

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	89/90 (1927)
Heft:	16
Artikel:	Die chemischen Ursachen von Betonzerstörungen durch Grundwasser und Böden: aus dem Diskussionsbericht Nr. 4 der Eidgen. Materialprüfungsanstalt
Autor:	N.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-41790

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

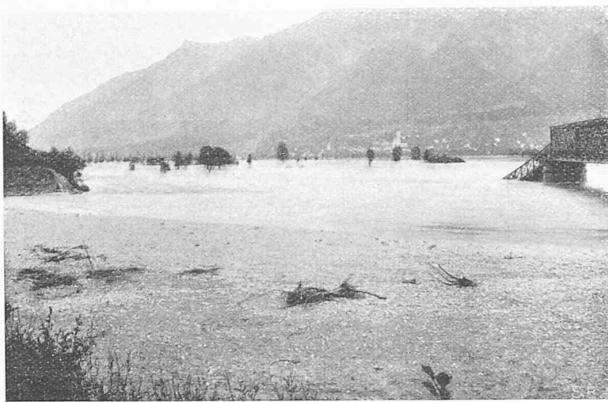


Abb. 12. Das Abfallen des Wassers aus dem (jetzt trockenen) Rheinbett nach dem tieferliegenden Hinterland am unteren Ende des Durchbruchs.

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 Frühjahrs-wasserständen 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 aufgeboten 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 weiteren Artikel bringen zu können. Die Arlberglinie Buchs-Feldkirch soll, wenn keine Störungen eintreten, bis zum 1. Dezember wieder fahrbar gemacht werden. Hierzu werden die Österreichischen Bundesbahnen, unterstützt durch die Schweizerischen Bundesbahnen, vom stehengebliebenen Brückepfeiler 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 weiteren Abschnitt wollen wir die Hochwasserschäden im Bündner Oberland schildern.

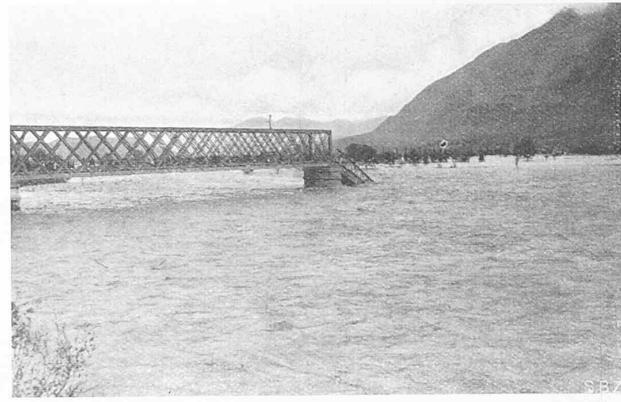


Abb. 11. Rechtssitzige Stromöffnung (69 m) der Eisenbahnbrücke Buchs-Schan, Nebenträger (31 m) landseitig abgestürzt nach Unterspülung des Widerlagers.



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. Roš, 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 Raumangst 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 weiteren 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 Zementröhren in Meliorationsböden (K. Z. M.), worüber Dr. H. Gessner, Ingenieur-Chemiker, im vorliegenden Heft 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 (24. Juli 1926) und Band 89, Seite 318 (11. Juni 1927).

³⁾ S. Band 85, Seite 315 (20. Juni 1925) bzw. 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.

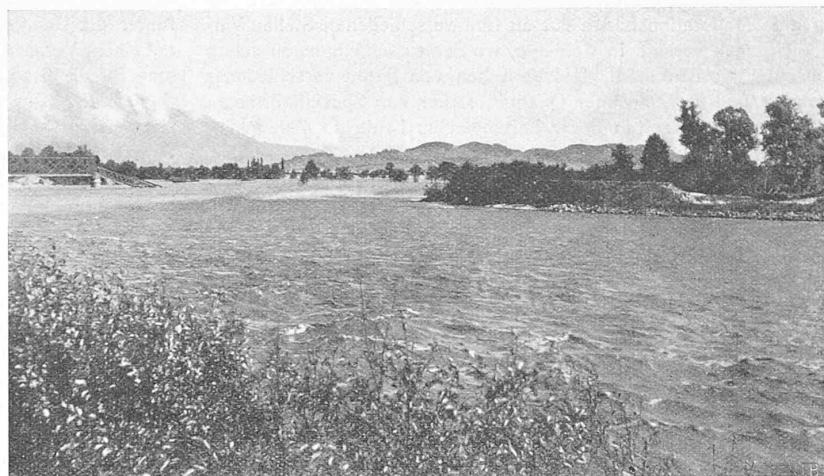


Abb. 9. Rechts die rasch verstopfte erste Bresche im rechtsufrigen Hochwasserdamm, in der Mitte der grosse Durchbruch vom 25. September, 19 3/4 Uhr.

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

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

und ein Silikat-Modul von

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

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 im 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 abgebundenem Klinker die nächstliegenden freien Kalziumsilikat-Teilchen koagulieren und infolge ihrer Nadelgestalt zum Gel erstarrten. Die schon auskristallisierten Kalziumhydroxyd- und Kalziumaluminat-Teilchen werden in diese Masse eingebettet. Die Phase der Gelatinierung entspricht dem Abbinden des Zementes. Es folgt die Erhärtingszeit, 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 Erhärtingsperiode 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. Starke Säuren:	Salzsäure Schwefelsäure Salpetersäure	In der Natur nicht vorhanden, in Abwässern d. Industrie	Weglösen sämtlicher Zementbestandteile
2. Schwache Säuren:	Kohlensäure in hohen Konzentrationen, saurer Humus	In sauren Böden, Hochmoor, oft in Torf, saure Grundwässer	Weglösen des Si O ₂ , CO ₂ wird übersäsig angelagert. Saure Böden lösen Ca CO ₃ und Ca O
3. Säuren aus scheinbar neutralen Böden, durch Neutralsalzlösungen frei werdend	Moore, Seen-Verlandungen, Torf, humose Lehme		Wirkung gleich wie unter 2
4. Sulfate:	Gips, Bittersalz, Alkalisulfate	Flachmoore, seltener Mineralböden; Rauchgase	Gipstreiben durch Bildung von Kalziumsulfatoaluminat
5. Magnesium-Salze:	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. Über die Wirkung der magnesiumhaltigen Böden müssen erst noch

weitere Untersuchungen die Frage abklären. Mit Bestimmtheit können noch keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden.

Die Kommission zur Untersuchung des Verhaltens von Zementröhren in Meliorationsböden hat an fünf verschiedenen Stellen Versuchsleitungen verlegt, in Gebieten, wo Zementschädigungen schon beobachtet worden sind. Das Verhalten von Beton verschiedener Mischung und verschiedener Qualität, ferner von Spezialfabrikaten und Schutzmitteln, soll in diesen Leitungen im Laufe der Zeit genau untersucht werden.

*

Ueber die Widerstandsfähigkeit des Beton gegen chemische Einflüsse der Böden und Grundwässer enthält der erwähnte Diskussionsbericht einen Beitrag von Prof. + Bruno Zschokke. Der Verfasser gibt darin die Resultate von Untersuchungen im bakteriologischen Laboratorium der E. T. H. bekannt. Nach diesen lassen sich in angegriffenen Zementröhren aus Meliorationsgebieten eine grosse Anzahl Bakterien feststellen und zudem eine Zunahme der Anzahl der Arten und Individuen mit fortschreitendem Zersetzungsgang des Zementes. Gewisse Stoffwechselprodukte eines Teiles der gefundenen Arten sind sauer und müssen daher mit dem Zement in Reaktion treten. Es gelang denn auch, auf sterilisierten Zement- und Kalkproben Mikroorganismen zu züchten und Angrifferscheinungen (Anätzungen) deutlich festzustellen. Es ist daher mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass bei gewissen Zerstörungsscheinungen am Beton neben den rein chemischen Reaktionen auch Mikroorganismen mitwirken, doch konnte nicht festgestellt werden, ob die Tätigkeit der Bakterien allein genügt, um Zementzerstörungen herbeizuführen.

Was nun die Mittel zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Beton anbelangt, liegen über dessen Behandlung mit Schutzmitteln und Anstrichen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor, um abschliessende Urteile fällen zu können. Eine vermehrte Sicherheit gibt ein dichter Beton, der den angreifenden Lösungen die geringsten Angriffsflächen bietet, jedoch kann die Betonqualität nur einen Einfluss auf die Geschwindigkeit, nicht aber auf deren Richtung ausüben. Es ist daher die Frage wichtig, ob durch möglichst hohe Betondichtigkeit die Reaktionsgeschwindigkeit so weit herabgesetzt werden kann, dass die chemische Einwirkung belanglos wird. Zur Abklärung dieser Frage hat die E. M. P. A. einige Versuche eingeleitet mit in Gipslösungen gelagerten Probekörpern aus verschiedenen schweizerischen Portlandzementen und aus Tonerdezement in Mischungsverhältnissen von 1:2, 1:4, 1:6 und 1:8; erst die Probekörper mit dem Mischungsverhältnis 1:8 zeigen deutliche Spuren eines Angriffes. Ferner wurden von der K. Z. M. in Böden, in denen Leitungsbeschädigungen schon beachtet wurden, verschiedene Versuchsleitungen verlegt, darunter auch solche mit dem aus Bauxit hergestellten sog. Tonerde- oder Elektrozement (Ciment fondu); dieser ist wegen den anderweitig in gipshaltigem Wasser gemachten günstigen Erfahrungen von besonderem Interesse, doch können wegen der noch zu kurzen Beobachtungszeit keine endgültigen Urteile gefällt werden.

Wenn nun auch Zerstörungen von im Boden eingebauten Zement-Bauwerken im Verhältnis zu dem gewaltigen Anwendungsbereich des Betonbaues als gering bezeichnet werden können, so bedeuten sie in einzelnen Fällen doch grosse Wertverluste, sodass immer wieder eindringlich auf die Wichtigkeit und Notwendigkeit von Bodenuntersuchungen des Standortes grosser Bauwerke hingewiesen werden muss.

N.

Mitteilungen.

Die selbsttätige Zugsicherung für die Berliner Stadtbahn erläuterte in der Deutschen Masch.-techn. Gesellschaft Dr.-Ing. Gläsel von der Reichsbahndirektion Berlin. Aus Anlass der Elektrifizierung der Berliner Stadtbahn, die in vollem Gange ist, wird die selbsttätige Zugsicherung eingerichtet. Dabei ist die Grundstellung der Signale künftig „Frei“, nicht mehr „Halt“. Der Zug, der am Fahrzeug vorbei ist, stellt dieses durch elektrische Beeinflussung auf Halt und hält es fest, bis er die betr. Blockstrecke wieder verlassen hat; dann geht das Signal von selbst wieder auf Freie Fahrt. Alle Signale werden als bewährte Lichtsignale ausgeführt, die links vom Gleise stehen. Schnellbahnbetrieb mit 90 Sekunden Zugfolgezeit erfordert ziemlich kurze Blockstrecken (von 500 bis etwa 100 m herab). Dann aber ist es zweckmäßig, den Zugführer an jedem Signal nicht nur über den Zustand der ersten, sondern auch noch

der zweiten Blockstrecke zu unterrichten. Da bei selbsttätiger Zugsicherung die Möglichkeit fehlt, dem Zuge auf der Strecke schriftlichen oder mündlichen Fahrbefehl zu geben, muss zudem der Zugführer die Befugnis erhalten, z. B. bei Blockstörung, am Haltsignal auf eigene Verantwortung vorbeizufahren. Aus diesen Gründen wählte man für die Stadtbahn das dreibegriffige Signal und schuf folgende Signalbilder (Doppellichtsignale mit zwei Lichtern in gleicher Höhe):

Grün + grün = erste und zweite Blockstrecke hinter dem Signal frei. Bedeutung für den Führer: völlig frei.

Grün + gelb = erste Blockstrecke frei, zweite besetzt. Bedeutung für den Führer: zunächst frei, am nächsten Signal aber ist Halt zu erwarten, Vorsicht.

Gelb + gelb = Halt, bzw. auf eigene Verantwortung langsam vorrücken.

Rot als unbedingtes Halt ist zur Deckung der Stationen beibehalten worden. Bei Blockstörung ist hier, nach wie vor, zur Weiterfahrt besonderer Befehl nötig. Er wird durch ein Lichtzeichen am Haltsignal gegeben werden, das aus drei weissen Lichtern in den Ecken eines A besteht und für jeden Zug neu gegeben werden muss.

Alle Signale erhalten außerdem eine mechanisch wirkende Fahrsperrze, die bei Haltstellung des Signals einen Federhebel am Triebwagen umlegt, wodurch die Bremsung des Zuges ohne Zutun des Fahrers herbeigeführt wird. Die Bahnhöfe mit Weichen erhalten zunächst noch halbautomatische Flügelsignale, die vom Blockwärter auf Fahrt gestellt und vom Zug auf Halt gelegt werden. Die Einrichtungen sollen demnächst in „Gläser's Annalen“ eingehend beschrieben werden.

Hölzerne Antennentürme. Die bei Verwendung eiserner Antennentürme unverhältnismässig hohen Energieverluste der Antennen von Radio-Stationen hat zur vermehrten Heranziehung von Holzkonstruktionen geführt, die bereits in langjährigen Verwendungszeiten im allgemeinen den gestellten Anforderungen entsprochen haben. So wurden z. B. an der Sende-Anlage München-Stadelheim, die im Jahre 1926 mit hölzernen Türmen von 72 m Höhe ausgestattet worden ist, Strahlungsmessungen vorgenommen, die eine Verbesserung der nutzbaren Strahlung auf das Dreifache der früheren Anlage mit eisernen Türmen ergab. Diese bisherigen günstigen Ergebnisse führten auch beim neuen Rundfunksender in Königsberg zur versuchswise Anwendung von hölzernen Funktürmen, die nach der „Bautechnik“ vom 2. September 1927 eine Höhe von 80 m haben und somit als die höchsten zur Zeit bestehenden hölzernen Türme angesprochen werden können. Die Ausführung erfolgte nach der Bauweise Meltzer in dem in der nebenstehenden Abbildung ersichtlichen Fachwerksystem. Der statischen Berechnung lag ein Antennennetz von 1000 kg und eine Windbelastung von 300 kg/m², verteilt auf die tatsächliche Fläche, zugrunde. Für die Holzbeanspruchungen waren für Druck 60 kg/cm² und für Zug 100 kg/cm² als zulässig erachtet worden, wobei die grösste Zug- bzw. Druckkraft am Mastfuß 44 bzw. 59 t betrug und ein wagrechter Schub von 42 t auf die Fundamente zu übertragen war. Um Zusatzspannungen in der Holzkonstruktion infolge ungleichmässigen Setzens

der einzelnen vier Fundamente zu vermeiden, erschien es zweckmässig, unter den Fusspunkten eine Stellvorrichtung einzubauen, die es ermöglicht, senkrechte und wagerechte Verschiebungen in gewissen Grenzen auszugleichen. Gegen das Abheben der Fundamente ist eine zweifache Sicherheit vorhanden.

Ueber die Feststellung der wahrscheinlichsten Höchsttemperatur in Wicklungen fertiger elektrischer Maschinen und Transformatoren berichtet Prof. Dr. W. Kummer im Bulletin Nr. 6 (Juni 1927) des Schweizer. Elektrotechnischen Vereins. Angesichts der Unsicherheit, die bei Erwärmungsmessungen an Wicklungen einer

