

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 4

Artikel: Rekonstruktion des Umleittunnels am Pfaffensprung des Kraftwerks Amsteg der SBB
Autor: Redaktion
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53032>

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: 05.07.2025

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

Schalldämmung von 39,1 db, wie sie für die dreischalige Trennwand gemessen wurde und annähernd auch für eine sorgfältig gemauerte, verputzte, 12 cm-Backsteinmauer gilt, ergibt eine Silbenverständlichkeit von 20 %, während die gewöhnliche Türe mit 24,4 db Dämmung eine Silbenverständlichkeit von nahezu 70 % ergibt. Diese Werte stimmen mit der Erfahrung durchaus überein.

Der Frequenzgang der Schalldämmung hat auf die Verständlichkeit wenig Einfluss. Wenn die Verständlichkeit für eine Trennwand mit ebenfalls 39,1 db Dämmung, die aber im Gegensatz zum dreischaligen Muster frequenzunabhängig ist, gerechnet wird, so ergibt sich eine leichte Erhöhung von 20 auf 22 %, was praktisch unbedeutend ist.

Für die Bewertung von Silbenverständlichkeiten gelten ungefähr die folgenden Richtlinien, unter Berücksichtigung des Umstandes, dass ein zusammenhängender Text das Ergänzen nicht verstandener Silben erleichtert:

- 75 bis 100 % sehr gut
- 65 bis 75 % genügend
- unter 60 % ungenügend
- unter rd. 25 % vollkommen unverständlich

Zusammenfassung. Es werden einleitend für einige Typen von Trennwänden in Leichtbauweise die Schalldämmungen gemessen. Anschliessend wird gezeigt, dass auch für die Bewertung von Trennwänden der Begriff der Verständlichkeit eingeführt werden kann, wie dies in der Telephontechnik seit langem üblich ist. Dadurch ergibt sich ein *anschaulicher Bewertungsmaassstab*, da die Silbenverständlichkeit ohne weiteres als einfaches, praktisches Kennzeichen die Eigenschaften der Wand in Beziehung zum täglichen Leben bringt. Im Gegensatz dazu steht die bisherige Angabe der Schalldämmung in db, ein logarithmisches Mass, das den meisten Baufachleuten ungewohnt und nicht geeignet ist, ihnen eine praktische Vorstellung vom tatsächlichen Verhalten der Wand zu vermitteln. Es muss dabei allerdings in Kauf genommen werden, dass die Berechnung der Silbenverständlichkeit die Kenntnis der akustischen Eigenschaften der zu trennenden Räume, sowie der Geräuschlautstärke voraussetzt und dass ausser dem bisherigen Messverfahren noch eine zusätzliche Rechenarbeit erforderlich ist. Trotz diesen Komplikationen, die jedoch prinzipiell keine Schwierigkeiten bieten, scheint die Methode überall da wertvoll zu sein, wo es hauptsächlich auf die Dämmung von Sprache ankommt.

Rekonstruktion des Umleittunnels am Pfaffensprung des Kraftwerks Amsteg der SBB

Zu diesem Aufsatz von Dipl. Ing. K. Seidel¹⁾ erhielten wir von Dipl. Ing. Hans Meyer, Passwangstrasse 54, Basel, über den Bauvorgang an der Einbruchsstelle folgende *Zuschrift*:

«Ing. Seidel schreibt, dass zwei Baumethoden in Frage standen: Ein senkrechter Schacht oder bergmännischer Abbau im Stollen. Diese zweite Methode kam dann zur Ausführung. Wiederholt macht Ing. Seidel aufmerksam auf die grossen Gefahren und Schwierigkeiten, unter denen die Arbeiten auszuführen waren. Diese lagen vor allem im Druck des gestauten Stollenwassers und in der Möglichkeit eines Nach-, d. h. Abrutschens des im Stollen liegenden Schuttes. Beide Momente sind begründet dadurch, dass nicht mit, sondern gegen das Gewicht gearbeitet wurde.

Wenn ich Abb. 10 auf S. 124 betrachte, so frage ich mich, ob diese Arbeiten nicht vielleicht nach folgendem Programm mit weniger Schwierigkeiten und Gefahren (und möglicherweise billiger) hätten ausgeführt werden können: 1. Öffnen des Tunnelgewölbes hinter den Dammbalken, bzw. Schützen. 2. Durch die Öffnung Montage eines Pumpen-Aggregates auf Stollensohle. 3. Auspumpen des Tunnelwassers. 4. Angriff, Freilegung und Schliessung der Einbruchsstelle nur von der Einlaufseite her. 5. Lösen und Verkleinern der festgeklemmten Felsblöcke. 6. Ausräumen, d. h. zum grossen Teil Ausschwemmen des Schuttes im Tunnel.»

Von Ing. Seidel erhalten wir hierzu nachstehende Aeusserung: «Zu diesem auf den ersten Blick einleuchtenden Vorschlag sei folgendes ausgeführt. Das Vorgehen nur von der Einlaufseite her hätte die doppelte Bauzeit erfordert, und, da die während des Abbaues aus Sicherheitsgründen gebotene Tiefhaltung des Staubeckenspiegels im Sommer nicht möglich war, hätte die Einbruchsstelle erst im zweiten Winter geschlossen werden können. Für das Ausschwemmen des Schuttes — nach Lösen und Zerkleinern der Blöcke — wäre demnach erst der darauffolgende zweite Sommer in Frage gekommen. In Anbetracht jedoch des im Aufsatz erwähnten erheblich verschlechterten Zustandes der

Sohle hätte ein Ausschwemmen kaum gewagt werden dürfen. Voraussetzung wäre auch gewesen, dass die Sohle unterhalb der Einbruchsstelle noch vorhanden sei, was indessen ganz unsicher war. Ihre allfällige Wiederherstellung und insbesondere die von Anfang an vorgesehene teilweise Sohlenerneuerung (vgl. Bd. 120, S. 127 rechts Mitte) hätte also erst im dritten Winter ausgeführt werden können. Damit wäre aber gegenüber der tatsächlichen Durchführung der Arbeiten, die im zweiten Winter beendet wurden, nicht nur keine Verbilligung erzielt worden, sondern es hätten auch die Erschwerungen im Betrieb ein ganzes Jahr länger gedauert.

Bei dieser Gelegenheit sei eine Präzisierung angebracht. Die knapp gehaltene Darstellung der Tunnelausräumung liess, wie der Vorschlag Meyers zeigt, den Eindruck aufkommen, als ob zu Beginn des Abbaues des Einbruchkegels noch der volle Druck des oberhalb angestauten Wassers vorhanden gewesen wäre. Das war aber nicht der Fall, indem eine teilweise Absenkung, wie beabsichtigt, während der Ausräumung in den letzten 35 m unterhalb der Einbruchsstelle erreicht werden konnte. Das auf S. 126 unter Ziff. 7 erwähnte «behtusame Ausräumen» dieser bis 1,40 m unter Scheitel mit Geschiebe angefüllten Strecke bestand nach dem Vorschlag des Verfassers darin, dass nicht von unten her tunnelaufwärts, sondern zur Hauptsache auf die ganze Länge gleichmässig von der Oberfläche her abgegraben wurde. Hierbei tiefte man vorerst einen Abzugsgraben schrittweise je 20 bis 30 cm ein, und zwar auf der linken Tunnelseite, wo die kurze Blockstrecke des Einbruchkegels im oberen Teil nicht mit Schutt abgedichtet war. So wurde erreicht, dass der See oberhalb von ursprünglich 3,7 m auf weniger als 2 m Tiefe absank, womit die Durchbruchgefahr wesentlich vermindert war. Wie im Aufsatz erwähnt, gelang es dann nach Erstellung der zweiten Abbaumwand, durch Ausräumen des Schuttes zwischen den Blöcken den See noch weiter auf 1 m Tiefe abzusenken und schliesslich ganz leer zu pumpen.»

Von Ing. Dr. H. E. Gruner, Basel, sind dem Verfasser folgende Aeusserungen zugegangen:

«Beim Durchlesen des Artikels sind mir verschiedene Erwägungen gekommen, von denen ich nachstehend sprechen möchte. Sie schreiben, dass in dem Tunnel bei Hochwasser eine mittlere Geschwindigkeit von 13 m/s herrscht. Gestützt hierauf frage ich mich, ob dabei nicht die zulässige Geschwindigkeit für einen Tunnel überschritten sei. Es entsteht hierdurch ein Druckpotential von 8 bis 9 m, also nahezu von 1 at, und ich habe den Eindruck, dass dadurch nicht nur Saugwirkung, sondern auch Kavitation sich bemerkbar macht. Aus der Saugwirkung und aus der Kavitation erklären sich gewiss die ständig erforderlichen Reparaturen, die zum kleinsten Teil auf schlechte Ausführung zurückgeführt werden dürften. Diese Erwägungen sind für Neuprojektierungen sehr wichtig. Auch an andern ähnlichen Stellen hat man in dieser Hinsicht schon Erfahrungen gemacht. So wurde beim Grundablass des Plessurwerkes die in ausgesuchtem hartem und zähem Gestein ausgeführte Schwelle jeweils in zehn Jahren so ausgewaschen und ausgekolkelt, dass sie sich wieder dringlich reparaturbedürftig zeigt. Man entschloss sich also 1936, den Auslauf mit gusseisernen Abdeckplatten zu schützen, ähnlich wie beim Stauwehr Laufenburg in der Umgebung der Schwelle, und diese Verkleidung scheint sich bis jetzt gut gehalten zu haben.

Man fragt sich ja auch nach Durchlesen Ihres Artikels, ob es nicht vorteilhafter wäre, noch einen zweiten Stollen zu bauen, sodass die Geschwindigkeit auf die Hälfte herabgesetzt und dadurch an Reparaturkosten gespart würde. In dieser Hinsicht sind jedoch Ihre Ausführungen über die Kosten von Bedeutung, denn aus diesen geht hervor, dass trotz den ständigen Reparaturen der schwer belastete Tunnel im Betrieb noch billiger ist als die Erstellung eines zweiten Tunnels, da die Reparaturen schliesslich nur einen kleinen Prozentsatz der Baukosten pro Jahr betragen.»

Hierzu bemerkt Ing. Seidel folgendes:

«Nach dem Herausreissen von Steingruppen in der Tunnelsohle im Jahre 1935 wurde erwogen, ob nicht, ausser der nächstliegenden Anordnung eines Holzbohlenbelages, der von Ing. Gruner erwähnte und dem Verfasser bekannte Sohlenschutz mit Gusseisenplatten wie beim Stauwehr Laufenburg verwendet werden könnte. In Betracht gezogen wurden auch Panzerplatten, die damals von abgetakelten Kriegsschiffen her ziemlich billig erhältlich gewesen wären. Ferner dachte man an satt aneinander gelegte umgekehrte alte Eisenbahnschienen, die ebenfalls ganz billig zur Verfügung gestanden hätten. Man war sich jedoch darüber klar, dass vor allem eine einwandfreie, dichte Unterlage erforderlich gewesen wäre, wozu nach den späteren Erfah-

¹⁾ SBZ Bd. 120, S. 123* (12. Sept. 1942).

rungen die bestehende Sohle hätte entfernt werden müssen. Wie sodann die Bohlen, Platten oder Schienen bei den auftretenden Beanspruchungen, auch im Hinblick auf spätere Auswechslungen, zu befestigen und zu verankern gewesen wären, erschien nicht befriedigend lösbar. Endlich hätte wegen der grösseren Glätte von Holz oder Eisen mit einer grösseren Geschwindigkeit gerechnet werden müssen, womit die Angriffskräfte noch weiter (im Quadrat der Geschwindigkeit) angestiegen wären.

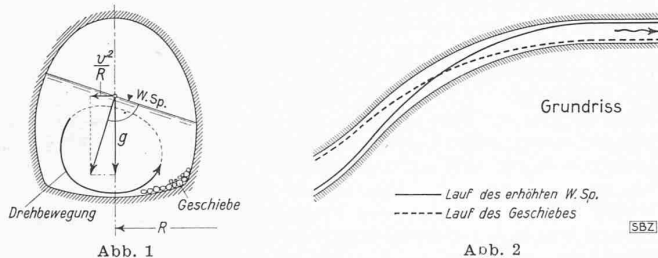
So wurden alle diese Lösungen fallen gelassen, was umso eher gerechtfertigt erschien, als die Aufwendungen für die bestehende Tunnelsohle, wie im Aufsatz dargelegt, in durchaus erträglichen Grenzen liegen. Wie Ing. Gruner zutreffend bemerkt, kam aus dem selben Grunde die ebenfalls erwogene Erstellung eines zweiten Tunnels nicht in Frage.»

*

Prof. Dr. E. Meyer-Peter übermittelte dem Verfasser die folgenden Bemerkungen seines Mitarbeiters Dipl. Ing. R. Müller, Chef der Hydraulischen Abteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.:

«Die Erfahrungen sind hydraulisch vor allem wertvoll in bezug auf die Abnützung der Granitverkleidung infolge des Geschiebetransportes. Die Anordnung des Stollens mit 3‰ Gefälle, das bei Hochwasser Geschwindigkeiten bis 13 m/s zur Folge hat (Rauhigkeitsbeiwert nach Strickler $k \approx 60$), muss nach den gemachten Erfahrungen als unzweckmässig bezeichnet werden. Andererseits kann die untere Grenzgeschwindigkeit für den Transport von nach Korngrösse und Menge gegebenem Geschiebe auf glatter Sohle durch Modellversuche bestimmt werden. Als Beispiel ist zu nennen die Geschieberinne des Kraftwerks Wägital bei der Zentrale Siebnen mit einem Gefälle von 1‰ und mittleren Geschwindigkeiten bis 6,5 m/s. Diese offene Rinne ist mit einem Holzbohlenlängsbelag versehen, der auf Stoss und Schlag durch das Geschiebe infolge seiner Elastizität weniger empfindlich ist als Granit.

Für den beobachteten Verlauf des Abnützungsbandes an Sohle und Wandung längs des Amsteger Stollens ist nicht der schliessende Abfluss als Ursache zu betrachten, sondern die doppelte Krümmung. Die nach links gerichtete Krümmung vor dem Einlauf treibt das schwere Geschiebe infolge der Spiralbewegung des Wassers in der Krümmung (Rechtsdrehung, entstehend aus dem durch die Fliehkraft erhöhten Wasserspiegel auf der Aussen- seite der Krümmung, Abb. 1) nach innen, also nach links. In



der im Tunnel anschliessenden Krümmung nach rechts wird die durch die Einlaufkrümmung erzeugte sekundäre Spiralbewegung vorerst abgebremst und es bildet sich allmählich die entgegengesetzt drehende Spiralbewegung aus. Für diesen Wechsel der Bewegung wird, laut Beobachtung, die ganze Länge der Rechtskrümmung benötigt. Deshalb folgt das Geschiebe zunächst infolge der Einlaufkrümmung, entgegen der normalen Bewegungsart, der Aussenseite der Rechtskrümmung, um erst am Ende derselben auf die rechte Stollenseite zu wechseln (Abb. 2). Die durch die Rechtskrümmung erzeugte Spiralbewegung des Wassers ist bis zum Stollenende noch nicht ganz abgeklungen, sodass sich das Geschiebe bis zur Mündung auf der rechten Stollenseite bewegt. Die Bemerkung, der Wasserspiegel stehe beim Auslauf rechts 10 cm höher als links, ist wohl mit der Blickrichtung gegen die Wasserbewegung zu verstehen. In Fliessrichtung dürfte er links 10 cm höher stehen als rechts und damit die abklingende Spiegelüberhöhung der Rechtskrümmung andeuten.»

*

Hierzu schreibt uns Ing. Seidel:

«Die von Ing. Müller geäusserte Vermutung, dass der Wasserspiegel beim Auslauf in der Flussrichtung links 10 cm höher stehe als rechts, ist zutreffend. Weiter oben muss demnach der Wasserspiegel links erheblich höher stehen: unter der Annahme, dass sich der Einfluss der Linkskrümmung vor dem Einlauf am Ende des grossen Rechtsbogens im Tunnel nicht mehr geltend mache, ergibt die Rechnung hier eine Ueberhöhung von 0,46 m. Ein entsprechend höher reichender Abschiff an der linken

Tunnelwand ist aber nicht eindeutig erkennbar. Im nächsten Sommer soll die Ueberhöhung vermittelst eines abwaschbaren Kalkmilch- oder Farbbandes festgestellt werden.»

*

Damit sei dieser anregende Gedanken- und Erfahrungsaustausch abgeschlossen. Wir danken Kollege Seidel nochmals für die rückhaltlose Veröffentlichung der ungünstigen Erfahrungen, die sich einmal mehr in den Dienst des technischen Fortschritts gestellt hat.

Red.

Allgemeiner Leichtbau und Leichtmetalle

Kurs des S.I.A. am 6. und 7. Nov. 1942 in der E. T. H., Zürich
Berichterstattung von Ing. Dr. TH. WYSS, EMPA, Zürich

5. Leichtbau im Transportwesen

(Schluss von Seite 34)

Dr. sc. techn. MAX KOENIG, Zürich

Der Leichtbau hat sich auch im Transportwesen durchgesetzt, man braucht z. B. nur an die Leichtstahlwagen der SBB¹⁾ zu denken. Es betrifft dies sämtliche Transportmittel zu Wasser, zu Land und in der Luft. Hierbei handelt es sich nicht allein nur um das Sparen an Konstruktionsmaterial, sondern in erster Linie um die Verringerung der Totlast, die ständig mitgeschleppt werden muss. Der dadurch verminderte Kraftaufwand bewirkt eine wesentliche Senkung der Betriebs- und Unterhaltskosten. Diese kommen insbesondere auch an der verminderten Abnützung der Reifen, Bandagen und Schienen zum Ausdruck.

Der Leichtbau beruht vor allem auf der richtigen und exakten Erfassung der auftretenden Kräfte und Momente und auf der richtigen Berechnung der Konstruktionen. Nur in diesem Falle ist es möglich, an die äussersten Grenzen des Zulässigen zu gehen, wobei noch die Erkenntnisse der modernen Materialprüfung, insbesondere die Ergebnisse der Ermüdungsversuche mitberücksichtigt werden müssen. In engem Zusammenhang damit steht die konstruktive Ausbildung, durch die die nötige Stabilität und Steifigkeit gewährleistet werden muss. Hierbei kommen zwei Konstruktionsarten zur Anwendung, einerseits der Gerippebau mit seinen verschiedenen ausgebildeten Tragelementen und der Schalenbau, bei dem die Hülle mit den zugehörigen Aussteifungen den Tragkörper bildet.

Beim Gerippebau kommt die bewusste Verwendung von Hohl-Trägern und verschiedenartigster Profile zum Ausdruck. Einzelne Tragelemente können auch als Gitterträger ausgebildet sein. Im weiteren zeigt sich daran das Bestreben nach möglichst gleichmässiger Arbeitsfähigkeit. Als wesentlicher Teil ist der Schubblechträger anzusehen, bei dem die Gurtungen aus Längs-Profilen der Kastenwand und der Steg vom Verschalungsblech gebildet werden. Bei sehr dünnen Stahlblechen, wie dies hier der Fall ist, muss die kritische Beanspruchung in Betracht gezogen werden. Dies gilt auch für die verhältnismässig dünnen Winkel-Schenkel. Auch beim Schalenbau handelt es sich um dünne Bleche, sodass für genügende Aussteifung zu sorgen ist. Solche Bleche können durch Wellung auf eine einfache Weise versteift werden.

In materialtechnischer Hinsicht können in Betracht kommen: Stahl, Leichtmetalle, Holz und Kunststoffe. Bei ihrer Anwendung muss insbesondere das Verhalten gegen statische und dynamische Einflüsse, sowie gegen Temperatur und Korrosion berücksichtigt werden, dies vor allem bei Blechstärken von nur 0,5 mm Dicke. Die Verwendung der Stoffe kann einheitlich oder gemischt sein. Bei den Leichtmetallen kommen vor allem die vielgestaltigsten Pressprofile zur Anwendung, die mit verhältnismässig geringen Kosten hergestellt werden können. Die durchgehende Verwendung von Leichtmetallen unter Ausnützung aller konstruktiven Erfahrungen brachte eine ganz bedeutende Gewichtsverminderung mit sich.

Von besonderer Wichtigkeit sind bei den verschiedenen Konstruktionen die Verbindungsmöglichkeiten, wie das Schweißen beim Stahl und das Nieten beim Leichtmetall. Bezüglich Verarbeitung, wie Tiefziehen, Bördeln, Spanbearbeitung, Abkanten usw. ist auf die baustofflichen Eigenschaften Rücksicht zu nehmen. Massgebend ist, dass diese Verarbeitung mit den beschränktesten Kosten ausgeführt werden kann. Qualitätsbaustoffe und Qualitätsarbeit sollen die Richtlinien sein.

In den letzten Jahren hat die qualitative Verbesserung der Werkstoffe, insbesondere dank der Fortschritte der Legierungstechnik, eine bemerkenswerte Entwicklung genommen. Infolge der erzielten erhöhten Festigkeitswerte besteht die Möglichkeit, Profile und Bleche mit sehr dünnen Wanddicken zu verwenden. Wesentlich ist hierbei die richtige Durchbildung gegen Biegung und Verdrehung. Auch dem verminderten Elastizitätsmodul ist bei den Leichtmetallen Rechnung zu tragen.

¹⁾ Vgl. SBZ, Bd. 110, S. 13* und 116* (1937)