

Zur Rhein-Hochwasserkatastrophe

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89/90 (1927)**

Heft 16

PDF erstellt am: **08.01.2015**

Persistenter Link: <http://dx.doi.org/10.5169/seals-41789>

Nutzungsbedingungen

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. 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 angebotenen Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungshinweisen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die 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.

hier braucht es aber, wie im Wohnbau, die entschlossene Abkehr vom Nur-Gewohnheitsmässigen, Kunsthistorischen.

Als Beispiel eines interessanten Versuches in dieser Richtung mögen die vorstehend abgebildeten Entwürfe von Arch. A. R. Strässle in Solothurn dienen; die geschickte Ausnutzung des Dachraumes dürfte besonders für kleinere Bauten sehr gute Raumwirkung mit sparsamster Kubatur verbinden, sodass man das einmal versuchen sollte (Abbildungen 1 und 2). Dann wird sich sehr wahrscheinlich zeigen, dass sich diese Anordnung mit der raffinierten Lichtführung in den hohen Altarraum selbst für mittlere und grosse Bauten eignet, wie sie in den Abbildungen 3 bis 8 vorgeschlagen werden — wobei wir die Einzelheiten auf sich beruhen lassen.

Wir entnehmen noch der Baubeschreibung des Architekten folgendes: Unbedingte Dominante ist der Chor, der Ort des Heiligtums; er ist dem Schiff gegenüber ausgezeichnet durch seine Höhenentwicklung. Davor (Abb. 5) liegt der Vorchor, mit der Kommunionbank und den Seitenaltären; während im Chor die Messe zelebriert wird, tritt im Vorchor, eben in der Kommunion, das Priestertum mit dem Laientum in Beziehung: der Vorchor ist also in räumlicher wie in ritueller Hinsicht vermittelndes Zwischenglied zwischen Altarraum und Schiff. Gegen Westen folgen Kanzel und Schiff, als Ort des Lehramtes. Dabei wird die Vorherrschaft des Altarraumes durch das Ansteigen der Schiffdecke wirksam unterstützt; auch akustisch dürfte diese Raumform günstig sein. In der nach aussen hervortretenden Orgelempore findet das abschüssige Pultdach des Schiffes seinen Haltepunkt, zugleich ergibt diese Empore eine innere Vorhalle von geringer Höhe, die einen starken Kontrast und die wirkungsvolle Vorbereitung zum hohen Hauptraum abgibt.

P. M.

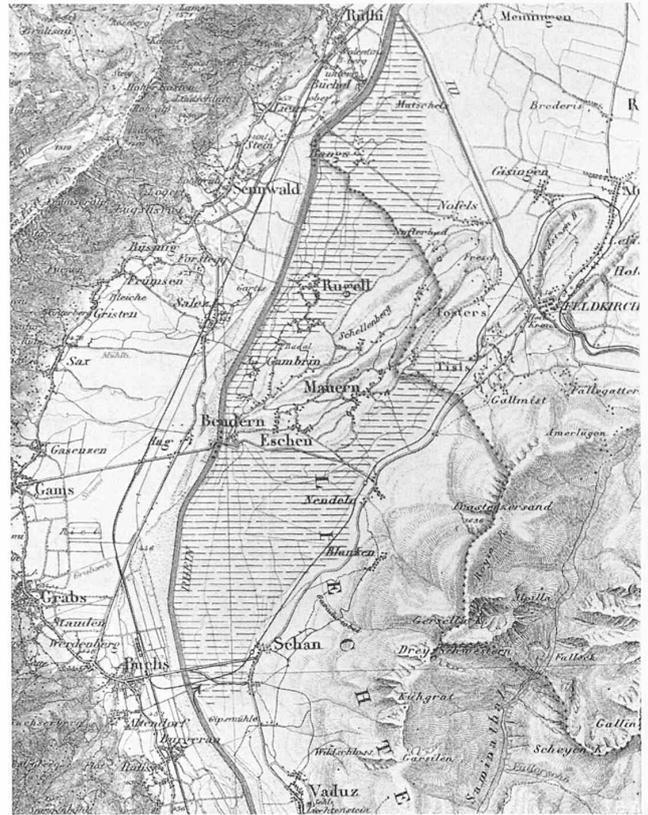


Abb. 1. Uebersichtskarte 1 : 150000 des Ueberschwemmungsgebietes.

Zur Rhein-Hochwasserkatastrophe vom 25. September 1927.

Die Hochwasserkatastrophe, die in den letzten Septembertagen auch über das Land Liechtenstein hereingebrochen ist, gehört zu den grössten, die die Leidensgeschichte des Rheintales kennt. Der Einbruch erfolgte diesmal am rechten Ufer, und zwar ziemlich weit oben knapp oberhalb der Eisenbahnbrücke der Arlberglinie Buchs-Feldkirch-Innsbruck, und hatte in erster Linie die Zerstörung des rechtsufrigen Brückenteils und des anschliessenden Bahndammes zur Folge. Der Dammbbruch erweiterte sich rasch bis auf eine Länge von schätzungsweise 250 m, sodass sich während dem Hochstand des Wassers von schätzungsweise 3000 m³/sek der grösste Teil des Zuflusses, und nach dem Abflauen das gesamte Rheinwasser hemmungslos in das tiefliegende Gelände ergoss, das talwärts gegen den Rheindamm durch den Schellenberg und den Sattel zwischen diesem und den rechtsufrigen Talhängen abgedrosselt ist und unterhalb sich bis zur Ill erstreckt (Abb. 1 und 2).

Die für die Rheinebene vom Bodensee bis gegen Sargans typischen topographischen Verhältnisse veranschaulichen die beiden Talquerprofile Abbildungen 3 und 4. Es geht daraus hervor, dass der

Rhein seit der Fixierung seines Laufes zwischen Parallelwerken, d. h. seit ungefähr 100 Jahren¹⁾, infolge zu geringen Gefälles sein Bett immer mehr erhöht hat, sodass jetzt seine Sohle hoch, stellenweise 7 bis 9 m über dem beidseitigen Gelände liegt. Aus diesem Grunde muss jeder Dammbbruch katastrophale Wirkung haben, denn er bedeutet die Entleerung der ganzen Wasserführung in das betreffende Hinterland. Diesmal hat es das liechtensteinische Gebiet betroffen; unterhalb der Buchser Brücken bis gegen Barenden kann zur Zeit das Rheinbett trockenen Fusses durchschritten werden, während die ganze, nunmehr fallende Wassermenge ihren Talweg im Kulturland sucht und dort vertieft. An der tiefsten Stelle beim Dorfe Barenden, eingeengt zwischen dem H.-W.-Damm und den Lehnen des Schellenberges, fanden die entfesselten Wassermassen ihren weitem Abfluss und strömten durch das Dorf Rugell in das nördlich des Schellenberges liegende Hinterland, um endlich, vereint mit dem Ill-

¹⁾ Näheres siehe in den Darlegungen von Rheiningenieur † J. Wey in „S. B. Z.“ Band 15 (Januar/Februar 1890, mit histor. Rückblick) und Band 49 (Januar 1907, mit zahlreichen Plänen und Profilen, denen auch Abb. 3 und 4 entnommen sind).

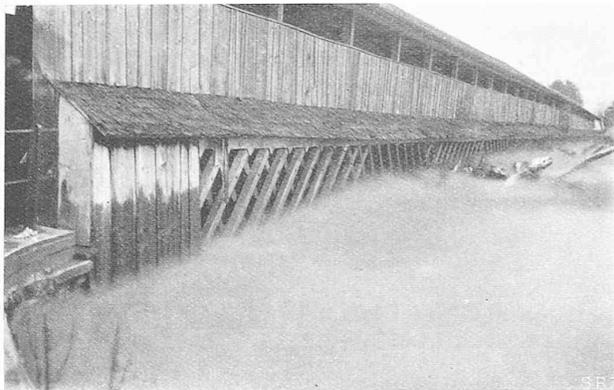


Abb. 6. Strassenbrücke bei Buchs, im H.-W.-Schwall 25. Sept. abends.



Abb. 7. Die Reste der Brücke am rechten Ufer des entleerten Rheinbettes.

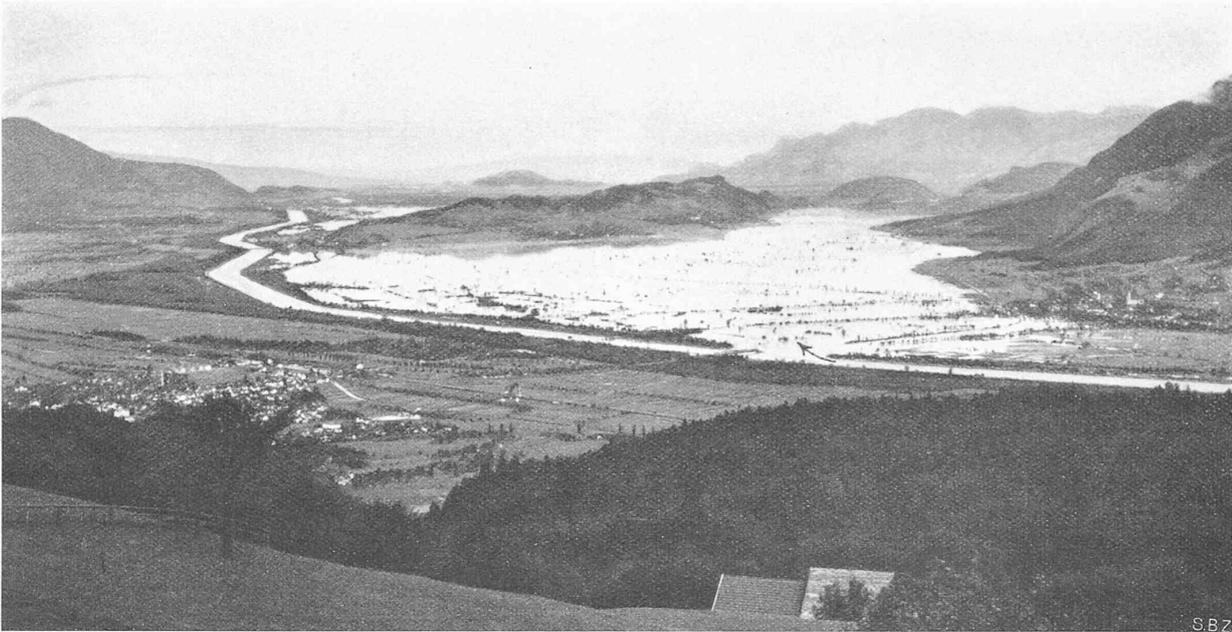
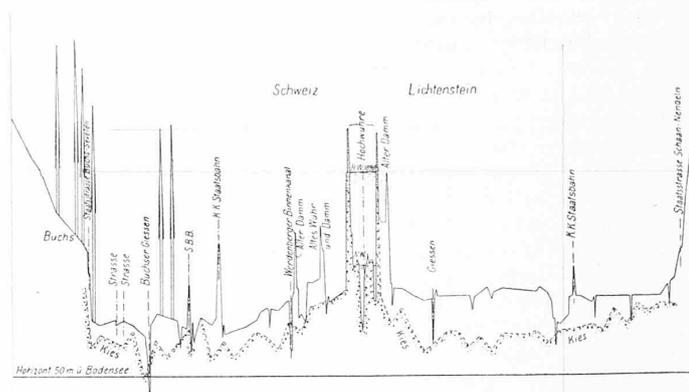
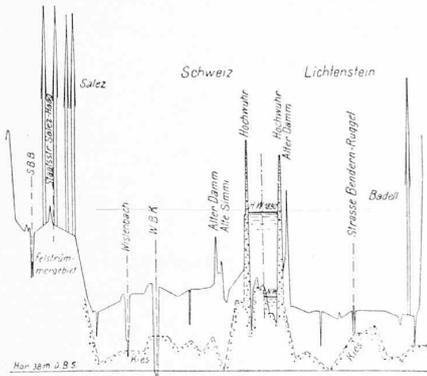


Abb. 2. Uebersicht des Liechtensteinischen Ueberschwemmungsgebietes, Ende September 1927 (gegen Nordosten gesehen).
Am Bildrand links Buchs, rechts Schan, dazwischen die Durchbruchstelle des Rheins (der Pfeil) bei der rechtsufrig eingestürzten Eisenbahnbrücke.



Typische Talquerprofile: Abb. 3 bei Salez zwischen Bendorf und Rugell und Abb. 4 bei Buchs. — Längen 1 : 30 000, Höhen 1 : 300. (Aus „S.B.Z.“ vom 5. Jan. 1907.)

Fluss, etwa 16 km unterhalb der Einbruchsstelle wieder in das Rheinbett zurückzugelangen. Das geringe Durchflussprofil beim Dorfe Bendorf bewirkte eine starke Stauung im obren Ueberschwemmungsgebiete. Es wurde daher an dieser Stelle der intakte rechtsufrige Rheindamm gesprengt, wodurch eine rasche und wirksame Spiegel-senkung und eine Entlastung der bedrohten Siedelungen erreicht wurde (Abbildung 5). Diese Massnahme konnte aber nicht verhindern, dass die noch zwischen Rheindamm und Schellenberg abfliessenden Wassermassen die dortigen landseitigen Dammböschungen unter-

spülten, was zu weitem Dammböschungen führte, sodass der rechtsufrige Rheindamm nunmehr an vier Stellen durchbrochen ist.

Sowohl bei der hölzernen Strassenbrücke Buchs-Schan wie bei der etwa 300 m oberhalb den Rhein übersetzenden eisernen Brücke der Oesterreichischen Bundesbahnen liegt die Fahrbahn ungefähr in Höhe der H.-W.-Dammkronen, sodass bei dem rapiden Steigen des Wasserspiegels bei beiden die Unterkante zum Eintauchen kam, noch ehe die H.-W.-Dämme überflutet wurden (Abb. 6 und 7). Sonntag Mittag 13 Uhr erreichte das Wasser die Auflager der Eisenbahnbrücke; um 15 Uhr passierte der letzte Zug die Brücke „im Schritt“, da das Wasser bereits Holzteile auf das Geleise warf. Um 18 Uhr wurde der Zustand bedrohlich, indem der Rhein von zehn zu zehn Minuten um je 6 bis 7 cm weiterstieg, Baumstrünke in das Fachwerk klemmte und auf der Fahrbahn Holzaufsichtungen bis zu 1 m Höhe bewirkte (Abb. 8, S. 208). Kurz vor 19 Uhr wich die Holzbrücke dem Staudruck; eine Stunde später, um 19⁵⁰ Uhr, wurde plötzlich ein starkes Fallen des Wassers beobachtet: der rechtsufrige Damm war im Staubereich der Eisenbahnbrücke überströmt, hinterspült und durchbrochen (Abb. 9 bis 12). Das schweizerische H.-W.-Wuhr war bis an 0,4 m unter Kronenhöhe eingestaut; es ist etwas höher als das rechtsufrige (Abbildung 4). Die Hauptflutwelle, deren Maximum am Sonntag (25. September) am Pegel Reichenau um 18 Uhr mit + 8,30 m steigend, d. h. etwa 5 m über M.-W., abgelesen wurde, muss die ungefähr 50 km stromabwärts liegende Durchbruchsstelle bei Buchs (dieselbst $J = \text{rd. } 29/100$) in den ersten Nachtstunden vom Sonntag auf den Montag erreicht haben. Am Pegel Reichenau sank der Wasserspiegel am 25. Sept. von 18 h bis 24 h um 2,10 m.

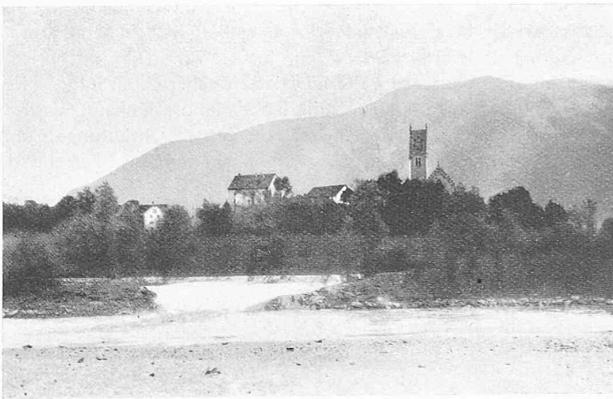


Abb. 5. Rheindamm-Sprengung bei Bendorf, zwecks Stausenkung.

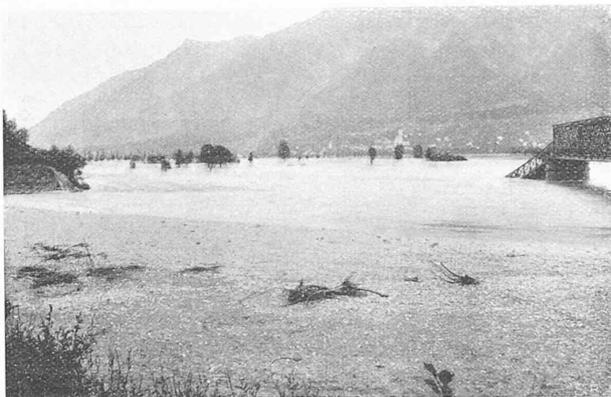


Abb. 12. Das Abfallen des Wassers aus dem (jetzt trockenem) Rheinbett nach dem tieferliegenden Hinterland am untern Ende des Durchbruchs.

Die eiserne Rheinbrücke besitzt zwei Stromöffnungen von je 69 m Stützweite und zwei Seitenöffnungen von je 31 m, deren Widerlager, wie die Strompfeiler, pneumatisch bis etwa 2 m unter Rheinsohle fundiert sind. Das rechtsufrige Widerlager war, wie aus den Höhenverhältnissen (Abbildung 4) leicht zu verstehen, alsbald unterspült, und der betreffende Brückenteil stürzte landseitig ab (Abb. 10); er ist nicht mehr zu gebrauchen. Der in den Abbildungen 9 bis 12 sichtbare, jetzt ringsum blossgelegte, rechtsufrige Pfeiler des Hauptträgers stak im rechtsufrigen H.-W.-Damm; der abgestürzte Nebenträger überbrückte bereits rückwärtige Entwässerungsgräben. Der stehengebliebene Ueberbau der Brücke hat anscheinend nicht stark gelitten; immerhin zeugen verkrümmte Stehbleche, abgeschlagene Geländerstangen u. dergl. von der erheblichen Rammwirkung der antreibenden Hölzer, deren Menge von Augenzeugen auf 1 bis 2 m³ pro m Flussbreite geschätzt wurden; man hätte bei ruhigem Wasser trockenen Fusses darüber gehen können.

Mittlerweile hat sich die Hochwasserwelle verlaufen. Es bedarf aber energischer Arbeit, um bis zu den kritischen Frühjahrswasserständen die Lücken zu schliessen und den Rhein wieder in sein altes Bett zurückzudrängen, und es ist denn auch unter der tatkräftigen und zielbewussten Führung der Rheinbauleitung in Rorschach, die auf Ansuchen der Liechtensteinischen Regierung die Organisation der Rekonstruktionsarbeiten in die Hand genommen hat, bereits zwei Tage nach dem Einbruch damit begonnen worden. Eine äusserst wertvolle Unterstützung bedeutete dabei die Mitarbeit von schweizerischen technischen Truppen, die auf Anordnung des schweizerischen Bundesrates von dem Sappeur-Bataillon 6 (Major F. Fritzsche, Ingenieur, Zürich) dem Hilfswerk zur Verfügung gestellt worden sind. Ferner hat ein Detachement des Pontonier-Bataillons 3 (Major A. Walther, Ingenieur, Zürich), das auf dringendes Ansuchen der Liechtensteinischen Regierung unverzüglich aufgegeben wurde, sich an den Rettungsarbeiten im überschwemmten Rugell mit grösster Aufopferung beteiligt, und es ist seinem Eingreifen die Rettung aller 88 in den Obergeschossen ihrer Häuser bedrohten Einwohner und eines Grossteils von Viehstand und Habe zu verdanken. Es sei darum auch an dieser Stelle unserer Truppen rühmend gedacht.

Näheres über die Ursachen der Katastrophe, sodann über die Zusammenhänge der meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse, insbesondere die Vergleiche mit den Katastrophenwässern früherer Jahre, wie auch eventuell notwendig erscheinende Massnahmen zur Behebung und Verhütung ähnlicher Katastrophen, hoffen wir, in Mitarbeit der zuständigen Fachleute in einem weitem Artikel bringen zu können. Die Arlberglinie Buchs-Feldkirch soll, wenn keine Störungen eintreten, bis zum 1. Dezember wieder fahrbar gemacht werden. Hierzu werden die Oesterreichischen Bundesbahnen, unterstützt durch die Schweizerischen Bundesbahnen, vom stehengebliebenen Brückenpfeiler weg bis zum erhaltenen Bahndamm Richtung Schan eine 300 m lange Notbrücke erstellen mit vier Ersatzbrücken-Fachwerkträgern System Roth-Wagner zu je 45 m und sechs schweizerischen Ersatzbrücken-Blechträgern von je 20 m Länge (Ersatzbrücken der S.B.B.). Es erfordert auch dieser beschleunigte Notbrückenbau die Anspannung aller Kräfte.

In einem weitem Abschnitt wollen wir die Hochwasserschäden im Bündner Oberland schildern.

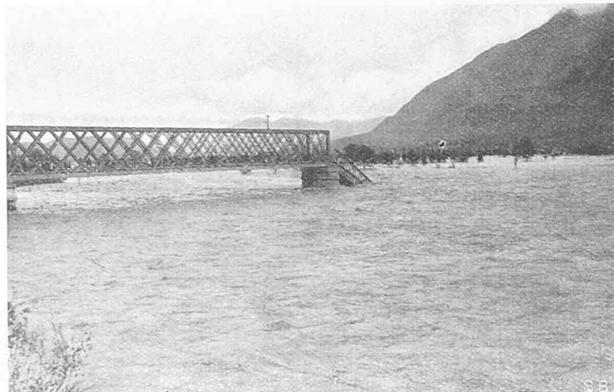


Abb. 11. Rechtsseitige Stromöffnung (69 m) der Eisenbahnbrücke Buchs-Schan, Nebenträger (31 m) landseitig abgestürzt nach Unterspülung des Widerlagers.



Abb. 8. Die Eisenbahnbrücke im H.-W. am Abend des 25. Sept. 1927.

Die chemischen Ursachen von Betonzerstörungen durch Grundwässer und Böden.

Aus dem Diskussionsbericht Nr. 4 der Eidgen. Materialprüfungsanstalt.

[In früheren Mitteilungen haben wir über die von Prof. Roß, dem derzeitigen Direktor der E. M. P. A., angeregte Reorganisation unserer einheimischen Materialprüfungsanstalt¹⁾ und von ihrer bisherigen Tätigkeit im Lauf der letzten drei Jahre berichtet²⁾. Es sind auch die beiden ersten Diskussionsberichte über „Die zukünftigen schweizerischen Normen für Bindemittel auf Grundlage von Untersuchungsergebnissen der E. M. P. A. in den Jahren 1922 bis 1924“ und „Der neue deutsche hochwertige Baustahl St 58“ hier im Wortlaut erschienen³⁾, und den Diskussionsbericht Nr. 3 über „Festigkeitsuntersuchungen an Transportflaschen für komprimierte Gase als Grundlage für ein neues Regulativ“ haben wir im Auszug wiedergegeben⁴⁾. Doch konnten seither wegen Raummangel die reichhaltigen und wertvollen Tätigkeitsergebnisse unsern Lesern nicht laufend bekanntgegeben werden. Da es uns aber von besonderem Werte erscheint, dass die Forschungsergebnisse unserer Materialprüfungsanstalt in erster Linie durch einheimische Fachblätter der Technikerschaft übermittelt werden, fahren wir heute mit orientierenden Auszügen aus den weitem Diskussionsberichten fort. Red.]

Durch das kantonale zürcherische Meliorationsamt wurde im Herbst 1922 eine grössere Anzahl von Zementrohrleitungen untersucht. Dabei zeigte sich, dass von 41 Leitungen 15 mehr oder weniger starke Schädigungen aufwiesen. Diese Erscheinungen führten zu eingehenden Untersuchungen im Auftrage der Kommission zur Untersuchung des Verhaltens von Zementrohren in Meliorationsböden (K. Z. M.), worüber Dr. H. Gessner, Ingenieur-Chemiker, im vorliegenden Héft Bericht erstattet. Es ist von Wichtigkeit, zuerst auf die neuern Anschauungen über die Konstitution und die Chemie

¹⁾ S. Band 86, Seite 10 (4. Juli 1925).

²⁾ S. Band 88, Seite 73 (21. Juli 1926) und Band 89, Seite 318 (11. Juni 1927).

³⁾ S. Band 85, Seite 315 (20. Juni 1925) bezw. Band 86, Seiten 43 und 55 (25. Juli und 1. August 1925).

⁴⁾ S. Band 87, Seite 269 (22. Mai 1926).

DER RECHTSUFRIGE RHEINDURCHBRUCH BEI DER EISENBAHNBRÜCKE DER LINIE BUCHS-FELDKIRCH.



Abb. 10. Landöffnung rechts, nach Ablauf des H.-W. flussaufwärts 4, abwärts 2 von 9 Feldern eingesandet.

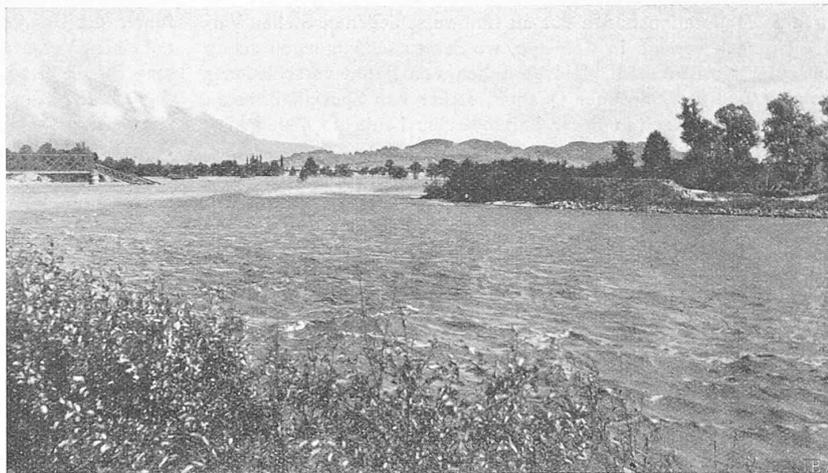


Abb. 9. Rechts die rasch verstopfte erste Bresche im rechtsufrigen Hochwasserdamm, in der Mitte der grosse Durchbruch vom 25. September, 1934 Uhr.

des Abbindens des Zementes einzutreten. Nach Kühl ist die chemische *Zusammensetzung des Zementes* (Bruttoanalyse) die folgende:

Si O ₂	18 bis 26%	Mg O	1 bis 5%
Al ₂ O ₃	4 bis 12%	SO ₃	0,5 bis 2,5%
Fe ₂ O ₃	2 bis 5%	S	0,0 bis 1,0%
Ca O	58 bis 66%	Na ₂ O }	0,5 bis 5,5%
Mn O	0 bis 3%	K ₂ O }	

Es wird verlangt ein hydraulischer Modul von

$$\frac{\text{Prozent CaO}}{\text{Proz. (Si O}_2 + \text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe}_2 \text{O}_3)} = \frac{2,1 \text{ bis } 2,2}{1}$$

und ein Silikat-Modul von

$$\frac{\text{Prozent Si O}_2}{\text{Proz. (Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe}_2 \text{O}_3)} = \frac{1,8 \text{ bis } 3,5}{1}$$

Die Zusammensetzung des Klinkers ist noch nicht völlig abgeklärt. Wesentlich ist, dass im gebrannten Zement ein kalkreiches Kalziumsilikat fein kristallisiert, in einer glasigen Grundmasse zerteilt, vorliegt. Wahrscheinlich handelt es sich um Trikalziumsilikat 3 Ca O · Si O₂, das die Eigenschaft besitzt, auf Wasserzusatz hin in Monokalziumsilikat und freies Kalziumoxyd (das mit Wasser sofort in Hydroxyd übergeht) zu zerfallen. Die andern Bestandteile des Klinkers sind von mehr untergeordneter Bedeutung, hingegen ist es von Wichtigkeit, die Vorgänge beim Abbinden des Zementes, also beim Wasserzusatz zum Klinker, zu kennen. Das kalkreiche Silikat verliert einen Teil seines Kalziums und geht in Monokalziumsilikat über; das frei gewordene Kalzium bleibt zum Teil als Hydroxyd frei in Lösung, während es zum andern Teil mit der vorhandenen Tonerde in Kalziumaluminat übergeht. Diese beiden Verbindungen beginnen sich nach einiger Zeit in mikroskopisch sichtbare Kristalle auszuscheiden, während das Monokalziumsilikat sich in Form einer Gelmasse ausscheidet, in der die ultramikroskopisch kleinen Teilchen eine Kristallform nicht erkennen lassen. Der Vorgang der Gelatinierung dürfte in der Weise geschehen, dass durch Wasseraufnahme von noch nicht abgebindenem Klinker die nächstliegenden freien Kalziumsilikat-Teilchen koagulieren und infolge ihrer Nadelgestalt zum Gel erstarren. Die schon auskristallisierten Kalziumhydroxyd- und Kalziumaluminat-Teilchen werden in diese Masse eingebettet. Die Phase der Gelatinierung entspricht dem Abbinden des Zementes. Es folgt die Erhärtungszeit, während der die Teilchen des wasserreichen Gels einen Teil ihres Wassers an noch vorhandene unabgebundene Klinkerteilchen abgeben. Der Endzustand wäre ein vollständig durchhydratisiertes Kalziumsilikat-Gel. Dieser Zustand wird aber praktisch nie erreicht, indem aller erhärteter Zement, fein gemahlen, wieder abbindefähig ist. Es muss daher das die unabgebundenen Klinkerteile umhüllende Gel derartig dicht werden, dass ein weiterer Wasseraustausch nicht mehr erfolgen kann. Während der Erhärtungsperiode geht der freie Kalkhydrat durch Kohlensäure-Aufnahme in Kalziumkarbonat über, ein Prozess, der wegen der Volumenvermehrung von 43% des vorhandenen Hydroxydes, für die Festigkeit des Zementes normalerweise sehr günstig ist.

Die Widerstandsfähigkeit des Zementes gegen chemische Einflüsse ist nun in erster Linie abhängig von den chemischen Eigenschaften seiner Komponenten. Das ganze System reagiert wegen des immer vorhandenen freien Kalziumhydroxyds alkalisch; dabei ist zu bedenken, dass es sich überhaupt nur unter einer alkalischen Reaktion bilden konnte, und dass jede Reaktionsänderung auf das ganze System wirken muss. Nur die schon früher erwähnte grosse Dichte des die Klinkerteilchen umhüllenden Gels ist der Grund der Widerstandsfähigkeit des reaktionsfähigen Gemisches und seiner Anwendungsmöglichkeit als Mörtel. Stoffe, auf die das System reagiert, und die als zementgefährlich bezeichnet werden müssen, sind:

		Vorkommen:	Wirkung durch:
1. <i>Starke Säuren:</i>	Salzsäure Schwefelsäure Salpetersäure	In der Natur nicht vorhanden, in Abwässern d. Industrie	Weglösen sämtlicher Zementbestandteile
2. <i>Schwache Säuren:</i>	Kohlensäure in hohen Konzentrationen, saurer Humus	In sauren Böden, Hochmoor, oft in Torf, saure Grundwässer	Weglösen des Si O ₂ , CO ₂ wird übermässig angelagert. Saure Böden lösen Ca O ₃ und Ca O
3. <i>Säuren aus scheinbar neutralen Böden, durch Neutralisationslösungen frei werdend</i>		Moore, Seen-Verlandungen, Torf, humose Lehme	Wirkung gleich wie unter 2
4. <i>Sulfate:</i>	Gips, Bittersalz, Alkalisulfate	Flachmoore, seltener Mineralböden; Rauchgase	Gipstreiben durch Bildung von Kalziumsulfaluminat
5. <i>Magnesium-Salze:</i>	Magnesiumkarbonat, Bitterwasser	Mineralböden (Kalklehme)	Magnesiumtreiben, event. durch Basenaustausch, nicht abgeklärt

Die obigen Angaben sind im Bericht noch wie folgt ergänzt: *Saure Humusstoffe* in schwach sauren Böden oder in scheinbar neutralen Böden vermögen Beton zu schädigen. Die Säurewirkung wird durch Zutritt von Neutralsalzlösungen durch H-Ionen-Austausch verstärkt. Die Wirkung auf Beton besteht in einer starken Zersetzung des Kalziumsilikates, einem Weglösen des Karbonates und des Hydroxydes und einem Weglösen der Sulfate. Die Säurewirkung wurde in Böden beobachtet, sobald der Säuregrad nach Baumann-Gully über 20 betrug; der Wasserauszug der Böden konnte noch vollkommen neutral reagieren.

Die *Sulfatwirkung* auf Beton zeigte sich in einer starken Anreicherung an SO₃ in den zerstörten Zonen des Beton. Zerstörungsfälle wurden beobachtet in Flachmoortorfen mit 0,3 bis 1,5% SO₃ (im Salzsäureauszug bestimmt). Im Wasserauszug derartiger Böden lösen sich aus 100 g Boden in 1 l Wasser 0,5 bis 1 g SO₃.

Die vermutete *Magnesiumwirkung* konnte insofern festgestellt werden, als in sämtlichen Böden, die mehr als 2,0% Mg O im Salzsäureauszug ergaben, Zementschädigungen festgestellt werden konnten. Die Beton-Analysen ergaben nur eine sehr geringe Mg O-Aufnahme in den zerstörten Zonen. In hochkonzentrierten Mg-Salzlösungen nimmt der Beton wesentliche Mengen Mg auf und wird zerstört. Ueber die Wirkung der magnesiumhaltigen Böden müssen erst noch