Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 9/10 (1887)

Heft: 20

Artikel: Beitrag zur Theorie des eigenen Fachwerks

Autor: Müller-Breslau, Heinr.

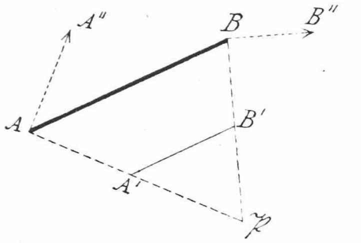
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-14376

Beitrag zur Theorie des ebenen Fachwerks.

Von *Heinr. Müller-Breslau*, Professor an der Technischen Hochschule in Hannover.

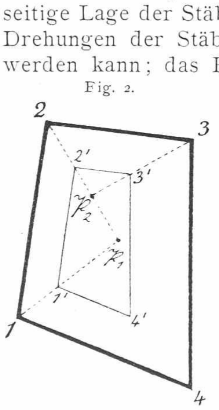
§ 1. Die vorliegende Abhandlung über das ebene Fachwerk stützt sich auf den bekannten Satz, dass die Bewegung einer starren Figur in einer festen Ebene in jedem Augenblicke auf eine Drehbewegung um einen festen Pol $\mathfrak{P}$ zurückgeführt werden kann. Die Lage dieses Poles ist bestimmt, sobald die augenblicklichen Bewegungsrichtungen AA'' und BB'' zweier Punkte A und B der Figur gegeben sind. Man hat nur nöthig, in jenen Punkten auf deren Bewegungsrichtungen Lothe zu errichten, und findet dann den Pol als den Durchschnittspunkt dieser Lothe. Fig. 1. Bedeutet ω die augenblickliche Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung um $\mathfrak{P}$, so sind die Geschwindigkeiten irgend welcher Punkte A und B beziehungsweise: $\overline{AA''} = \omega \overline{\mathfrak{P}A}$ und $\overline{BB''} = \omega \overline{\mathfrak{P}B}$. Denkt man sich diese Geschwindigkeiten in gleichem Sinne um einen rechten Winkel gedreht, trägt also auf den Polstrahlen $A\mathfrak{P}$ und $B\mathfrak{P}$ die Strecken $\overline{AA'} = \overline{AA''}$ und $\overline{BB'} = \overline{BB''}$ auf, so ist $A'B' \parallel AB$, weil sich verhält $\overline{AA''} : \overline{BB''} = \overline{AA'} : \overline{BB'} = \overline{\mathfrak{P}A} : \overline{\mathfrak{P}B}$. Die Strecken AA' und BB' heissen die *senkrechten Geschwindigkeiten* der Punkte A und B.

Fig. 1.



§ 2. Wir betrachten jetzt eine ebene Stabverbindung (F), deren Knotenpunkte die Ziffern 1, 2, 3, ... n tragen sollen, und denken uns irgend eine Figur (F') gezeichnet, bestehend aus geraden Linien, durch welche die den Fachwerksknoten entsprechenden Punkte 1', 2', 3' . . . . n' mit einander verbunden werden, so zwar dass die Anzahl dieser Geraden mit der Anzahl der Stäbe des Fachwerks übereinstimmt und jedem Stabe mn eine ihm parallele Gerade $m'n'$ der Figur F' entspricht. Werden dann die Strecken mm' und nn' als die augenblicklichen senkrechten Geschwindigkeiten der Knoten m und n aufgefasst, so ist der Durchschnittspunkt $\mathfrak{P}$ der Geraden mm' und nn' der augenblickliche Pol des Stabes mn. Ist es nun möglich, zu der Fachwerksfigur F eine Figur F' zu zeichnen, welche der Figur F nicht ähnlich ist, so ergeben sich verschiedene augenblickliche Drehpunkte, und hieraus folgt, dass die gegenseitige Lage der Stäbe durch (endliche oder unendlich kleine) Drehungen der Stäbe um jene verschiedenen Pole geändert werden kann; das Fachwerk ist mithin kein starres.

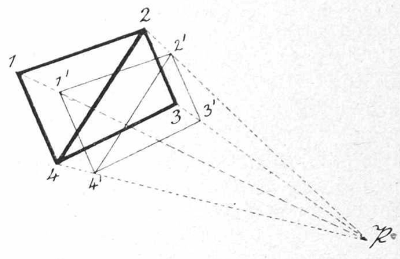
Fig. 2.



In den Figuren 2 und 3 sind zwei einfache Beispiele vorgeführt worden. Das erste Beispiel betrifft ein verschiebbares Viereck 1 2 3 4. Die Figur F' ist ebenfalls ein Viereck, dessen Seiten 1'2', 2'3', 3'4', 4'1' den Fachwerksstäben 1 2, 2 3, 3 4, 4 1 beziehungsweise parallel sind. Es lassen sich unendlich viele Vierecke 1'2'3'4' zeichnen, welche dem Vierecke 1 2 3 4 nicht ähnlich sind. Der Schnittpunkt $\mathfrak{P}_1$ der Geraden 1 1' und 2 2' ist (für den durch die Figur F' bestimmten augenblicklichen Bewegungszustand) der augenblickliche Pol des Stabes 1 2; der Schnittpunkt $\mathfrak{P}_2$ der Geraden 2 2' und 3 3' ist der augenblickliche Pol des Stabes 2 3 u. s. f.

Die Figur 3 stellt ein starres Viereck vor; hier ist es nicht möglich, eine Figur F' zu zeichnen, welche der Figur F nicht ähnlich ist. Die Geraden 1 1', 2 2', 3 3', 4 4' schneiden sich in dem gemeinschaftlichen Pole $\mathfrak{P}$; eine gleichzeitige Drehung der einzelnen Stäbe um verschiedene Pole ist nicht ausführbar.

Fig. 3.

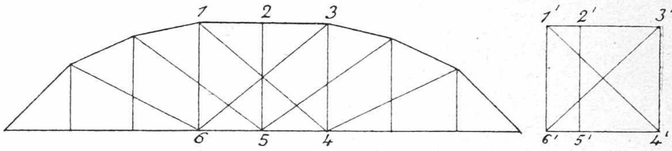


Die vorstehenden Betrachtungen sind von Nutzen, wenn die Frage nach der Starrheit eines Fachwerkes beantwortet werden soll. Es ist bekannt, dass die Anzahl r der Stäbe eines starren Fachwerks bei n Knotenpunkten mindestens $= 2n-3$ sein muss, dass aber die Bedingung $r = 2n-3$ keineswegs eine ausreichende ist. Wir können nun aussprechen:

Ist es möglich, zu der Fachwerksfigur F eine Figur F' zu zeichnen, welche der Figur F nicht ähnlich ist, so ist das Fachwerk kein starres, selbst wenn es 2n—3 Stäbe besitzt.

Ein beachtenswerthes Beispiel für die Anwendung dieses Satzes bildet der in der Fig. 4 dargestellte Träger, welcher vor einiger Zeit Gegenstand eines lebhaften Streites war. Die Gleichung $r = 2k-3$ wird hier erfüllt; trotzdem

Fig. 4.

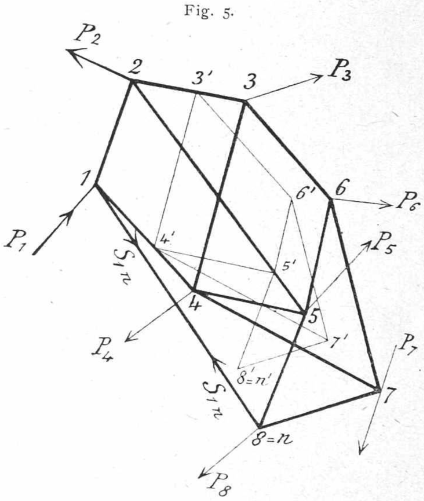


ist der Träger kein starrer, weil sich zu dem Sechseck 1 2 3 4 5 6, an welches die übrigen Knotenpunkte durch je zwei Stäbe angeschlossen werden, beliebig viele Figuren 1'2'3'4'5'6' zeichnen lassen, welche dem Sechseck nicht ähnlich sind.

§ 3. Die folgende, durch ein Beispiel eingeleitete Untersuchung soll nun zeigen, in welcher Weise die Figur F' auch zur *Berechnung der Spannkräfte des Fachwerks* benützt werden kann.

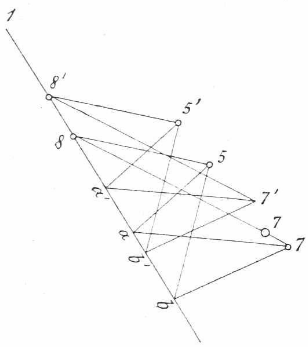
Wir betrachten ein Fachwerk, welches wir uns auf die folgende Weise entstanden denken. Es seien n Knotenpunkte in der Ebene gegeben; sie seien in beliebiger Reihenfolge mit den Ziffern 1, 2, 3, ... n versehen. Die Knoten 1, 2, 3, 4 seien durch die Stäbe 1 2, 2 3, 3 4, 4 1 verbunden, und an das so entstandene Gelenkviereck seien die übrigen Knoten durch je zwei Stäbe in der Weise angeschlossen, dass 5 verbunden wird mit 4 und 2, 6 mit 5 und 3 u. s. w., n mit $n-1$ und $n-3$.

Fig. 5.



Vergl. Fig. 5, in welcher $n = 8$ ist. Da das Viereck 1 2 3 4, *dessen Seite 1 2 wir als festliegend voraussetzen wollen*, nicht starr ist, so können die Knotenpunkte 2, 3, 4, ... n gegen einander verschoben werden. Alle diese Punkte sind aber *zwangläufig*, d. h. sie sind gezwungen, beim Eintreten von Verrückungen, die wir in der Folge verschwindend klein annehmen, bestimmte Bahnen zu beschreiben; ihre augenblicklichen Bewegungsrichtungen sind gegeben, sobald ihre senkrechten Geschwindigkeiten bekannt sind. Die Knoten 3, 4, 5 bewegen sich auf Kreisbogen, deren Mittelpunkte beziehungsweise die Punkte 2, 1 und 2 sind. Die senkrechten Geschwindigkeiten dieser Knoten fallen also mit den Stabachsen 3 2, 4 1, 5 2 zusammen; die eine derselben, beispielsweise $v_3 = 3\ 3'$, darf beliebig gross angenommen werden, die anderen, nämlich 4 4' und 5 5', ergeben sich durch Ziehen von 3'4' ‖ 3 4 und 4'5' ‖ 4 5. Zieht man noch 5'6' ‖ 5 6 und 3'6' ‖ 3 6, hierauf 6'7' ‖ 6 7 und 4'7' ‖ 4 7 u. s. w., so sind die Strecken 6 6', 7 7', ... die senkrechten Geschwindigkeiten der Punkte 6, 7, ... und die in 6, 7, ... auf den zugehörigen senkrechten Geschwindigkeiten errichteten Lothe geben die augenblicklichen Bewegungsrichtungen dieser Punkte an. Werden jetzt die Knoten *n* und *1* durch einen Stab verbunden, so wird das Fachwerk ein starres, vorausgesetzt, dass nicht etwa der Punkt *n'* in der Geraden *1n* liegt. Tritt dieser Ausnahmefall ein, so ist das Fachwerk (nach dem im § 2 angeführten Satze) beweglich; seine Verschiebbarkeit ist allerdings im vorliegenden Falle unendlich klein; die zur Geraden *nn'* senkrechte Bahn des Punktes *n* hat mit dem um 1 mit dem Halbmesser *1n* beschriebenen Kreisbogen ein Bogentheilchen gemein, innerhalb dessen sich der Punkt *n* auch nach Hinzufügung des Stabes *1n* bewegen kann.

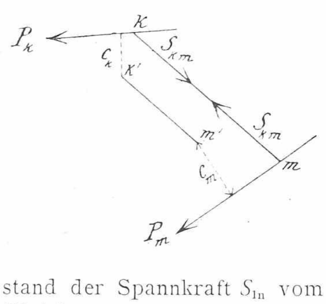
Fig. 6.



Ist die Richtung der Geraden *1n* gegeben und wird diejenige Lage des Punktes *n* gesucht, bei der das Fachwerk ein solches von unendlich kleiner Verschiebbarkeit ist, so nehme man auf der *1n* zwei beliebige Punkte *a'* und *b'* an, verbinde diese sowohl mit 5' als auch mit 7' durch gerade Linien und lege durch 5 zu 5'*a'* und 5'*b'* Parallelen, welche die *1n* in *a* bezieh. *b* schneiden mögen. Bestimmt man nun den Schnittpunkt 7'' der von *a* und *b* aus zu *a'*7' beziehw. *b'*7' gezogenen Parallelen und legt durch 7'' und 7 eine Gerade, so schneidet diese die Gerade *1n* in demjenigen Punkte 8, welchem ein auf der *1n* liegender Punkt 8' entspricht.

Wir setzen nun den allgemeinen Fall voraus, dass *n'* nicht in die Gerade *1n* fällt und suchen die Spannkraft S_{1n} im Stabe *1n*. In den Fachwerksknoten 1, 2, 3, ... m, ... n mögen äussere, mit einander im Gleichgewichte befindliche Kräfte $P_1, P_2, P_3 \ldots P_m \ldots P_n$ angreifen. Die in irgend einem Knoten *m* wirkenden äusseren und inneren Kräfte müssen mit einander im Gleichgewichte sein, und es muss deshalb die Summe ihrer Momente, bezogen auf irgend einen Drehpunkt, gleich Null sein. Wählt man nun den Endpunkt *m'* der senkrechten Geschwindigkeit *mm'* des Knotens *m* zum Drehpunkte und bezeichnet mit c_m den Abstand der in *m* angreifenden äusseren Kraft P_m (Fig. 7) vom Punkte *m'*, so ergiebt sich $P_m c_m + \Sigma_m = 0$, wo Σ_m die Summe der auf *m'* bezogenen Momente aller im Knoten *m* angreifenden Spannkräfte bedeutet. Bildet man eine ähnliche Gleichung für jeden Knoten und bezeichnet mit *c* den Abstand der Spannkraft S_{1n} vom Punkte *n'*, so erhält man die Gleichung:

Fig. 7.



$$(1) \qquad S_{1n}c + \Sigma\, P_m c_m + \Sigma\,(\Sigma_m) = 0,$$

deren letztes Glied von den Spannkräften in den Fachwerksstäben, ausgenommen Stab 1 *n*, abhängt. Jede dieser Spannkräfte liefert zu dem Gliede $\Sigma\,(\Sigma_m)$ zwei entgegengesetzt gleiche Beiträge; denn sind z. B. *mm'* und *kk'* (Fig. 7) die senkrechten Geschwindigkeiten der Endpunkte irgend eines Stabes *mk*, so ist *m'k'* ‖ *mk*, und es heben sich deshalb die auf *m'* und *k'* bezogenen Momente der in *m* und *k* angreifenden, entgegengesetzt gleichen Spannkräfte S_{km} auf. Hieraus folgt aber, dass das letzte Glied der Gleichung (1) = 0 ist, dass diese Gleichung also übergeht in

$$(2) \qquad S_{1n}c + \Sigma\, P_m c_m = 0;$$

sie liefert $S_{1n} = -\dfrac{\Sigma\, P_m c_m}{c}$.

Ist nun $c = 0$, d. h. ist das Fachwerk ein solches von unendlich kleiner Verschiebbarkeit, so kann der Gleichung 2 im Allgemeinen nur durch ein unendlich grosses S_{1n} genügt werden. Das Fachwerk ist dann nicht widerstandsfähig, also unbrauchbar. Gleichgewicht ist im Falle $c = 0$ nur möglich, wenn die äusseren Kräfte *P* der Bedingung $\Sigma\, P_m c_m = 0$ genügen; dann aber befriedigt jeder endliche Werth von S_{1n} die Gleichung 2, und das Fachwerk ist ein statisch unbestimmtes.

Es leuchtet ohne Weiteres ein, dass man mit Hilfe des durch die Gleichung (2) dargestellten Gesetzes im Stande ist, die Spannkraft in irgend einem Stabe eines Fachwerks zu bestimmen, sobald dieses nach Beseitigung des fraglichen Stabes eine zwangläufig bewegliche Stabverbindung ist. Von Vortheil ist dieses Verfahren (gegenüber anderen Berechnungsweisen) natürlich nur dann, wenn sich die senkrechten Geschwindigkeiten der Knotenpunkte für irgend welche unendliche kleine Verrückungen bequem bestimmen lassen, was bei den im Brückenbau und Hochbau angewandten Fachwerken stets der Fall ist. Es ist hierbei zwar häufig zweckmässig, jedoch nicht unbedingt nöthig, einen Stab des Fachwerks als ruhend anzusehen; vielmehr lässt sich die folgende allgemeinere Regel aufstellen.

Wird die Spannkraft S_{kr} in dem die Knoten *k* und *r* verbindenden Stabe *kr* gesucht, so beseitige man diesen Stab und bringe sowol in *k* als auch in *r* die Spannkraft S_{kr} als äussere (Zug)-Kraft an. Nun zeichne man für das bewegliche Fachwerk eine Figur *F'*, so zwar, dass die Verbindungslinie der Punkte *k'* und *r'* nicht parallel zu *kr* ist und schreibe die Bedingung $\Sigma\, Pc = 0$ an. In diese Summe werden ausser den äusseren Kräften *P* auch die beiden Kräfte S_{kr} eingeführt. Man erhält eine Gleichung, aus welcher sich S_{kr} berechnen lässt.

Anwendungen dieses Verfahrens findet der Leser in dem (bereits gedruckten) Abschnitte VIII der in wenigen Wochen erscheinenden zweiten Auflage meiner „Graphischen Statik“. Es werden dort auch Träger mit Hilfe der geometrischen Bewegungslehre untersucht, die aus Scheiben und Stäben zusammengesetzt und verschiedenartig unterstützt sind. Sodann wird a. a. O. gezeigt, dass die fraglichen Untersuchungen zuweilen durch Anwendung des bekannten Satzes erleichtert werden können, dass die Pole der relativen Bewegungen dreier in einer festen Ebene bleibenden starren Figuren in ein und derselben Geraden liegen.*) Ein wichtiges Beispiel möge dies erläutern. Macht man das in

Fig. 8.

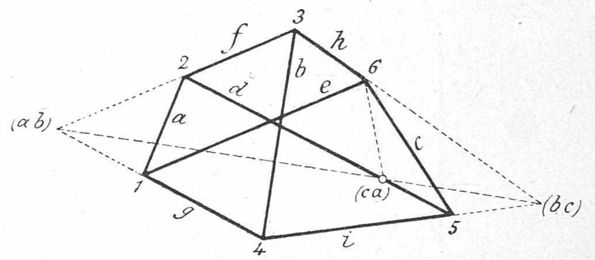
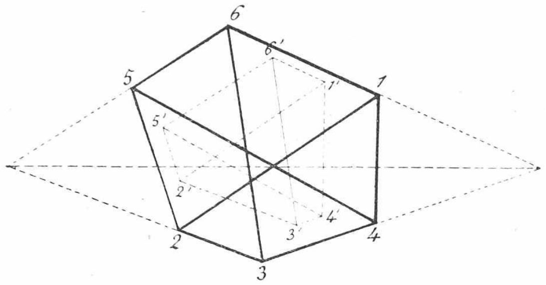


Fig. 8 dargestellte Sechseck, welches im Allgemeinen starr ist, durch Wegnahme des Stabes *e* beweglich und betrachtet den Stab *a* als ruhend, so stehen die augenblicklichen Bewegungsrichtungen der Knoten 3 und 4 senkrecht auf den

*) Vergl. die Abhandlung von *Burmester* „Ueber die momentane Bewegung ebener kinematischer Ketten“, Civilingenieur, 1880, S. 247.

Stäben *f* und *g*, und es ist deshalb der Durchschnittspunkt *(ab)* von *f* und *g* der Pol des Stabes *b* gegen den Stab *a*. Ebenso findet man, dass der Schnittpunkt *(bc)* der Stäbe *h* und *i* der Pol von *b* gegen *c* ist. Nach dem angeführten Satze muss deshalb der Pol *(ca)* von *c* gegen *a* in der die Pole *(ab)* und *(bc)* verbindenden Geraden liegen. Da aber auch die drei Pole *(ad)*, *(dc)* und *(ca)* in einer Geraden liegen müssen und der Pol von *a* gegen *d* mit dem Knoten 2 zusammenfällt, derjenige von *c* gegen *d* mit dem Knoten 5, so bestimmt der Durchschnittspunkt der beiden Geraden 2—5 und *(ab)*—*(bc)* den Pol *(ca)*. Hieraus folgt: Verwandelt man das im allgemeinen starre Sechseck durch Wegnahme des Stabes *c* in ein zwangläufig bewegliches mit der ruhenden Seite *a*, so steht die augenblickliche Bewegungsrichtung des Knotens 6 senkrecht auf der den Knoten

Fig. 9.



6 mit dem Punkte *(ca)* verbindenden Geraden. Geht also der Stab *c* durch den Punkt *(ac)*, d. h. ist das Sechseck ein Pascal'sches (Fig. 9), so hat man es mit einem statisch unbestimmten Fachwerke von unendlich kleiner Beweglichkeit zu thun. Hieraus folgt auch, dass sich zu dem Pascal'schen Sechseck unendlich viele ihm unähnliche Figuren *F'* zeichnen lassen. Weiter kann man aus den vorstehenden Untersuchungen schliessen, dass der Träger in Fig. 4 von unendlich kleiner Verschiebbarkeit und ausserdem statisch unbestimmt ist.

Will man das Sechseck in Fig. 8 mit Hilfe des *Ritter*'schen Verfahrens untersuchen, so führe man einen Schnitt durch die Stäbe *f*, *d*, *e*, *g*, einen zweiten durch *i*, *d*, *e*, *h* und wähle zuerst den Schnittpunkt von *f* und *g*, hierauf den Schnittpunkt von *i* und *h* zum Drehpunkte. Die zwei Momentengleichungen enthalten nur die beiden Unbekannten S_d (= Spannkraft im Stabe *d*) und S_e (= Spannkraft in *e*). Denkt man vor Aufstellung der Momentengleichung die Kräfte S_d und S_e zu *einer* Kraft vereinigt und diese im Schnittpunkte von *d* und *e* in zwei auf einander senkrechte Seitenkräfte zerlegt, deren eine parallel zur Verbindungslinie der Pole *(ab)* und *(bc)* ist, so erkennt man sofort, dass das Fachwerk statisch unbestimmt ist, sobald der Schnittpunkt von *d* und *e* mit den Punkten *(ab)* und *(bc)* in einer Geraden liegt. Es verschwindet dann die Nennerdeterminante der beiden Momentengleichungen.

Am schnellsten kann man sich von der Unbrauchbarkeit des Pascal'schen Sechsecks als Fachwerk überzeugen, wenn man das Sechseck in Fig. 8 (unter Einführung des bekannten, von *Föppl* aufgestellten Begriffs des *imaginären Gelenks*) als aus 3 Stäben *a*, *b*, *c* bestehend ansieht, welche durch drei imaginäre Gelenke G_1, G_2, G_3 mit einander verbunden sind. G_1 ist der Schnittpunkt von *f* und *g*, G_2 der Schnittpunkt von *h* und *i*, G_3 der Schnittpunkt von *d* und *e*. Betrachtet man den Stab *a* als „Widerlager", so bilden *b* und *c* einen Bogen mit drei imaginären Gelenken, dessen *Kräfteplan* sich leicht zeichnen lässt. Man hat nur nöthig, die (einen Strahlenbüschel bildenden) Mittelkräfte R_a, R_b, R_c der bezieh. auf die Stäbe *a*, *b*, *c* wirkenden äusseren Kräfte zu bestimmen und ein Dreieck *ABC* zu zeichnen, dessen Ecken *A*, *B*, *C* auf den Strahlen R_a, R_b, R_c liegen, und dessen Seiten *AB*, *BC*, *CD* durch die Punkte G_1, G_2, G_3 gehen. Betrachtet man dann dieses Dreieck als das Seilpolygon der Kräfte *R*, so ist die Spannkraft in der Seite *AB* die Mittelkraft der Stab-Spannkräfte S_f und S_g; die Spannkraft der Seite *BC* ist die Mittelkraft aus S_h und S_i und die Spannkraft der Seite *CA* die Mittelkraft aus S_d und S_e. Beim Pascal'schen Sechseck liegen die drei Gelenke in einer Geraden; es ist dann im Allgemeinen nicht möglich, den äusseren Kräften durch endliche innere Kräfte das Gleichgewicht zu halten.

Hannover, im April 1887.

Miscellanea.

Schweizerisches Eisenbahnwesen. Dem Geschäftsbericht des Post- und Eisenbahn-Departements (Abtheilung Eisenbahnwesen) entnehmen wir in gedrängtem Auszug Folgendes:

Fristverlängerungen. Im abgelaufenen Jahre wurden vom Bundesrath die in den Concessionsurkunden festgesetzten Fristen für folgende Linien verlängert: Strassenbahn von Vevey nach Montreux und Chillon; directe Linie Renan-Chaux-de-fonds; Strassenbahn St. Gallen-Gais; Brünigbahn; Strassenbahn Frauenfeld-Wyl; Drahtseilbahn Lausanne-Signal; electrische Bahn St. Moritz-Pontresina; Drahtseilbaln Wabern-Gurten.

Erloschene Concessionen. Die Concessionen für folgende Linien wurden als erloschen erklärt: Touristenbahnen im Berneroberland vom Jahre 1873; Wynenthalbahn vom Jahre 1872; Strassenbahnen in St. Gallen vom Jahre 1884.

Die Baulänge sämmtlicher Eisenbahnen in der Schweiz betrug am 31. Dec. 1886 2865 *km*, wovon 2808 *km* auf schweizerische und 57 *km* auf ausländische Bahnen entfielen; das Eisenbahnnetz hat sich im letzten Jahr um bloss 30 *km* vergrössert.

Bahn-Controle. Dem Unterhalt der Einschnittsböschungen in Erde und Felsen wurde die übliche Aufmerksamkeit geschenkt. Einzelne Felsstürze gaben Anlass zu besonderen Consolidirungs- und Sicherheitsmassregeln. Zahlreiche Böschungen wurden neu verkleidet. Bei der Gotthardbahn wurden neue Schutzbauten gegen herabfallende Blöcke und Steine, Schneeabrutschungen und Lawinen, ferner solche bei Holzriesen hergestellt; weitere Schutzbauten werden vorbereitet, sowol bei der genannten Bahn, als auch bei St. Gingolf und auf der Linie Pont-Vallorbes. Mit Bezug auf die Aufforstung, die Anlage von Schutzwaldungen und die Schaffung von waldfreien Zonen zur Verhütung von Bahnsperrungen durch umstürzende Bäume bei Sturmwind etc. bleibt noch Verschiedenes zu thun übrig.

Dem Zustande der Brücken wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Eine Zusammenstellung der Berechnungen, auf welchen die Construction der grösseren Brücken basirt, der Hauptdimensionen derselben und der Belastungsproben ist in Arbeit. Der Zustand sämmtlicher Eisenbahntunnels, namentlich auch des grossen Gotthardtunnels kann im Allgemeinen als befriedigend bezeichnet werden; in den Druckpartien zeigt sich keine Bewegung mehr. — Bei der S. O. S., den V. S. B. (bei Rheineck), der G. B. (Grünbach bei Flüelen und Tessincorrection bei Giubiasco) sind noch Uferbauten etc. zum Schutze der Bahn vorzunehmen.

Zu wünschen übrig lässt an vielen Stellen der Zustand der Holzschwellen, dagegen ist die Lage des Oberbaues im Allgemeinen befriedigend, während auf die Reinigung und Ergänzung des Schotters grössere Sorgfalt verwendet werden sollte. Die Verwendung von Stahlschienen und eisernen Querschwellen macht stetige Fortschritte; so waren bei den 6 Hauptbahnen Ende letzten Jahres von den durchgehenden Hauptgeleisen 48,5% mit Stahlschienen und 13,2% mit Eisenschwellen versehen.

Wiederholt sind Entgleisungen durch unzeitiges Umstellen von Weichen vorgekommen; zur Abhülfe wird die Verwendung von Druckschienen empfohlen. Die Zahl der Weichensignale wird als ungenügend bezeichnet, namentlich bei der V. S. B. Bezüglich der Weichenverriegelung ist die G. B. am weitesten vorgeschritten; auch die S. C. B., die im letzten Jahr wieder 17 weitere Stationen mit solchen Einrichtungen versehen hat, darf hier besonders erwähnt werden; im bescheidenerem Masse ging die N. O. B. vor, während andere Bahnen nur vereinzelte Versuche aufweisen. Mit Deckungssignalen haben die G. B. 95%, die S. O. S. 84%, die N. O. B. 7?%, die S. C. B. 72%, die J. B. L. 37% und die V. S. B. 37% ihrer Stationen versehen. Controleinrichtungen, welche den Stationen über den Stand der Deckungssignale Gewissheit verschaffen, sind bei der S. C. B., N. O. B., V. S. B. und J. B. L. vorhanden.

Obschon von der Conferenz schweizerischer Bahnverwaltungen selbst zugegeben wird, dass auf einspurigen Bahnen mit starkem Verkehr, besonders da, wo starke Steigungen und viele Niveauübergänge vorkommen, Glockensignale angezeigt sind, und obschon sich dieselben überall gut bewährt haben, so ist deren Einführung mit Ausnahme der Tössthal- und Gotthardbahn, die 100 bezw. 72% ihrer Bahnlänge damit versehen haben, bei den übrigen Bahnen noch sehr im Rückstand; so hat z. B. die S. O. S. noch kein einziges Glockensignal!

Am 1. Juni 1886 ist das von den schweiz. Normalbahnen revidirte Signalreglement in Kraft getreten und es sind auch die Neben-