

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95/96 (1930)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Festigkeitsversuche an Holzverbindungen mit abgestuften, geschlossenen Ringdübeln  
**Autor:** Chopard, Ch.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43958>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

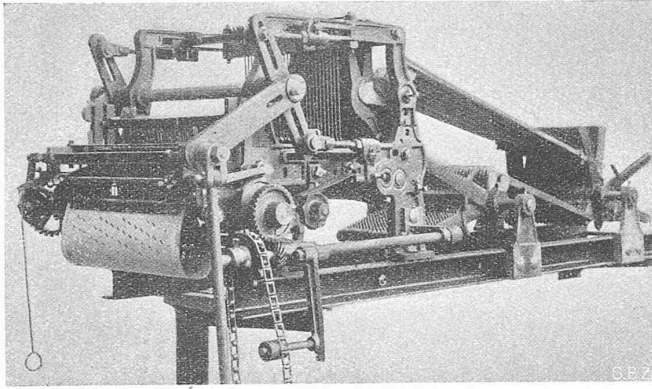


Abb. 16. Schaffmaschine mit Papierdessin. Gebr. Stäubli & Cie., Horgen.

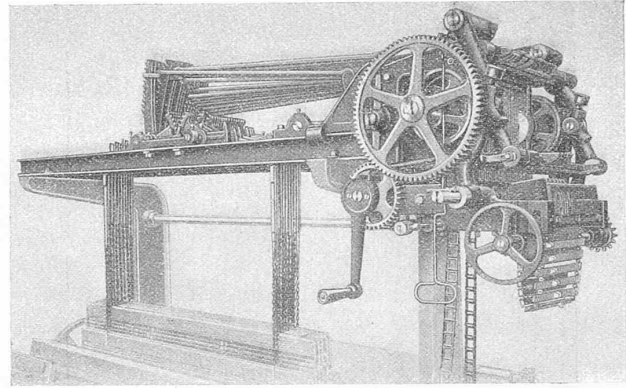


Abb. 17. Tiefliegende Doppelhub-Schaffmaschine mit Hubexzentrern.

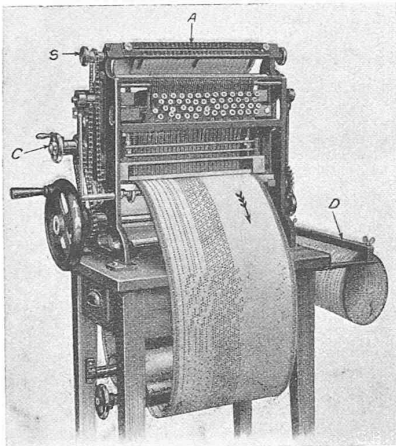


Abb. 19. Kartenlochmaschine.  
A Ablesplatte, C Rückstellkurbel, S Knopf zur Stillsetzung der Patrone, D Kartonklebe-Apparat.

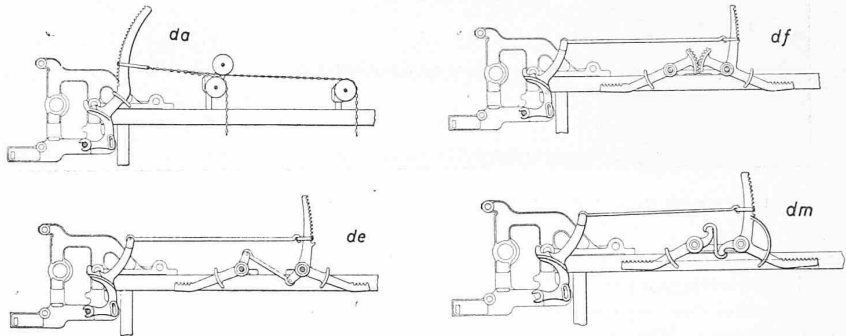


Abb. 18. Schwingenzug-Schemata: da Stehende Schwingen mit Rollen und Ketten; de Getrennte Hilfschwingen; df Getrennte, verzahnte Hilfschwingen; dm Getrennte, S-Hebel-Hilfschwingen.

tiefe Lage ist die Schaffmaschine dem Stuhl näher gebracht, was sich in ruhigerem Gang praktisch angenehm fühlbar macht. Als wertvolle weitere Neuerung ist die Schuss-Such-Vorrichtung zu nennen, durch die mit einem Griff die Schaffmaschine vom Stuhl losgekuppelt und für sich allein vor- oder rückwärts gedreht werden kann. Ferner gestattet diese Konstruktion, durch passende Formgebung

Die elegante, seitlich tief liegende neue Konstruktion Modell „E“ (Abb. 17), war ebenfalls vertreten. Durch ihre

der Hub-Exzenter das reine Fach lange offen zu halten und den Fachwechsel sehr rasch durchzuführen, was dem Webschützen freie Bahn durch die Kettfäden gewährt; die so erzeugten Gewebe werden schöner, während gleichzeitig das Material selbst bei höhern Drehzahlen sehr geschont wird. Auch hier kann die Schaffzahl bis 32 betragen. Der Antrieb der Schaffmaschine erfolgt durch Kette oder im Bedarfsfalle Kette und Welle. Abb. 18 zeigt die entsprechenden Schwingenzug-Schemata. — Die ausgestellten Schaffmaschinen waren auf verschiedenen Webstühlen im Betrieb. Die Ausstellung wurde durch eine *Kartenlochmaschine* (Abb. 19) ergänzt, geeignet für Karten für die erstbeschriebenen Schaffmaschinen. (Schluss folgt.)

### Festigkeits-Versuche an Holzverbindungen mit abgestuften, geschlossenen Ringdübeln.

Von Ing. CH. CHOPARD, i. Fa. Terner & Chopard, Zürich.

(Schluss von Seite 103.)

Die letzte Versuchreihe geschah an den in Abb. 13 (S. 118) gezeichneten drei Fachwerk-Modellen. Modell I unterscheidet sich von den andern dadurch, dass nur die schiefen Streben die Querkräfte übernehmen; der Strebenzug der Modelle II und III dagegen besteht aus Pfosten und Schrägen, wobei irrthümlicherweise die Pfosten in beiden Fällen auf Druck beansprucht waren, entgegen der ursprünglichen Absicht, sie bei Modell III auf Zug zu beanspruchen.

Diese Versuche konnten im Hinblick auf eine unmittelbare Gegenüberstellung mit den aus den vorbeprochenen Versuchskörpern erhaltenen Tragfähigkeiten der Dübel nicht voll befriedigen. Die Ursache liegt an der Eigentümlichkeit solcher Modelle, dass die Hölzer im allgemeinen, im vorliegenden Fall aber namentlich die Gurtstäbe, verhältnismässig zu gross gewählt werden müssen. Es vermochten bei unsern Modellen die Gurtungen, dank ihres Widerstandes gegen Biegung, beträchtliche Teilbeträge der aufgetragenen Belastungen aufzunehmen, dadurch die Streben entlastend; die Gurthölzer enthielten dieses Umstandes wegen hohe Zusatzspannungen zu den eigentlichen Stabkräften aus reiner Fachwerkwirkung. Im Rahmen dieser Abhandlung kann das Ergebnis nur summarisch mitgeteilt

werden, soweit es für die Kennzeichnung der Dübelverbindung von Bedeutung ist, obgleich die verschiedenen Nebenergebnisse manches an sich Interessante bieten.

Abbildungen 14 bis 16 zeigen den Zustand der Modelle nach dem Bruch; die Bruchlasten (Beanspruchung durch Einzellast in der Mitte der Spannweite von 326 cm) waren: 14,25 bzw. 13,1 bzw. 10,5 t. Bei Modell I war die Ursache des Bruches das Aufreißen des Druckgurtes im Punkt J (Abb. 14) unter dem Einfluss der einander entgegengesetzten senkrechten Teilkräfte der Streben C-J und J-E. Bei Modell II brach der Zuggurt in seiner Mitte, unter dem gleichzeitigen Einfluss der örtlichen Schwächung durch den Dübel und der grossen Zusatzspannungen aus der Verbiegung des Gurtes. Bei Modell III wurde das eine Ende des Obergurtes, aus der gleichen Ursache wie bei Modell I, in der Schweraxe des Stabes aufgerissen; die Verhältnisse lagen bei Modell III insofern etwas ungünstiger wie bei Modell I, als das Gurtholz nur wenig über das Auflager hinausreichte.

Infolge der durch die Biegemaschine bedingten Grösse der Modelle waren die Querschnitte der Gurthölzer übertrieben und die Streben demnach, wie gesagt, beträchtlich

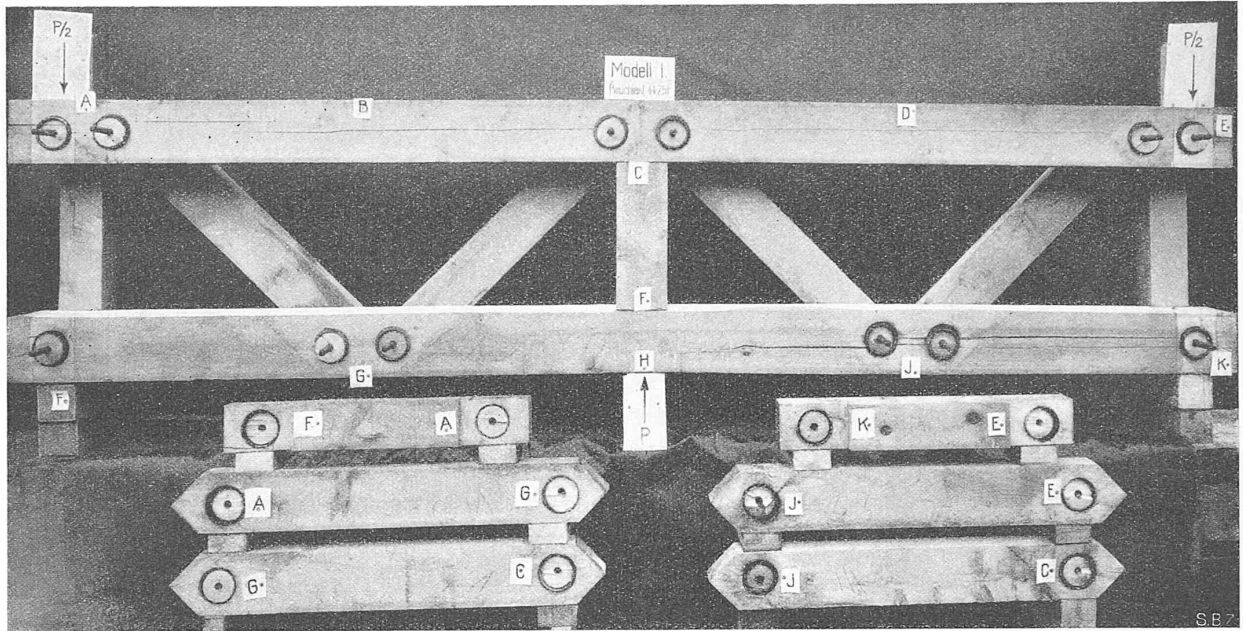


Abb. 14. Fachwerk-Modell I, Bruchlast 1425 t.

entlastet. Deshalb konnten diese und damit auch ihre Ringdübel-Befestigungen nicht hoch genug belastet werden: es reichte bei den meisten Streben nur bis zum Abscheren der Dübelkerne. Wegen dieser Eigentümlichkeit des Modellversuches war also eine unmittelbare Ueberprüfung der durch die vorhergehenden Versuche gefundenen Tragfähigkeiten der Dübel nicht möglich; dagegen bestätigen auch diese Versuche ein Abscheren des kleineren Dübelkernes bei der aus den Versuchen mit Körper Nr. 4 gefundenen Last von etwa 5 bis 6 t, indem bei den Modellen I und II alle Dübel abgeschert oder doch stark beschädigt waren (wirkliche Strebenkräfte gleich 7,8 bzw. 5,2 t), während dies bei Modell III nur vereinzelt, auf seiner linken Hälfte eintrat (S = 3,5 t). Aus nicht ganz abgeklärten Gründen bog sich nämlich die linke Hälfte dieses Modells stärker durch als die rechte; die linken Streben waren durch die Gurtungen infolgedessen weniger entlastet als jene der rechten Hälfte und die wirklichen Strebenkräfte daselbst sehr wahrscheinlich höher als 3,5 t (Mittelwert für die beiden Hälften).

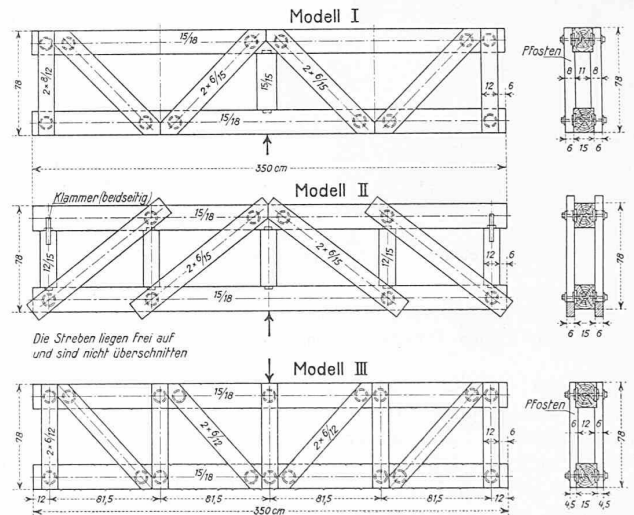
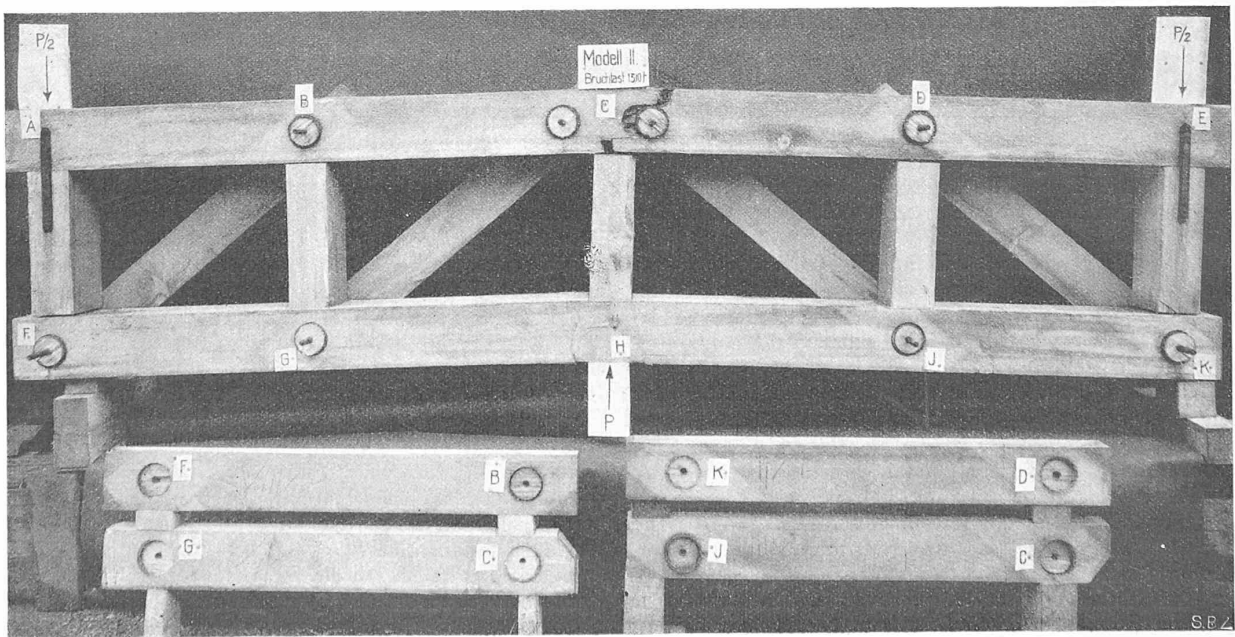


Abb. 13. Fachwerk-Modelle I bis III. — Masstab 1 : 50.

Abb. 15 (unten), Fachwerk-Modell II, Bruchlast 1310 t.



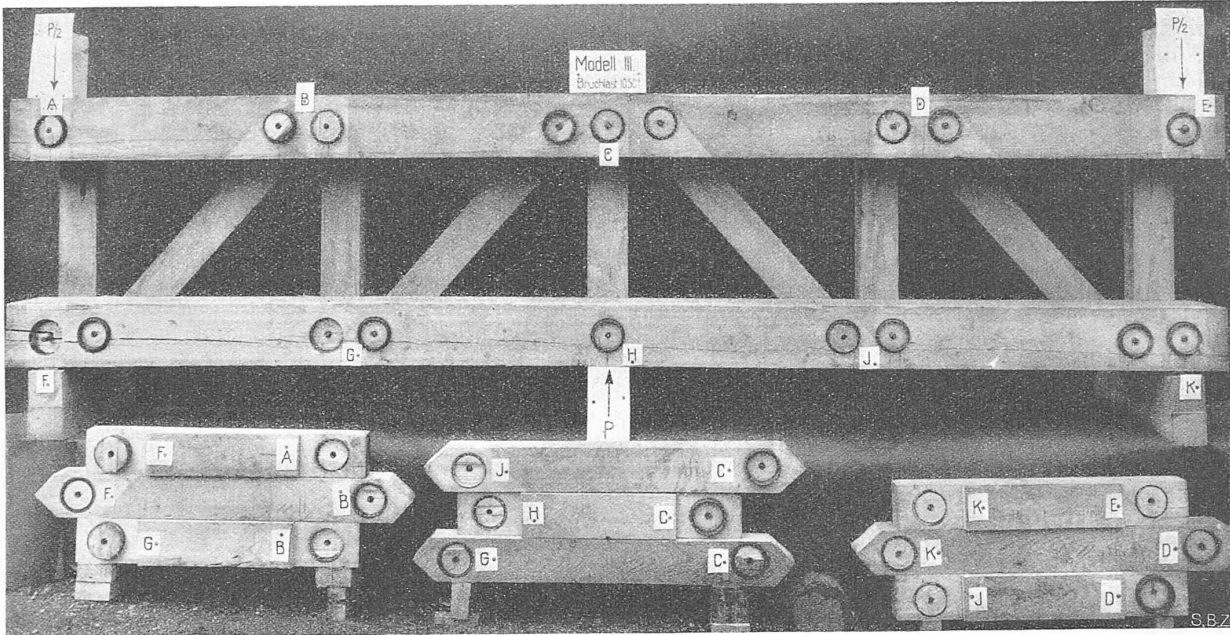


Abb. 16. Fachwerk-Modell III (Bruchlast 1050 t) mit gusseisernen, steifen Ringdübeln System Ternier & Chopard, Zürich.

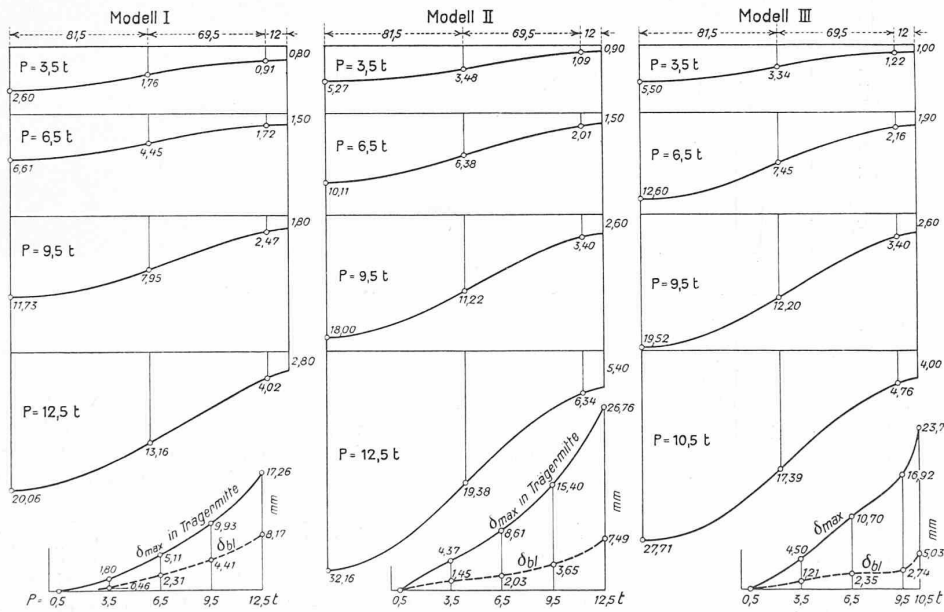


Abb. 17. Durchbiegungs-Diagramme der Fachwerk-Modelle I bis III, unten maximale und bleibende Durchbiegung.

Bedeutungsvoll sind immerhin die Bruchversuche der Modelle I und III deshalb gewesen, weil sie die Gefahr eines Aufspaltens der Gurthölzer unter der Wirkung der in der Stabaxe angreifenden, entgegengesetzt gerichteten Strebenkräften in Erscheinung treten liessen; es ist dies natürlich eine Gefahr, die für alle Holzfachwerke jeglichen Systems besteht, der man indessen leicht begegnen kann: man kann entweder die eine Strebe eines Knotenpunktes durch Einschnitte ihre Kraft an die Gurthölzer unmittelbar abgeben lassen, oder aber ein Aufreißen der Holzfasern durch Spannbolzen verhindern, wenn beide Streben nur durch Dübel befestigt werden sollen.

Ein letztes wertvolles Ergebnis dieser Modellversuche gewinnt man aus der Betrachtung des in Abbildung 17 dargestellten Verlaufes der Durchbiegungen, gemessen am Zuggurt, der bekanntlich für die Bewertung eines Gebildes auf sein elastisches Vermögen ausschlaggebend ist. Zuerst in der Abbildung sind die elastischen Linien für je vier Belastungsstufen gezeichnet; die angeschriebenen Durchbiegungen sind die Mittelwerte der symmetrischen

Punkte beider Modellhälften. Darunter findet sich der Verlauf der Durchbiegungen in der Mitte der Stützweite, und zwar der gesamten wie der bleibenden Durchbiegung in Funktion der Belastung dargestellt. Ergänzt seien diese Darstellungen durch die untenstehende Zusammenstellung der Verhältnisse der bleibenden zu den gesamten Durchbiegungen.

Aus diesen Ergebnissen ersieht man im wesentlichen, dass die gesamten Durchbiegungen des Modelles I durchwegs bedeutend geringer ausfielen, als bei den beiden andern Modellen. Diese auffallende Erscheinung hat ihren ersten Grund in der etwas grösseren Starrheit des Modelles I, bei dem wegen der verhältnismässig grossen Steifigkeit der Gurtungen mehr die Sprengwerkwirkung A-E-J-G (s. Abb. 14) als die eigentliche

Fachwerk-Wirkung zur Geltung kam, während bei den Modellen II und III die bei den vorliegenden Verhältnissen elastischere Fachwerk-Wirkung allein in Frage kam. Daneben ist auch noch eine spezifische Wirkung der Bolzen

*Gegenüberstellung der elastischen und der bleibenden Durchbiegungen für die Trägermitten der Modelle I bis III.*

$P = 3,5 \text{ t}$	I. $\delta_m = 1,80$	II. 4,37	III. 4,50
	$\delta_{bl} = 0,46$	1,45	1,21
	$\delta_{bl} : \delta_m = \alpha_\delta = 0,256$	0,332	0,269
$P = 6,5 \text{ t}$	$\delta_m = 5,11$	8,61	10,70
	$\delta_{bl} = 2,31$	1,98	2,35
	$\alpha_\delta = 0,452$	0,230	0,220
$P = 9,5 \text{ t}$	$\delta_m = 9,93$	15,40	16,92
	$\delta_{bl} = 4,41$	3,65	2,74
	$\alpha_\delta = 0,445$	0,237	0,162
$P = 12,5 \text{ t}$ (I u. II)	$\delta_m = 17,26$	26,76	10,5 (III)
	$\delta_{bl} = 8,17$	7,49	5,03
	$\alpha_\delta = 0,474$	0,279	0,212

im Spiel, die wir weiter unten zur Sprache bringen. Die bleibenden Durchbiegungen sodann, die ganz allgemein den eigentlichen Masstab für die Güte eines Tragwerkes bilden, waren bei Modell I in der untersten Belastungsstufe (bis  $P = 3,5$  t) und im Verhältnis zu seinen gesamten Durchbiegungen ebenfalls etwas kleiner als bei den Schwestermodellen; in den folgenden Belastungsstufen schlug die Erscheinung aber ins Gegenteil um, und es waren gegen den Bruch zu die bleibenden Durchbiegungen bei I auch dem absoluten Wert nach grösser als bei II und III.

Die Ursache dieser Feststellungen liegt an der bereits an anderer Stelle besprochenen, von der Anspannung der Bolzen herührenden Reibung zwischen den Hölzern, durch die die Durchbiegungen bei der Belastung sowohl als auch bei der Entlastung um so stärker vermindert werden, je schärfer die Bolzen angespannt sind. Nun waren die Bolzen des Modelles I sehr scharf angespannt, daher die wesentlich kleinern gesamten und auch die anfänglich geringern bleibenden Einbiegungen als bei den Modellen II und III. Sobald aber die anfänglich grossen Reibungen zufolge langsamen Einreissens der Unterlagscheiben überwunden waren, stellten sich grössere bleibende Durchbiegungen ein. Da andererseits die Bolzen der Modelle II und III absichtlich nur wenig angespannt wurden, fand man die verhältnismässig grössten Durchbiegungen zu Beginn der Belastung; mit wachsenden Verschiebungen innerhalb der einzelnen Verbindungen kamen die Bolzen und damit auch die Dübel zu satterem Anliegen, wodurch sowohl gesamte als auch bleibende Durchbiegungen verhältnismässig stärker vermindert waren. Es ist daher nicht so ganz zufällig, wenn die Verhältniswerte der bleibenden zu den gesamten Durchbiegungen für die unterste Stufe (bis 3,5 t) für Modell I und für die höhern Stufen bei den andern Modellen, nur um rund 0,25 schwanken, untereinander auffallend übereinstimmen.

Diese etwas eingehenden Betrachtungen über die Durchbiegungen unserer Modellfachwerke sollen einmal mehr dartun, wie sehr das elastische Verhalten von der Wirkung der Bolzen, d. h. von der durch den Grad ihrer Vorspannung bewirkten Reibungen innerhalb der einzelnen Verbindungen beeinflusst ist. Diese Beeinflussung wird stets umso geringer sein, je nachgiebiger die Bestandteile einer Knotenpunktverbindung sind. Mit dem *steifen* Ringdübel wird man daher weitgehenden Anforderungen auch an das elastische Verhalten von Fachwerkträgern zu genügen im Stande sein, insbesondere innerhalb der für die praktischen Beanspruchungen einer Verbindung massgebenden untersten Laststufen, wie dies besonders deutlich durch die bezüglichen Beobachtungen an Modell I erwiesen ist.

## Zum Durchschlag des Gotthard-Tunnels

am 29. Februar 1880.

Es geziemt sich, heute, am 50. Jahrestag, auch an dieser Stelle des 29. Februar 1880 zu gedenken, jenes in der Geschichte des Eisenbahnwesens und im besondern des Tunnelbaues so bedeutungsvollen Tages, da tief im Innern des Gotthardgebirges an einer Stelle, die 7745 m vom Nordportal und 7155 m vom Südportal entfernt lag, die letzte den Norden und Süden trennende Scheidewand fiel und die beidseitigen an der Durchbohrung der Felsen beschäftigten Arbeitergruppen sich die Hand zum Grusse

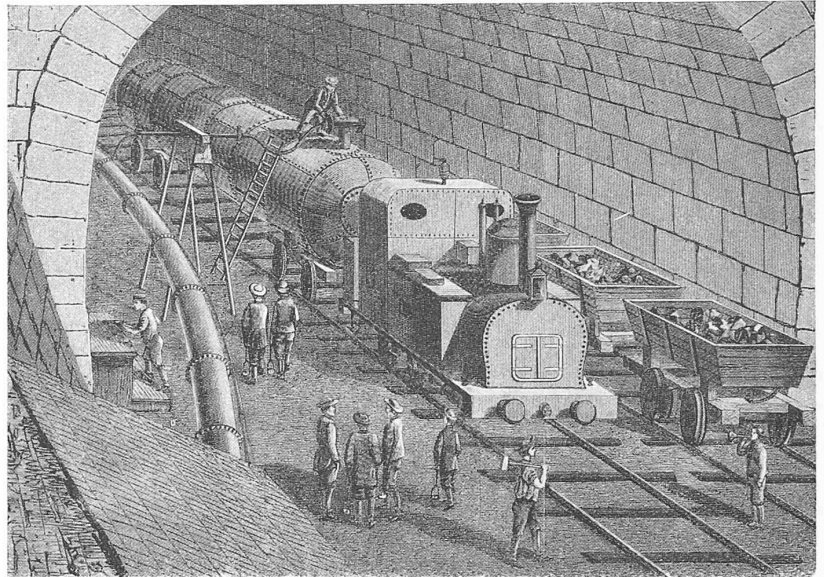


Abb. 1. Mit vorgewärmter Druckluft gespeisete Dampflokomotive beim Bau des Gotthard-Tunnels.

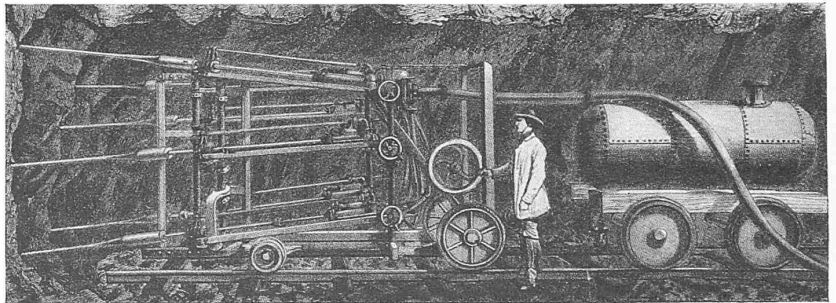


Abb. 2. Bohrwagen mit sechs Ferroux-Stossbohrmaschinen und Wasserbehälter.

reichten. Vergewärtigen wir uns in dieser Stunde ruhiger Ueberlegung, was alles jenem Ereignis an geistiger und physischer Arbeit, an Mühen und Sorgen vorausgegangen ist und was ihm an technischer, wirtschaftlicher und politischer Wirkung folgte, so haben wir allen Anlass, uns des menschlichen Könnens zu freuen, uns daran zu erbauen und neuen Mut für unsere Arbeit daraus zu schöpfen. Es sei daher auch Jedem nahegelegt, seine Gedanken, und sei es auch nur für eine kurze Weile, in dieser Richtung einzustellen. Die folgenden summarischen Angaben, die anlässlich des 50jährigen Jubiläums der Eröffnung der Gotthardbahn im Mai 1932 ergänzt werden sollen, mögen dies erleichtern.

Das erste Projekt für den Bau eines Gotthardtunnels stammt von Ingenieur M. Koller, der im Jahre 1852 in einem Bericht an den Bundesrat vorschlug, einen Tunnel von 10 km Länge von Hospenthal nach Albinasca im Bedrettetal zu bauen. Diesem Projekt gegenüber empfahl Landammann E. Müller in Altdorf ein Jahr später den Bau eines Tunnels von 14800 m, der Airolo direkt mit Göschenen verbinden sollte. Bis zum Beginn der Bauarbeiten im Herbst 1872 wurden 23 verschiedene Tracés für den Tunnel in Vorschlag gebracht, bei denen die Länge des Tunnels je nach seiner Höhenlage zwischen 2000 und 16000 variierte. Schliesslich siegte ein Projekt mit einem Tunnel von 14998 m Länge, 1154,5 m ü. M. Scheitelhöhe und ungefähr 1700 m grösster Ueberlagerung.

Am 5. April 1872 erfolgte die Ausschreibung der Bauarbeiten in den grösseren Zeitungen Europas und Americas, und es liefen in der vorgesezten Frist bis 18. Mai 1872 sieben Offerten ein. Der Zuschlag erfolgte am 7. August 1872 an Ing. Louis Favre in Genf. Die Unternehmung begann ihre Arbeiten am 13. Sept. 1872 auf der