Wasserabfluss, Bodenbewegungen und Geschiebertransport in unsern Berglandschaften [Fortsetzung]

Autor(en): **Stauber, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **36 (1944)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922051

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

fassung über die Notwendigkeit der Erstellung der umstrittenen Kraftwerke. Die verleihenden Gemeinden oder Korporationen verneinen das Vorhandensein eines allgemeinen Interesses und lassen sich durch die Unternehmen, welche Konzessionen begehren, nicht eines Besseren belehren. Nur das Urteil einer unparteiischen Instanz wird anerkannt. Eine eindeutige Stellungnahme des Bundesrates zur Entwicklung der Energiewirtschaft würde von allen Kreisen des Volkes und auch von den Unternehmen begrüsst.

Weitere Möglichkeiten der Förderung von Kraftwerkbauten durch die Bundesbehörden sind in der Eingabe des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke vom 31. Juli 1943 genannt worden. Der Bundesrat kann zu einer Verbilligung der Anlagekosten dadurch beitragen, dass er den verleihenden Gemeinwesen Erleichterungen der Konzessionsbedingungen nahelegt, dass er den Unternehmen die Vergünstigungen gewährt, die sich aus den Massnahmen für die Arbeitsbeschaffung ergeben, und dass er die durch die Verteuerung der Baukosten bedingten vermehrten Abschreibungen steuerlich begünstigt. Auch bei der Beschaffung der Baustoffe und Arbeitskräfte können die Bundesbehörden unterstützend und helfend einwirken. Ferner kann der Bundesrat durch eine baldige Lockerung des Preisstopps auf elektrischer Energie viel zu einer Förderung des Kraftwerkbaues beitragen. Wenn die Elektrizitätswerke bisher die Mehrkosten der Erzeugung und Verteilung tragen konnten, so ist das nur der Verwendung auch der letzten Energiereste zu verdanken. Die Anlagen stehen nun aber heute an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, neue Energie kann nur zu stark erhöhten Preisen erzeugt und geliefert werden. Wenigstens ein Teil dieser Mehrkosten muss durch höhere Einnahmen ausgeglichen werden. Wenn mit der Lockerung des Preisstopps weiter zugewartet wird, besteht die Gefahr, dass Preiserhöhungen in einer Zeit der allgemeinen Preisbaisse durchgeführt werden müssen, was von der öffentlichen Meinung nur schwer verstanden und auch die Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Energie beeinträchtigen würde.

Aufgabe der Verbände ist die Aufklärung der Oeffentlichkeit über die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft durch Vorträge, Druckschriften und die Presse. Dass nach dieser Richtung noch sehr vieles zu tun bleibt, beweist die Diskussion dieser Fragen während des gegenwärtigen Krieges, die auf eine geradezu erschreckende Unkenntnis fundamentalster Tatsachen und Gesetze auf diesem Gebiete schliessen lässt. Es ist die Pflicht aller Einsichtigen und Sachverständigen, für die nötige Aufklärung zu sorgen, wobei man sich dessen bewusst sein muss, dass die Deckung des Energiebedarfes nur einen kleinen Teil der wirtschaftlichen Tätigkeit bedeutet, und dass alle Erwägungen und Massnahmen auf diesem Gebiet in Zusammenhang mit der gesamten Volkswirtschaft gebracht werden müssen.

Wasserabfluss, Bodenbewegungen und Geschiebetransport in unsern Berglandschaften

Von Dr. *Hans Stauber*, Geologe, Zürich 7 (Fortsetzung)

(Reproduktion aller Bilder und Geländedarstellungen behördlich bewilligt: Nr. 6398 BRB 3. 10. 39.)

C. Andere Beispiele von grossen Wildbachgebieten und Bodenbewegungen.

Mit dem Fliegerbilde (Abb. 10) werfen wir einen Blick ins Lugnetztal, um die verfallenden Bergterrassen und gewaltigen Schuttdeckensackungen (rechts im Bilde) zu zeigen. Diese sind infolge ihrer starken Vernässung durch einen ungeregelten Wasserabfluss auf der etwa 32 km² grossen und über 4 km hohen «Berghangdachfläche» in eine Bodenbewegung geraten. Die gewaltige Schuttfracht von schätzungsweise 2—3 Milliarden m³ befindet sich im zunehmenden Rutschtempo und wird sukzessive in den Glenner-Wildbach zum Abtransport abgeladen. Das Bild zeigt sehr deutlich den unruhigen Rutschungs- und Sackungsberghang (rechts) mit dem verfallenden Dorfe Peiden, das tiefe Bruchkesseltobel mit der Sackungsterrasse und gefährdeten Kirche von Pleif, dann Igels und oben Vigens. Auffallend ruhig und solide zeigt sich im Gegensatze dazu die andere Talseite des Glenners (links). Die aus dem gleichen Lockermaterial wie auf der Sackungs-Berghangseite bestehenden Bergterrassen mit den Dörfern Obercastels und Furth zeigen auffallend steile und scharfe Tobelhänge. Diese Lokkerschuttmassen (links) haben aber kein höheres Einzugsgebiet mit reichem, vernässendem Ablaufwasser und sind daher standfest geblieben. Ohne eine umfassende, sachgemässe, systematische, sowie oberflächige Wasserabführung am ganzen Rutschberghange werden diese Schutterrassen samt Dörfern und Feldern weiter nachrutschen und verfallen und wird der Glenner ein böser Wildbach bleiben.

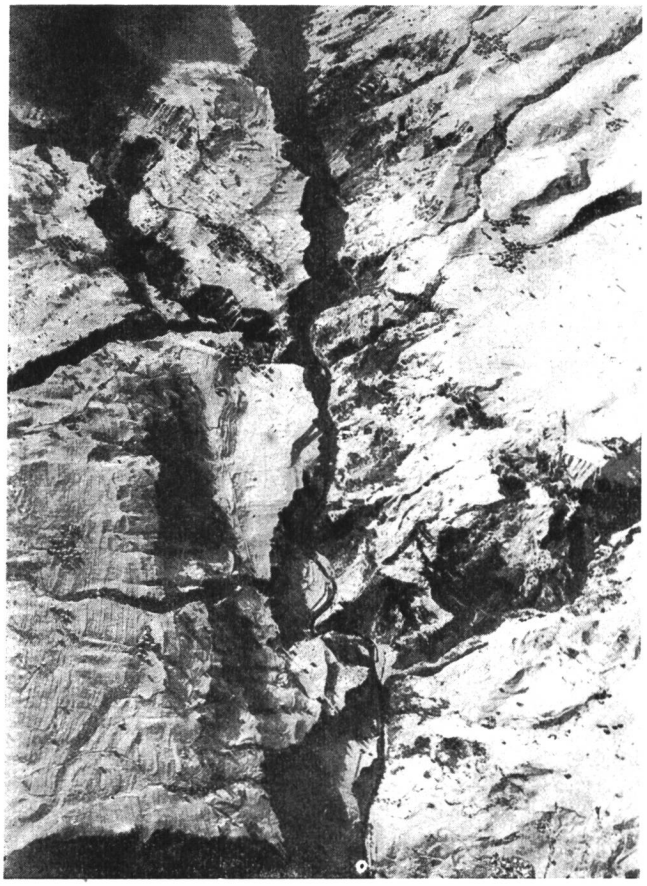

Abb. 10 Fliegerbild des Lugnetz-Tales. Peiden ganz unten rechts.
(Aufnahme Swissair-Photo A.G. Zürich)

Abb. 11 (S. 77) zeigt einen kleinen Ausschnitt der bösen «Landschaftsgeschwüre» am Lugnetz-Westberghange mit der absackenden, verfallenden Bergterrasse bei Peiden (rechts unten) und Cumbels. Der Blick geht von der ebenfalls absackenden Scholle von Pleif aus. Rechts ist der steile Abfall ins Tobel und ins Glenner-Haupttal. Links oben liegt das Dorf Morissen. Im Vordergrunde ist das bruchkesselartige, etwa 200 m tiefe Erosionstobel mit abrutschenden Schuttschollen. Links bei T zieht eine breite Sumpfmulde und ein ins Gelände verlaufendes Bächlein hinab (siehe Abb. 12). Im Hintergrunde ist das ebenfalls grosse Sackungsgebiet bei Riein sichtbar. Abb. 12 ist eine nähere Aufnahme der erwähnten breiten Sumpfmulde T oberhalb der Sackungen und Anrisse mit Quellen (Q) und Versumpfungen (S). Aehnliche Hangsumpfverwässerungs- und Versickerungsflächen trifft man überall auf dem weiten Schuttberghang, so dass dieses Material vernässt und geschmiert wurde und in ein gefährliches Rutschtempo gekommen ist. Wo am Lugnetz-Berghange und anderswo schon sachgemässe Entwässerungen mit Quellfassungen, richtige Wasserableitungen gemacht wurden, da hat man schon bald eine Trocknung und Beruhigung der tieferen Hänge und Rutschungen feststellen können. Hier muss ich aber vor technisch einseitigen, gedeckten Anlagen warnen, welche vor einer Terrainberuhigung ungenügend und wenig dauerhaft sind und sogar wegen neuer, unsichtbarer Vernässung durch Verschieben der Leitungen usw. wieder gefährlich werden können.

Aus fast allen Tälern Graubündens liessen sich noch zu Hunderten solche Wildbäche und Bodenbewegungen anführen. Ich möchte hier besonders noch ein charakteristisches Wildbachbeispiel aus dem Münstertale (Engadin) erwähnen. Abb. 13 zeigt den versumpften, vernässten West-Schuttberghang im obern Münstertal zwischen Cierfs und Fuldera (rechts Ofenpass, links Fuldera, Bergrücken des Piz Turettas). Aus dem Rüfentobel Val Ruinas ging am 26. September 1942 bei Hochwasser nach über 30 Jahren Ruhe wieder ein gewaltiger Murgang nieder, den der Verfasser miterlebte. Etwa 15 grosse Geschiebesperren wurden samt ihrem zu schwer gewordenen Schuttinhalte von den Hangrutschungen mit schätzungsweise 70 000 m^3 als eine Rüfe hinabbefördert. Die ganze Bescherung ging glücklicherweise nicht links in das Dorf hinunter, sondern verschüttete einige Hektaren Wald- und Wieslandboden bis an die Häuser im rechten obern Schuttkegelgebiet (weisse Fläche). Oberhalb dieses Schuttkegels als Talriegel ist ein versumpfter, etwa 30 ha grosser Talboden entstanden, der heute mit einem Kostenaufwand von rund Fr. 400 000 melioriert wird (inkl. Hauptbach-Korrektion). Der ganze, stark bewaldete, von den Bergquellen versumpfte Berghang zeigt besonders zu beiden Seiten der Rüfe eine mächtige, vernässte, rutschreife Schuttdecke. Der aus einem grossen, höheren Einzugsgebiet durch diesen rutschreifen Schutthang abfliessende Bach hat sich stark in die Schuttdecke eingefressen. Infolgedessen rutschen beständig grosse Schuttpartien von den vernässten To-

Abb. 12 Sumpfmulde oberhalb der Sackungen und Anrisse im Lugnetz, erwähnt in Abb. 11 (T)

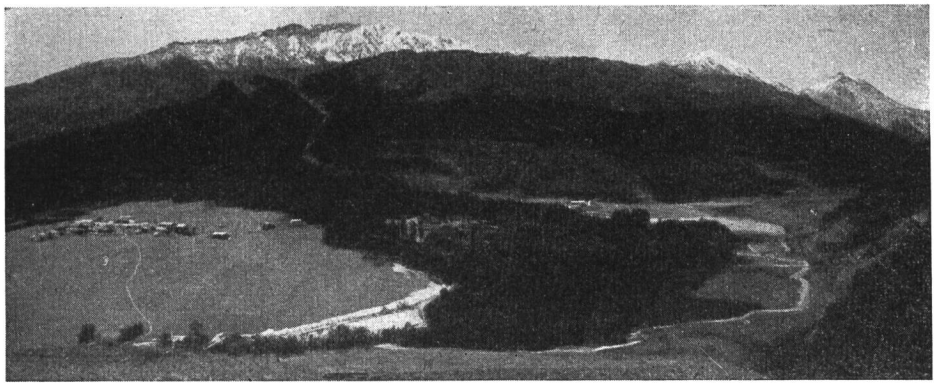

Abb. 13 Münstertal bei Fuldera

belhängen in die Bachrinne hinein, welches Material bei Hochwasser jeweils als Murgang ins Tal hinabgeschafft wird. Dem schönen Dorfe und fruchtbaren Talboden, sowie seiner Melioration und Bachkorrektion drohen also beständige grosse Gefahren. Jederzeit können neue, verheerende Rüfen, sowie grosse Hangrutschungen vom hohen, rutschreifen Schuttberghange zu Tale gehen. — Noch durch 4—5 andere gefährliche Runsentobel und rutschreife Berghänge sind im gleichen Münstertale Dörfer und fruchtbare Felder sehr gefährdet (Münster, Santa Maria, Valcava und Cierfs).

Anschliessend möchte ich noch kurz ein grosses, charakteristisches Naturbeispiel einer grossen Bodenbewegung aus dem Tessin anführen. Diese steht ebenfalls in ursächlichem Zusammenhange mit dem Wasserabfluss und hat gleichfalls ein Dorf gefährdet. Es handelt sich um die grossen Rutschungen von Campo im Maggiatale. Nach den Darstellungen von Alb. Heim in «Bergsturz und Menschenleben» 1932, Seiten 49—55 (s. Abb. 14) war das auf einer Südhangterrasse prächtig gelegene, grosse Dorf Campo um 1818 noch ein blühendes, unverletztes, solide stehendes Dorf. Dann wurde um die Mitte des letzten Jahrhunderts durch natürliche und besonders aber künstliche Hochwasser zum Holzflössen die Dorf-Terrasse angespült und erschüttert. Es zeigten sich darauf erste Terrassenabbrüche mit Zerstörung von Ställen und 10 Häusern im Dorf. Anschliessend begann sich der Bach Rovana stark zu vertiefen, bis man 1887 zu seiner Verbauung schreiten musste. Nach einem nassen Winter setzte 1897 die Bewegung im Dorf wieder merklich ein, und viele Häuser begannen weiter zu zerfallen. Alb. Heim, der dann den Fall zu untersuchen hatte, führt weiter aus, dass bis 1897 alle fachmännischen Berater die Rutschungen von Campo einzig aus dem Anreissen der Terrassensohle durch die Rovana hergeleitet hatten, und entsprechend bezog sich alle Arbeit nur auf dieses Flussbett. «Niemand aber sah sich gegen NW hinauf um.» «Der Sachkundige aber wäre sicherlich schon vor 1850 durch eine Untersuchung des Gebietes bis 3 km NW von Campo zum Schlusse gekommen, dass die Sohlensicherung allein Campo nie und nimmer retten könne.» «Die Ereignisse von 1856 und 1859 mit Erschütterungen und Anschneiden der Terrasse haben den kräftigen Anstoss zur Wiederbelebung einer mächtigen Rutschung gegeben, die viel älteren, vorhistorischen Ursprungs ist.» Heim stellte dann fest, dass «eine Felstrümmermasse wie der Gesteinstrom von Campo selbstverständlich in annähernd trockenem Zustande, selbst auf einem Untergrunde von 30° Neigung fest aufsitzen und keine Miene machen würde, sich bewegen zu wollen. Allein hier, teils am

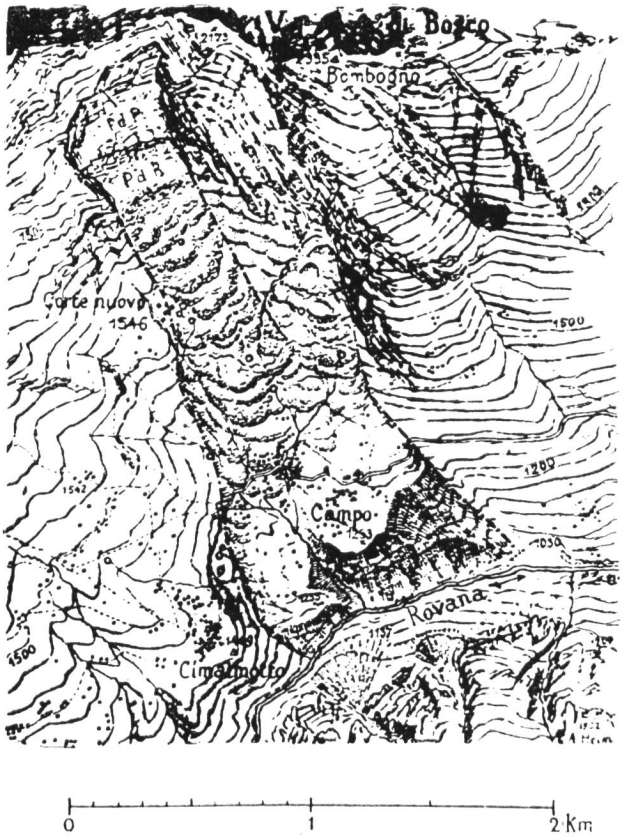

Abb. 14 Karte des grossen Rutschungsgebietes von Campo, Valle Maggia (Tessin), nach Alb. Heim «Bergsturz und Menschenleben» 1932, S. 50 Befund 1897. Bergsturz-Typus XI

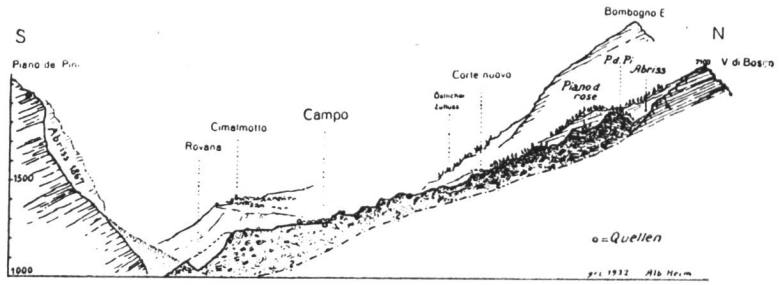

Abb. 15 Profil der Rutschung von Campo (siehe Abb. 14)

Rande, teils in der Mitte, sprudeln 6—8 mächtige Quellen hervor, die zu einem grossen Teil wieder verlaufen, versickern.» Wenigstens 10 000 Minutenliter dauernden Quellwassers durchsickern und tränken den Leib des Trümmerstromes in allen Richtungen. Diese neben dem Fussangriff viel wirksamere und gefährlichere, zweite Ursache sei bis 1896 fast ganz unbeachtet geblieben. Nur die möglichst gründliche Fassung und Ableitung der Quellen kann und würde sicher Campo vor dem Untergange retten. Ueber die Bewegung dieser Terrassenrutschung im Zusammenhange mit dem Dorfe bestehen noch gewisse Meinungsverschiedenheiten.

Solche und ähnliche Beispiele führt Alb. Heim im genannten Buch in Menge an und betont immer wieder, dass man in erster Linie auf Anleitung des Hydrogeologen entwässern und das verlaufende Quellwasser fassen und ableiten müsse.

Neben den vielen Wildbächen, Bodenbewegungen usw. Graubündens lassen sich auch aus der ganzen Schweiz und besonders aus den erwähnten Voralpen- und Bündnerschiefergebieten Hunderte von ähnlichen Beispielen anführen. Wegen eines ungünstigen ursprünglichen oder vernachlässigten Wasserabflusses an Berghängen mit Versumpfungen, Schuttvernässungen, auch durch Missbräuche und Unterlassung einfachster Vorsichtsmassregeln (Rodungen, verlaufendes Brunnen- und Ablaufwasser usw.) sind grosse Schäden aus Bodenbewegungen, sowie neue Wildbäche und ein grosser Geschiebetransport entstanden.

Nach dieser Erklärung von typischen Naturbeispielen und Wildbach-Berglandschaften komme ich zur grundsätzlichen Ableitung der dabei allgemein gültigen Gesetzmässigkeiten und Zusammenhänge. Ich gehe dabei von den in der Natur gegebenen und massgebenden Verhältnissen und Faktoren aus.

II. Grundsätzliche Behandlung des Wasserabflusses, der Bodenbewegungen und des Geschiebetransportes

(Die Naturgesetze, welche zu den Schäden führen)

A. Schematische Behandlung des Wasserabflusses.

Betrachten wir einmal einen Berghang in Abb. 17, Block I, schematisch als geneigte Hausdachfläche und verfolgen wir hier den natürlichen Wasserabflusss auf diesem 7 ha grossen Hangstreifen vom First bis zur Traufe hinab. Angenommen, es seien pro Flächeneinheit am ganzen Hang im Jahre 150 cm Niederschläge gefallen, so ergibt dies eine Wassermenge pro m^2 von 1500 und pro ha von 15 Millionen Liter/Jahr und total $= 7 \times 15 = 105$ Millionen Liter für die ganze Fläche. Ganz grob und gesamthaft gerechnet nimmt man für unsere Klimaverhältnisse an,

Abb. 16 Ansicht der hohen, verfallenden, abbrechenden Bergterrasse von Campo. Blick von oben, vom Dorfe Cimalmotto; rechts der Fluss Rovana

dass von den Totalniederschlägen je ca. $^1/_3$ wieder in den Untergrund versickert, oberflächlich abfliesst und verdunstet. Auf der Dachfläche werden somit von den Totalniederschlägen $^2/_3$, d. h. = 10 Millionen Liter/Jahr und ha oberflächlich wieder abfliessen. Von oben nach unten addieren sich somit die Abflusswassermengen pro Hektare (als Pfeil) mit jeder nächsttieferen Hanghektare. An der Traufe unten, unter der 7. Hektare, ergibt dies eine Ablaufwassermenge von total 70 Millionen Liter/Jahr in die Traufe hinein. Liegt nun auf der gleichen Berghangdachfläche wie beim Blocke II eine gleichmässige, z. B. 10 m dicke durchlässige, natürliche Lockerschuttdecke, so kann auf der ersten obersten Hektare von den Totalniederschlägen je $^1/_3$ verdunsten, versickern und wieder ablaufen. Demgemäss haben wir hier nicht wie auf der Dachfläche I nur einen Oberflächenwasserabfluss von total 10 Millionen Liter, sondern es erfolgt sowohl ein ober- wie ein unterirdischer Wasserabfluss (Tagwasser- und Grundwasser-Abfluss) von je 5 Millionen Liter (nur halbe Pfeillänge). Die versickerte Wassermenge auf der obersten Hektare dringt als Grundwasser senkrecht in die Tiefe, bis auf die Dachfläche als Stauschicht, fliesst schief abwärts und durchströmt so langsam und schief die untersten Schuttlagen von angenommen z. B. 0—2 m Mächtigkeit. Auf den nächst tieferen Hanghektaren 2, 3, 4 und 5 versickern die gleichen Grundwassermengen, und es addieren sich so in gleicher Art auch diese Grundwasser wie die Oberflächen-Abflussmengen, so dass der Grundwasserspiegel von 2 auf 4, 6, 8 und 10 m bei der 5. Hektare (5×2 m) an die Oberfläche ansteigen wird.

Der Grundwasserablauf als unterirdische Schuttmaterial-Durchströmung in der Schuttdecke ist aber gegenüber dem freien Oberflächenablauf langsam und in der Menge beschränkt. Zur Vereinfachung mache ich die Ableitung ohne Berücksichtigung der Zeit und der hydrostatischen Grundwasserdruck- und Geschwindigkeitszunahme von oben nach unten usw. Das Ansteigen des Grundwasserspiegels an die Oberfläche bei der 5. Hanghektare bedeutet, dass die totale, im Schutte versickerte und abfliessende Grundwassermenge die ganze 10 m dicke Schuttdecke erfüllt und durchströmt. In den untern drei Hanghektaren ist deshalb das Lockermaterial in ganzer Mächtigkeit vom Wasser durchtränkt, praktisch luftfrei und ermöglicht keine Versickerung mehr, alles Niederschlagswasser läuft oberflächlich rasch ab.

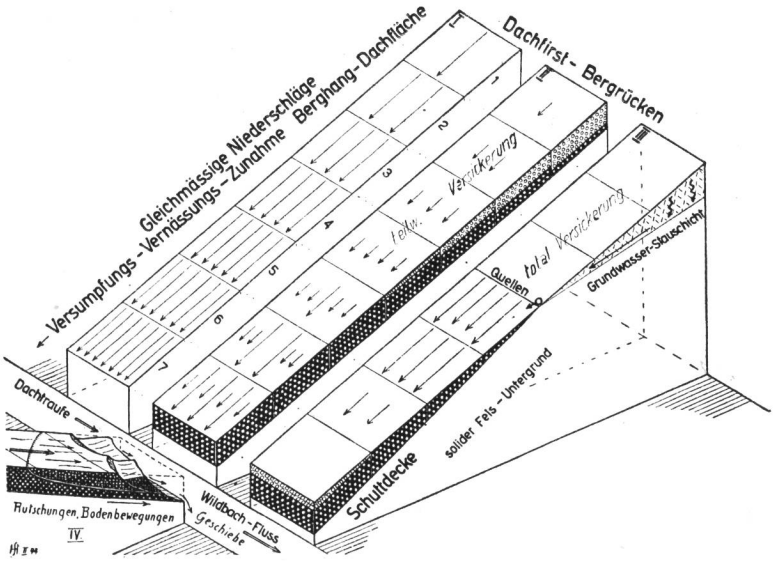

Abb. 17 Schema des ober- und unterirdischen Wasserablaufes auf geneigten Berghang-Dachflächen mit und ohne auflagernden Schuttdecken

Im Blocke III behandle ich schematisiert kurz den angenähert typischen Berghang-Wasserabfluss mit der Schuttdeckenausbildung und der Quellen-Entwässerung und Verwässerung. Wie allgemein im Bergrückengebiet kann hier in den obern 3 Hektaren praktisch alles Niederschlagswasser versickern und wird an den Quellen wieder an den Hang hinausgeführt, das wiederum als Bewässerung funktioniert. Erst weit unten kann das reiche Oberflächen-Bewässerungswasser der Quellen evtl. wieder ganz in den Schuttuntergrund versickern. In diesem Falle erfolgt unten im Tobel der gesamte Wasserabfluss von 70 Millionen Liter/Jahr als tiefe Grundwasser-Schuttdurchströmung. Dies ist kurz abgeleitet der schematische, typische Wasserabfluss an Berghängen. In Wirklichkeit wird er von sehr vielen Faktoren bestimmt, so von der Hangneigung, dem Relief, von den Untergrunds-Schuttdeckenverhältnissen und deren Durchlässigkeit, von der Wassermenge, Verteilung und Art der Niederschläge usw. Würden wir nun z. B. die Quellenbewässerung bei Block III abstellen und das Wasser gut ableiten, so könnten auch die untern Hektaren 4—7 wie die Fläche 1—3 normal trocknen. Durch tiefes Sinken des Grundwasserspiegels wäre hier ebenfalls eine vollständige Versickerung des Niederschlagswassers möglich. An der Traufe im Tobelanschnitt würden somit nur 40 Millionen Liter als Grundwasser abfliessen. Die Schuttvernässung und die Rutschgefahr wären dementsprechend viel geringer.

Bei einer solchen Quellenverwässerung, wie sie allgemein in der Natur verbreitet ist, kann auch eine sehr mächtige, untere Schuttdecke im Laufe der Jahre von relativ wenig, aber konstant verlaufendem Quellwasser bis an die Hangoberfläche wassererfüllt und wasserdurchströmt, somit auch rutschreif werden. Bei

den zugleich nach unten zunehmenden und oft hohen hydrostatischen Grundwasserdrucken sind praktisch alle Poren und Schutthohlräume luftfrei und wassererfüllt, so dass auch keine Pflanzenverwurzelung möglich ist. Eine zunehmende Schuttvernässung kann einen relativ festen Aggregatzustand des Materials zu einem plastischen, breiigen und sogar zerfliessenden verwandeln. Dementsprechend werden in gleicher Art die Kohäsion, Adhäsion und die inneren Reibungswiderstände im Schutte stark vermindert. Die Spannungen in den schief auflagernden Schuttdecken nehmen mit dem höheren Vernässungsgrade und der grösseren Belastung bis zu fast hydrostatischen Werten zu. Es werden sich deshalb Ablösungs- und Verschiebungsflächen auf der Schuttdeckenunterlage ausbilden. Schliesslich überwindet die Schwerkraftkomponente die sich stets verringernden Reibungswiderstände, und die ganze Masse kommt in eine Gleit- und Bodenbewegung.

Nach dieser Darstellung des Wasserabflusses komme ich zu

B. Schematische Behandlung der Bodenbewegungen.

Werden bei den Schemablöcken II und III die beiden unten ganz vernässten Lockerschuttdecken im Versuchslaboratorium oder in der Natur von einem Bache angeschnitten, so verliert die gespannte Masse ihren Halt. Der seiner Hauptstütze beraubte, wasserdurchströmte und rutschreife untere Deckenteil wird bald ins Gleiten kommen. Die schollenartige, in eine Bodenbewegung geratene untere rutschreife Schuttdecke wird im Gebiete der Felder 4—6 anreissen und sich vom obern, relativ trockenen, standfesten Deckenteile trennen. Im Blocke IV links der Deckenanschnitte sind solch typische Schuttdeckenrutschungen und Sackungen dargestellt. Alle angeschnittenen Schuttdecken können im vernässten Zustande schon bei einer geringen Hangneigung von vielleicht 15—20° in das Tobel nachrutschen. Wären die gleichen Schuttdecken wenig vernässt oder trocken, so würden sie keine Miene machen, ganz oder stückweise abzugleiten, sondern vielleicht erst auf einer 45° bis sogar 60° steilen Unterlage. Mit der Zunahme der Schuttdeckenvernässung wächst hangabwärts beinahe hydrostatisch der Bodendruck. Auch die unten und überhaupt nicht angeschnittenen, unverletzten Hangschuttdecken sind im Vernässungs- und Versumpfungszustande stark überlastet und gespannt. Durch irgendeinen Eingriff, einen kurz oder

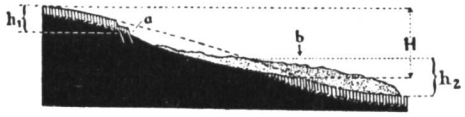

Abb. 18 Längsprofil einer abgegangenen Rutschung.
(Nach: O. Lehmann, Über Rutschungen im Graslande, 1936)

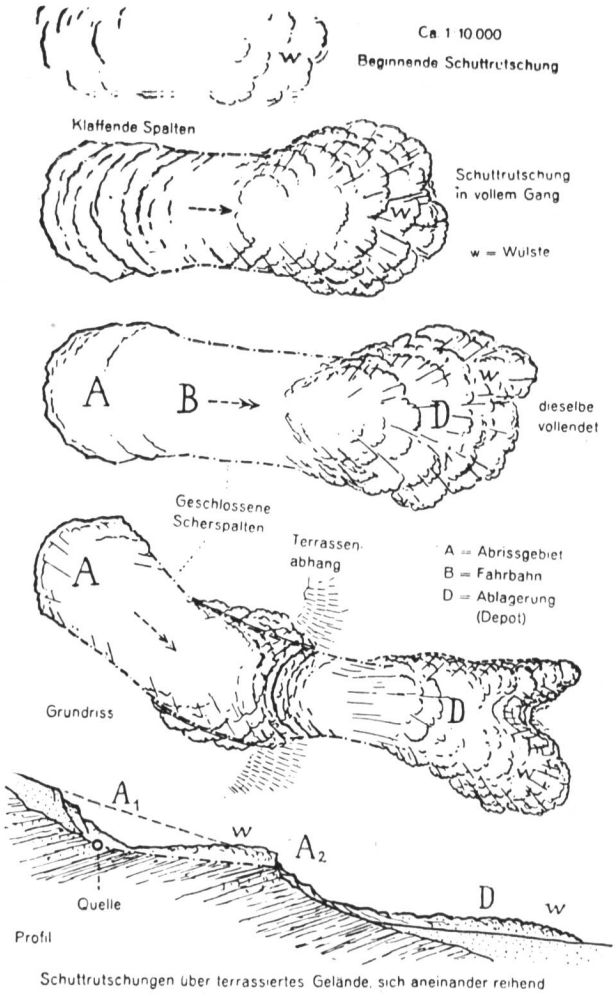

Abb. 19 Verschiedene Phasen von Schuttrutschungen.
(Nach: Alb. Heim, Bergsturz und Menschenleben, 1932)

lang dauernden Anlass als Bodenverletzung, Anschnitt, Gewitter, Regenguss, Sprengung usw. können die rutschreifen Schuttmassen in ganzer oder teilweiser Mächtigkeit anreissen und auf Gleitflächen schüssel- oder schollenartig als freie Hangrutschungen in eine flachere Lage abgleiten. Solche Bodenbewegungen und Rutschungen bestimmter Art bezeichnet Terzaghi sehr passend als «Ueberlastungs-Fliessungen». O. Lehmann gibt in seiner Abhandlung «Ueber Rutschungen im Graslande», 1936 (in: Extrait des Mélanges de Géographie, Praha 1936), das in Abb. 18 wiedergegebene Profil von einer im freien Gelände abgegangenen Rutschung. Er erklärt die Bodenbewegungen im freien Gelände mit den meist konkav-konvexen Rutschungsformen als das morphologische Ergebnis von solchen «Ueberlastungs-Fliessungen». Die Neigungsverhältnisse haben nach ihm somit keine unmittelbare und eindeutige Beziehung zu diesen Rutschungen. Alb. Heim zeigt in Abb. 19 (aus «Bergsturz und Menschenleben» 1932) die verschiedenen Phasen und das Bild von typischen freien Schuttrutschungen, welche hauptsächlich durch die Vernässungen einer verdeckten Quelle ausgelöst werden.

(Schluss folgt)