

# Bauschingers Dauerversuche mit Eisen und Stahl

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **7/8 (1886)**

Heft 19

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-13701>

## **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.

les principales sont : la Société Anonyme de Couillet, MM. Piérard frères, à Montigny-sur-Sambre, la fabrique de fer de Charleroi, et la Société du Phénix de Chatelineau. (à suivre.)

### Bauschingers Dauerversuche mit Eisen und Stahl.

Die grosse Bedeutung, welche die von Prof. Bauschinger seit einer Reihe von Jahren vorgenommenen Dauerversuche mit Eisen und Stahl für die Baukunde, namentlich für den Brückenbau haben, rechtfertigen ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand, welchen wir auf Seite 54 d. B. nur kurz berühren konnten. Bauschingers Vortrag, den er an der Frankfurter Versammlung hielt, hat von Seiten der deutschen Fachpresse grosse Beachtung gefunden. Die bedeutendsten Zeitschriften, wie z. B. das „Centralblatt der Bauverwaltung“ veröffentlichten eine fast wörtliche Wiedergabe des Vortrages, während andere Blätter den im 13. Heft der „Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. technischen Hochschule zu München“ enthaltenen Aufsatz über den nämlichen Gegenstand zur Veröffentlichung brachten. Und so wollen auch wir nicht zurückbleiben und den Vortrag Bauschingers, soweit er auf die genannten Dauerversuche Bezug nahm, unsern Lesern zugänglich machen, indem wir uns an die Ausführungen des obengenannten Blattes halten.

Wöhler hat seine bekannten Gesetze hauptsächlich durch Beobachtungen an Stäben aus drei Materialien: 1. Eisen aus Phönixachsen, 2. Gussstahlachsen von Krupp 1862, 3. Gussfederstahl, ungehärtet, erwiesen. Die Ergebnisse seiner Beobachtungen lassen sich in einer Zeichnung so darstellen, dass die untere Grenze derjenigen Schwingungen, welche in unbegrenzter Anzahl vom Material ertragen werden können, als Abscisse und der Unterschied der die Schwingungen eingrenzenden Spannungen als Ordinate aufgetragen ist. Diese Darstellung ergibt für jedes der genannten 3 Materialien je 4 Punkte, deren gesetzmässige Aufeinanderfolge bekanntlich s. Z. von Gerber so aufgefasst wurde, dass sie in einer Parabel lägen, deren zur Abscissenachse conjugirter Durchmesser durch den Anfangspunkt des Coordinatensystems geht, sowie durch denjenigen Punkt hindurch, der den Schwingungen zwischen gleich grössten Zug- und Druckspannungen entspricht, also einen Winkel mit der Abscissenachse bildet, dessen Tangente gleich 2 ist. Diese Parabeln, deren je zwei Constante aus den je 4 Beobachtungen mittels der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt worden, sind auf derselben Zeichnung verzeichnet.

Aus dem Ansehen dieser Figuren ergibt sich, was nach Wöhler zu thun übrig blieb:

1. Mussten die Versuche Wöhlers nach seinem Verfahren und an seinen oder anderen Materialien fortgesetzt werden, um auf diese Weise eine grössere Anzahl von Beobachtungspunkten zu erhalten und das Gesetz ihrer Aufeinanderfolge genauer kennen zu lernen oder strenger zu erweisen. Zu solchen Versuchen gehören aber freilich so umfassende Mittel, wie sie Wöhler zu Gebote standen, während anderseits die Gerbersche Parabel oder auch die von anderen (Launhardt, Weyrauch u. s. f.) aufgestellten Gesetze für die practische Anwendung hinreichende Genauigkeit gewähren.

2. Mussten die Dauerversuche auf weitere, neuere Materialien und hauptsächlich auf solche ausgedehnt werden, die im Brückenbau Anwendung finden; dabei konnte man sich auf die Aufsuchung zweier Punkte der Parabel beschränken, von denen sich der eine, der Durchschnittspunkt der Parabel mit der Abscissenachse, der Zugfestigkeit bei ruhender Belastung entsprechend, von selbst darbietet, während der zweite beliebig gewählt werden konnte. Redner wählte, als es ihm durch besondere Unterstützung der bayerischen Staatsregierung ermöglicht wurde, wenigstens eine der Wöhlerschen Maschinen für sein Laboratorium anzuschaffen, den Punkt, welcher den Schwingungen zwischen der Span-

nung  $\sigma$  und einer oberen Zugspannung entspricht, und zwar aus zwei Gründen: erstens, weil dieser als ein Hauptpunkt jedenfalls immer zu suchen war und zweitens, weil die bei seiner Aufsuchung bestehenden einfachsten Verhältnisse Hoffnung zur Lösung der

3. Aufgabe gaben, nämlich zur Erklärung der Erscheinungen, zur Aufdeckung ihres Zusammenhanges mit den schon bekannten Veränderungen der Elasticitätsgrenze durch-zudringen und auf diese Weise zu dem Endziel zu gelangen, die Dauerversuche durch solche mit ruhender Belastung zu ersetzen, wodurch die Wöhlerschen Versuche und Gesetze für die Technik des Maschinen- und Brückenbaus erst recht verwendbar gemacht werden würden.

Die im Laboratorium in München angestellten Dauerversuche erstreckten sich bisher auf folgende sieben Materialien: Schweisseisenblech, Bessemer Flusseisenblech, Flacheisen  $80/10$  mm, Flacheisen  $40/10$  mm, Achswelle aus Thomasstahl, Eisenbahnschiene aus Thomasstahl, Thomasflusseisenblech. Die im Hinblick auf den obigen Punkt 2 gewonnenen Ergebnisse lassen sich in Gestalt von Parabeln auf einer zweiten Zeichnung darstellen. Um auch mit Rücksicht auf den Punkt 3 vorwärts zu kommen, wurde den Versuchen folgender Plan zu Grunde gelegt: Aus ein und demselben grösseren Stück wurden mehrere, mindestens vier Versuchsstäbchen in solcher Form ausgeschnitten, dass sie ebensowol in die Wöhlersche Dauerversuchsmaschine als auch in die Werdersche Prüfungsmaschine eingespannt werden konnten. Von dem ersten dieser Stäbchen wurde die ursprüngliche Elasticitätsgrenze, der Elasticitätsmodul, die Streckgrenze, die Zugfestigkeit u. s. f. bestimmt, die anderen wurden in die Dauerversuchsmaschine so eingespannt, dass sie Schwingungen zwischen der Spannung  $\sigma$  und oberen Grenzspannungen anzuhalten hatten, welche von der Elasticitätsgrenze bis nahe zur Bruchgrenze reichten. Von diesen letzteren Stäbchen wurde von Zeit zu Zeit, nachdem sie Hunderttausende oder Millionen von Schwingungen ausgehalten hatten, die Elasticitätsgrenze aufs neue wiederholt bestimmt. Die so erhaltenen Ergebnisse waren folgende:

1. Durch Schwingungen zwischen  $\sigma$  und einer oberen Grenze, welche mit der Elasticitätsgrenze zusammenfällt oder nächst derselben liegt, wird kein Bruch herbeigeführt. Bei Anwendung dieses Satzes sind zwei Punkte nicht zu übersehen:

a) Es dürfen Fehler im Material nicht vorkommen. In dieser Hinsicht ist besonders das homogene Material, Flusseisen und Flusstahl, empfindlich, vor allem Kesselblech mit seiner äusseren Verletzungen leicht ausgesetzten grossen Oberfläche; von dem obengenannten Bessemer Flusseisenblech rissen drei Stäbchen nach 6, 3 und bezw. 7 Millionen Anstrengungen zwischen  $\sigma$  und 2440 at ( $kg$  f. d.  $cm^2$ ), während die Elasticitätsgrenze bei 2400 at lag; alle aber zeigten Fehler, wenn auch nur ganz kleine, am Rand des Bruchquerschnittes. Ein viertes allseitig blank polirtes solches Stäbchen aus derselben Tafel hielt 17 Millionen Anstrengungen zwischen  $\sigma$  und 2440 at aus, ohne zu brechen. — Drei Stäbchen aus Thomasflusseisenblech brachen nach 4,8; 6,3; 0,4 Mill. Anstrengungen zwischen  $\sigma$  und 2800, 2500, 2850 at, während ihre Elasticitätsgrenze zwischen 2580 und 2800 at lag, und zeigten Fehler wie oben. Zwei ebensolche Stäbchen mit allseitig blank polirter Oberfläche hielten, das eine 2,8 Mill. Anstrengungen zwischen  $\sigma$  und 2500, das andere 11,1 Mill. Anstrengungen zwischen  $\sigma$  und 2850 at aus, ohne zu brechen.

b) Es darf die Elasticitätsgrenze nicht künstlich erhöht sein, wie es durch Strecken, Kaltwalzen und dergl. geschehen kann.

2. Durch Schwingungen zwischen  $\sigma$  und einer oberen Spannungsgrenze, die mit der Elasticitätsgrenze zusammenfällt oder auch mehr oder weniger über derselben gelegen ist, wird die Elasticitätsgrenze gehoben, um so höher, je grösser die Anzahl der Schwingungen war, doch nicht über eine gewisse Höhe hinaus.

3. Wird dabei die Elasticitätsgrenze über die obere Spannungsgrenze hinausgehoben, so erfolgt kein Bruch; wenn

dies nicht mehr der Fall ist, so muss der Bruch nach einer genügenden Anzahl von Schwingungen eintreten. — Dieser letztere Satz ist auch von practischer Wichtigkeit insofern, als mit seiner Hülfe durch eine verhältnissmässig geringere Anzahl von Schwingungen festgesetzt werden kann, bis zu welcher Höhe ein Material angestrengt werden darf, um eine unbegrenzte Anzahl von Schwingungen zwischen 0 und jener oberen Grenze aushalten zu können.

4. Die Zugfestigkeit eines Materials für ruhende Belastung wird durch vorausgegangene Millionen von Schwingungen nicht verringert.

5. Die Structur des Materials wird durch Millionen von Schwingungen nicht geändert. Die eigenartigen Zeichnungen auf der Bruchfläche von Stäben, welche in der Dauerversuchsmaschine gerissen oder gebrochen sind, zeigen eine Veränderung der Structur nur an der äussersten Oberfläche des Bruchquerschnitts an; unmittelbar unter derselben und im ganzen übrigen Stäbchen kann keine Structurveränderung festgestellt werden.

Unter den verschiedenen Punkten der Gerber'schen Parabel verdient noch der Scheitelpunkt derselben besondere Beachtung. Er entspricht den Schwingungen zwischen gleich grossen Zug- und Druckspannungen, also dem kleinsten Absolutwerth der Spannungen, durch welche, wenn er überschritten wird, der Bruch nach millionenmaliger Wiederholung herbeigeführt wird. Er wurde von Wöhler für die beiden ersten der obengenannten von ihm untersuchten Materialien direct bestimmt, für das dritte, sowie für alle die vom Redner untersuchten kann er aus der Parabel entnommen werden. Bei den beiden ersten Wöhler'schen Materialien stimmt jener Absolutwerth mit der von Wöhler angegebenen Elasticitätsgrenze überein, beim dritten war diese Elasticitätsgrenze nicht bestimmt worden, beim ersten der vom Redner untersuchten Materialien findet jene Uebereinstimmung wieder statt, bei den sechs anderen aber liegt die Elasticitätsgrenze hoch über jenem Absolutwerth der Spannungen. Nun war aus anderen Beobachtungen wahrscheinlich, dass in diesen letzteren Fällen die Elasticitätsgrenze durch vorausgegangene Bearbeitung künstlich erhöht worden war und ausserdem legen es practische Erfahrungen nahe, dass sich die Materialien gegen abwechselnde Beanspruchung auf Zug und Druck ganz anders verhalten, als gegen wiederholte einseitige Beanspruchung nur auf Zug oder Druck. Um dem näher zu treten, wurden zunächst aus zwei Materialien: Schweiss- und Flusseisen, Probestücke von solcher Gestalt hergestellt, dass sie unmittelbar hintereinander abwechselnd auf Zug und Druck in die Werder'sche Prüfungsmaschine eingespannt und untersucht werden konnten. Es fanden sich dabei die folgenden Ergebnisse:

- a) Belastungen auf Zug oder Druck, welche etwas, wenn auch nur ganz wenig, grösser sind als die betreffende Elasticitätsgrenze, werfen die Elasticitätsgrenze für entgegengesetzte Beanspruchung: Druck oder Zug, immer herab, oft bis auf Null, und zwar bleibend, d. h. die Elasticitätsgrenze hebt sich in der Zeit der darauf folgenden Ruhe nicht wieder, wie bei einseitiger Belastung auf Druck oder Zug nach Ueberschreitung der Streckgrenze.
- b) Durch allmählich anwachsende wechselnde Belastungen auf Zug und Druck wird die Elasticitätsgrenze für Druck und Zug erst dann erniedrigt, wenn jene Anstrengungen die ursprüngliche Elasticitätsgrenze überschreiten.
- c) Die auf die in a) beschriebene Weise erniedrigte Elasticitätsgrenze kann durch allmählich wachsende, zwischen Zug und Druck wechselnde Belastungen wieder gehoben werden, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, die unter Umständen weit unter der ursprünglichen Elasticitätsgrenze gelegen sein kann.

Jene Elasticitätsgrenze möge „die natürliche“ genannt und in Bezug auf dieselbe die Ansicht geäussert sein, dass sie es ist, welche gleich dem Absolutwerth der Spannungen zu setzen ist, welche in abwechselnder Aufeinanderfolge auf Zug und Druck ein Material auf unbegrenzte Dauer höchstens aushalten kann. Der Vortragende glaubt diese An-

sicht durch folgende Gründe unterstützen zu können: Erstens folgt sie theoretisch aus dem Begriff der Elasticitätsgrenze und aus den Wirkungen oftmal wiederholter Schwingungen auf sie; zweitens waren Wöhler's beide Materialien, bei denen die Uebereinstimmung der Elasticitätsgrenze mit dem Absolutwerth der gleich grossen Zug- und Druckspannungen stattfand, vorher Millionen Anstrengungen zwischen Zug und Druck ausgesetzt gewesen. Drittens ist die Elasticitätsgrenze des Schweisseisenkesselblechs, bei dem nach den Ergebnissen des Vortragenden jene Uebereinstimmung gleichfalls stattfindet, so niedrig, dass sie wol die natürliche, nicht künstlich erhöhte sein muss; viertens war, wie bemerkt, von den sechs andern vom Vortragenden untersuchten Materialien aus anderen Wahrnehmungen zu vermuthen, dass ihre Elasticitätsgrenze künstlich gehoben worden war. Für diese war es nun von Wichtigkeit, festzustellen, ob durch die oben unter a) und c) genannten Einwirkungen die „natürliche“ Elasticitätsgrenze wieder hergestellt werden könnte, und ob sie übereinstimmen würde mit dem Absolutwerth der gleich grossen Zug- und Druckspannungen, wie er aus der Gerber'schen Parabel zu entnehmen war. Dies gelang bei zwei von jenen Materialien, bei der Achswelle und Eisenbahnschiene aus Thomasstahl, wo die ursprünglich zu Gebot stehenden Stücke so grosse Querschnitte hatten, dass Versuchsstücke, wie sie für abwechselnde Beanspruchung auf Zug und Druck nothwendig sind, daraus hergestellt werden konnten. Bei der Achswelle mit der ursprünglichen Elasticitätsgrenze bei 2680 at ergab sich die natürliche Elasticitätsgrenze bei 1457 at, während der aus der Parabel entnommene Absolutwerth der gleich grossen + und - Spannungen 1600 at ist, und bei der Eisenbahnschiene, deren ursprüngliche Elasticitätsgrenze bei 2950 at lag, fand sich die natürliche bei 1560 at, während der Absolutwerth der gleich grossen + und - Spannungen 1480 at ist.

Bei den andern Materialien, beim Bessemer- und Thomasflusseisenblech und bei den Flacheisen, wollte es, wegen der kleinen Masse derselben in der einen Richtung, nicht gelingen, solche Probestücke herzustellen, die abwechselnd auf Zug und Druck geprüft werden konnten, ohne dass eine Biegung eintrat oder die Längenabmessung gar zu klein wurde; es ist nun beabsichtigt, Probestücke aus denselben einer grösseren Anzahl von Schwingungen zwischen gleich grossen + und - Spannungen in derjenigen Wöhler'schen Maschine auszusetzen, in welcher Stäbe unter fortwährender Drehung gebogen werden und die Aenderungen der Elasticitätsgrenze derselben von Zeit zu Zeit zu messen. Die Wichtigkeit der Uebereinstimmung der „natürlichen“ Elasticitätsgrenze mit dem Absolutwerth der gleich grossen + und - Spannungen, wenn sie sich noch ferner bestätigt, liegt auf der Hand. Es wäre auf diese Weise möglich, durch einige wenige mit ruhender Belastung anzustellende Versuche, welche die natürliche Elasticitätsgrenze und schliesslich die Zugfestigkeit ergeben würden, ausser dem Durchschnittspunkt der Gerber'schen Parabel mit der Abscissenachse auch den Scheitelpunkt derselben zu finden und damit diese selbst und das ganze Verhalten des betreffenden Materials gegen dauernde Beanspruchung mit wechselnder Belastung.

### Miscellanea.

**Felssprengung am Eingang des Tunnels von St. Sulpice der Linie Auvernier-Verrières.** Die Linie Auvernier-Verrières-Pontarlier ist wie andere Strecken der S. O. S. seiner Zeit nicht fertig ausgebaut worden. — Es muss daher schon seit Jahren an der Sicherung der Böschungen und an den Vollendungsbauten gearbeitet werden. — Unter diese Arbeiten gehören auch die Entfernung gefährlicher überhängender Felspartien, deren Untermauerung oder deren Verkleidung. — Am Eingange des Tunnels von St. Sulpice befand sich in einer Höhe von 20 bis 30 m rechts über dem Tunnelportal eine eigenthümliche, überhängende, thurmartig oben spitz zulaufende Felsenformation, welche entfernt werden musste, um deren Sturz auf die Bahn vorzubeugen. — Vor einigen Wochen hatte man mit dieser Arbeit begonnen, jedoch mit wenig Erfolg, weil der Felsen voll von Kluftrissen und daher der Sprengung nicht