

Die  
**Zusatzkräfte und Nebenspannungen**

**eiserner Fachwerkbrücken.**

---

Eine systematische Darstellung  
der verschiedenen Arten, ihrer Grösse und ihres Einflusses auf die  
konstruktive Gestaltung der Brücken.

Von

**Fr. Engesser,**

Baurath und Professor an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe.

---

**I.**

**Die Zusatzkräfte.**



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1892

**ISBN 978-3-662-33634-2**

**ISBN 978-3-662-34032-5 (eBook)**

**DOI 10.1007/978-3-662-34032-5**

## Vorwort.

---

Die statische Berechnung der Fachwerkbrücken erfolgt in der Praxis bekanntlich nur näherungsweise, unter vereinfachenden Annahmen bezüglich der Wirkungsweise der äusseren und der inneren Kräfte. In der Regel werden, abgesehen von den Windkreuzen, nur die durch lothrechte Lasten (Eigengewicht, Verkehrslast) hervorgerufenen Stabkräfte (Hauptkräfte) in Betracht gezogen, die den übrigen Belastungsarten (Winddruck, Bremskraft u. s. w.) entsprechenden Stabkräfte (Zusatzkräfte) jedoch meist ausser Acht gelassen. Bei Bestimmung der inneren Kräfte wird, ausser in einigen besonderen Fällen, stets die Annahme gemacht, dass die einzelnen Stäbe nur reine Zug- oder Druckspannungen (Grundspannungen) auszuhalten haben, was neben Anderem insbesondere die Ausführung reibungsloser Gelenkverbindungen an den Knotenpunkten zur Voraussetzung hat. Die bei den wirklichen Trägern thatsächlich noch weiter auftretenden Biegungs-, Schub- und Verwindungsspannungen (Nebenspannungen) werden gleichfalls vernachlässigt. Den bei der Berechnung gemachten Vernachlässigungen wird dann schliesslich bei der Querschnittsbestimmung durch entsprechend niedrig gehaltene Spannungszahlen schätzungsweise Rücksicht getragen. Ein derartiges Verfahren unterliegt bei normalen Verhältnissen in praktischer Hinsicht meist keinen Bedenken; in besonderen Fällen kann es jedoch angezeigt erscheinen, eine genauere Berechnung anzustellen. Abgesehen von Neubauten grösserer Spannweite kommen hier namentlich ältere Brücken mit starker Beanspruchung in Betracht, bei denen zur Zeit die rechnungsmässige normale Sicherheit nicht mehr vorhanden ist. Hier ist eine möglichst genaue Kenntniss der Gesamtspannungen (einschliesslich Zusatzspannungen und Neben-

spannungen) erforderlich, um ein zutreffendes Urtheil über die Betriebssicherheit der betreffenden Brücke abgeben zu können. Derartige Aufgaben werden in den nächsten Jahren bei zahlreichen Eisenbahnbrücken an die Ingenieure herantreten, wo mit Rücksicht auf die stets wachsenden Gewichte und Geschwindigkeiten der Züge der rechnungsmässige Sicherheitsgrad unter das normale Maass gesunken ist, und die Fragen, ob Verstärkung, ob Auswechslung des Eisenwerks, beantwortet werden müssen.

Ausser der unmittelbaren Anwendung auf den besonderen Fall haben die Untersuchungen über die Zusatzkräfte und Nebenspannungen aber noch den weiteren allgemeinen Zweck, einen richtigen Einblick in das mannigfaltige Kräftespiel einer Brücke zu gewähren, die für die allgemeine Anordnung und die Querschnittsbildung in Betracht kommenden Faktoren möglichst klar zu legen und gleichzeitig ein sicheres Urtheil über die Zweckmässigkeit verschiedener Einzelanordnungen zu ermöglichen.

Den Bedürfnissen der Praxis entsprechend, finden wir in der Litteratur vorzugsweise die Theorie der Hauptkräfte behandelt, während die Zusatzkräfte und Nebenspannungen erst in der letzten Zeit eine eingehendere Bearbeitung erfahren haben. Ueber einzelne derselben sind vollkommen erschöpfende Untersuchungen veröffentlicht worden, insbesondere sind hier die trefflichen Arbeiten von Winkler\*) und Manderla zu erwähnen. Doch fehlt es z. Zt. noch an einer zusammenhängenden, systematischen Behandlung des Gegenstands, durch welche eine Uebersicht über das Gesamtgebiet geliefert wird. In der vorliegenden Abhandlung, welche die von mir an der Karlsruher Hochschule gehaltenen Vorträge in erweiterter Form wiedergiebt, soll nun der Versuch gemacht werden, die verschiedenen Arten von Zusatzkräften und Nebenspannungen im Zusammenhang, nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet, vorzuführen, wobei zur Ausfüllung vorhandener Lücken eine Reihe neuer Untersuchungen erforderlich wurde. Vielfach konnten hierzu Arbeiten benutzt werden, die ich s. Zt. bei der Badischen Staatsbahn-

---

\*) In den Vorlesungen über Brückenbau 1874 wurden zum ersten Male die Brückenkonstruktionen als räumliche Fachwerke behandelt und die Bedingungen der statischen Bestimmtheit und Standfestigkeit aufgestellt.

verwaltung anlässlich der Prüfung und Untersuchung eiserner Brücken gefertigt hatte.

Im 1. Hefte, welches für sich ein abgeschlossenes Ganzes bildet, werden die — in erster Linie wichtigen — Zusatzkräfte, in dem später erscheinenden 2. Hefte die Nebenspannungen behandelt. Die Einleitung des 1. Hefts erörtert zunächst die Bedingungen, unter denen die Fachwerkstäbe nur Grundspannungen aber keine Nebenspannungen erleiden würden. Derartige gedachte Stabsysteme, welche zum Unterschied von den wirklichen Brückensystemen Grundsysteme heissen, werden stets bei der Ermittlung der Hauptkräfte und Zusatzkräfte vorausgesetzt. Es folgen dann die Untersuchungen über statische Bestimmtheit und Standfestigkeit der räumlichen Grundsysteme und die Bestimmung der Zusatzkräfte in statisch bestimmten und unbestimmten Grundsystemen. Als Belastungen kommen hierbei die wagrechten Längsbelastungen (Bremskräfte) und die wagrechten Querbeltungen (Winddruck, Seitentösse und Centrifugalkräfte der Fahrzeuge) in Betracht. Ferner werden die Einflüsse der Temperatur und der Reibungskräfte an den Auflagern näher untersucht.

Die Behandlungsweise ist durchgehends rechnerisch; die einzelnen Entwicklungen sind in allen wichtigeren Fällen vollständig durchgeführt, und ihre Ergebnisse in Endformeln zusammengefasst.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der in Betracht kommenden Verhältnisse können die nachstehenden Untersuchungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Vollkommenheit erheben. Doch darf ich wohl hoffen, dass sie auch in der vorliegenden Form manchem Fachgenossen beim Entwerfen neuer und beim Revidiren alter Brücken von Nutzen sein werden und einen geeigneten Untergrund für weitere Arbeiten abgeben.

Karlsruhe, im April 1892.

**Fr. Engesser.**

# Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite
Einleitung . . . . .	1
I. Die Zusatzkräfte . . . . .	3
A. Statisch bestimmte Systeme . . . . .	8
1. Einfluss wagrechter Längsbelastungen . . . . .	8
2. Einfluss wagrechter Querbeltastungen . . . . .	17
a) Winddruck . . . . .	18
b) Seitenstösse der Fahrzeuge . . . . .	25
c) Centrifugalkräfte der Fahrzeuge . . . . .	27
3. Temperatureinflüsse . . . . .	31
4. Nebeneinwirkungen der Auflager . . . . .	35
a) Excentrischer Angriff der Reaktionen . . . . .	35
b) Reibungskräfte . . . . .	36
B. Statisch unbestimmte Systeme . . . . .	39
1. Uebergrosse Anzahl der Auflagerreaktionen . . . . .	41
a) Ueberzählige lothrechte Reaktion . . . . .	41
b) Ueberzählige wagrechte Reaktion . . . . .	45
2. Uebergrosse Anzahl der Einzelsysteme . . . . .	53
3. Statisch unbestimmte Einzelsysteme . . . . .	65
a) Statisch unbestimmte Hauptträger . . . . .	65
b) Statisch unbestimmte Längs- und Querverbände . . . . .	70
c) Statisch unbestimmte Fahrbahnkonstruktion . . . . .	73

---