Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 23

Artikel: Zur Berechnung der Deckenkonstruktionen
Autor: Schüle, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-29994

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: 03.01.2026

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

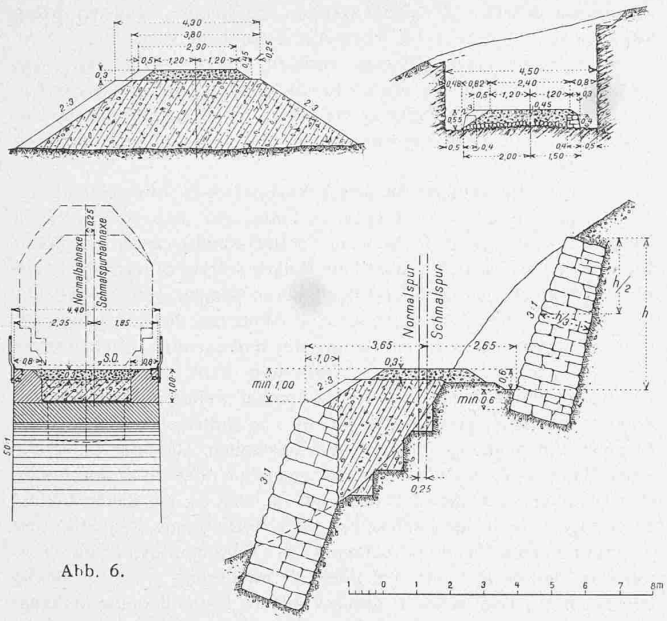


Abb. 6.

Zur Berechnung der Deckenkonstruktionen.

Beitrag von Prof. *F. Schüle* in Zürich.

Der Aufsatz des Herrn Ingenieur *R. Maillart* unter obigem Titel (S. 295) bringt interessante Vorschläge für die Belastungen, die der Berechnung von Decken zugrunde zu

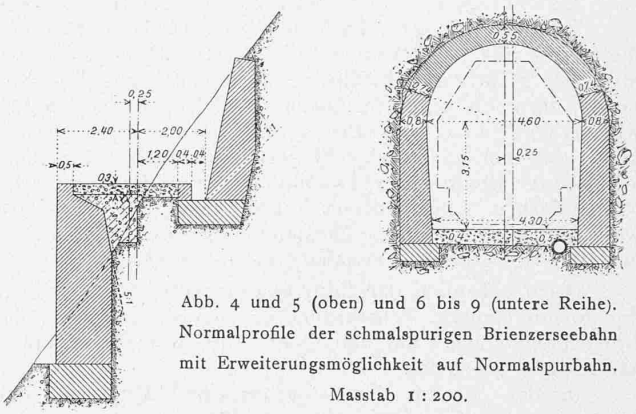


Abb. 4 und 5 (oben) und 6 bis 9 (untere Reihe). Normalprofile der schmalspurigen Brienzerseebahn mit Erweiterungsmöglichkeit auf Normalspurbahn. Masstab 1 : 200.

bemerken, dass für Güter Rollschemelbetrieb ab Interlaken vorgesehen ist, für den die zulässige Maximalgeschwindigkeit 25 *km/Std.* beträgt. Ueber die mit Rücksicht auf die Möglichkeit eines spätern Normalbahn-Betriebs nötigen Erweiterungen der Tunnelprofile in den Kurven, wegen der Kastenlänge der vierachsigen Personenwagen, enthält der Bericht keine Angaben. Auf der ganzen Strecke kommen nur fünf Niveauübergänge, unmittelbar bei Stationen vor.

Die Gesamtkosten des Projekts sind veranschlagt zu 7,175 Mill. Fr., gegenüber 5,5 Mill. Fr. des generellen Projektes, das dem Bundesbeschluss zugrunde lag. Darin ist Rollmaterial nicht inbegriffen, dagegen die Erweiterung der Station Interlaken-Ost (700 000 Fr.) und die Mehraufwendungen mit Rücksicht auf den normalspurigen Ausbau (500 000 Fr.). Ferner sind beteiligt an den voraussichtlichen Mehrkosten der ursprünglich nicht vorgesehene Brienz-Tunnel, umfangreiche Schutzbauten gegen Lawinen und Murgänge, Verlängerung der Kreuzungsgeleise von 200 auf 250 *m* usw. Die kilometrischen Baukosten erreichen die für eine Meterspurbahn hohe Summe von 411 216 Fr.

legen wären, wenn man sich den wirklichen Verhältnissen in rationellerer Weise als wie bisher anpassen will. Die Anwendung auf konkrete Beispiele verschiedener Konstruktionsart wird zeigen, in welchem Masse es sich empfiehlt, diese Vorschläge anzunehmen. Am wichtigsten ist die Einführung der Einzellast für kürzere Spannweiten, und ich habe wirklich nichts dagegen, dass die Prüfung auf Einzellast auf die Haupttragelemente und nicht allein auf Deckenkonstruktionen zwischen den Tragbalken ausgedehnt werde. Meine Bemerkung, die Herr Maillart anführt, betreffend Solidarität von Rippen durch Querrippen soll eine Nachrechnung betreffend Wirkung von Einzellasten nicht ausschliessen.

Die mir zugeschriebenen Bemerkungen bei Anlass meines Vortrages vom 1. November 1911 im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein sind so kurz gehalten, dass leicht Missverständnisse entstehen können. So habe ich z. B. bezüglich Anwendung von Hohlkörpern oder leichtern Füllkörpern in diesem Vortrage nach meinen Notizen folgendes gesagt:

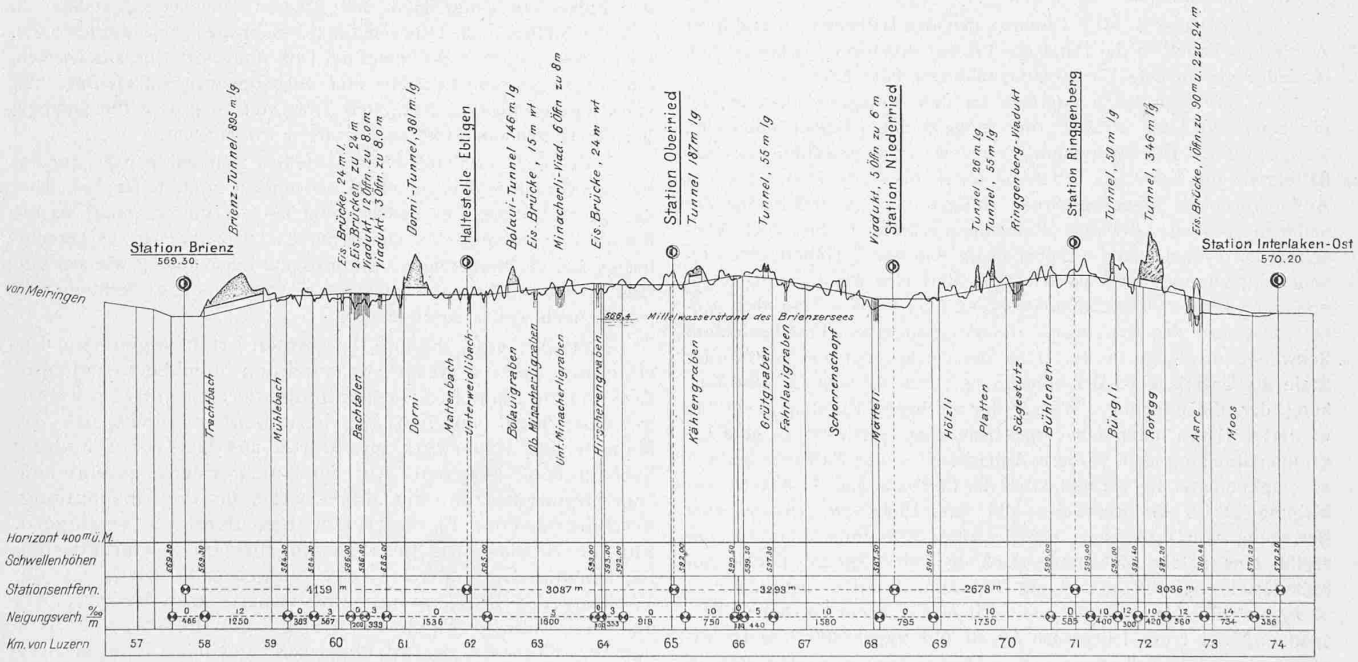


Abb. 2. Längenprofil der Brienzerseebahn als Verlängerung der Thunerseebahn. — Masstab f. d. Längen 1 : 100 000, f. d. Höhen 1 : 5000.

„Ob die zwischen den Rippen und der oberen Platte einer Decke entstehenden Hohlräume mit Hohlkörpern oder mit leichterem porösem Beton gefüllt werden, ist eine für die Tragfähigkeit sekundäre Frage; diese Füllungen bezwecken mehr eine bessere Schalldichtung und eine einfachere Einschalung der ganzen Decke für die Ausführung als eine Erhöhung der Tragfähigkeit."

Diese Frage ist in der Diskussion nur gestreift worden.

Zu den Vorteilen der Füllung der Deckenhohlräume, die Herr Maillart erwähnt und die ihre Berechtigung haben, muss ich gestützt auf Erfahrung doch den Nachteil hervorheben, dass die gute Ausführung der Rippen nachträglich wegen Verdeckung des Betons nicht konstatiert werden kann und sehr leicht schlecht gestampfter, das Eisen kaum schützender Beton zur Verwendung kommt. Bei sichtbaren Rippendecken kommt dieser Fehler kaum vor. Es wird wohl genügen, auf diesen Umstand aufmerksam zu machen, um eine Besserung zu erzielen, da wo es nötig ist.

Auch bezüglich der *Einspannungsverhältnisse* verlangt die mir zugemutete Aeusserung, es komme schliesslich im Bruchstadium allein auf den Querschnitt in Oeffnungsmitte an, einige Vorbehalte.

In der Sitzung der schweizerischen Mitglieder des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik vom 14. Juli 1910 habe ich am Schlusse meiner Mitteilungen die Frage der Einspannung bei Decken in folgender Weise zusammengefasst (vgl. Sitzungsbericht Nr. 5):

...„Die Einspannung von Decken hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Widerstand des Balkenendes gegen auftretende Stützenmomente

a) unter Mitwirkung des auf Zug beanspruchten Beton;

b) ohne Mitwirkung des auf Zug beanspruchten Beton.

2. Gewicht der das Einspannungsmoment bewirkenden Mauer.

3. Widerstand der Mauer sowohl am hintern Balkenende wie am vordern Auflager.

4. Zusammenpressung des Mauerwerkes durch die wirkenden Auflager und Einspannungskräfte.

ad 1, 3 und 4. Die Dimensionen der Balkenenden und ihrer Armierung liegen in der Hand des Projektverfassers und lassen sich für jedes gewünschte Einspannungsmoment bestimmen.

a) So lange keine Zugrisse an den Auflagern auftreten, ist die elastische Linie auch in den eingespannten Balkenenden eine stetige Kurve. Die Einspannung bewirkt unter gewöhnlichen Verhältnissen eine namhafte Erhöhung (zwei- bis vierfach) des vordern Auflagerdruckes gegenüber freier Auflagerung und damit eine Zusammenpressung, die das Einspannungsmoment bis zum Verschwinden bringen kann. Ebensowenig wie bei T-Trägern eine Einspannung vorausgesetzt werden kann, darf eine Einspannung angenommen werden, wenn dünne Rippen von 6 bis 10 *cm* den Auflagerdruck auf das Mauerwerk zu übertragen haben. Eine besondere Schwelle aus Beton in der Höhe der Decke oder aus Beton oder Stein als Unterlage ist die unbedingte Voraussetzung für eine Wirkung der Einspannung. Wegen der geringen Durchbiegung des armierten Beton unter den vorgeschriebenen Nutzlasten ist eine Zusammendrückung des vordern Auflagerteiles der Balkenenden um so empfindlicher für die Reduktion der Einspannung. 1 : 4000 Durchbiegung bei 6 *m* Stützweite gibt am Ende auf 18 *cm* eine Bewegung von 0,18 *mm*; eine einzige Mörtelfuge von 16 *mm* ergibt eine solche Zusammendrückung bei 8 kg/cm^2 Druck auf Kalkmörtel, bei 40 kg/cm^2 auf Kalkzementmörtel und bei etwa 50 kg/cm^2 auf Zementmörtel; eine Rippe von 8 *cm* hat bei $^1/_5$ Einspannung auf 1 *cm* Länge 316 *kg* zu übertragen (mittlere Druckspannung auf 18 *cm* Länge 17,5 kg/cm^2). Platten stellen sich in dieser Beziehung wesentlich günstiger; Unterzüge sind hingegen wie Rippendecken nicht geeignet, eine auch nur partielle Einspannung auszuhalten, wenn für eine wesentliche Ermässigung des vordern spezifischen Auflagerdrucks nicht gesorgt wird, sei es durch Anordnung von Quader oder von Querschwellen in der Mauer auf Unterzugshöhe und mit Armierung.

Bei Rippendecken und Platten ist für ein Einspannungsmoment von $\mu = \frac{1}{5} M_0$ die Zugspannung am Auflager eine mässige; für die einfache Nutzlast plus Eigengewicht beträgt diese Zugspannung des Beton gewöhnlich 4 bis 8 kg/cm^2. Man könnte somit mit vollem Betonquerschnitt meistens rechnen und auf diese Weise die günstigsten Einspannungsverhältnisse erzielen. Leider wird durch das Schwinden des Beton die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Zugrissen namentlich am Auflager ziemlich gross, und mit diesem Umstand des gerissenen Zuggurts (Obergurts) am Auflager muss gerechnet werden.

b) Die Rissbildung an den Auflagern bringt sofort einen Knick im stetigen Verlauf der elastischen Linie und eine entsprechende Vergrösserung der Durchbiegung in Balkenmitte auch bei gleichbleibender Last. Da sich aber kein Balken stärker durchbiegen kann ohne entsprechende Erhöhung der inneren Spannungen, so bedeutet das Auftreten der Auflagerrisse eine Abnahme des Einspannungsmomentes, wie auch die Armierung der Balkenenden beschaffen ist.

Je nach Grösse dieser Armierung wird eine weitere Belastungszunahme das Einspannungsmoment weiter vergrössern; für kleinere Belastungen hingegen ist die vor Auftreten der Risse vorhandene Einspannung teilweise verschwunden. Ob der Balken in einer Mauer oder an einer Säule eingespannt oder ob er kontinuierlich ist, ändert an diesen Umständen nichts; es ist daher vollauf berechtigt, wie in den schweizer. Vorschriften, eine Reduktion der Stützenmomente für die Berechnung des Querschnittes in Oeffnungsmitte zu berücksichtigen. Ob diese Verminderung mit $^1/_3\ \mu$ richtig bemessen ist, lässt sich nur durch Versuche feststellen, die in dieser Richtung noch nicht durchgeführt worden sind. Hierüber sollten auch Erfahrungen an Hochbauten Aufschluss geben.

Auffallend ist die relativ günstige Uebertragung der Scherkräfte in den gerissenen Auflagerquerschnitten; diese Uebertragung kann ja nur durch eine lokale Verbiegung der Eiseneinlagen stattfinden; in unsern Versuchen ist ein Bruch durch Abscherung nicht eingetreten, und die horizontalen Eiseneinlagen mussten sowohl oben wie unten auf Abscherung und lokale Biegung Widerstand leisten. Dieser Widerstand wird grösser sein, wenn die Armierung aus wenig Stangen bei gleichem Querschnitt zusammengesetzt ist.

ad 2. Das Gewicht der das Einspannungsmoment bewirkenden Mauer wird in den untern Geschossen stets genügend sein; oben darf selbstverständlich die Einspannung nicht in gleichem Masse berücksichtigt werden. Ueber Fensterbrüstungen und Türen ist meistens der Balken in Unterzügen und Stürzen eingelassen, sodass an solchen Stellen auch teilweise Einspannung gesichert werden kann. Es ist dies jedoch nicht immer der Fall, und es gibt bereits Decken, die wegen grossen Fenstern und ungenügender Auflagerung sich stark durchgebogen haben, weil eine viel zu grosse Einspannung bei der Dimensionierung angenommen worden war.

Gekreuzt armierte Platten stellen sich bei nahezu quadratischem Grundriss viel günstiger als einfach armierte Decken, denn der ganze Umfang des Feldes wirkt mit zur Einspannung; da die Platten eine günstige Verteilung der Last bewirken, ist es gerechtfertigt, bei der Berechnung eine grössere Einspannung wie bei einfach armierten Decken zuzulassen. Versuche in dieser Richtung sind jedoch noch weiter auszudehnen." —

Seither sind die mir bekannten Erfahrungen eine Bestätigung dafür gewesen, dass bei den üblichen Eisenbetondecken eine namhafte Einspannung, herrührend vom Eigengewicht, nicht möglich ist, besonders da nicht, wo die Mauern aus Mauerwerk mit Mörtel aus Kalk oder hydraulischem Kalk bestehen. Auf der Auflagerlänge genügt eine sehr minime Setzung des Mauerwerks, um die Einspannung, herrührend vom Eigengewicht, bedeutend zu verringern. Für die Nutzlast, die bei Belastungsproben aus praktischen Rücksichten nur streifenweise aufgebracht wird, ist die Wirkung der Einspannung eine andere, weit bessere, wie aus den sehr geringen Durchbiegungen hervorgeht. Aus dem erwähnten Umstand einer sehr geringen Einspannung unter dem Eigengewicht erkläre ich mir die oft gemachte Beobachtung eines sehr guten Verhaltens der Deckenenden. Eigengewicht und Nutzlast sollten bei der Ermittlung der Momente in Feldmitte und an den Auflagern getrennt berücksichtigt werden oder dann für beide zusammen der Einfachheit halber eine mässige Durchschnitts-Einspannung angenommen werden, wie dies bei bewährten Ausführungen meistens geschieht. Das Moment in Feldmitte wird dann $M = \frac{p\,l^2}{10}$. Nach Ing. Maillart würde dagegen das Moment in

Neues Aufnahmegebäude des Bahnhofs der S. B. B. in Lausanne.

Endgültiger, in Ausführung begriffener Entwurf der Architekten *Taillens & Dubois* und *Monod & Laverrière* in Lausanne.

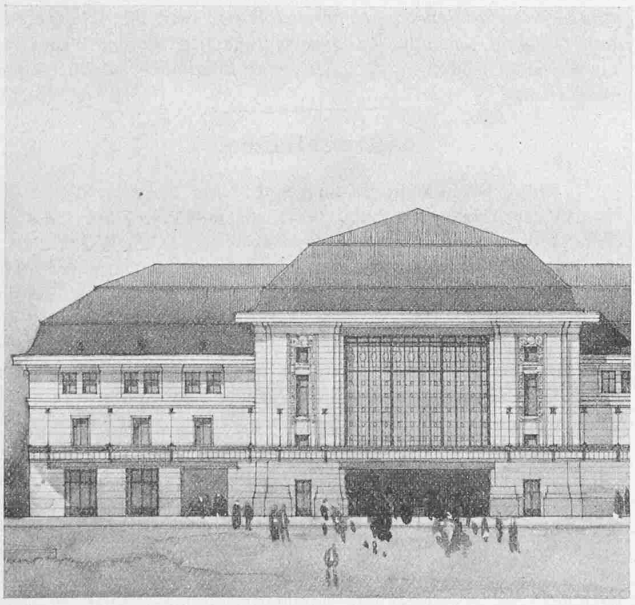
Gesamtansicht gegen den Bahnhofplatz. — Masstab 1 : 1200.

Feldmitte zu berechnen sein mit $M = \frac{p\,l^2}{14{,}4}$, bezw. $\frac{p\,l^2}{17{,}1}$; diese Werte entsprechen einer andern Bauweise als die meistens übliche; ihre Berechtigung hängt nicht allein von der Ausbildung der Deckenenden, sondern auch von der Qualität des Mauerwerks ab.[1])

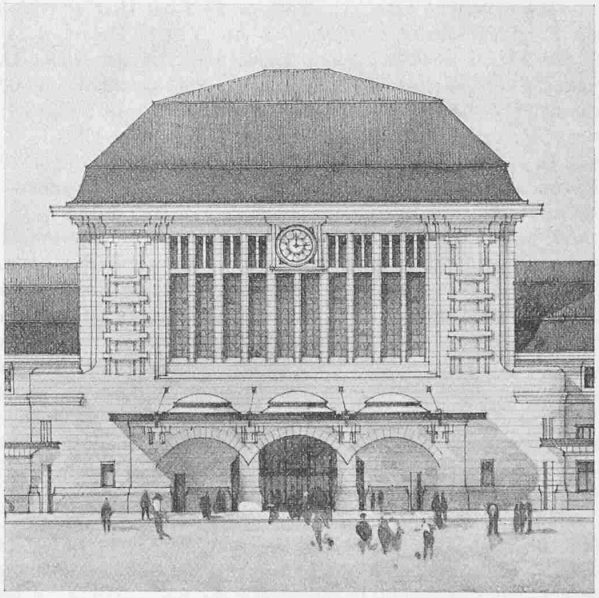
Zürich, den 23. Mai 1912.

Der neue Bahnhof Lausanne der S. B. B.

Auf dieser Seite bringen wir drei Ansichten des im Bau begriffenen Aufnahmegebäudes im Bahnhof Lausanne nach einer uns von den Architekten *Taillens & Dubois* und *Monod & Laverrière* freundlichst zur Verfügung gestellten Zeichnung. Nach Vollendung der Arbeiten hoffen wir, unsern Lesern den Bau im Detail vorführen zu können. Es bietet immerhin Interesse, heute schon an Hand dieser Abbildungen sich Rechenschaft zu geben, welche Wandlungen das Projekt von dem im Jahre 1908 prämiierten Entwurf (Band LII, Seiten 97 bis 99) bis zu seiner endgültigen Festlegung durchgemacht hat.



Eingang zu den Perrons und Durchgang.



Haupteingang zu den Schaltern.

1 : 500.

[1]) *Berichtigung.* In den Ausführungen von Ing. R. Maillart in letzter Nummer haben sich auf Seite 297 Spalte rechts, in den Gleichungen für M_q drei Kommafehler eingeschlichen, die bei der Korrektur übersehen worden sind. Es muss natürlich heissen (20. Zeile von unten):

a) $M_q = 0{,}067\ g \cdot l^2 + 0{,}45\ p.$

b) $M_q = 0{,}033\ g \cdot l^2 + 0{,}45\ p.$

c) $M_q = 0{,}056\ g \cdot l^2 + 0{,}6\ p.$

Die Redaktion.

Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1911.

Aus dem Bericht des eidg. Eisenbahndepartement über das Jahr 1911, veröffentlicht im Bundesblatt Nr. 15 vom 10. April d. J., geben wir auszugsweise im Folgenden wieder, was für unsere Leser von Interesse ist.

Organisation und Personal. Herr Oeri, Kontrollingenieur der technischen Abteilung, der zum Stellvertreter des Oberingenieurs bei der Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen gewählt wurde, ist durch Herrn *E. Arbenz,* Ingenieur in St. Gallen, ersetzt worden.

Gesetze und Verordnungen. Im Berichtsjahre ist mit den Arbeiten für die Revision des Bundesgesetzes betr. den Transport auf Eisenbahnen und Dampfschiffen vom 29. März 1893, sowie des Transportreglements der schweiz. Eisenbahn- und Dampfschiffunternehmungen vom 1. Januar 1894 begonnen worden.

Die Reorganisation des schweiz. Eisenbahn-Departements wurde im Berichtsjahre soweit vorbereitet, dass im Laufe des Jahres 1912 die Vorschläge über die beabsichtigte Reorganisation vorgelegt werden können.

Eisenbahnrückkauf und Verwaltung der Bundesbahnen. Nachdem anlässlich der am 18. und 19. Mai 1911 abgehaltenen bundesgerichtlichen Verhandlungen zur Entscheidung der Frage des Erneuerungsfonds u. der anderweitigen Forderungen wegen materieller Minderwerte das Bundesgericht nach Anhörung der mündlichen Parteivorträge die Vertagung der Urteilsberatung beschlossen hatte, um den Parteien noch die Möglichkeit zu einer Verständigung zu geben, schlossen diese am 10. Juni 1911 vor dem Präsidenten des schweizerischen Bundesgerichtes unter beidseitigem Ratifikationsvorbehalt einen gerichtlichen Vergleich ab, wonach die der *Gotthardbahngesellschaft* in Liquidation zu zahlende restanzliche Rück-