

# Festigkeits-Versuche an Holzverbindungen mit abgestuften, geschlossenen Ringbündeln

Autor(en): **Chopard, Ch.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **95/96 (1930)**

Heft 8

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-43954>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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. Schnellzuglokomotiven von 7200 PS Einstundenleistung 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 Gartenstadtgesellschaft. Kraftwerk Piottino. Der „Mitteleuropäische Binnenschiffahrtstag“ 1930. — Wettbewerbe: Bauplan 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.

Band 95

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8

## 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“. —

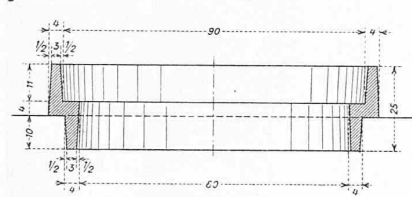


Abb. 1. Ringdübel System Terner & Chopard.

In Ermangelung solcher Versuche mit geschlossenen Stufenringdübeln von der Form der Abb. 1 geschah ihre erste vorläufige Bemessung gemäss dem Wortlaut der vorerwähnten Normen 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 kg/cm<sup>2</sup> für den Dübelkern und eines Leibungsdruckes der Ringflächen von 75 kg/cm<sup>2</sup> parallel, bzw. von 15 kg/cm<sup>2</sup> senkrecht, bzw. von 45 kg/cm<sup>2</sup> (schätzungsweise interpoliert) unter 45° zu den Holzfasern.

Die zulässige Belastung eines Ringdübels errechnete man unter der weiteren Annahme, dass seine Tragkraft bei einer Beanspruchung unter 45° des vom grösseren Dübeldurchmesser betroffenen Stabteiles (in der Regel die Gurthölzer eines Fachwerkgebildes), 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 ausgenützt.

Bei Beanspruchung des einen Stabes einer Verbindung senkrecht zu den Fasern setzt sich andererseits 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 kg/cm<sup>2</sup> 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° 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 besonders 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 bemessenen 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 andererseits 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 hervor gehoben 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 eigens erstellten eisernen Hilfsrahmen (Abb. 3 u. 4, S. 100), mit denen man die Beanspruchung der Verbindungen auf Zug unter Benützung der Druckpresse bezweckte. 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 Dübelhälften  $S_1$  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 Zusammenstellung 1 (Seite 100) gibt Aufschluss über die erzielten Bruchlasten und die diesen Lasten entsprechenden mittleren 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 2B ist auch nur an einem der Zwillingshölzer Ausschere eingetreten: bei der vollständigen Verbindung 4B 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 ausfielen wie bei den drei unvollständigen Verbindungen Nr. 1 bis 3, so liegt das an der Unmöglichkeit, selbst bei genauester maschineller Ausarbeitung der Vertiefungen für die Dübelwandungen ein sofortiges gleichmässiges Zusammenarbeiten der beiden Stauchflächen des starren Ringes (am Dübelkern einerseits und am Vorholz andererseits) 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.

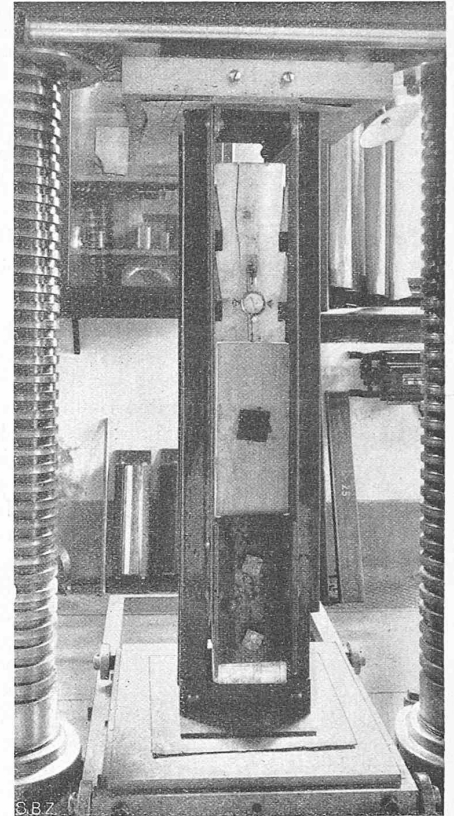
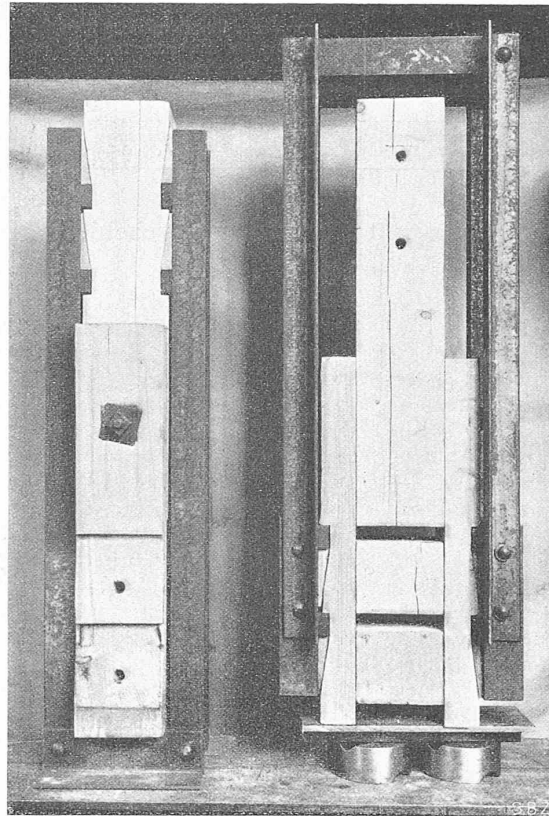


Abb. 3 und 4. Einspannung der Versuchskörper Nr. 1 bis 4 in der Druckpresse.

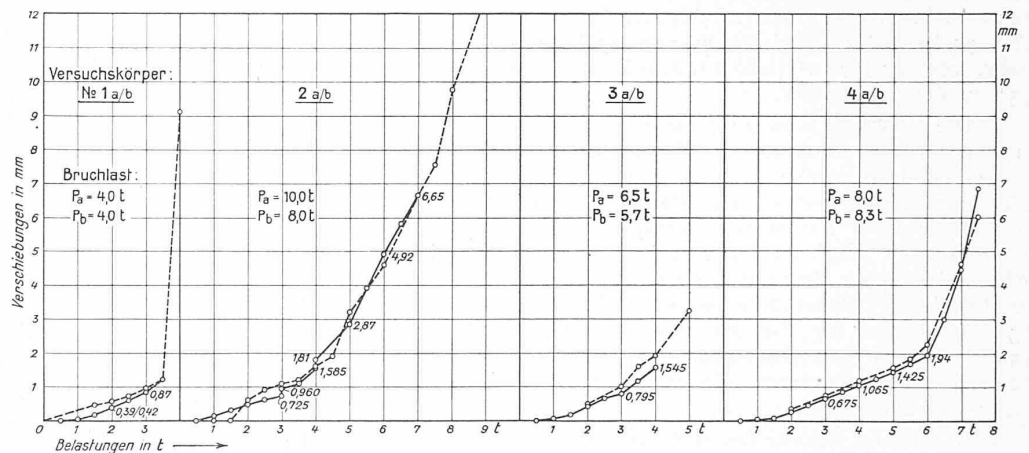


Abb. 7. Gemessene Verschiebungen: bei a (gestrichelt) mit Meterstab; bei b (volle Linien) mit Stoppn-Uhr.

Zusammenstellung 1.

Verbindung:	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Bruchlasten kg	4000	9000	6100	8150
Kernfläche cm <sup>2</sup>	2 × 50,2	—	—	2 × 50,2
Vorholzflächen cm <sup>2</sup>	—	2 × 136,2	2 × 60,6	2 × 114,5
Vorholzlängen cm	—	12,6	5,6	10,6
Scherspannungen kg/cm <sup>2</sup>	39,8	33,1	50,2	35,6
Stauchflächen cm <sup>2</sup>	2 × 8,0	2 × 8,8	2 × 8,8	2 × 8,8
Stauchdruck kg/cm <sup>2</sup>	250	570	347	464

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

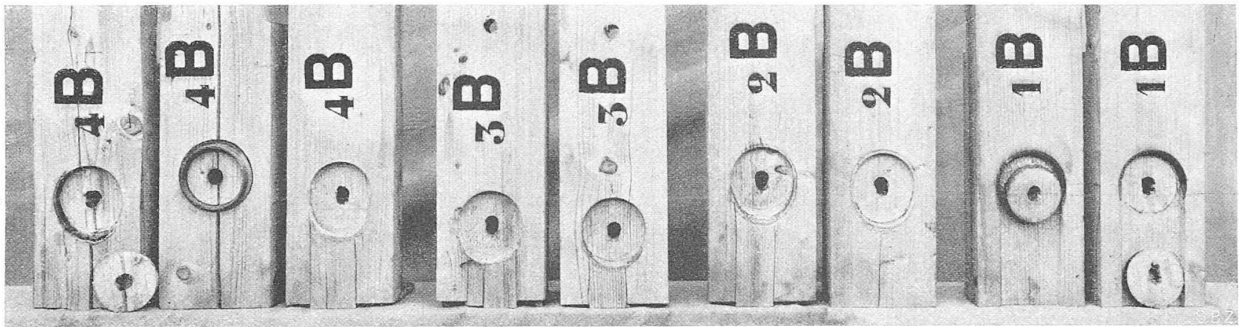
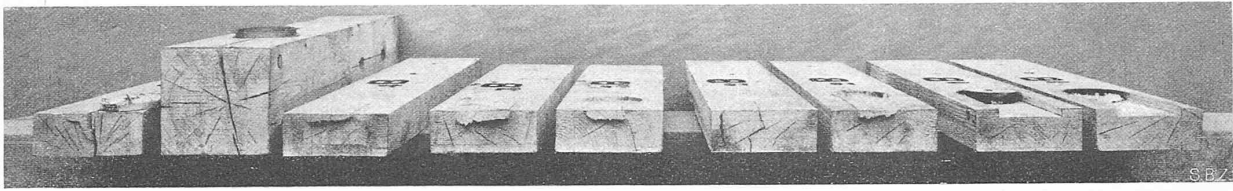


Abb. 5 und 6. Draufsicht und Stirnsicht der Versuchskörper Nr. 1 bis 4 nach den Proben.

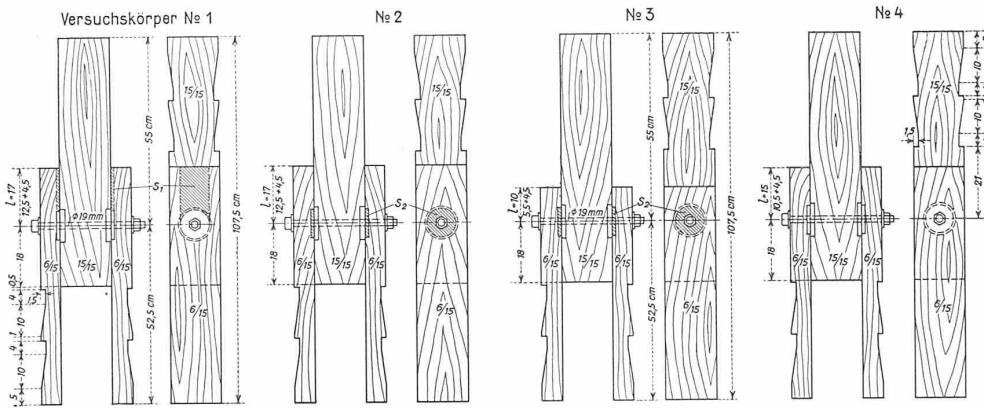


Abb. 2. Versuchskörper Nr. 1 bis 4. — Masstab 1 : 20.

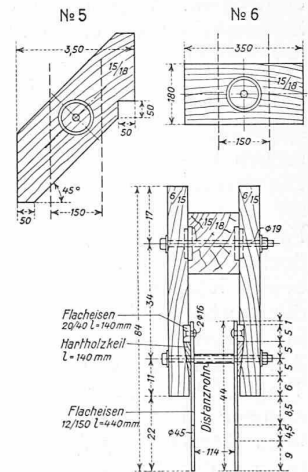


Abb. 8. Versuchskörper Nr. 5 und 6.

genes Gebilde (aus Eisen und Holz) handelt, dessen Wirkungsweise nicht allein von den spezifischen Festigkeitseigenschaften 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 zumuten 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.

Mit den Versuchskörpern Nr. 5 und 6 der Abbildung 8 prüften wir die Tragfähigkeit der Dübelverbindung bei Beanspruchungen unter 45° und 90° 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 Hilfsflaschen an den beiden „Strebehölzern“ waren deshalb nur mit einem Bolzen gefasst.

Diese Versuche gelangen nicht restlos, insbesondere die unter 45° 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.

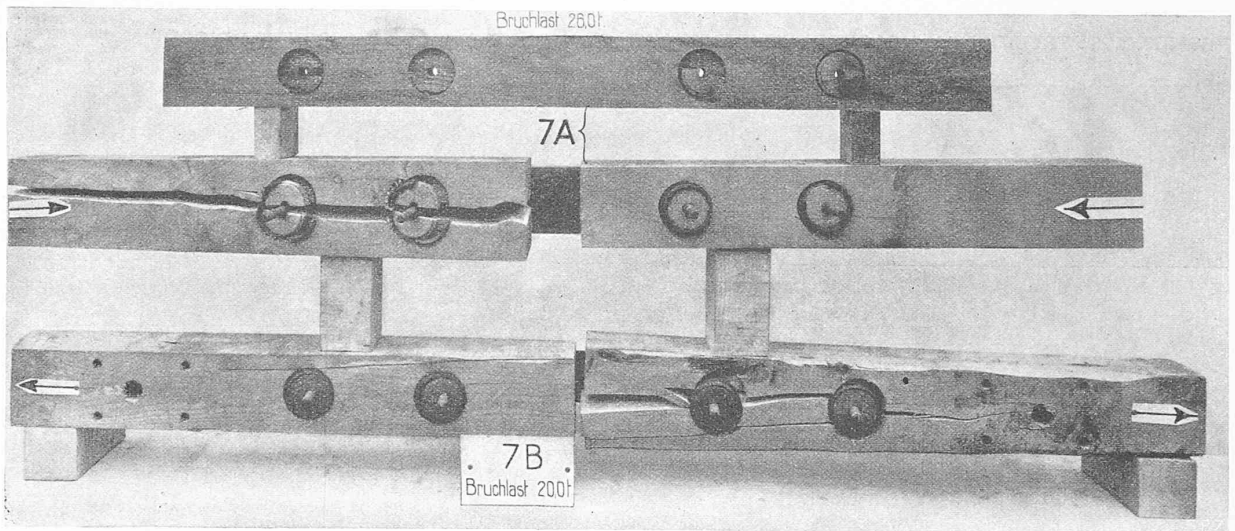


Abb. 11. Probekörper Nr. 7 A mit Hartholzlaschen, Nr. 7 B mit Eisenlaschen.

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 bloss etwa  $\frac{2}{3}$  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 Masstab 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

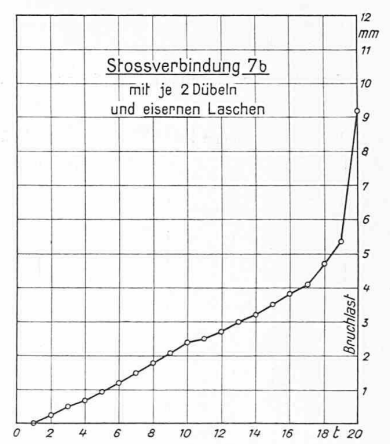
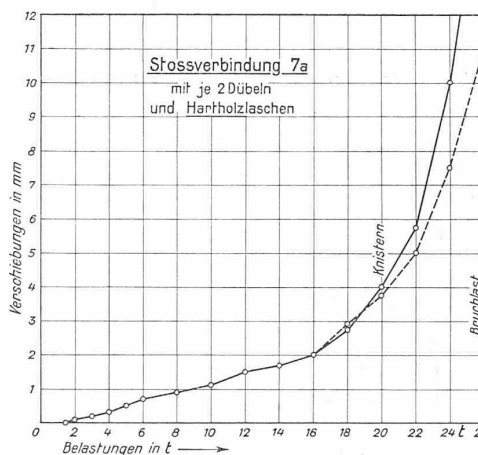


Abb. 12. Gemessene Verschiebungen: 7 A volle Linie linke, gestrichelte rechte Stosshälfte. 7 B Verschiebungen auf je eine der Stosshälften bezogen (halbe Fugenweite).

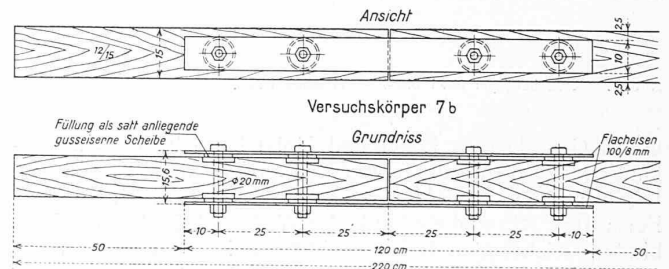


Abb. 10. Probekörper 7 B (mit Eisenlaschen). — 1 : 20.

$\frac{1}{3} \cdot 11,75 \cdot \sqrt{2} = 8,35$  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 bloss 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.

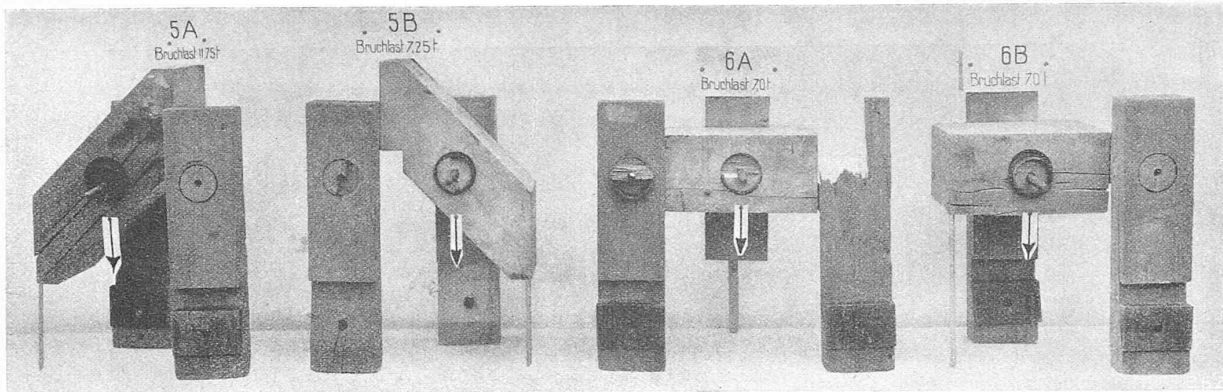


Abb. 9. Probekörper Nr. 5 und 6, mit Ringdübelverbindungen System Ternier & Chopard, Zürich.

Die dritte Versuchsreihe, die in Abbildung 10 dargestellte Verbindung betreffend, diente der Beobachtung des Verhaltens eines Dübelpaares 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 kleinern 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 rührt 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.)

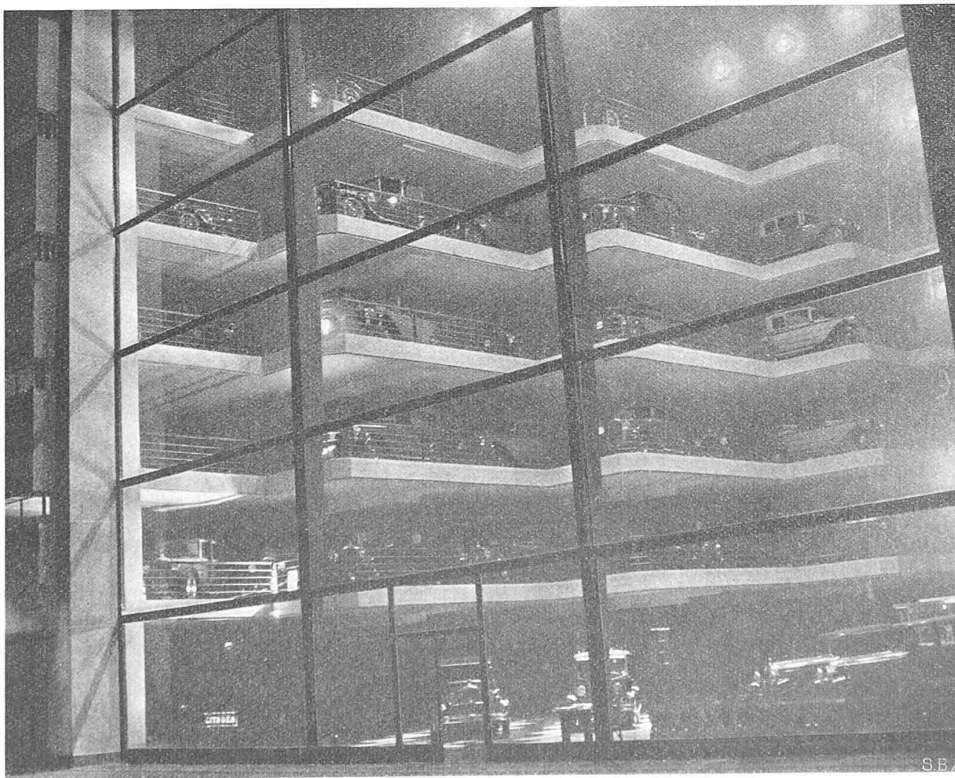


Abb. 3. Einblick von der Rue Marbeuf ins Ausstellungshaus der Automobilwerke Citroën.

### 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 Benützung genommen. Die