtung der Wildbachgebiete sind noch einige Bemerkungen über die Bedeutung der Wildbachschadengebiete und der damit für den Menschen und seine Siedlungsgebiete verbundenen Gefahren nachzutragen. Vergleicht man die Bevölkerungsverteilung (Abbildung 8) (Lit. 9, 10, 11) mit der Verteilung der Schadengebiete (Abbildung 1), so fällt auf, dass der nördliche Voralpenstreifen die Besiedlungsexpansion aus dem Mittelland wie eine Barriere zurückhält. Wohl folgt die Besiedlung den flachen Haupttälern und dringt derart in die Gefahrengebiete ein, doch ist dies mit grossen Aufwendungen zum Schutze von Siedlungen, Verkehr und Landwirtschaftsgebieten verbunden. Der *Wildbachverbau* ist deshalb eine seit mehreren Jahrhunderten gepflegte Schutzmassnahme, welche besonders seit Ende des letzten Jahrhunderts bis heute mit relativ grossem, andauerndem Aufwand betrieben wird. Die weiterschreitende Besiedlungsexpansion in solche Gebirgstäler, vor allem der Alpenrandgebiete, und die Entvölkerung der wirtschaftlich ungünstigen Gebirgsgegenden werden in Zukunft noch vermehrte Schutzmassnahmen erforderlich machen. Wie weit solche Massnahmen auf die Dauer erfolgreich sind, kann heute schwerlich vorausgesagt werden. Dies um so weniger, als eine grosse Zahl der Gefahren die Folge von nur sehr begrenzt oder überhaupt nicht beeinflussbaren Naturvorgängen ist. Es ist deshalb richtig und notwendig, dass wir uns heute vermehrt mit den grundsätzlichen Problemen der Schadenentstehung und Schadenverhütung auseinandersetzen.

Contribution à la géographie des torrents de la Suisse

Le présent travail a été réalisé pour répondre au besoin de disposer d'une synthèse des connaissances sur les torrents de la Suisse. D'autre part on a cherché à mieux comprendre les rapports existant entre les principaux facteurs naturels et les dégâts constatés.

Dans une première phase de travail on a relevé la distribution spatiale des régions endommagées par les torrents. Ensuite on a étudié les rapports existant entre la topographie, la géologie et l'hydrologie et ces dégâts. Les résultats sont représentés sous forme de cartes. Cette étude est complétée par quelques considérations générales sur l'importance des régions torrentielles par rapport au développement économique et social.

Bien qu'incomplet à certains égards, le présent travail se fonde sur un grand nombre de publications. De plus on a fait une synthèse des renseignements et constatations rassemblés lors de nombreuses visites sur place et discussions avec des autorités cantonales et communales. Les résultats furent discutés avec des climatologues, hydrologues et géologues.

Traduction: J. Ph. Schütz

Literaturverzeichnis

- (1) Landeskarte der Schweiz 1 : 25 000. Wegen Fehlens der entsprechenden Kartenblätter wurden folgende Gebiete im Massstabe 1 : 50 000 ausgewertet: Berner Oberland, Wallis von Gletsch bis Sierre, östlicher Teil der Valle Maggia und Verzasca sowie der untere Teil der Valle Mesolcina bis nach Chiavenna. In diesen Gebieten dürfte die herausgelesene Schadendichte gegenüber den restlichen Gebieten des kleineren Massstabes wegen etwas zu gering ausgefallen sein.
- (2) Schweiz. Geotechn. Kommission, 1963/1967: Geotechnische Karte der Schweiz, 1 : 250 000, in 4 Blättern
- (3) *Jäckli, H.*, 1967: Hydrogeologie. Atlas der Schweiz, Blatt 16
- (4) *Uttinger, H.*, 1967: Klima und Wetter. Atlas der Schweiz, Blatt 12
- (5) Bis heute noch nicht publizierte, durch den Autor und Mitarbeiter bestimmte Höchstniederschläge (Frequenzanalyse von Gumbel) aufgrund der Messdaten der MZA, sowie Daten aus: *Th. Ginsburg*, 1971: Extremwertstatistik und kalkuliertes Risiko. Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr. 5, S. 155—164
- (6) *Bouët, M.*, und *Schuepp, M.*, 1970: Klima und Wetter. Atlas der Schweiz, Blatt 13
- (7) *Piaget, A.*, 1966: Gewitter in der Schweiz. Umschau in Wissenschaft und Technik, Nr. 24/66, S. 816
- (8) *Eidg. Oberbauinspektorat*, 1958: Die grössten bis zum Jahre 1956 beobachteten Abflussmengen von schweizerischen Gewässern. Eidg. Druckschriften- und Materialzentrale, Bern
- (9) Schweizerischer Mittelschulatlas. Kantonalen Lehrmittelverlag, Zürich
- (10) *Imhof, E.*, 1966: Bevölkerungsverteilung 1960. Atlas der Schweiz, Blatt 23
- (11) *Roth-Kim, J.*, und *Messerli-Ruedin, B.*, 1965: Volksdichte. Atlas der Schweiz, Blatt 24