

Tragwände in Metern, \hat{p} aber das Eigengewicht in Kilogrammen pr. laufenden Meter bedeutet.

l	e	h	\hat{p}	l	e	h	\hat{p}
Meter.			Kilogramme.	Meter.			Kilogramme.
16	1,8	2,0	1280	52	2,8	5,2	2600
20	1,8	2,0	1440	56	2,8	5,2	2760
24	1,8	2,4	1600	60	3,6	7,2	2780
28	1,8	2,4	1800	64	3,6	7,2	2940
32	1,8	2,8	1900	68	3,6	8,0	3020
36	2,8	4,4	2080	72	3,6	8,0	3180
40	2,8	4,4	2200	76	4,0	8,8	3320
44	2,8	4,8	2320	80	4,0	8,8	3460
48	2,8	4,8	2500	88	4,0	9,6	3700

b. Zufällige (Verkehrs-) Last.

Die zufällige Last wird bei Brücken durch Menschengedränge, Landfuhrwerke, Locomotiven und Eisenbahnwagen, Wasser, Schnee und Wind gebildet.

Für diese verschiedenen Belastungen, deren Werthe bei hölzernen und eisernen Brücken in der Regel einen erheblich grösseren Einfluss auf die Stärke der Constructionstheile ausüben als die des Eigengewichts, bestehen leider noch, selbst für sonst gleiche Verhältnisse, sehr verschiedene Annahmen. Die Feststellung derselben, oder wenigstens ihrer Grenzen, wäre eine würdige Aufgabe für die vereinigten Techniker Deutschlands.

Einstweilen suchen wir die am häufigsten vorkommenden Annahmen für diese verschiedenen Belastungsweisen in Folgendem zusammenzustellen.

1. Belastung durch Menschengedränge.

Lange Zeit hindurch war, — wenigstens unter den bayerischen Ingenieuren, — als Aequivalent für Menschengedränge eine Belastung von 50 Pfd bayer. pro \square' bayer. betrachtet worden und scheint dieser Werth von Reichenbach herzustammen, der auch für andere Belastungsweisen Normen aufzustellen suchte.

Es entspricht jene Annahme einer Last von 328,7^k pr. \square^m , welcher Werth auch jetzt noch ohngefähr für die Belastung von Brückenfuhrbahnen durch Menschen Geltung besitzt; Laissle und Schübler stellen hiefür den Werth 360^k pr. \square^m auf; Director Gerber nimmt 300^k pr. \square^m für jenen Theil des Fahrweges an, welcher nicht von Wagen und der Bespannung bedeckt ist, und für die Berechnung der Plattformtheile (Wellenblech, Querträger etc.) 560^k pr. \square^m derjenigen Fläche des übrigen Theiles, welche neben dem Lastwagen und dem Gespanne frei bleibt.

Für Fusswege (Trottoire und Stege) ist nach Gerber eine gleichmässige Belastung der ganzen Fläche

von 360^k pr. \square^m , zur Berechnung einzelner Constructionstheile aber eine Belastung von 560^k pr. \square^m , welche bei dicht aneinander gepresst stehenden Menschen eintreten kann, für die Breite des Weges und auf circa 5^m Länge desselben in Ansatz zu bringen.

Nach Angabe Dr. Heinzerlings wird in Amerika als Belastung durch Menschengedränge nur 150^k pr. \square^m angenommen.

2. Belastung durch Landfuhrwerk (Lastwägen).

Wurde früherhin (nach Reichenbach) jede concentrirte Last auf eine gleichmässig vertheilte von demselben Gewicht reducirt und dadurch jede solche Belastung geringer erhalten als die durch Menschengedränge, so ist es gegenwärtig Princip, concentrirte Lasten in der wirklich von ihnen ausgeübten Druckweise, oder mindestens der Art in Rechnung zu bringen, dass man eine gleichmässige Belastung sucht, welche dieselben statischen Effecte hervorbringt, wie jene concentrirten Lasten.

Unter allen Umständen müssen daher letztere hinsichtlich ihrer Grösse und Vertheilung genau bekannt sein oder angenommen werden. Wie schon bemerkt, ist auch hier noch manche Ungleichartigkeit zu beseitigen, im Allgemeinen aber kann man sich damit begnügen, folgende drei Fälle anzunehmen, welche gewisse Maximalbelastungen, wie sie auf Landstrassen vorkommen, festsetzen.

a) Auf gewöhnlichen Landstrassen (Hauptstrassen) verkehren kaum schwerere Lastwägen als solche mit 6000^k Axendruck und der auf Blatt A Fig. 2 dargestellten Anordnung des Gefährtes, dessen Spurweite mit 1,3^m und Minimalbreite in der Höhe der Ladung mit 2,4^m anzusetzen ist. (S. Heinzerling „Die angreifenden und widerstehenden Kräfte der Brücken- und Hochbau-Constructionen“ S. 5 und Gerber „Bestimmung der zulässigen Spannungen in Eisen-Constructionen“ S. 24).

Eine Begegnung solcher Wägen auf einer Brücke von 3,8 bis 6,2^m Fahrwegbreite kann immerhin eintreten. Bei längeren Brücken wird hinter und neben einem derartigen Wagen noch ein den übrigen Theil der Fahrbahn bedeckendes Menschengedränge nach oben stehenden Bemerkungen angenommen.

b) In industriellen Bezirken dagegen, sowie in der Nähe von Etablissements, aus denen sehr schwere Maschinen, Locomotiven, Dampfkessel u. dergl. transportirt werden müssen, ist das in Fig. 3 gezeichnete Schema eines schwersten Wagens zu Grund zu legen, wobei die gleichzeitige Anwesenheit zweier Fuhrwerke der Art nicht angenommen zu werden braucht. Die Spurweite eines solchen Wagens beträgt 1,5^m; derselbe fährt in der Mitte des Fahrweges oder höchstens um $\frac{1}{3}$ der halben Fahrwegbreite seitlich und ist für die Berechnung der Plattform maassgebend. Die vom Wagen und dem Gespanne

nicht bedeckte Fläche wird, wie bei a, durch Menschen belastet angenommen. (S. Heinzerling S. 5 und Gerber S. 24.)

Die hier und im vorhergehenden Falle vorausgesetzte Zahl der Gespanne (à 2 Pferden mit 600^k Gesamtgewicht) kann unter Umständen auch grösser sein.

c) Für Nebenstrassen sind Wagen mit denselben Maassen, wie für Hauptstrassen, jedoch nur mit $\frac{2}{3}$ der angegebenen Belastungen der Axen in Aussicht zu nehmen.

Ueber jene gleichmässig vertheilte Last, welche die Träger einer Brücke ebenso stark in Anspruch nimmt, wie die bezeichneten concentrirten Lasten, soll unter Ziffer 3 das Nöthigste mitgetheilt werden.

3. Belastung durch Eisenbahn-Fahrmittel.

Bei der ausserordentlich grossen Zahl von Eisenbahnlinien, welche in den letzten Decennien gebaut wurden und fortwährend noch gebaut werden, ist es als eine erfreuliche Thatsache zu bezeichnen, dass über sehr viele Punkte der baulichen Ausführung und des Betriebes derselben, wenn auch nicht eine vollkommene Uebereinstimmung, so doch eine weitgehende Gleichartigkeit der Annahmen besteht oder angestrebt wird.

Hierher gehört unter Anderem auch der Vorschlag über die Maximalbelastung einer Locomotiv-Axe, welche nach den Vereinbarungen der Versammlung deutscher Eisenbahnverwaltungen in Hamburg (1871) bei dem jetzt üblichen Gewicht und Material der Schienen 14000^k nicht überschreiten sollte.

Wie die folgenden Angaben zeigen, wechselt zur Zeit noch das Gewicht, der Radstand und überhaupt die Anordnung der Locomotiven und Tender innerhalb ziemlich weiter Grenzen; es würde aber gerade durch eine allgemein gültige Festsetzung des grössten Axendruckes für die Berechnung der Eisenbahnbrücken ein wesentliches Bedürfniss erfüllt werden.

Einige Schemata von Locomotiven, beziehungsweise Tendermaschinen, wie sie auch in den mehrmals angeführten Werken von Laissle und Schübler und Heinzerling mitgetheilt und theilweise zu Berechnungen verwendet werden, sind auf Blatt A dargestellt, nämlich eine württembergische Güterzug-Maschine (Fig. 4), eine Engerth'sche Semmering-Maschine (Fig. 5), dann eine bayerische Tender-Locomotive (Fig. 6), nach welch' letzterem Schema neuerdings verschiedene eiserne Brücken der kgl. bayer. Staatsbahnen [durch Gerber] berechnet und ausgeführt wurden, und welches auch aus dem Grunde für einige sich hier anschliessende Berechnungen als Unterlage gewählt wurde, weil mehrere Blätter der vorliegenden Sammlung, nämlich Nr. 22, 23, 34 und 35, solche Brücken darstellen.

Ausserdem ist auf Blatt B (Fig. 6) das Schema einer Schnellzug-Locomotive mit einer Belastung der Triebachse von 16000^k angegeben, welches nach Gerber bis zu

3,07^m Stützweite für die Momente und bis 1,78^m Stützweite für den Auflagerdruck, ausserdem aber auch für die Plattformtheile grösserer Brücken in Berechnung zu ziehen ist.

Bei grösseren Brücken, wo eine Locomotive nebst Tender kürzer ist, als die Brückenbahn, werden entweder beliebig viele Paare von Locomotiven und Tendern hintereinander, oder höchstens drei solche Paare und beziehungsweise drei Tender-Locomotive und dann beladene Güterwagen nach dem Schema der Fig. 7 auf Blatt B (s. Gerber S. 23) als der die Brücke belastende Train angenommen, und es wird hiebei, um die Lasten möglichst zu concentriren und dadurch den ungünstigsten Belastungsfall zu erhalten, eine Locomotive nebst Tender in umgekehrter Stellung jenem Train vorausgehend angeordnet.

In welcher Weise man solche Schemata zur Berechnung von Bahnbrücken verwendet, soll zum Theil in den anschliessenden Auseinandersetzungen, zum Theil aber erst später an einzelnen Beispielen der Vorlegeblätter gezeigt werden.

Zunächst ist Einiges über die Herleitung der fast noch allgemein benützten Angaben jener gleichmässig vertheilten Belastungen, welche einen Träger ebenso stark in Anspruch nehmen, wie die von den Locomotiv-Axen ausgeübten concentrirten Lasten, anzufügen und sodann zu zeigen, wie die Maximal-Momente und -Verticalkräfte bei vorrückenden concentrirten Lasten für bestimmte Belastungsschemata und Spannweiten aufgefunden werden können.

a) Werden verschieden grosse Längen, welche die Spannweiten verschiedener Brücken vorstellen sollen, zwischen den Endpunkten einer Locomotive oder eines Locomotiven-Trains hin und hergeschoben, so ist leicht ersichtlich, dass sehr verschiedene Lasten auf je ein solches Stück treffen können, und zwar werden sich für kürzere Stücke verhältnissmässig immer viel grössere Belastungen ergeben, als für längere, indem letztere häufiger eines der unbelasteten Stücke von 3—4^m oder bei mehreren an einander stossenden Locomotiven solche von 4—5^m enthalten müssen. Demgemäss sind die Aequivalente der concentrirten Belastungen um so grössere, gleichmässig vertheilte Belastungen, je kürzer die Spannweiten genommen werden, und nur bei sehr langen Brücken nähern sich letztere einem constanten Werthe.

Dies soll an zwei Belastungsfällen nachgewiesen werden.

1) Eine Locomotivaxe mit 13200^k Druck stehe in der Mitte einer 1^m weiten Oeffnung.

Das Kraftmoment für den gefährlichen Querschnitt in der Mitte des Trägers ist = 6600 · 0,5 = 3300^{m.k}.

Für eine gleichmässig vertheilte Last k ist das Kraftmoment, ebenfalls in der Mitte, = $\frac{k l^2}{8}$.