

# Die Geschiebequellen der Bäche und Flüsse

Autor(en): **Strele, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **99/100 (1932)**

Heft 19

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-45583>

## **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.



Abb. 11. 250 m hoher Muschelbruch am Sturmbach im Oberpinzgau.

## Die Geschiebequellen der Bäche und Flüsse.

Von Ing. G. STRELE, Hofrat d. R., Innsbruck.

(Schluss von Seite 233.)

*Rutschungen infolge Kohäsionsverminderung.* Eine andere häufig zur Geltung kommende Ursache der Rutschungen ist die Kohäsionsverminderung des Schuttes entweder infolge der chemischen Verwitterung oder aber ausschliesslich infolge Durchnässung und Durchweichung. Die Verwitterung löst den Zusammenhang des Gesteins, vermindert seinen natürlichen Böschungswinkel, erhöht die Wasseraufnahmefähigkeit des Gesteins und führt dadurch eine weitere Lockerung des Materials herbei. Infolge der Kohäsionsverminderung werden die Massen bis zu einem gewissen Grade plastisch, es ergeben sich Verschiebungen, die, so gering sie anfänglich sein mögen, doch den normalen Abfluss der Sicker- und Quellwässer stören oder das Aufreissen von Spalten verursachen, durch die Tagwässer eindringen können. Hierdurch wird die Bewegung beschleunigt, an der Grenze zwischen den mehr und minder widerstandsfähigen Bodenschichten bilden sich Ablösungs- und Verschiebungsflächen, an der oberen Bruchgrenze (in der Zugzone) öffnen sich klaffende Spalten und breite Klüfte; wo hingegen die Bewegung auf Widerstand stösst, auf eine festsitzende oder sich langsamer bewegende Masse, (in der Druckzone) entstehen Stauchungen und Aufwulstungen. Besonders lehmige und tonige Böden neigen zu derartiger Aufweichung und Rutschung in eigener Masse. Die Bewegung erfolgt auf den erwähnten Verschiebungsflächen, die aber in diesen Fällen nicht die Ursache, sondern die Folge der Bewegung sind, dabei jedoch immer glatter werden und die Bewegung begünstigen; öfters sind mehrere derartige Rutschflächen übereinander festzustellen.

Hierher gehören die meisten Blatt- und Muschelbruchbrüche. Erstgenannte bilden sich im Berg- und Hügelland, besonders auf Wiesen und Weideflächen, Jahr für

Jahr in grosser Zahl. Es handelt sich dabei aber meist um ganz oberflächliche Bewegungen, die wohl vom Standpunkt des Landwirtes aus zu beklagen, für die Geschieberzeugung aber meist ohne grössere Bedeutung sind. Sie kommen oft von selbst wieder zur Ruhe, ebenso wie viele Muschelbruchbrüche; sie können aber auch infolge starken Wasserzuflusses oder Störung eines unterirdischen Wasserlaufes einen plötzlichen unvermuteten Impuls erhalten und in gefährliche Schuttrutschungen übergehen (Abb. 11).

Derartige Bodenbewegungen gehen mitunter auch äusserst langsam und in beinahe unmerklicher Weise vor sich und sind nur an den Wirkungen kenntlich, die sich innerhalb längerer Zeit einstellen. Ein solches Gekrieche ist die Rutschung von Gmar bei Pians an der Arlbergbahn. Die dort beobachteten Bodenbewegungen sind offenbar ausschliesslich auf eine Durchweichung und ein Plastischwerden des Materials zurückzuführen. Ihre Beruhigung wird hauptsächlich durch Entwässerungsarbeiten angestrebt. Solche kaum merkliche Bodenbewegungen können aber auch eine unvermutete Beschleunigung erfahren. Zu welcher gewaltigen Katastrophen dies führen kann, zeigt die 1821 erfolgte Verschüttung des Weilers La Muda im Asteital im Südtirol.<sup>1)</sup>

Die auf eine Kohäsionsverminderung des Materials zurückzuführenden Bodenbewegungen beschränken sich aber nicht auf ein Abwärtsgleiten von Lehnen und Hangpartien, sondern bewirken auch horizontale Verschiebungen, unter Umständen sogar vertikale Hebungen des Bodens zum Ausgleich einseitiger Belastungen oder auch infolge des Zusammenpressens durch starken Seitendruck. Derartige Vorgänge setzen natürlich eine ausreichende Plastizität der belasteten bzw. zusammengepressten Bodenschichten voraus, was namentlich für Lehm, Ton u. dergl., aber auch für die Aufschüttungen der Wildbäche zutrifft, wenn sie in der Hauptsache aus solchen Materialien bestehen. So wird von der Kleinen Schliere im Kanton Obwalden berichtet<sup>2)</sup>, dass sich in der Oertlichkeit Seeweli eine Druckstrecke befindet, in der sich die obersten Sperren „in der Mitte aufbäumten“. Auch in der Nolla bei Thusis sind Sperrenbeschädigungen infolge vertikaler Hebung des Untergrundes vorgekommen. Hier handelt es sich um Rutschungen infolge ausserordentlich tief reichender Zerrüttung des schwarzen, tief verwitterten Bündnerschiefers, der in grosser Ausdehnung in Bewegung geraten ist.<sup>3)</sup>

*Abbrüche infolge hydrostatischer Druckwirkung.* Als Beispiel für einen solchen kann die bei Bruck am Ausgang des Zillertales entstandene Rutschung (Abb. 12) angeführt werden. Nach Prof. Blaas<sup>4)</sup> wurde dort das Grundgestein, Wildschönauerschiefer, durch die Verwitterung in eine weiche, tonig-steinige Schuttmasse umgewandelt, die über dem anstehenden Gestein eine zwischen 1 m und 20 m wechselnde Mächtigkeit erreicht und auch stellenweise grosse erratische Blöcke enthält. Die Lehne ist sehr steil (bis 45°) und war mit Fichten und Tannen dicht bestockt. In diesem Walde löste sich in der Nacht vom 8. zum 9. März 1896 plötzlich und unvermutet eine Partie los, und ein aus Schlamm und Steinen bestehender Murgang, der auch viele Bäume brachte, verschüttete mehrere Häuser und die Kirche von Bruck und verwüstete ausgedehnte Grundstücke. Im Rutschgebiet wurden damals „armdick hervorschiessende Wasserstrahlen“ an mehreren Stellen beobachtet, wo früher kein Wasser zu sehen war.

*Wirkungen der Vegetationsdecke.* Eine geschlossene Vegetationsdecke schützt den Boden vor oberflächlicher

<sup>1)</sup> D. Stur: Eine Exkursion in die Umgebung von St. Cassian; Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt Wien 1868, Heft 4. Della Torre: Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein (Junks Naturführer) 1913. Staffler: Tirol und Vorarlberg; Innsbruck 1847. Bote für Tirol und Vorarlberg 1821 Nr. 51, 62, 83 und 84.

<sup>2)</sup> Die Wildbachverbauungen in der Schweiz, 1. Heft, herausgegeben vom Eidgen. Oberbauinspektorat Bern 1890.

<sup>3)</sup> Versell und Schmid: Bericht über die Wildbachverbauungen im Bündner Rheingebiet, Chur 1928. [Vergl. unter „Literatur“ S. 254. Red.]

<sup>4)</sup> J. Blaas: Ueber Terrainbewegungen bei Bruck und Imming; Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt Wien 1896. Heft 7/8.

Abtragung, kann aber Bodenbewegungen, die auf Gleichgewichtstörungen zurückzuführen sind, nicht verhüten. Von allen Vegetationsformen kommt dem Walde die höchste Schutzwirkung zu. Während, wie schon erwähnt, Blatt- und Muschelanbrüche auf Wiesen- und Weidefläche sehr häufig auftreten, ist dies im Walde viel seltener der Fall und auch da meist nur an Stellen, wo Bodenverwundungen z. B. durch Windwürfe oder Schlägerungen vorausgegangen sind. Diese gehen sehr oft mit einer Vernässung des Bodens Hand in Hand, die nicht zu beobachten war, solange der Wald noch stand.

Aus zahlreichen Fällen ist bekannt, dass der Eintritt von Rutschungen und die Entfesselung von Wildbächen eine Folge des Waldabtriebes war, doch wäre es vollständig verfehlt, daraus folgern zu wollen, dass der Wald das Entstehen von Rutschungen mit Sicherheit zu verhindern vermöge; es sind vielmehr auch zahlreiche Anbrüche mitten im geschlossenen Hochwald bei unversehrter Bodendecke entstanden. Als Beispiele hiefür mögen angeführt werden die Bildung von Bruchflächen und Rensen an den steilen Lehnen der Laui im Kanton Obwalden (Abb. 13), der 1897 erfolgte Murbruch am Gahberge am Attersee, wo aus der mit Buchenalpholz bestandenen Lehne eine Nische herausbrach, die Entstehung mehrerer Erdschlipfe in den Wäldern des Zillertales gelegentlich der Hochwasserkatastrophe des Jahres 1908<sup>1)</sup>, die 1930 entstandene Rutschung „am Stoss“ im Widenbach an der Grenze der Kantone Appenzell Ausser-Rhoden und St. Gallen, u. a. m.

In allen diesen aus einer grossen Reihe ähnlicher Ereignisse herausgegriffenen Fällen war ausschliesslich die übermässige Durchtränkung und Durchweichung des Bodens bei Vorhandensein entsprechender Vorbedingungen die Ursache der Bodenbewegungen, die eintraten, ohne dass sich ein anderer auslösender Anstoss eingestellt hätte. Eine solche Durchweichung wird besonders leicht von der Schneeschmelze bewirkt, namentlich eine verspätete, also auf bereits offenem Boden vor sich gehende Schmelze grosser Winterschneemengen erweist sich als sehr gefährlich.

Der Bodendurchweichung wirkt jede lebende Pflanzendecke entgegen; alle von lebenden Pflanzenwurzeln durchzogenen Böden enthalten weniger Feuchtigkeit als unbewachsene unter sonst gleichen Verhältnissen, da die Wurzeln dem Boden bedeutende Wassermengen zur Ernährung der Pflanzen entziehen. Wohl ist auf kahlen Böden

<sup>1)</sup> J. Stiny: Die Ursachen der vorjährigen Vermurungen im Zillertale, Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien 1909.

#### DIE GESCHIEBEQUELLEN DER BÄCHE UND FLÜSSE.

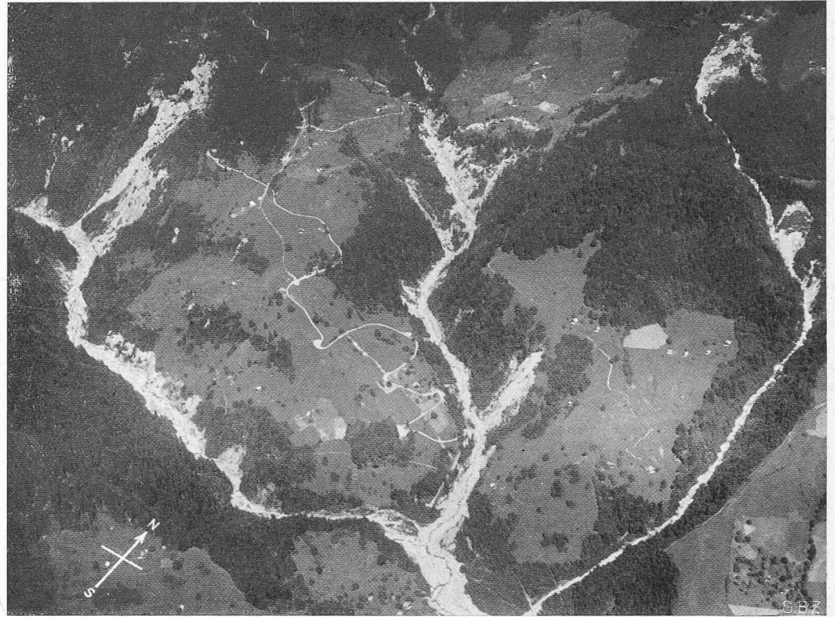


Abb. 13. Gegend der „Lau“ bei Giswil, Kt. Obwalden. Anbrüche in der Lau selbst, in der Mettenlaui und im Rotmoosgraben. — Abb. 13 und 15 Aufnahmen Flugplatzkommando Dübendorf.

die Verdunstung infolge der intensiveren Besonnung eine stärkere als auf bewachsenen, dies macht sich jedoch nur auf der Bodenoberfläche geltend, während der Wasserentzug durch die Wurzeln unter der Oberfläche in jener Bodenschicht erfolgt, die von ihnen erreicht und durchzogen wird. Werden diese z. B. durch das Abholzen des Waldes plötzlich ausser Tätigkeit gesetzt, so fällt dieser Wasserverbrauch fort, und es treten häufig an früher trockenen Stellen Nassgallen, Pfützen usw. auf, und die Vernässung des Bodens ist auch an der sich nun einstellenden Bodenvegetation kenntlich. Nassgallen und Moorstellen im Walde wirken andererseits wieder auf den Bestand zurück, indem an solchen Stellen oft Windwürfe auftreten, da die Wurzeln im durchweichten Boden nur wenig Halt finden, als weitere Folge können sich alsdann an solchen Stellen leicht Rutschungen bilden.

*Vorbeugungsmassregeln.* Es ist kein Zweifel, dass das Entstehen zahlreicher ausgedehnter Anbrüche und Rutschungen und die Entfesselung so manch' gefährlichen Wildbaches zurückzuführen ist auf Missbräuche und Nachlässigkeit und Ausserachtlassung der einfachsten Vorsichtsmassregeln. Hierher sind zu zählen ausgedehnte Schlägerungen, Rodungen und sonstige Waldverwüstungen, unvorsichtige mit Bodenverwundungen verbundene Ablieferung des Holzes über steile Lehnen, unvorsichtiges Anschneiden

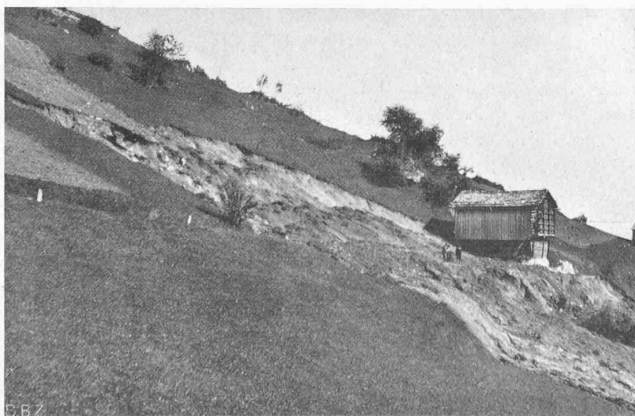


Abb. 19. Schlammabbruch aus unverletztem Kulturboden.

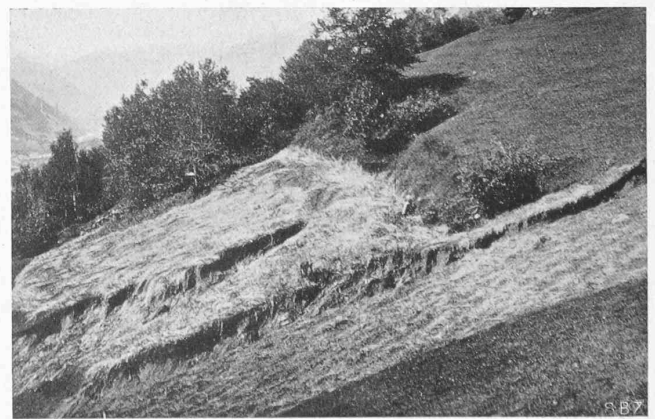


Abb. 18. Bodeneinsenkungen infolge Schlammabbruch.



VON DEN HOCHWASSERSCHÄDEN VOM 25. SEPTEMBER 1927 IM BÜNDNER OBERLAND.



Abb. 15. Einmündung des Zavragiabaches (Z) in den Hinterrhein bei Ringgenberg. Der Bildausschnitt ist in nebenstehender Karte eingezeichnet.

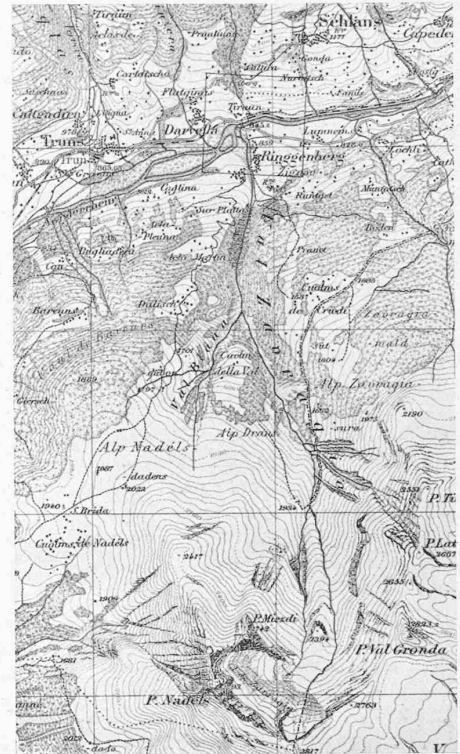


Abb. 14. Einzugsgebiet des Zavragiabaches. — 1 : 75000. Mit Bewillig. der Abt. für Landestopogr. vom 1. Okt. 1932.

von Hängen oder Belastung rutschgefährlicher Lehnen mit schweren Bauten usw. Durch Vermeidung solcher Missbräuche und Fehler, sowie durch einfache, wenig kostspielige Massnahmen, als welche noch zu nennen sind die Räumung und Reinhaltung von Wasserläufen, die Entwässerung vernässter und rutschgefährlicher Hänge, hätten viele Millionen unseres Volkvermögens erspart werden können, die durch Wildwässer vernichtet worden sind oder zur Behebung der verursachten Schäden nachträglich aufgewendet werden mussten. Möge wenigstens für die Zukunft daraus eine Lehre gezogen werden.



Abb. 17. Detail zu Abb. 14 u. 16: Mittelpartie einer neuentstandenen tiefen Erosionsrinne.

NACHSCHRIFT DER REDAKTION.

Zur Illustration der in vorstehenden Ausführungen Streles (Seite 247 und 248) erwähnten Rutschungen in Wiesen- und Weideflächen infolge Kohäsionsverminderung fügen wir noch einige schweizerische Beispiele von Hochwasserschäden vom 25. September 1927 im Bündner Oberland bei. Ganz spontane Schlammausbrüche im glatten Wiesland der Halde unterhalb Schlans, gegenüber von Ringgenberg (vergl. Abb. 14) zeigen das Fliegerbild 15 in Draufsicht und Abb. 16 in Ansicht. Dass solche nicht nur örtlichen Kulturschaden anrichten, sondern auch als neue Geschiebequellen in Betracht kommen, zeigt das grösste dieser Schutt- und Schlammabänder direkt östlich des alten kleinen Bachtobels, das bei dem Oertchen Tiraun in den Rhein mündet. Dieser Schlammstrom hat in wenigen Stunden zu der tiefen schluchtartigen Einfressung geführt, die besonders deutlich im Bildausschnitt Abb. 17 (schräg aufwärts gesehen) zu erkennen ist: es ist hier spontan ein junger, neuer Wildbach entstanden, der sich unweigerlich zu einem Erosionstal ausweiten muss, wenn seiner Wühlarbeit nicht sofort durch Verbauung Einhalt geboten wird. Interessant ist auch die Abb. 18, eine Geländeeinsenkung



Abb. 16. Ansicht des nördl. Hanges gegenüber Ringgenberg (vergl. Abb. 14).

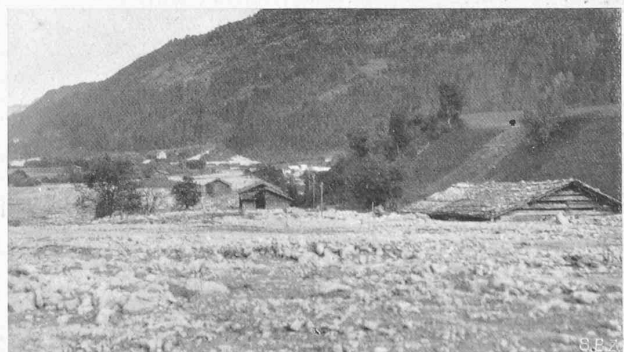


Abb. 20. Geschiebe-Ablagerung östlich Ringgenberg.

oberflächlich unversehrten Wiesbodens (mit dem noch darauf liegenden Heu), dicht oberhalb des hydrostatischen Schlammausbruches von Abb. 19.

Welche Verheerung auch ein kleiner aber *unverbauter* Bach wie der Zavragiabach bei Ringgenberg mit seinen kaum 14 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet anrichten kann, veranschaulichen unsere Abb. 15, 16 und 20; der Heustall rechts auf Abb. 20 stand ehemals frei auf der Wiese nordöstlich Ringgenberg: die weite Fläche ist an jenem Unglückstag bis unters Dach, d. h. etwa 4 m hoch mit Geschiebe überdeckt worden. Der Rhein wurde durch diesen Murgang so stark zurückgestaut, dass er die Strassenbrücke wegriss, worauf im Rheinbett oberhalb der Brücke die durch den Rückstau gewaltig vermehrten Geschiebemengen (auf Abb. 15 links) zum Vorschein kamen, die nun den nächsten Hochwasserwellen zum Abtransport in die st. gallische Rheinstrecke, d. h. zu deren weiterer Erhöhung (Abb. 24) zur Verfügung stehen. Dieses Geschiebe stammt aus den noch unverbauten Seitentälern des Hinterrheins, wie dem Somvix, um nur das grösste zu nennen (der ebenfalls unverbaut und gefürchtete Glenner mündet erst unterhalb Ilanz in den Vorderrhein).

Dies führt uns zur Betrachtung der folgenden Abbildungen 21 und 22 und zu deren Vergleich mit Abb. 23. In Abb. 21 sind die bis 1927 erstellten Verbauungen der Seitenbäche des Hinterrheins zu erkennen. Oberhalb Thusis (T) bildet die Viamala bis in die Gegend von Zillis (Z) einen natürlichen Felsriegel, der den flachen und breiten Talboden des Schamsertales vor Erosion sichert, sodass hier das Geschiebe seiner Seitenbäche, noch für lange Zeit unschädlich, liegen bleibt. Die Albula, die oberhalb Fürstenau (F) in den Hinterrhein mündet, führt wenig Geschiebe, dank der Verbauung der Schyn-Bäche, dank auch dem Staubecken des Albula-Werkes der Stadt Zürich. Diesem Geschieberückhalt ist es in erster Linie zu verdanken, dass der vor etwa 50 Jahren von Fürstenau auf etwa 6 km Länge bis Rothenbrunnen (R) korrigierte Hinterrhein im Domleschg bis heute *keinerlei* Geschiebeablagerungen aufweist. Von Rothenbrunnen bis Rodels-Realta, also etwa halbwegs dieser Strecke liegt der Bahnkörper der Rh. B. auf dem linksseitigen Rheindamm; wer die Strecke befährt, kann sich vom Zug aus jederzeit davon überzeugen, dass das *Flussbett durchwegs tadellos eben* liegt, frei von Kiesbänken und Kolken, und dass es auch vom niedrigsten Winterwasser auf die ganze Breite überdeckt wird. Es herrscht hier ein selten guter Gleichgewichtszustand zwischen Gefälle, Profilform, wechselnder Wasserführung und Geschiebetrieb.

Wesentlich anders ist das Bild weiter unten, wie unsere Abb. 23 (Ausschnitt der 4 1/2-fachen Vergrösserung einer Leica-Aufnahme von Prof. A. Piccard, vom 18. August d. J., aus 16 000 m Höhe) erkennen lässt: Das Rheinbett ist voller Kiesbänke<sup>1)</sup>, die in der „Vertiefungsstrecke“<sup>2)</sup> zwischen Mayenfeld (M) und Ragaz (R) sogar noch grösser

<sup>1)</sup> Vergl. auch die Fliegerbilder in den „Hydrographischen Erhebungen im Rheingebiet Reichenau-Bodensee“ des Amtes für Wasserwirtschaft (besprochen unter Literatur auf Seite 254 dieser Nummer).

<sup>2)</sup> Vergl. die vom Eidg. Oberbauinspektorat in „S. B. Z.“, Bd. 95, S. 63 (1. Febr. 1930) veröffentlichten Diagramme der Sohlenbewegungen.

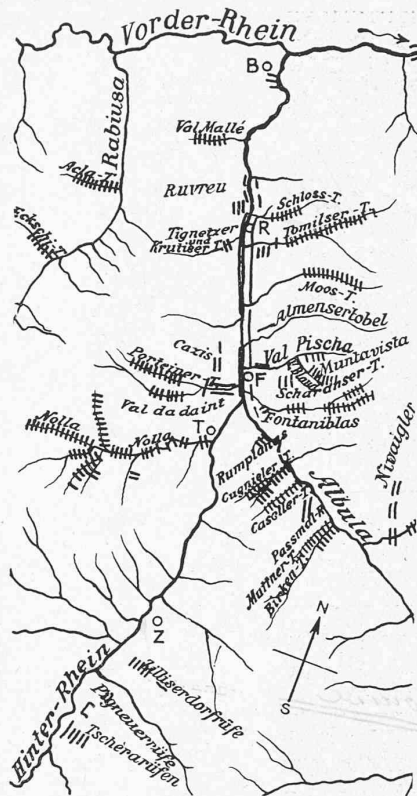


Abb. 21. Einzugsgebiet des Hinterrheins von der Roffla und dem Schyn bis Reichenau, mit Verbauung der Seitenbäche bis 1927. — 1:250 000.  
Legende: Z Zillis im Schamsertal; T Thusis; F Fürstenau; R Rothenbrunnen; B Bonaduz.

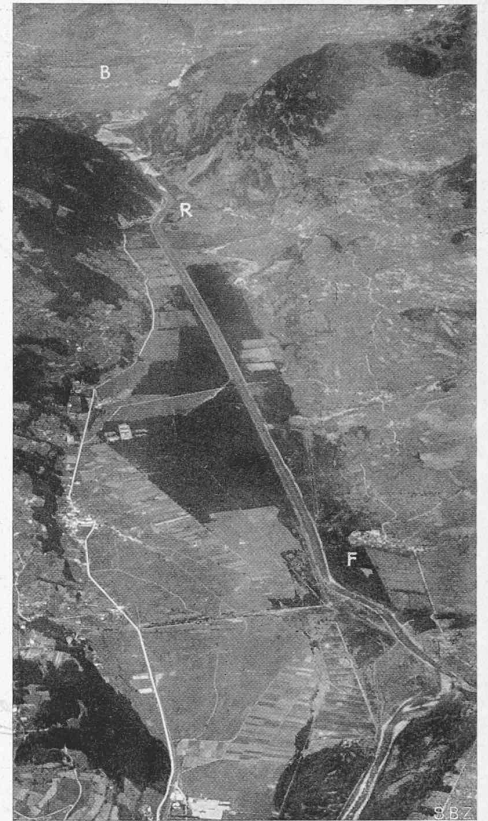


Abb. 22. Der geschiebefreie Hinterrhein im Domleschg. Fliegeraufnahme „Ad Astra-Aero“, Zürich.

sind als unterhalb Trübbach (T), wo die berüchtigte ständige Erhöhung der Sohle stattfindet (die zur ebenso ständigen Erhöhung der Hochwasserdämme zwingt, die sich schon vor dreissig Jahren bis 9 m über das Hinterland bei Buchs erhoben, vergl. das Profil Abb. 24).

Der kennzeichnende Gegensatz der beiden Flussstrecken nach Abb. 22 und 23 bedarf keines weiteren Kommentars.

In diesem Zusammenhang ist an die, durch jene Hochwasserkatastrophe ausgelöste starke Bewegung in den ostschweizerischen Fachkreisen zu erinnern, die zum Ausdruck gekommen ist zunächst in einer wohlwogenen und begründeten *Resolution des Zürcher Ing.- u. Arch.-Vereins* vom 15. Februar 1928, der sich auch die st. gallische und die bündnerische S. I. A.-Sektion angeschlossen haben.<sup>3)</sup> Es resultierte daraus ferner die *gemeinsame Eingabe des Schweiz. Ing.- und Arch.-Vereins und des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes* an den Bundesrat, vom 22. Mai 1928, in der konkrete Vorschläge zur planmässigen Vorbeugung gemacht worden sind. Es resultierte schliesslich die von der Bundesversammlung am 21./27. Juni 1928 einstimmig beschlossene<sup>4)</sup>, hier im Wortlaut in Erinnerung gerufene

#### MOTION:

„Der Bundesrat wird eingeladen, den eidg. Räten für die im Sinne des Staatsvertrages vom 19. November 1924 zwischen der Schweiz und Oesterreich zur Sicherung der Rheinregulierung weiter notwendigen Verbauungen von Wildbächen und Rufen im schweizerischen Einzugsgebiet des Rheines *mit möglicher Beschleunigung ein Programm vorzulegen* und über die systematische Ausführung und den fachgerechten Unterhalt dieser Bauten, sowie über die Kostendeckung *Antrag zu stellen.*“

Da man seither von diesem, mit möglicher Beschleunigung aufzustellenden *Programm* für eine systematische Verbauung der bündnerischen Geschiebequellen des Rheins, als integrierender *Bestandteil des internationalen Rhein-*

<sup>3)</sup> Vergl. auch die Kundgebung des Bündner Ing.- und Arch.-Vereins und des Rheinverbandes vom 7. März 1930, in „S. B. Z.“ Bd. 95, S. 189 (5. April 1930).

<sup>4)</sup> Näheres hierüber siehe Bd. 92, Seite 50 (28. Juli 1928).





Abb. 23. Das Rheintal von Mayenfeld-Ragaz (M-R) bis Buchs (B). Unretouchierte Aufnahme von Prof. A. Piccard aus 16000 m Höhe am 18. Aug. 1932, morgens 6 $\frac{1}{2}$  h; Wasserführung des Rheins bei Ragaz 200 m<sup>3</sup>/sec (= 21% über 13-jähr. Mittelwasser). A Alvier, W Walenstadt, S Sargans, G Gonzen, T Trübbach, L Luizensteig, F Falknis.

Regulierungswerkes, nichts mehr gehört hat, ist schon da und dort die Befürchtung geäußert worden, die Sache sei inzwischen in Vergessenheit geraten. Sollte dies der Fall sein, so mögen vorstehende Zeilen die Erinnerung wachrufen, bevor eine neue Katastrophe in Graubünden und im st. gallischen oder österreichischen Rheintal dies tun muss. Den Gesamtschaden, den die Katastrophe von 1927 nur in Graubünden angerichtet hat, bezifferte die Bündner Regierung auf 7,2 Mill. Fr., davon rund 60000 Fr. allein an der Rhät. Bahn. Der Kanton St. Gallen sah sich genötigt, unverzüglich den linksufrigen Hochwasserdamm des Rheins (Abb. 24) auf rd. 28 km Länge um mindestens 1 m (wiedereinmal!) zu erhöhen; diese Arbeiten, die 3,2 Mill. Fr. erfordern, gehen ihrer Vollendung entgegen, sodass hier das dringlichste getan ist. Das entbindet aber natürlich nicht von der *Notwendigkeit einer einschränkenden Beeinflussung der Geschiebezufuhr*.

Sollte aber, entgegen den gehegten Befürchtungen, das hierfür *grundlegende Ausbau-Programm* alsbald erscheinen, so wäre niemand dankbarer, als die ständig bedrohten Landesteile, nicht minder aber auch die Fachkreise, die sich damals im öffentlichen Interesse für ein systematisches und rasches Handeln eingesetzt hatten.

## Die Markthalle in Burgdorf.

Ing. M. SCHNYDER und Arch. E. BÜTZBERGER, Burgdorf.

**Zweck und Lage.** Ein grosses modernes Bauwerk von einfacher Linienführung verbindet zwei Gebäude, die sich in ihrer Architektur vollständig fremd gegenüberstehen (Abb. 1). Eingezwängt zwischen diesen Gebäuden, auf der einen Seite die Turnhalle, in der nichtssagenden Erscheinung der 90er Jahre, auf der andern Seite der (aus der bereits überwundenen Türmchenstil-Epoche stammende) Eingangsbau der Badeanstalt, vom Bahnhof weit entfernt und ohne Geleiseanschluss, erscheint der Platz für den

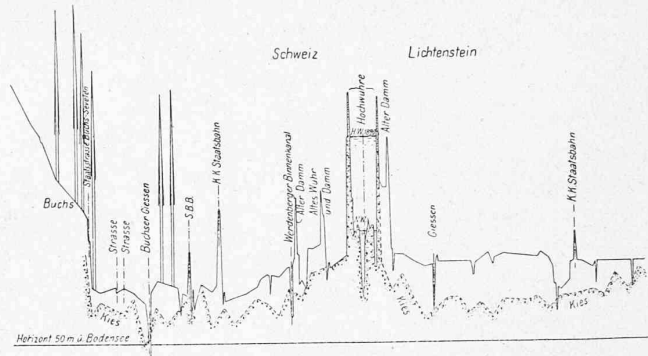


Abb. 24. Typisches Profil des Rheintals bei Buchs. Aus „S. B. Z.“, 5. Jan. 1907. Die Dammkrone lag damals schon bis zu 9 m über dem Gelände. Masstab für die Längen 1:30000, für die Höhen 1:300.

Zweck einer Markthalle nicht günstig gewählt. Denn es handelt sich nicht um eine Gelegenheit zur Abhaltung von Wochenmärkten, wie sie in grossen Städten Bedürfnis geworden sind, sondern zunächst um eine Halle für Grossviehmärkte, die andererseits allerdings auch grossen Festanlässen und Ausstellungen dienen soll, und im Hinblick auf diesen Zweck liegt die Halle sehr günstig. Nicht manche Stadt von der Grösse Burgdorfs ist in der glücklichen Lage, alle Anlagen, die dem Sport dienen, in nächster Nähe beisammen zu haben: eine Festwiese (die Schützenmatte) 150 m breit und 350 m lang, ein neuer Sportplatz, 80 m breit und 160 m lang, Turnplatz, Turnhalle und das Schwimm-, Luft- und Sonnenbad, das allgemeine Anerkennung gefunden hat. Nichts fehlte mehr, als diese ständige Festhalle. So erfüllt nun der neue Bau, wie das Studium der Grundrisse zeigt, seine mehrfache Bestimmung durch zweckentsprechende Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten.

**System.** Kostenberechnungen waren für Eisen- und verschiedene Holzkonstruktionen durchgeführt worden, hatten aber gegenüber dem Eisenbeton so geringe Ersparnisse ergeben, dass sie in Anbetracht der vorzüglichen Wirkung des Innenraumes der Betonkonstruktion ausser Betracht fielen. So wurde das ganze Bauwerk aus Eisenbeton in neuer, gehobelter Schalung erstellt. Der Beton zeigt sich ohne Farbanstrich oder Verputz in seiner Naturfarbe und sein grauer Ton ergibt unter der Lichtflut, die ungehindert durch die grossen Fensterflächen eindringt, eine angenehme Wirkung (Abb. 2).

**Disposition** (Abb. 3). An die Halle von 60 m Länge und 28 m Breite, die auf ihre ganze Ausdehnung unterkellert ist, schliessen sich die Abortanlagen (links auf Abb. 3 und 4) und ein Küchenanbau (Abb. 5) von 450 m<sup>2</sup> Grundfläche an. Festlichen Anlässen dient eine Empore, die auf drei Hallenseiten herumgeführt ist und 500 m<sup>2</sup> Bodenfläche aufweist, sodass die ganze Halle rund 2500 Personen Platz bietet. Die Empore ist an allen vier Ecken durch Treppen zugänglich. Bei schönem Wetter werden die Viehmärkte im Freien abgehalten, wo dafür hinter der Halle ein Platz von 4800 m<sup>2</sup> geschaffen wurde.

**Konstruktion.** Die 10 m hohen Hallenbinder von 20,30 m Spannweite (Abb. 6) ruhen auf Gelenkfüssen auf, und ihr Horizontalschub wird durch die in der Kellerdecke einbetonierten Zugstangen aufgenommen. Der Küchenanbau ist gegen die Turnhalle hin abgestuft, damit dieser möglichst wenig Licht entzogen wird. Dieser Anbau ruht auf Pendelpfeilern, damit auf die Turnhalle kein Schub ausgeübt wird und um die sehr hohen Pfeiler, die in Rücksicht auf die Holzpfähle auch bis zum Grundwasser hinunter fundiert sind, nur vertikal zu belasten; durch Fugen ist dieser Küchenanbau von den beiden Anschlussgebäuden vollständig getrennt. Grosse Oberlichter sorgen für eine taghelle Beleuchtung. Ein Teil der Abortanlage und die Ostecke der Halle liegen über der Kleinen Emme, die überbrückt werden musste; die Spannweite dieser Ueberbrückung ist nicht beachtenswert, aber da beim Bau

Elastizitätsgrenze hinaus, wird bei diesem Beispiel klar, wenn wir die drei Stücke ABC durch je eine Feder ersetzt denken, wobei die Feder C etwas kürzer sei als A und B (Abb. 8). A und B erhalten durch die Zugspannung

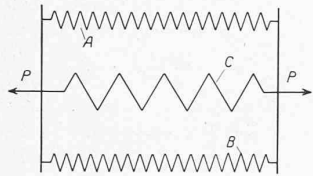
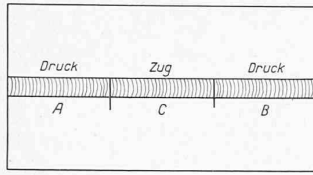


Abb. 7 (oben). Abb. 8 (darunter).

von C eine Druckspannung. Werden jetzt die drei Federn durch die Kraft P gezogen, so verlängern sich alle drei Federn gleichzeitig. Die Vorspannung von C hört in dem Augenblick auf, in dem A und B ihre ursprüngliche Länge wieder haben und die Feder C trägt in diesem Augenblick allein die volle äussere Kraft P. Bei weiterer Dehnung tragen alle drei Federn, C kommt schneller an die Fließgrenze als A und B, sie verlängert sich dann etwas, sodass

A und B stärker tragen müssen. Nach Entspannung haben dann alle Federn etwa gleiche Länge, womit die Vorspannung behoben ist.

Mittels des Zerreißdiagrammes können die Spannungen und Dehnungen von Stücken, die durch Wärmespannungen vorgespannt sind, ziemlich genau verfolgt werden (Abb. 9). Wir befinden uns bei 3% Dehnung des Stückes z. B. bei Punkt C, Spannung = 40 kg/mm<sup>2</sup>. Belasten wir von aussen mit 15 kg/mm<sup>2</sup>, so dehnt sich das Stück nach CF. Zur Erreichung dieses Punktes verlängert man EC über C hinaus bis 55 kg/mm<sup>2</sup> (40 + 15). Dann ziehe man eine Senkrechte SF und erhält damit als Schnittpunkt mit der Zerreißkurve die endgültig erreichte Spannung im Punkt F (40,5 kg/mm<sup>2</sup>). Wird nun die äussere Kraft 15 kg/mm<sup>2</sup> fortgenommen, so geht die Belastung um 15 kg/mm<sup>2</sup> auf 35 kg/mm<sup>2</sup> zurück. Dieser Vorgang spielt sich längs der Linie FJ ab. Der Schnittpunkt K von CD mit JF liefert die restlich verbleibende Vorspannung. Wollte man die Vorspannung vollständig fortbringen, so müsste man das Stück so stark belasten, dass es um den Betrag ED gereckt wird.

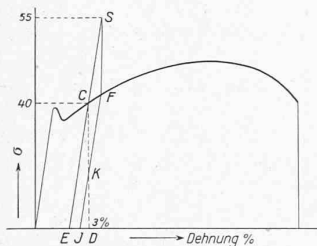


Abb. 9.

rechte SF und erhält damit als Schnittpunkt mit der Zerreißkurve die endgültig erreichte Spannung im Punkt F (40,5 kg/mm<sup>2</sup>). Wird nun die äussere Kraft 15 kg/mm<sup>2</sup> fortgenommen, so geht die Belastung um 15 kg/mm<sup>2</sup> auf 35 kg/mm<sup>2</sup> zurück. Dieser Vorgang spielt sich längs der Linie FJ ab. Der Schnittpunkt K von CD mit JF liefert die restlich verbleibende Vorspannung. Wollte man die Vorspannung vollständig fortbringen, so müsste man das Stück so stark belasten, dass es um den Betrag ED gereckt wird.

#### Zusammenfassung.

Wir haben festgestellt, dass die Wärmespannungen beim Gebrauch guter Elektroden keine Gefahr bilden. Die ermittelten Formeln geben darüber Auskunft, welche Gesichtspunkte man bei der Ausführung der Schweissarbeit zu beachten hat, um die Wärmespannungen einzuschränken: Man muss die in einer Lage eingebrachte Menge Schweißes möglichst klein halten. Der wählbare Faktor ist  $g$  = Eingeschmolzenes Gewicht. Alle andern Grössen, meist auch  $b'$ , sind konstruktiv festgelegt (Gl. 6). Mit andern Worten ausgedrückt: Wenig Material auf einmal auftragen und lieber mehr Lagen schweissen.<sup>3)</sup>

Wann können die Wärmespannungen für ein geschweisstes Stück gefährlich werden?

1. Wenn die Dehnung durch die Schrumpfung nahezu erschöpft ist (schlechte Elektroden oder sehr ungünstige Anordnung und Form der Nähte), z. B. starke Häufung von Nähten oder sehr breite Nähte mit Kerben.

<sup>3)</sup> Wenn man die einzelnen Lagen ohne Abkühlung schnell hintereinander schweisst, so gelten die Formeln 7, 8, 9 in Annäherung auch bei mehrlagigen Schweißes. Desgl. muss man bei Häufung von Nähten ohne Zwischenkühlung die einzelnen Dehnungen addieren, um in Annäherung die Reckung der schwächsten Naht zu erhalten.



Abb. 12. Rutschung bei Bruck im Zillertal, Nordtirol.

2. Wenn sich in dem den Wärmespannungen unterworfenen Konstruktionsteil eine Kerbe oder eine kerbenartig wirkende schwache Stelle befindet (z. B. eine zu schwach bemessene Naht).

In diesen beiden Fällen sind die Spannungen umso gefährlicher, je weiter sie reichen, d. h. je mehr elastische Formänderungsarbeit aufgespeichert ist. Ueberelastische Formänderungsarbeit ist für die Sicherheit der fertigen Konstruktion nicht mehr gefährlich.

Wenn man sich über die Gefahr der Wärmespannungen Rechenschaft geben will, so hat man zu messen: 1. Wie weit abseits von den Schweissnähten noch Wärmespannungen vorhanden sind, 2. wie weit das Material in der Nähe der Schweissnähte geflossen ist. Aus diesen Messungen kann man die noch vorhandene elastische Formänderung berechnen und feststellen, ob sie ausreicht, um bei zusätzlicher äusserer Beanspruchung etwa vorhandene schwächere Stellen zum Bruch zu bringen.

Spannungsmessungen mit Tensometer oder ähnlichen Instrumenten in der Nähe der Naht allein haben nur akademischen Wert und lassen keinerlei Schlüsse auf eventuelle Unsicherheit der Konstruktion zu.

Bemerkt sei weiterhin, dass die Feststellung geringer überelastischer Dehnung in der Nähe der Schweissnähte keinen Mangel darstellt, sondern eher das Gegenteil, weil damit erwiesen ist, dass auch die Schweissnaht so fest ist, dass sie einer Beanspruchung über die Elastizitätsgrenze des Bauteils hinaus standhält. Eine mässige Reckung stellt für die Naht eine Art Feuerprobe dar. Wie oben erwiesen wurde, bringt nämlich eine erhebliche äussere Zusatzlast dann nur eine ganz geringe Mehrspannung in die Schweissnaht, weil die Vorspannung fast im selben Masse verschwindet, wie die äussere Last zunimmt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine solche Schweissnaht allen Beanspruchungen gewachsen ist, ist daher sehr gross.