

# Ueber das Krystallinischwerden und die Festigkeitsverminderung des Eisens durch den Gebrauch

Autor(en): **Bauschinger**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Die Eisenbahn = Le chemin de fer**

Band (Jahr): **12/13 (1880)**

Heft 24

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-8565>

## **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.

b) der Schutz von Erfindungen, Mustern und Modellen den Fleiss und das Genie ihrer Urheber belohnt, und dadurch Männer von Talent ermuntert, ihre Zeit und Kräfte der Vermehrung der technischen Hilfsmittel und der geistigen Veredlung der Producte des einheimischen Gewerbsfleisses zu widmen;

c) das Fabrikgeheimniss, der grösste Feind des technischen Fortschritts, durch die Möglichkeit, die Erfindungen ohne Befürchtung vor unbefugter Ausbeutung zu veröffentlichen, zum grossen Theil aufgehoben wird;

d) der Patentinhaber sich sorgfältiger als sonst Jemand mit der rationellen Verwerthung seiner Erfindungen beschäftigt, und der Industrielle, welcher mit eigenen Mustern arbeitet, dieselben in der Regel gewissenhafter und sorgfältiger verwenden wird als Derjenige, welcher, um den guten Ruf der Industrie unbekümmert, sich nur auf Nachahmung und billigste Erstellung des Fabrikats verlegt;

e) der Mangel einer eigenen Gesetzgebung unsere Muster und Modelle vom Rechtsschutz in Deutschland ausschliesst;

f) der Vertrag mit Frankreich den Angehörigen dieses Staates in der Schweiz und den Schweizern in Frankreich Rechte einräumt, welche die Schweizer in ihrem eigenen Lande nicht geniessen, und dass derselbe die Letzteren überdies französischen Gesetzen und Strafbestimmungen unterwirft;

g) die definitive Erneuerung des Vertrages mit Frankreich nahe bevorsteht, und damit ohne vorherige Aufstellung eines schweizerischen Gesetzes auch die gegenwärtigen, dem Ansehen und der Würde unseres Landes nicht entsprechenden Misstände erneuert würden; dass endlich

h) das Prinzip des Schutzes des geistigen gewerblichen Eigenthums in der Schweiz durch den Vertrag mit Frankreich und durch das kürzlich in Kraft getretene eidgenössische Gesetz über den Schutz von Fabrik- und Handelsmarken bereits anerkannt ist,

ersuchen wir Ihre hohe Behörde, den Entwurf einer Gesetzgebung über den Schutz von Erfindungen, Mustern und Modellen in der Schweiz mit möglichster Beförderung aufstellen und der Bundesversammlung unterbreiten zu wollen.

Indem wir Ihrem Entscheid mit Vertrauen entgegensehen und uns der Hoffnung hingeben, dass das Interesse unseres Gewerbsfleisses in Ihrer Entschliessung die ihm zukommende Berücksichtigung geniessen werde, unterbreiten wir Ihnen, hochgeehrter Herr Bundespräsident, hochgeehrte Herren Bundesräthe, die Versicherung unserer vollkommenen Hochachtung und Ergebenheit.

Zürich, im Juni 1880.

A. Waldner, Conrad Bürkli, Dr. A. Eichmann, A. Bürkli-Ziegler, A. Müller, Emil Blum, Prof. Hofmeister, Niedermann-Vogel, E. Imer-Schneider.

### Ueber das Krystallinischwerden und die Festigkeitsverminderung des Eisens durch den Gebrauch.

Von Professor Bauschinger in München.

Die Frage, ob das Eisen durch den Gebrauch, bei welchem es Stössen, Erschütterungen, wechselnden Belastungen ausgesetzt ist, seine Structur ändere, krystallinisch werde und in Folge dessen an Festigkeit verliere, ist bekanntlich noch keineswegs entschieden. Beiträge zu ihrer Lösung oder auch nur Erörterung dürften daher immer noch willkommen sein, zumal wenn diese Versuchen entnommen worden sind, welche nur bei ganz selten wiederkehrenden Gelegenheiten angestellt werden können. Solcher Gelegenheiten boten sich mir vor etwa 1 1/2 Jahren, zufällig zusammentreffend, zwei dar. Ueber die dabei gemachten Versuche und deren Resultate soll hier kurz berichtet werden.

I. Bei der im Sommer 1878 vorgenommenen eingehenden Revision der *Bamberger Kettenbrücke*, die im Jahre 1829 erbaut wurde, sollten im Hinblick auf die in Rede stehende Frage einige Kettenglieder auf ihre Festigkeit, Elasticität u. s. w. geprüft und in diesen Beziehungen verglichen werden: a) mit einem vorhandenen Reservekettenglied (A), das mit allen übrigen ange-

fertigt worden, aber seitdem an gut geschützter Stelle und ohne Beanspruchung gelegen war; b) mit einem Kettenglied (E), das in demselben Etablissement, wie die ganze Brücke im Jahre 1829, jetzt und zwar auf möglichst gleiche Weise hergestellt wurde. Die Zahl der einer Kette der Brücke entnommenen Glieder war drei, das eine (B) lag im Scheitel der Kette, das zweite (C) schloss sich unmittelbar an dieses an; das dritte (D) war das dritte vom Aufhängepunkt aus. Diese Glieder haben im Ganzen eine Länge von 243 cm und einen rechteckigen Querschnitt von 9 auf 2 cm. Die Augen für die Bolzen an beiden Enden sind kreisförmig mit einem Durchmesser von 6,2 cm und die ebenfalls kreisförmigen Enden des Gliedes haben 25,2 cm Durchmesser. Sie wurden bei der Prüfung mittels Bolzen, die in ihre Augen passten, eingespannt, so dass sie sich ganz unter denselben Umständen befanden wie in der Kette der Brücke.

Zuerst wurde mittels meines Spiegelapparates jedesmal der Elasticitätsmodul und die Elasticitätsgrenze für ein Stück von 20 cm bestimmt. Ueber die Elasticitätsgrenze hinaus wurde dann ein einfacher Messapparat, ein Stangenzirkel mit Millimetertheilung und Nonius für 0,1 mm angewendet, der die Verlängerung für 200 cm Länge zu messen gestattete. Damit konnte der Beginn des Streckens beobachtet werden. Endlich wurde jede Stange abgerissen und die Zugfestigkeit, die Querschnittsverminderung an der Bruchstelle und die Verlängerung nach dem Bruche (auf 200 cm) ermittelt, sowie das Aussehen des Bruchquerschnittes. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle I zusammengestellt.

#### I. Kettenglieder der Bamberger Kettenbrücke.

Bezeichnung des Kettengliedes	Elasticitätsmodul $k$ auf 1 cm <sup>2</sup>	Elasticitätsgrenze bei $k$ auf 1 cm <sup>2</sup>	Beginn des Streckens bei $k$ auf 1 cm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $k$ auf 1 cm <sup>2</sup>	Querschnittsverminderung in Proc. des ursprüngl. Querschnittes	Verlängerung a. 200 cm in Proc.	Aussehen der Bruchfläche u. s. w.
A	2 298 000	2610	2860	3120	3	0,8	Der Bruch erfolgt plötzlich u. unerwartet. Bruchfläche zum grössten Theil grobkristallinisch, stellenw. feiner, sogar körnig. Schweissfehler an einer Stelle.
B	2 276 000	1630	2430	2890	2	2,2	Alles genau so wie vorhin, auch bezügl. des Schweissfehlers; nur ist im Ganzen der Bruch etwas gröber als bei vorigem Stück.
C	2 157 000	2170	2550	3610	55	10,7	Bruch sehr feinschnig, aber verworren geschichtet mit kl. krystallin. Stellen.
D	2 289 000	2260	2620	3510	34	6,5	Bruch grösstentheils schnig, an beiden Schmalseiten krystallinische Stellen.
E	2 298 000	2000	2670	3680	30	1,5	Bruch sehn., hell u. dunkel unregelmäss. geschichtet m. einigen kryst. Punkten.

Man sieht, dass daraus keinerlei Anhaltspunkte sich ergeben, weder für eine Verminderung der Festigkeit des Eisens, noch für eine Aenderung seiner Structur oder seiner Elasticität, während eines fast 50-jährigen Gebrauches, welchem die drei Kettenglieder B, C, D unterworfen waren.

II. Im gleichen Sommer 1878 wurden die anfangs der 50er Jahre erbauten *How'schen* Holzgitterbrücken auf der bayerischen Allgäubahn (Kempten-Lindau) einer genauen Durchsicht und Prüfung unterworfen. Auch dabei sollte die Frage erörtert werden, ob etwa die Festigkeit der hierbei verwendeten eisernen Hängebolzen durch den Gebrauch, namentlich durch das von Zeit zu Zeit wiederholte stärkere Anziehen der Muttern an den Enden, verringert worden sei. Zu diesem Behufe wurden aus dreien der vier untersuchten Brücken je vier, aus der vierten sechs Hängebolzen entnommen und an das „Mechanisch-technische Laboratorium der technischen Hochschule München“ eingesendet. Dieselben wurden mittels der an den Enden befindlichen Muttern so eingespannt, wie sie es beim Gebrauche sind und auf ganz gleiche Weise geprüft, wie es vorhin für die Kettenglieder beschrieben worden ist. Nur wurde der Elasticitätsmodul und die Elasticitätsgrenze nicht für jeden, sondern nur für jeden zweiten Hängebolzen gemessen; der Beginn des Streckens wurde für diejenigen Stangen, bei welchen diese Messungen nicht vorgenommen wurden, nur durch Beobachtungen an der Waage der *Werder'schen* Festigkeitsmaschine ermittelt; bei den anderen

wurden die Verlängerungen über die Elasticitätsgrenze hinaus auf Längen von 400, bezw. auf 350 cm gemessen.

Bei einer dieser Brücken, bei der *Waltenhofer*, welcher sechs Hängebolzen entnommen worden sind, trifft es sich gut, dass die Versuche, welche Hr. Oberbaudirector *v. Pauli* während des Baues der Brücke bei der Anlieferung der Hängebolzen mit einem Theil derselben vorgenommen hat, von ihm veröffentlicht und dadurch für Jedermann zugänglich erhalten worden sind. Sie finden sich im *Bayerischen Kunst- und Gewerbeblatt*, 1853 S. 4—25 und wurden mit der *Werder'schen* Festigkeitsmaschine ausgeführt und zwar mit dem ersten Exemplar derselben, welches eben in Veranlassung dieser Versuche von *Werder* construirt und in der *v. Cramer-Klett'schen* Fabrik in Nürnberg (jetzt „Maschinenbau - Actiengesellschaft Nürnberg“) gebaut worden war. Die Verlängerungen wurden auf eine Länge von 16 Fuss bayerisch mittels eines Fühlhebelapparates gemessen, der sie in 20-facher Vergrößerung zeigte, und dadurch Elasticitätsmodul und Elasticitätsgrenze bestimmt.

*v. Pauli* hat fünf Stangen geprüft, Nr. I—V, deren jede 6,67 m lang war; ihr mittlerer Durchmesser betrug im cylindrischen Theil bezw. 4,29, 4,03, 4,06, 4,00 und 4,29 cm; an den Enden waren sie verstärkt, damit die dort angeschnittenen Gewinde keine Verschwächung verursachten. Die Resultate sind (in Metermaass umgerechnet) in der folgenden Tabelle II zusammengestellt mit denjenigen von Versuchen, die ich im Herbst 1878 für diejenigen sechs Hängebolzen (bezeichnet mit *a* bis *f*) erhielt, welche bei oben gedachter Gelegenheit kurz vorher aus der *Waltenhofer* Brücke genommen worden waren. Deren Länge war natürlich dieselbe, die mittleren Durchmesser schwanken zwischen 3,94 und 4,13 cm; an den Gewinden an beiden Enden waren sie ebenfalls verstärkt.

II. Hängebolzen der *Waltenhofer* Brücke.

Geprüft von	Bezeichnung	Elasticitätsmodul k auf 1 cm <sup>2</sup>	Elasticitätsgrenze bei k auf 1 cm <sup>2</sup>	Beginn des Streckens bei k auf 1 cm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit k auf 1 cm <sup>2</sup>	Querschnittsvermind., in Proc. des ursprüngl.	Aussehen der Bruchfläche u. s. w.
<i>v. Pauli</i> 1852	I	1 923 000	2650	—	3300	—	Vorher einmal mit 1930 k/cm <sup>2</sup> gespannt. Bruch 1/3 körnig, 2/3 sehnig. Früher nie belastet. Bruch sehnig, am Rande schwach körnig. Bruch sehnig mit etwa 0,34 cm <sup>2</sup> körnigem Gefüge. Bruch 1/3 sehnig, 2/3 feinkörnig. Bruch fast durchaus feinkörnig.
	II	2 047 000	2080	—	2890	—	
	III	2 096 000	1970	—	3130	—	
	IV	1 900 000	2267	—	3330	—	
	V	2 066 000	2585	—	2960	—	
Mittel			2310 †	3120			
<i>Bauschinger</i> 1878	a	—	—	2250	2890	19	Bruch sehnig, fein, durch einen Schiefer geschwächt. Bruch sehnig, nur am Rande etwas krystallinisch, aber matt und zerklüftet. Feinsehnig, aber matt, mit einigen krystallinischen Punkten. Bruch an einer Schweissstelle. Desgleichen. Desgleichen.
	b	2 135 000	2040	2230	3070	22	
	c	2 114 000	1870	2160	3340	25	
	d	—	—	2510	2830	—	
	e	2 160 000	2130	2200	2600	—	
	f	—	—	2310	2960	—	
Mittel			2013	2280	3100	2790	

Dass *v. Pauli* die Elasticitätsgrenze etwas höher, den Elasticitätsmodul etwas kleiner fand als ich, rührt von der geringeren Empfindlichkeit und Genauigkeit der Messinstrumente her, welche ihm damals zu Gebote standen.

Die mittlere Festigkeit der drei ungeschweissten Hängebolzen, die nach 25-jährigem Gebrauch geprüft wurden, ist noch dieselbe wie bei den fünf neuen Bolzen, welche *v. Pauli* im Jahre 1852 untersuchte; und aus der letzten Spalte der vorigen Tabelle folgt, dass sicherlich auch die *Structur jener drei Hängebolzen keine Veränderung erfahren hat*.

In nachstehender Tabelle III theile ich noch die Resultate mit, die ich auf die schon beschriebene Weise für die je vier Hängebolzen der drei anderen *Allgäu-Brücken* erhalten habe.

† In Tab. IV S. 19 der oben angeführten Abhandlung von Oberbaudirector *v. Pauli* steht für dieses Mittel unrichtig 24,1 kg auf 1 mm<sup>2</sup>, wahrscheinlich in Folge eines Satzfehlers.

Des mangelnden Vergleiches mit neuem, ungebrauchtem Material halber bieten sie nicht ganz das gleiche Interesse wie die oben angegebenen; da aber diese Hängebolzen, so viel ich weiss, in demselben Hüttenwerk hergestellt wurden wie die der *Waltenhofer* Brücke und also auch wohl die gleiche ursprüngliche Qualität für sie vorausgesetzt werden darf, so zeigen die Zahlen für die Zug-

III. Hängebolzen der drei andern *Allgäu-Brücken*.

Hängebolzen der	Bezeichnung	Elasticitätsmodul k auf 1 cm <sup>2</sup>	Elasticitätsgrenze bei k auf 1 cm <sup>2</sup>	Beginn des Streckens bei k auf 1 cm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit k auf 1 cm <sup>2</sup>	Querschnittsvermind., in Proc. des ursprüngl.	Aussehen der Bruchfläche u. s. w.
Illerbrücke bei Kemp- ten, je 6,82 m lang, 5,2 cm dick, im Gewinde nicht verstärkt	a	2 077 000	1090	1890	3070	—	Bruch im Gewinde, sehnig mit drei grösseren krystallinischen Nestern. Bruch im Gewinde, ganz wie vorher aussehend. Bruch im Gew., grösstentheils grobkrystallinisch; der sehnige Theil in der Mitte gelblich und matt, wie verbrannt, zerklüftet. Bruch im Gewinde, ganz krystallinisch, theils grob, th. wenig grob.
	b	—	—	1940	3250	—	
	c	—	—	—	3170	—	
	d	2 038 000	1410	2060	3210	—	
Eilhofer Brücke, je 4,58 m lang, 4,4 cm. stark, im Ge- winde verstärkt	a	2 221 000	2010	2180	2680	—	Bruch an einer Schweissstelle, soweit er durch das Material selbst geht, sehr schön sehnig. Bruch an einer fehlerhaft. Stelle, sehn. aber ganz matt u. gelbl.; die Stange ist in der Mitte geschweisst, doch erfolgt der Bruch nicht daselbst. Sehnig, aber mittendurch eine breite krystallin. Schicht. In der Nähe der Enden derselben äusserl. Querrisse. Durchweg sehnig, aber stark zerklüftet, äusserlich Querrisse.
	b	—	—	—	2930	12	
	c	2 169 000	1790	2210	2780	16	
	d	—	—	—	3130	17	
Laibachbrücke, a) u. b) 4,16 m lang 4,6 cm dick, u. c) 4,52 m lg., 3,7 cm dick, in den Gewinden verstärkt	a	2 143 000	1920	2260	2610	7	Bruch an einer, wie es scheint, geschweissten Stelle, sehnig. Bruch an einer Schweissstelle, Material sehnig, porös. Bruch sehnig, porös. Bruch sehnig, etwas zerklüftet, in der Mitte der Stange befindet sich unverkennbar eine Schweissstelle, die aber aushielt.
	b	—	—	2410	2910	—	
	c	2 151 000	2080	2530	3310	14,5	
	d	—	—	2420	3480	37	

festigkeit in der sechsten Spalte, in so weit sie sich auf Brüche an ungeschweissten Stellen beziehen, doch wieder, dass eine Verringerung der Zugfestigkeit durch 25-jährigen Gebrauch nicht stattgefunden haben kann. Ebenso wenig lässt sich aus den Bemerkungen über das Aussehen der Bruchfläche in der letzten Spalte schliessen, dass das Eisen der Bolzen durch den Gebrauch krystallinisch geworden sei.

Wir hatten schon in Nr. 18 der „Eisenbahn“ auf die vorstehenden, höchst interessanten Untersuchungen des Hrn. Prof. *Bauschinger* hingewiesen und es ist uns, anschliessend an die hierüber gebrachte kurze Notiz, von verschiedenen Seiten der Wunsch geäussert worden, Näheres über die betreffende Materie zu erfahren. Einer unserer Leser schrieb uns hierüber was folgt:

„Wie der „Eisenbahn“ zu entnehmen ist, hat Professor *Bauschinger* in München constatirt, dass Brückenbestandtheile nach langem Gebrauch keine Strukturveränderungen gezeigt haben.

„Es wäre nun von höchstem Interesse, zu vernehmen, welcher Beanspruchung eigentlich diese Bestandtheile ausgesetzt waren. Ich vermute nämlich, dass diese Beanspruchung, da es ältere Bauwerke betrifft, bei welchen man bekanntlich grössere Sicherheit verlangte, als in der Neuzeit, eine sehr mässige, ziemlich unter der Elasticitätsgrenze liegende gewesen sei; zudem waren diese Stücke, der Natur der Objecte entsprechend, jedenfalls keinen heftigen Stosswirkungen ausgesetzt.

„Es scheint mir nämlich sehr wahrscheinlich, dass zur Hervorbringung von Strukturänderungen erstlich eine Beanspruchung, die sich der Elasticitätsgrenze nähert und sodann das Vorkommen stossähnlicher Erscheinungen nothwendig seien, welche letztern zeitweilig eine Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze verursachen müssen.

„In den meisten Fällen wird wohl auch, wenn sich eine Structuränderung eingestellt hat, das Vorhandensein der vorgeannten Ursachen nachgewiesen werden können.

„Bei dieser Gelegenheit sei ferner daran erinnert, dass, seitdem die Achsen der Eisenbahnwagen angemessen verstärkt worden, die früher unangenehm häufigen Achsenbrüche, bei denen meist eine Structurveränderung wahrzunehmen war, ganz erheblich seltener geworden sind.

„Es würde mich freuen, wenn über diese für das Ingenieur- und Maschinenwesen so wichtige Angelegenheit Weiteres zu Tage gefördert werden könnte.“

Unserem Wunsche ist Hr. Prof. Bauschinger in zuvorkommender Weise entgegengekommen, indem er uns gestattet hat, die Details seiner Versuche über das Krystallinischwerden und die Fähigkeitsverminderung des Eisens durch den Gebrauch so wie sie in Dingler's Polyt. Journal, Bd. 235, Heft 3, erschienen sind, zu veröffentlichen.

Ueber die oben geäußerte Vermuthung, die wir Hrn. Prof. Bauschinger mitgetheilt hatten, sprach sich derselbe in einem Schreiben an uns wie folgt aus:

„Was Ihre Vermuthung anbelangt, dass bei den älteren Bauwerken, um die es sich hiebei handelt, Dimensionen angewendet worden wären, welche einer relativ bedeutenden Beanspruchung der einzelnen Constructionstheile überhaupt vorbeugten, so dürfte eher das Gegentheil zutreffen. Wenigstens wurde die eingehende Revision hauptsächlich dadurch veranlasst, dass man fürchtete, die betreffenden Bauwerke genügten den neuen Annahmen und Anschauungen über die Grösse und Art der Belastung nicht mehr.

„Um Sie und die Leser Ihrer geschätzten Zeitschrift, welche sich dafür interessieren, übrigens in Stand zu setzen, sich selber ein Urtheil in dieser Frage zu bilden, bemerke ich, dass die eine der How'schen Holzgitter-Brücken auf der bayr. Allgäu-Bahn, nämlich die Waltenhofer, abgebildet und beschrieben ist in „Bauernfeind's Vorlegblättern zur Brückenbaukunde“, 2. Aufl., von Döhlmann und Frauenholz, Blatt 13 und 14 des Atlas und S. 16 des Textes, und dass die hier in Betracht kommenden Dimensionen der Bamberger Kettenbrücke, die eine Strassenbrücke mitten in dieser Stadt ist, folgende sind: Spannweite 64,10 m, Pfeilhöhe 5,10 m Gesamt-Querschnitt der Kettenglieder am Scheitel sowohl wie am Aufhängepunkt:  $16 \times 8,9 \text{ cm} \times 1,8 \text{ cm} = 25632 \text{ mm}^2$ . Breite der Fahrbahn: 5,94 m. Breite der Trottoirs:  $2 \times 1,46 \text{ m}$ .“

Wir möchten diesen verdankenswerthen Mittheilungen noch den Wunsch beifügen, dass der von Hrn. Prof. Bauschinger vorgelegten Frage allseitige Aufmerksamkeit geschenkt und dass durch zahlreiche weitere Versuche (namentlich an solchen Objecten, die gleichzeitig einer starken Beanspruchung und öfters stossweisen Erschütterungen ausgesetzt sind) mehr Licht in diese noch wenig erforschte Materie gebracht werde.

### Mr. Law's Rapport über die Tay-Brücke.

Mr. Henry Law, M. I. C. E., wurde von der Commission zur Untersuchung der Ursachen des Sturzes der Taybrücke, bestehend aus den HH. Rothery, Barlow und Col. Jolland, als Unparteiischer angestellt, um die Taybrücke, nachdem ein Theil derselben gestürzt, zu untersuchen und darüber zu rapportiren. Dieser Rapport bildete einen wichtigen Theil der Evidenz während der Verhandlungen.

Derselbe bestätigt vollkommen unsere von den ersten Untersuchungen und den Zeugenaussagen gewonnene Meinung, der wir in Nr. 3 der „Eisenbahn“ vom 17. Januar Ausdruck verliehen haben. Doch glauben wir hier beifügen zu sollen, dass Mr. Bidder, der Advocat für Sir Thomas Bouch (der Erbauer der Brücke), erklärt hat, dass einige Aussagen Mr. Law's durch die Festigkeitsversuche, die Mr. Kirkaldy gemacht, invalidirt seien.

Der Bericht lautet wie folgt:

„Den Instructionen, die in Ihrer Mittheilung vom 22. Januar enthalten sind, nachkommend, habe ich die Ehre, Ihnen den nachfolgenden Rapport vorzulegen, der alle Informationen enthält, die ich im Stande war, bezüglich der Ursachen des Sturzes der Taybrücke zu erhalten, der am 28. December 1879 stattge-

funden hat. Ihrem weitern Wunsche zufolge habe ich in meinem gegenwärtigen Rapport meine Aufmerksamkeit ausschliesslich nur auf den Theil der Brücke gerichtet, der eingestürzt ist, und um kurz und klar zu sein, habe ich alle Referenzen auf die Construction und Details des Brückentheils weggelassen, die nicht in Verbindung mit den Ursachen des Sturzes der Brücke stehen, obschon sie bei der Frage des Wiederaufbaues derselben von grosser Wichtigkeit sein werden.

Die Brücke, wie sie gebaut war, bestand aus 85 Spannweiten, nämlich: 28 stehen noch auf der Südseite, die zwischen 67 und 145 Fuss variiren, 13 sind gestürzt und 44 stehen noch auf der Nordseite des Flusses und variiren in der Spannweite von 162 Fuss 10 Zoll bis zu 28 Fuss 11 Zoll.

Es ist nicht nothwendig, auf die Construction irgend eines Theiles der noch stehenden Brücke einzutreten, mit Ausnahme der beiden Spannweiten, die den gestürzten zunächst liegen.

Diese bestehen aus schmiedeisernem Gitterwerk und ruhen auf Pfeilern, deren jeder aus sechs gusseisernen Säulen besteht, die unter sich mit schmiedeisernen Streben und Verbindungsstäben verbunden sind. Diese gusseisernen Säulen ruhen auf Pfeilern, die aus Quadersteinen, Backsteinen und Cement bestehen. Die südliche Spannweite ist 145 Fuss, die nördliche 162 Fuss 10 Zoll. Jedes Gitter ist 16 Fuss 6 Zoll hoch und deren Distanz von Mitte zu Mitte variiert von 9 Fuss auf dem einen Ende bis zu 14 Fuss 10 Zoll an dem Ende, wo sie mit den gefallenem Gittern anschlossen.

Diese Gitter ruhen auf sieben gusseisernen Rollen und letztere auf den erhabenen Oberflächen dicker, gusseiserner Grundplatten; die Rollen sind mit Flantschen versehen, die als Führung dienen, jedoch existirt zwischen den Pfeilern und den Gittern keine feste Verbindung. Die Enden dieser Gitter sind verstärkt, um die Enden der Gitter, die gestürzt sind, zu tragen. Erstere bildeten eine Art Tisch, auf dem letztere gelagert waren. Um ein freies Ausdehnen und Zusammenziehen der Brücke zu erlauben, waren drei gusseiserne Rollen untergelegt, diese Rollen waren gleich den untern mit Flantschen versehen, sonst existirte zwischen den obern und untern Gittern keine Verbindung. Die aufrechten Enden der untern Gitter waren durch zwei schmiedeiserne Querträger verstärkt, das eine oben, das andere unten und mit diagonalem T-Eisen verbunden.

In dem Theil der Brücke, der noch steht, sind die Schienen auf hölzerne Querträger gelegt, die ihrerseits auf der Oberfläche der Gitter ruhen; doch in dem gestürzten Theile waren die Querträger Schmiedeisen, sie ruhten auf den untern Gurtkasten und waren mit den Gittern verbunden.

Die Länge des Theiles der Brücke, der gestürzt ist, beträgt 3149 Fuss und besteht aus drei getrennten Gittern, das südliche, 1225 Fuss lang, in fünf gleichen Spannweiten, jede von 245 Fuss, getrennt, das Mittelgitter, 944 Fuss, in vier Spannweiten getheilt, zwei von 227 Fuss und zwei von 245 Fuss, und die nördlichen Gitter, die in vier gleiche Spannweiten von 245 Fuss getheilt sind. Somit bestand der Theil der Brücke, der gestürzt ist, aus elf Spannweiten von 245 Fuss und zwei von 227 Fuss.

Die Steigung der Linie auf dem südlichen noch stehenden Theil der Brücke ist 1 zu 35,368 und diese Steigung war über die erste Spannweite noch fortgesetzt. Ueber die zweite änderte diese Steigung in 1 zu 490, die nächsten sechs Spannweiten waren horizontal und bildeten den höchsten Theil der Brücke, die nächste Spannweite fiel dann wieder 1 zu 130 und die übrigen vier 1 zu 73,56, welcher Fall bis beinahe an das Nordende der Brücke constant ist.

Die Richtung auf dem gefallenem Theil der Brücke, und auf jeder Seite eine beträchtliche Distanz weiter, war vollständig gerade.

Der gestürzte Brückentheil bestand aus schmiedeisernem Gitterwerk, 27 Fuss hoch, Distanz Mitte zu Mitte Gitter 14 Fuss 10 Zoll; die obern und untern Gurtungen waren trogförmig, jede 2 Fuss weit und zwischen 15 und 16 Zoll tief. Die Gitter jeder Spannweite waren für sich abgeschlossen, die verticalen Enden hatten eine den Gurtungen ähnliche Section, die 18 Zoll breit war.

Die nur auf Zug beanspruchten Theile des Gitters waren doppelte Flacheisenstäbe, die auf jeder Seite der Gurtkasten