

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95/96 (1930)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Festigkeits-Versuche an Holzverbindungen mit abgestuften, geschlossenen Ringbündeln  
**Autor:** Chopard, Ch.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43954>

#### **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:** 11.02.2026

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

INHALT: Festigkeits-Versuche an Holzverbindungen mit abgestuften, geschlossenen Ringdübeln. — Grossgarage „Marbeuf“ Autos Citroën. — Nekrologe: E. Meier-Braun. Adrien Palaz. — Le soixantième anniversaire de la G. E. P. — Mitteilungen: Amerikanische Erfahrungswerte für die Ventilation bei Tunnelarbeiten. Schnellzugslokomotiven von 7200 PS Einstundeneistung für die Gotthardstrecke der S. B. B. Zur Finanzierung von „Architekturwerken“. Durchbruch der Fahrbahn einer

Hängebrücke. Bewässerung Gezireh in Oberägypten. Kongress zum Studium von Motorbrennstoffen aus Holzkohle. Die Deutsche Gartenstadtgessellschaft. Kraftwerk Piottino. Der „Mitteleuropäische Binnenschiffahrtstag“ 1930. — Wettbewerbe: Bebauungsplan für die rechtsufrigen Quartiere in Genf. Schulhaus mit Turnhalle in Dietikon. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine: Sektion Genf. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

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

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

### I. ZWECK DER VERSUCHE.

Nach den Bestimmungen des Abschnittes III der S.I.A.-Normen über Holzbauten „sind für Systeme, die durch diese Bestimmungen nicht erfasst werden, von Fall zu Fall besondere Bauregeln durch den Bauherrn oder die zuständige Aufsichtsbehörde aufzustellen; hierbei können nur solche Systeme in Frage kommen, über die die nötigen Anhaltspunkte aus zuverlässigen Versuchen zu gewinnen sind“.

In Ermangelung solcher Versuche mit geschlossenen Stufenringdübeln von der Form der Abb. 1 geschah ihre erste vorläufige Bemessung gemäss dem Wortlaut der vorwähnten Normen

Abb. 1. Ringdübel System Terner & Chopard.

über die zulässigen Druck- und Scherbeanspruchungen soweit sie auf die besonderen Verhältnisse der neuen Ringdübel anwendbar sind. Darnach fußte ihre Bemessung insbesondere auf der Annahme einer nach allen Richtungen gleichbleibenden Scherbeanspruchung von  $12 \text{ kg/cm}^2$  für den Dübelkern und eines Leibungsdruckes der Ringflächen von  $75 \text{ kg/cm}^2$  parallel, bzw. von  $15 \text{ kg/cm}^2$  senkrecht, bzw. von  $45 \text{ kg/cm}^2$  (schätzungsweise interpoliert) unter  $45^\circ$  zu den Holzfasern.

Die zulässige Belastung eines Ringdübels errechnete man unter der weiteren Annahme, dass seine Tragkraft bei einer Beanspruchung unter  $45^\circ$  des vom grösseren Dübeldurchmesser betroffenen Stabteiles (in der Regel die Gurthölzer eines Fachwerkgebäudes), den doppelten Wert der zulässigen Tragkraft des alleinigen Dübelkerns besitzen müsse. Aus dieser Bedingung ergaben sich die Nutentiefen: für die kleinere Dübelhälfte mit einem Leibungsdruck  $\sigma_1 = 75 \text{ kg/cm}^2$  und für die grössere Dübelhälfte mit  $\sigma_2 = 45 \text{ kg/cm}^2$ . Bei einer Beanspruchung durchwegs parallel zu den Fasern ist demnach die grössere Dübelhälfte nicht mehr voll ausgenutzt.

Bei Beanspruchung des einen Stabes einer Verbindung senkrecht zu den Fasern setzt sich anderseits die zulässige theoretische Tragkraft eines gestuften Ringdübels aus jener (nach allen Richtungen gleich gross angenommenen) des Dübelkerns, vermehrt um die, mit einem Leibungsdruck von nur mehr  $15 \text{ kg/cm}^2$  für die grössere Ringhälfte zu berechnenden Belastung zusammen; in diesem Falle ist somit die Tragfähigkeit des Ringdübels kleiner als für Beanspruchungen parallel und unter  $45^\circ$  zu den Holzfasern. — Diese Berechnungsart fußt auf der stillschweigenden Voraussetzung, dass dem allseitig umschlossenen Dübelkern nach allen Richtungen gleiche Leibungsdrücke zugemutet werden dürfen.

Unsere vorläufig theoretischen Annahmen über die Wirkungsweise der gestuften Ringdübel waren nun durch Versuche mit Probekörpern zu überprüfen. Es waren gesondert festzustellen:

1. Die Tragfähigkeit des Dübelkerns.

2. Die Tragfähigkeit des vom äusseren Leibungsdruck des Ringdübels betroffenen Vorholzes eines Stabendes, wobei zwischen längerem und kürzerem Vorholz zu unterscheiden war. Denn über die Auswirkung des vom Dübel

ausgeübten Stauchdruckes konnte man a priori nichts bestimmtes wissen, indem außer den Scher- und Druck- bzw. Stauchbeanspruchungen noch eine Art Sprengwirkung des steifen Ringdübels auf das Stabende zu erwarten war.

3. Die Tragfähigkeit der vollständigen nach Massgabe der in den Holznormen festgelegten Beanspruchungen bemesenen Verbindung.

4. Die Tragfähigkeit von zwei hintereinander angeordneten Ringdübeln.

5. Das Verhalten und die Tragfähigkeit der (vorgängig an besonderen Zugkörpern untersuchten) Dübelverbindungen an Fachwerk-Modellen, wobei die verschiedenen Möglichkeiten der Streben- und Pfostenanordnungen zu berücksichtigen waren.

Die unter 1 bis 4 erwähnten Versuche schlossen auch die Erhebung der als Wertmesser bedeutsamen Belastungs-Verschiebungsdiagramme in sich. Bei den Fachwerkmodellen waren die Durchbiegungen, zum Teil ergänzt durch einige Spannungsmessungen, zu beobachten. Damit einerseits die Hölzer der Versuchskörper nicht zu massig ausfielen und anderseits ein unmittelbarer Zusammenhang unter allen Versuchen, insbesondere mit den notwendigerweise kleinen Modellen gewahrt bleibe, wählte man für alle Versuche den in der Abb. 1 dargestellten Stufen-Ringdübel 80/90 mm. Diese Versuche erfolgten Mitte März 1927 in der E. M. P. A. unter der Aufsicht von Prof. Dr. M. Roš und unter Leitung von Kontroll-Ingenieur F. Hübner (Bern); es sei auch an dieser Stelle beiden Herren Kollegen für ihre Bemühungen unser Dank gesagt.

### II. VERSUCH-ERGEBNISSE.

Aus der Fülle der Versuchsergebnisse können im Rahmen dieser Abhandlung nur die wesentlichsten hervorgehoben werden, die für die Eigenart der Verbindung besonders charakteristisch sind.

Für die Untersuchung der Tragfähigkeit des Ringdübels in der Richtung parallel zu den Holzfasern dienten die in der Abb. 2 dargestellten Versuchskörper Nr. 1 bis 4. Die eigenartige Ausbildung der Stabenden diente der Befestigung von eisernen Hilfsrahmen (Abb. 3 u. 4, S. 100), mit denen man die Beanspruchung der Verbindungen auf Zug unter Benützung der Druckpresse bezeichnete. Von jeder Verbindungsart wurden zwei Versuchskörper, als A und B bezeichnet, hergestellt. Die Versuchskörper Nr. 1 dienten der Bestimmung der Tragkraft des Dübelkerns allein; zu diesem Zweck wurde das Vorholz der in die „Strebenhölzer“ versenkten kleineren Dübelhälfte  $S_1$  glatt ausgekerbt. Im Gegensatz dazu sollten die Körper Nr. 2 und 3 Aufschluss geben über die Beanspruchung des Vorholzes allein bei einer Länge desselben von 12,6 bzw. 5,6 cm vom Dübelrand aus; zu diesem Zweck war bei diesen beiden Körpern der Dübelkern  $S_2$  entfernt zur Verhinderung unzulässiger Deformation des gusseisernen Ringdübels wurde anstelle des Dübelkerns eine gutpassende eichene Scheibe eingelegt. Mit den Körpern Nr. 4 prüfte man die vollständige Verbindung unter Annahme einer Vorholzlänge von 10,5 cm ab Dübelrand. Die Zusammensetzung 1 (Seite 100) gibt Aufschluss über die erzielten Bruchlasten und die diesen Lasten entsprechenden mittlern Scher- und Stauchbeanspruchungen (wie allgemein üblich über die projizierte Fläche der Ringhälfte gleichmässig verteilt gedacht).

Auffallend an diesen Ergebnissen ist, wie die Scherspannung im Vorholz beim Bruch der Körper 2, 3 und 4 mit wachsender Länge des Vorholzes sinkt, während umgekehrt die Stauchbeanspruchung zunimmt. Eine einwandfreie Erklärung für diese Erscheinung gestatten diese ersten Versuche noch nicht; sie lassen vorderhand nur erkennen, dass mit den üblichen Berechnungen der mittleren Schub- und Stauchbeanspruchungen die besondere Wirkung dieser geschlossenen Ringdübel offenbar nicht voll erfasst wird. Wie die Abb. 5 und 6 zeigen, sind die wirklichen Scherflächen nicht die glatten Flächen, die man den Berechnungen zu Grunde legt. Bei Körper 2 B ist auch nur an einem der Zwillingshölzer Ausscheren eingetreten: bei der vollständigen Verbindung 4 B ist eines der Hölzer zudem noch aufgespalten worden, allerdings begünstigt durch einen Markstrahl.

Besonderes Interesse verdienen die Belastungs-Verschiebungs-Diagramme der Abb. 7. Bemerkenswert ist die bis zu 3 t Belastung für die Versuchskörper Nr. 1 bis 3 bzw. bis zu 6 t für die vollständige Verbindung Nr. 4 gefundene Proportionalität zwischen Beanspruchungen und Verschiebungen. Wenn bei Nr. 4 die Verschiebungen nicht von allem Anfang an bloss ungefähr halb so gross ausfallen wie bei den drei unvollständigen Verbindungen Nr. 1 bis 3, so liegt das an der Unmöglichkeit, selbst bei genauerster maschineller Ausarbeitung der Vertiefungen für die Dübelwandungen ein sofortiges gleichmässiges Zusammenarbeiten der beiden Stauchflächen des starren Ringes (am Dübelkern einerseits und am Vorholz anderseits) zu erzielen. Die plötzliche Richtungsänderung des Diagrammes Abb. 4 bei 6 t Belastung ist zweifellos dem vorzeitigen Abscheren des Dübelkerns zuzuschreiben. Diese Erscheinung ist wohl die Folge einer verhältnismässig grösseren Belastung des Dübelkerns, weil dessen allseitig umschlossene Fasern bei gleicher Verschiebung mehr spezifische Belastung auszuhalten vermögen als die Fasern des Vorholzes, die sich seitlich ausbreiten können. Darauf deutet auch hin, dass die Belastung von 6 t, bei der in der vollständigen Verbindung Nr. 4 das Abscheren der Dübelkerne eingetreten sein muss, um bloss 50 %, statt 100 % wie zu erwarten war, höher ist als die Bruchlast von 4 t für die alleinigen Dübelkerne der Verbindung Nr. 1.

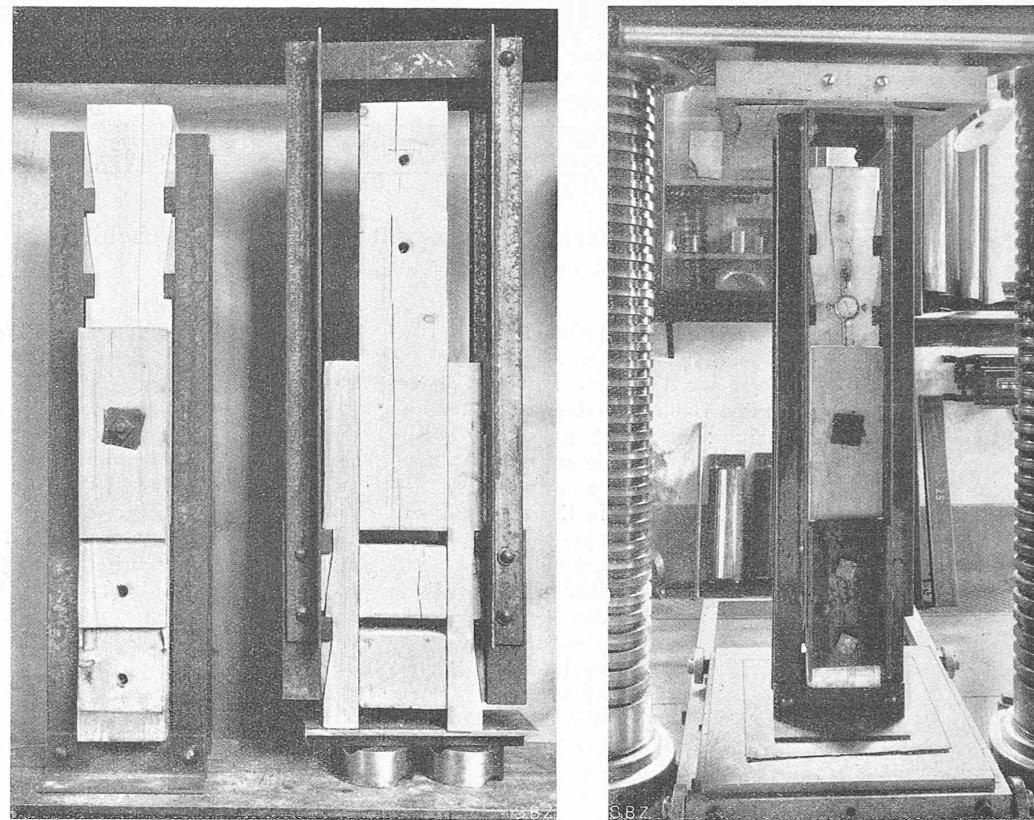


Abb. 3 und 4. Einspannung der Versuchskörper Nr. 1 bis 4 in der Druckpresse.

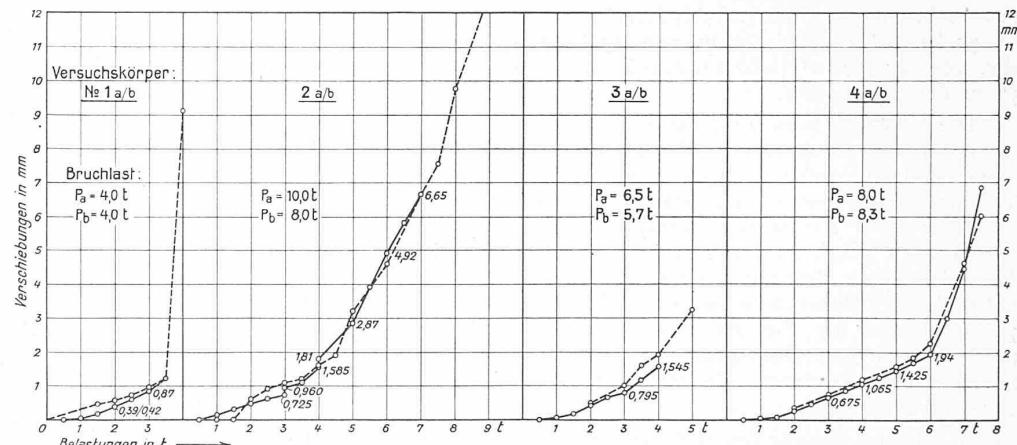


Abb. 7. Gemessene Verschiebungen: bei a (gestrichelt) mit Meterstab; bei b (volle Linien) mit Stoppani-Uhr.

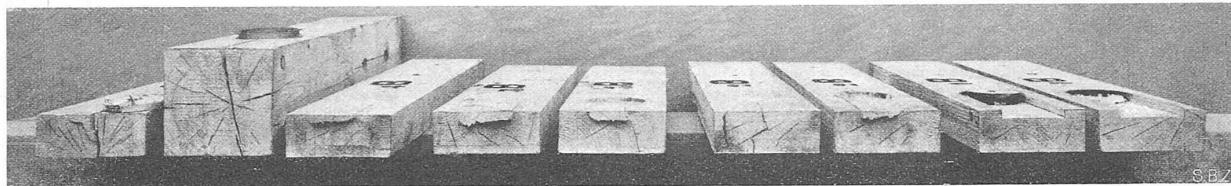
#### Zusammenstellung I.

Verbindung:	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Bruchlasten kg	4000	9000	6100	8150
Kernfläche $\text{cm}^2$	$2 \times 50,2$	—	—	$2 \times 50,2$
Vorholzflächen $\text{cm}^2$	—	$2 \times 136,2$	$2 \times 60,6$	$2 \times 114,5$
Vorholzlängen cm	—	12,6	5,6	10,6
Scherspannungen $\text{kg/cm}^2$	39,8	33,1	50,2	35,6
Stauchflächen $\text{cm}^2$	$2 \times 8,0$	$2 \times 8,8$	$2 \times 8,8$	$2 \times 8,8$
Stauchdruck $\text{kg/cm}^2$	250	570	347	464

Beim Bruch des Körpers Nr. 4 kamen die Flächen der Dübelkerne nicht mehr in Frage, weil sie vorzeitig abgescheret waren, mutmasslich bei etwa 6000 kg Belastung (s. Verschiebungsdigramme der Abb. 7).

Es spielen also bei dieser Ringdübel-Verbindung Verhältnisse mit, die in erster Linie von der Eigenart der Verbindung herrühren und rein rechnerisch umso schwerer zu erfassen sind, als es sich um ein technologisch hetero-

## FESTIGKEITSVERSUCHE AN HOLZVERBINDUNGEN MIT ABGESTUFTEN, GESCHLOSSENEN RINGDÜBELN.



S.B.Z.

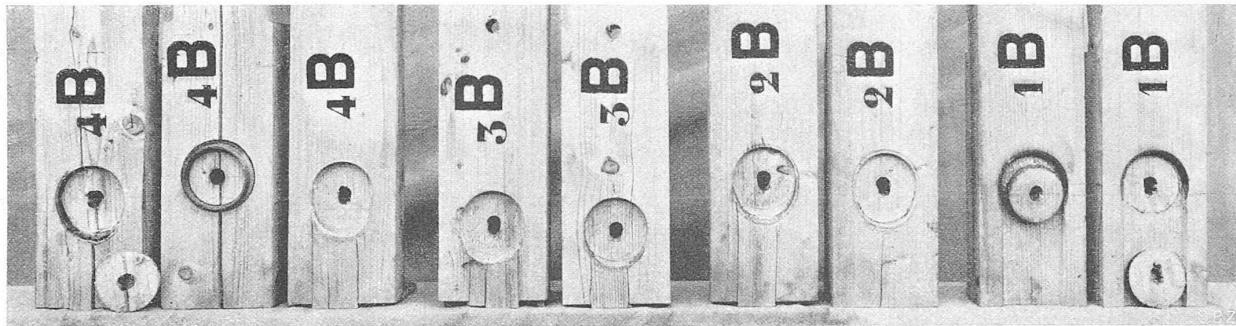


Abb. 5 und 6. Draufsicht und Stirnansicht der Versuchskörper Nr. 1 bis 4 nach den Proben.

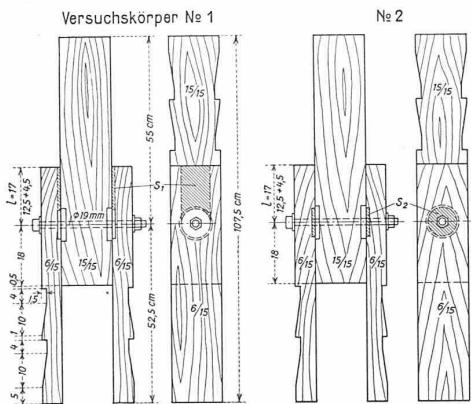


Abb. 2. Versuchskörper Nr. 1 bis 4. — Masstab 1 : 20.

genes Gebilde (aus Eisen und Holz) handelt, dessen Wirkungsweise nicht allein von den spezifischen Festigkeits-Eigenschaften der beiden Baustoffe, sondern auch von der Form des Ringdübels und der Wirksamkeit des die Verbindung sichernden Bolzens abhängt. Es geht daher nicht an, die Tragfähigkeit, bezw. die zulässige Belastung dieser neuen Holzverbindung einzig nach Massgabe der in Normen festgelegten zulässigen Beanspruchungen auf Abscheeren und Stauchdruck bestimmen zu wollen. Man wird vor allem auf die Versuche abstellen müssen, weil nur sie die Besonderheiten der Verbindung eindeutig wiedergeben.

Angesichts der Eigenart dieser Verbindung, bei der die naturgemäß schwankenden Festigkeitseigenschaften des Holzes nicht die Rolle spielen wie bei einfacheren Verbindungen, und dank dem ausgewiesenen guten elastischen Verhalten des Verbundkörpers wird für diese nach Verbindung mit starren Ringdübeln eine drei- bis vierfache Sicherheit ausreichend sein. Dem geprüften Ringdübel 80/90 mm wird man also nach Massgabe der mittleren Bruchlast 8,0 bzw.  $8,3 = 8,15$  t für die vollständige Verbindung Nr. 4 eine praktische Belastung von 2,0 bis 2,7 t sehr wohl zuzumuten dürfen. Damit bleibt man immer noch unter der Hälfte der Last, bis zu der wir Proportionalität zwischen Belastung und Verschiebung feststellten. Es ist nur darauf zu achten, dass die Dübel genügend Vorholz besitzen.

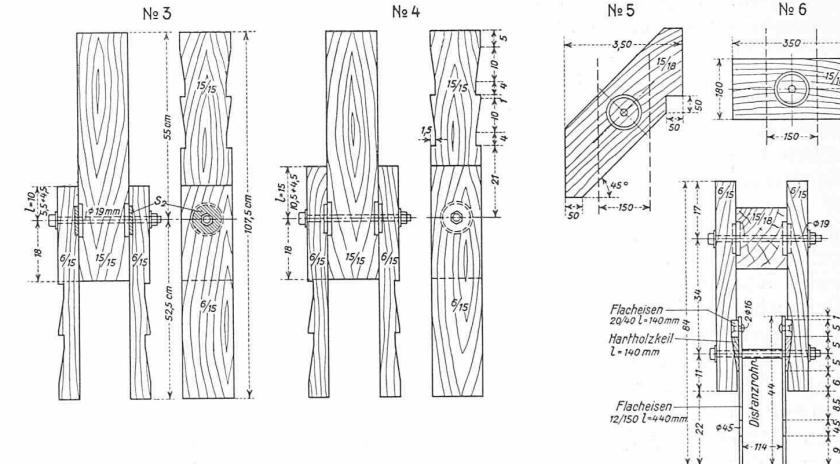


Abb. 8. Versuchskörper Nr. 5 und 6.

Mit den Versuchskörpern Nr. 5 und 6 der Abbildung 8 prüften wir die Tragfähigkeit der Dübelverbindung bei Beanspruchungen unter  $45^\circ$  und  $90^\circ$  zu den Holzfasern. Diese Zugversuche geschahen in der Werder'schen Maschine, weil nach den üblichen Begriffen über die Festigkeit des Holzes quer zur Faser wesentlich kleinere Kräfte als für Körper Nr. 4 parallel zu den Fasern zu erwarten waren; auch die Hilfslaschen an den beiden „Strebehölzern“ waren deshalb nur mit einem Bolzen gefasst.

Diese Versuche gelangen nicht restlos, insbesondere die unter  $45^\circ$  zum „Gurtholz“ nicht. Der Grund hierfür liegt an den Schwächungen der Hölzer durch die aus Abbildung 5 ersichtlichen Einschnitte, die beim Gurtholz des Körpers Nr. 5 seiner guten Lagerung in der Maschine und bei den „Strebehölzern“ der keilförmig wirkenden Befestigung der Zuglaschen dienten. Als Nebenerscheinung trat die sehr nachteilige Wirkung solcher Einschnitte auf die Beanspruchungen der Hölzer zu Tage, zumal in Verbindung mit einer exzentrischen Belastung, wie dies bei den Strebehölzern der Fall war. Infolge der Unterschätzung dieser Nebeneinflüsse, bezw. der über Erwarten grösseren Tragfähigkeiten dieser quer zu den Holzfasern wirkenden Dübel, brachen die Hölzer durchwegs bevor die eigentliche Tragfähigkeit der Dübel erschöpft war; ihre Anrisse begannen immer an den scharfen Ecken der Einschnitte.

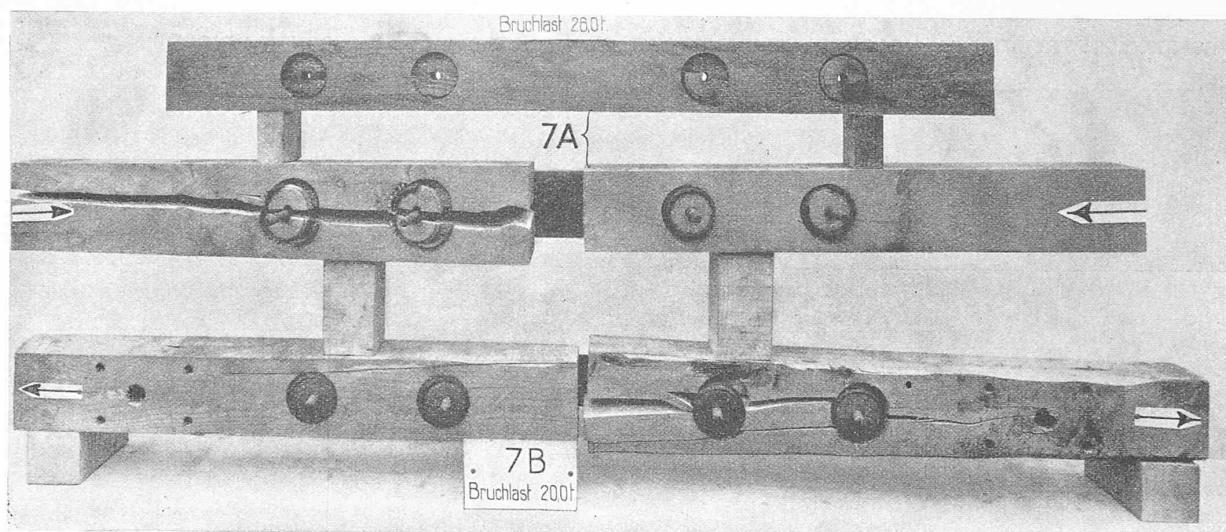


Abb. 11. Probekörper Nr. 7 A mit Hartholzlaschen, Nr. 7 B mit Eisenlaschen.

Abb. 9 (S. 103) zeigt den Zustand der Hölzer und Dübel nach dem Bruch der Körper; die Bruchlasten sind ebenfalls dieser Abbildung zu entnehmen. Wegen der erwähnten Zufälligkeiten wichen die Bruchlasten der beiden Körper Nr. 5 ziemlich stark von einander ab; im Mittel findet sich die Bruchlast für Beanspruchung unter  $45^\circ$  an diesen Versuchen zu  $\frac{1}{2} (11,75 + 7,25) = 9,5$  t. Die Bruchlasten der Körper Nr. 6 für Beanspruchung senkrecht zur Faser sind zwar mit 7,0 t gleich gross, doch ist die Ursache des Bruches bei beiden Körpern nicht ganz die selbe; die Bruchbilder lassen erkennen, dass in beiden Fällen mutmasslich das Aufreissen des Gurtholzes für die Tragfähigkeit dieser Verbindung bestimmend ist. Das Gleiche scheint beim Körper Nr. 5 A der Fall zu sein, dem für die Beurteilung der Tragfähigkeit des DüBELS bei Beanspruchung unter  $45^\circ$  jedenfalls grössere Bedeutung zukommt, als 5 B.

Nach den üblichen Annahmen über Druckfestigkeit des Holzes quer zu den Fasern war für die Körper Nr. 6 mit einer Bruchlast von blos 7 t der Tragfähigkeit des gleichen DüBELS bei Beanspruchung parallel zu den Fasern zu rechnen, nach Massgabe der Brustlast der Körper Nr. 4 also mit etwa  $\frac{2}{3}$  von  $8,15 = 5,4$  t. Wenn jedoch die Verbindungen Nr. 6 erst bei 7 t brachen kann somit nicht die einfache Festigkeit des Holzes quer zu den Fasern für die Beurteilung der Verbindung als Maßstab gelten. — Wie namentlich aus dem Bruchbild des Körpers Nr. 6 B gut zu ersehen ist, schlingen sich in höheren Belastungsstadien die durch den DüBEL nicht durchschnittenen Holzfasern wie Seile um den RingdüBEL, sodass aller Wahrscheinlichkeit nach diese „Seilwirkung“, herrührend von den vorgelagerten quer beanspruchten Holzfasern, das die Tragfähigkeit der schräg zu den Holzfasern wirkenden DüBEL bestimmende Element ist: mit wachsender Einpressung des DüBELS in die Holzfasern vergrössert sich offenbar die auf Stauchdruck beanspruchte Fläche ständig und die Druckbeanspruchung quer zu den Fasern wird daher mit wachsender Belastung günstiger.

Bemerkenswert für diese etwas überraschende Feststellung ist noch eine Gegenüberstellung mit dem Ergebnis für Körper A. Die Zerlegung der Bruchlast dieses Körpers nach den beiden Faserrichtungen ergibt senkrecht zu den Fasern und gleichlaufend mit ihnen eine Teilkraft von

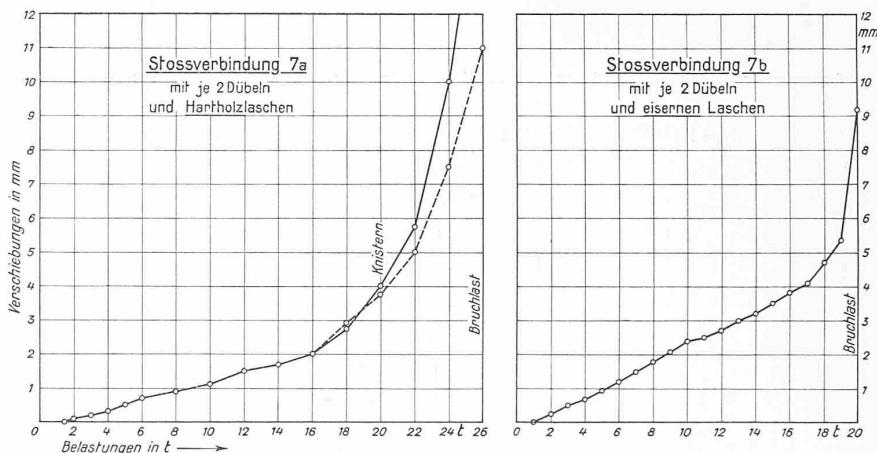


Abb. 12. Gemessene Verschiebungen: 7 A volle Linie linke, gestrichelte rechte Stosshälften. 7 B Verschiebungen auf je eine der Stosshälften bezogen (halbte Fugenweitung).

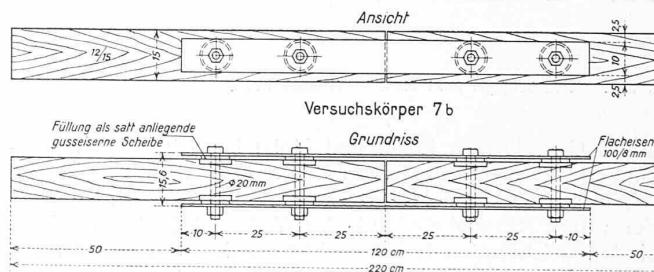


Abb. 10. Probekörper 7 B (mit Eisenlaschen). — 1:20.

$\frac{1}{2} \cdot 11,75 \cdot \sqrt{2} = 8,35$  t; sie ist noch grösser als die für die Körper Nr. 6 festgestellte von 7,0 t, was zweifellos nur dem Umstand zuzuschreiben ist, dass die für die gefundene „Seilwirkung“ massgebende Länge der in Mitleidenschaft gezogene Holzfasern verschieden war: 42 cm bei Körper Nr. 5 schief gemessen, statt blos 35 cm bei Nr. 6.

Obwohl also diese zweite Versuchreihe keinen restlosen Aufschluss brachte über die Tragfähigkeit der RingdüBEL bei Beanspruchungen unter  $45^\circ$  und  $90^\circ$  zu den Fasern, kann doch als ziemlich sicher gelten, dass sie nicht wesentlich geringer ist als bei Beanspruchungen parallel zur Faser, insofern einem „Aufreissen“ des Gurtholzes gebührend vorgebeugt wird.

Die üblichen Begriffe über die Festigkeiten schräg zu den Holzfasern scheinen also bei diesen steifen RingdüBELn zu versagen: nur der unmittelbare Bruchversuch vermag hier die tatsächliche Tragfähigkeit zu bestimmen.

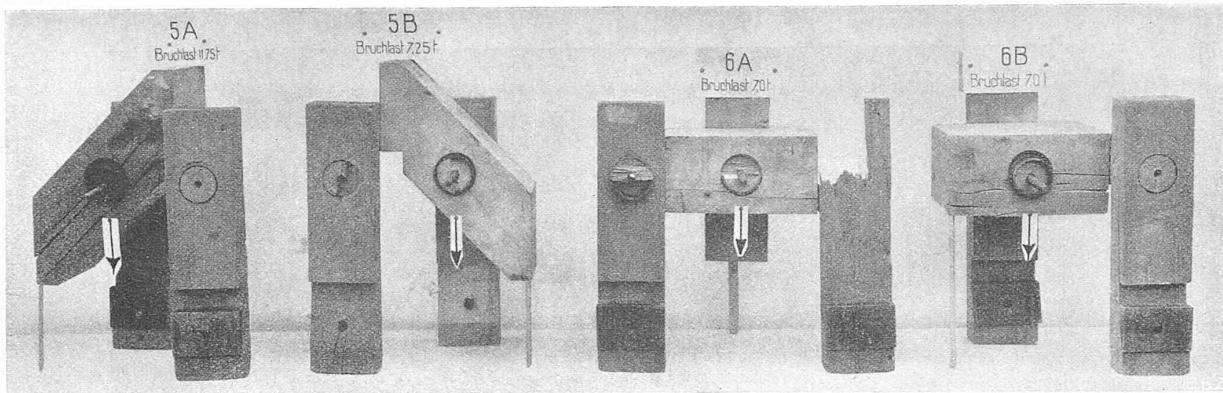


Abb. 9. Probekörper Nr. 5 und 6, mit Ringdübelverbindungen System Terner &amp; Chopard, Zürich.

Die dritte Versuchreihe, die in Abbildung 10 dargestellte Verbindung betreffend, diente der Beobachtung des Verhaltens eines Dübelpaars bei stumpfen Stößen: bei Körper Nr. 7 A kamen hölzerne, bei Nr. 7 B eiserne Verbindungslaschen zur Anwendung. Massgebend ist nun die grössere Dübelhälfte mit einer Stauchfläche von  $9,8 \times 1,5 = 14,7 \text{ cm}^2$ , die somit um 67 % grösser ist als die Stauchfläche von  $8,8 \times 1,0 = 8,8 \text{ cm}^2$  der kleineren Dübelhälfte. Die Länge des Vorholzes wie auch der gegenseitige Abstand der Dübel wurden, mit 25 cm von der Dübelaxe aus gerechnet, entsprechend grösser als für die Versuchskörper Nr. 4 (15 cm ab Dübelaxe) gewählt.

Nach Massgabe der Stauchflächen wäre, im Vergleich zu der Bruchlast von 8,15 t der Körper Nr. 4, für diese Stoßverbindungen eine Tragfähigkeit von  $2(8,15 \times 1,67) = 27,2 \text{ t}$  zu erwarten gewesen. Der Abbildung 11 ist dagegen zu entnehmen: eine Bruchlast von 26,0 t für den Versuchskörper Nr. 7 A mit Holzlaschen und eine solche von 20,0 t für den Körper Nr. 7 B mit Eisenlaschen. Diesem Unterschied in den Bruchlasten entspricht auch ein gleich verschiedenes Verhalten der in Abbildung 12 dargestellten Verschiebungen der gestossenen Stäbe in Bezug auf die

Laschen: Beim Versuchskörper Nr. 7 B zeigten sie sich doppelt so gross wie bei Nr. 7 A. Es röhrt dies nur davon her, dass zwischen den hölzernen Laschen und den gestossenen Stäben infolge starken Anspannens der Bolzen Reibungswiderstände entstehen, die bei der Anordnung mit den Eisenlaschen ausgeschlossen sind. Diesem Umstand ist wohl die bei Körper Nr. 7 A sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen der wirklichen Bruchlast von 26,0 t und der aus der Bruchlast des Versuchskörper Nr. 4 erwarteten von 27,2 t zuzuschreiben. Es beweist dies also deutlich, dass bei dieser Dübelverbindung mit einer ansehnlichen Entlastung der Dübel durch den bis zum Bruch sich erhaltenden Reibungswiderstand zwischen den gefassten Hölzern gerechnet werden muss.

Die Verschiebungsdiagramme lassen abermals gute Proportionalität zwischen Belastungen und Verschiebungen erkennen, bis zum Augenblick des Abscherens der Dübelkerne, worauf die Knicke in den Verschiebungslinien bei etwa 16 t zurückzuführen sind. Für die Tragfähigkeit sind also die Dübelkerne wiederum nicht massgebend, dagegen zeigt sich neuerdings deutlich, dass sie die elastischen Nachgiebigkeiten im innern der Verbindung, innerhalb der praktischen Belastung, stark verringern. Ursache des Bruches war bei beiden Körper Nr. 7 das Aufspalten der gestossenen Stäbe; von einem Ausscheren des Vorholzes fand sich keine Spur, weil die Scherfläche hier verhältnismässig grösser war als bei Körper Nr. 4. (Schluss folgt.)

### Grossgarage „Marbeuf“ Autos Citroën, Paris.

Dieses Gebäude von etwa 2500 m<sup>2</sup> Grundfläche, an der Rue Marbeuf, in nächster Nähe der Champs Elysées, enthält im vorderen Teil die Ausstellungs- und Verkaufsräume für Automobile Citroën, im hinteren Teil gegen die Rue de Marignan Garagen in neun Geschossen, die untereinander durch Einbahn-Rampen verbunden und von dieser Nebenstrasse aus zugänglich sind (Grundriss und Schnitt Seite 106). Diese Garagenhälfte wurde für sich allein erbaut und vor dem Verkaufshaus in Benutzung genommen. Die

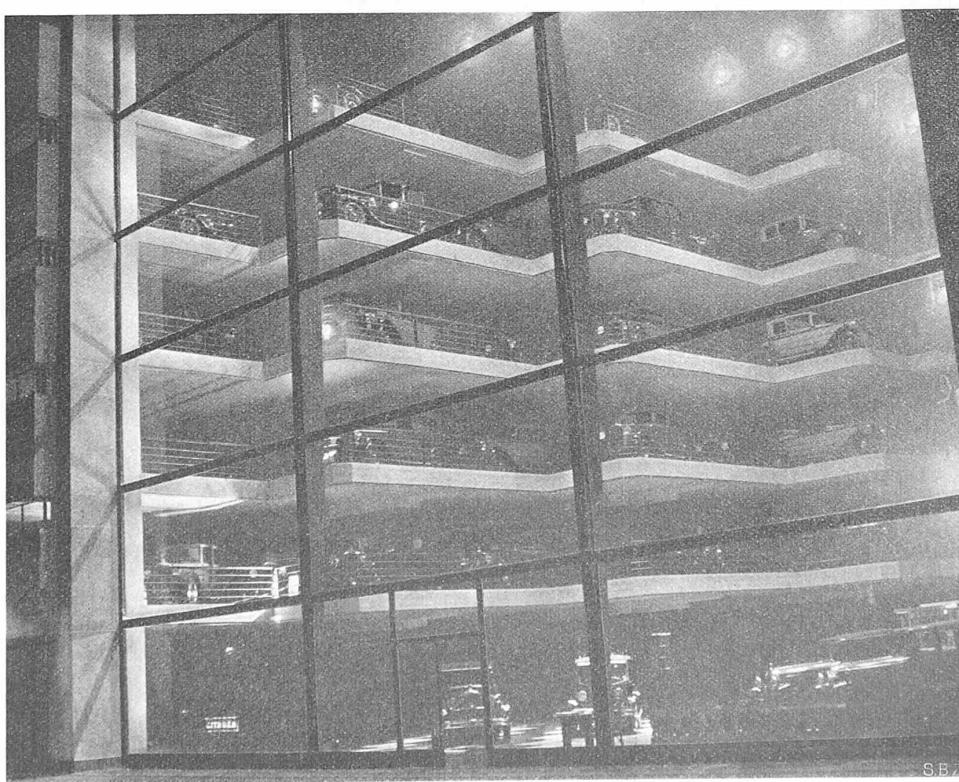


Abb. 3. Einblick von der Rue Marbeuf ins Ausstellungshaus der Automobilwerke Citroën.