



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Vorlesungen über technische Mechanik**

**Föppl, August**

**Leipzig, 1900**

Verschiedene Ansichten über die Anhängigkeit der Bruchgefahr vom Spannungszustande.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84594](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84594)

Mit diesen Bemerkungen ist die Frage für den linearen Spannungszustand, so weit als sie hier überhaupt erörtert werden kann, erledigt. Um die Bruchgefahr für einen anderen Spannungszustand bemessen zu können, reichen die angegebenen Erfahrungsziffern aber nicht aus, und in der That ist auch noch nicht endgültig festgestellt, wovon sie hier abhängt. Vielmehr sind verschiedene Ansichten hierüber aufgestellt worden, von denen zwar die eine die meisten Anhänger zählt, ohne dass es aber bisher gelungen wäre, eine durchaus einwandfreie Entscheidung zu treffen.

Die erste Ansicht geht dahin, dass die Bruchgefahr durch die grösste Hauptspannung bedingt sei, während die beiden anderen nicht die Spannungen, sondern die von ihnen verursachten Formänderungen als ausschlaggebend annehmen. Nach der schon von Coulomb aufgestellten und später namentlich von Tresca vertretenen Ansicht soll die Bruchgefahr von der grössten Winkeländerung  $\gamma$  abhängen, die bei der Formänderung zu Stande kommt, während die dritte, von Poncelet und de Saint-Venant vertheidigte und in Deutschland besonders durch Grashof eingeführte Anschauung die grösste spezifische Dehnung  $\epsilon$  als maassgebend betrachtet. Die letzte Ansicht hat heute die meisten Vertreter und sie soll in diesem Buche überall, wo es darauf ankommt, zu Grunde gelegt werden. — Auf einige andere, in neuerer Zeit von Mohr, von Voigt und von Wehage vertretene, von den vorigen abweichende Anschauungen werde ich hier nicht eingehen. Wer sich für die Frage näher interessirt, möge auf eine grössere Abhandlung verwiesen werden, die ich darüber demnächst im 27. Heft der „Mittheilungen“ meines Laboratoriums veröffentlichen werde.

Beim linearen Spannungszustande fallen die Unterschiede aller Meinungen fort, denn hier wachsen Spannung, grösste Winkeländerung und Hauptdehnung, so lange die Proportionalitätsgrenze nicht überschritten ist, proportional mit einander. Bei anderen Spannungszuständen trifft dies aber keineswegs zu. Man erkennt dies am deutlichsten an einem extremen Falle. Ein Sandsteinwürfel, dessen Druckfestigkeit etwa 500 at be-

tragen möge, sei an der Oberfläche mit einem Firnisse überstrichen, der ein Eindringen des Wassers verhindert und dann an einer tiefen Stelle in das Meer versenkt. Nach der ersten Ansicht, die nur auf die Grösse der Hauptspannungen Rücksicht nimmt, müsste er durch den Wasserdruck zertrümmert werden, sobald er in etwa 5000 m Tiefe gelangt wäre. Nach der Coulomb'schen Ansicht dagegen könnte er überhaupt durch keinen noch so hohen Wasserdruck zerstört werden, da sich der Stein bei allseitigem Drucke geometrisch ähnlich bleibt, Winkeländerungen also überhaupt nicht vorkommen. Nach der dritten Ansicht endlich würde er zwar nicht bei 5000 m Tiefe, wohl aber möglicher Weise bei einer grösseren Tiefe zerdrückt werden können. Die spezifische Verkürzung wächst nämlich wegen des Einflusses der Querdehnung bei allseitigem Drucke langsamer als bei linearer Druckspannung. Wäre dagegen für den Stein  $m = 2$  oder würde sich wenigstens  $m$  bei wachsendem Drucke dieser Grenze immer mehr nähern — wie es in der That den Anschein hat — so könnte auch nach der dritten Ansicht die Zertrümmerung des Steins durch allseitigen Druck ausgeschlossen sein.

Versuche dieser Art habe ich vor Kurzem in einem starkwandigen Cylinder, der mit einer Flüssigkeit gefüllt war und in den mit Hülfe einer hydraulischen Presse ein Stempel eingedrückt wurde, ausgeführt. Der Flüssigkeitsdruck stieg bis auf fast 3500 atm. Dabei traten in der That in gewissen Fällen Brüche der in die Flüssigkeit eingebrachten Steinwürfel oder Cementcylinder ein. Die Versuche weisen indessen darauf hin, dass der Bruch nur dann erfolgt, wenn die Probekörper nicht homogen sind. Krystalle z. B. von verhältnissmässig geringer Druckfestigkeit wurden durch den hohen allseitigen Druck von 3000 atm überhaupt nicht beschädigt. — Jedenfalls ist damit bewiesen, dass die erste der vorher angeführten Annahmen unzutreffend ist; eine Entscheidung zwischen den übrigen gestattet indessen der Versuch nicht.

Auf die anderen, zum Theile von mir selbst herrührenden Versuche, die zur experimentellen Entscheidung der Frage, wie die

Bruchgefahr vom Spannungszustande abhängt, unternommen worden sind, näher einzugehen, würde dem Zwecke dieses Buches nicht entsprechen. Streitige Fragen dieser Art kann man erst dann mit Erfolg studiren, wenn man mit der Theorie schon genau vertraut geworden ist und man kommt dann am besten voran, wenn man auf die ausführlichen Originalarbeiten zurückgreift. Meine eigene Veröffentlichung über diesen Gegenstand habe ich schon genannt und auf die wichtigsten anderen Arbeiten ist dort hingewiesen.

### § 11. Die reducirten Spannungen.

Wenn man auch die spezifische Dehnung  $\varepsilon$  als Maass der Anstrengung des Materials ansieht, ist man darum noch nicht genöthigt, überall unmittelbar mit dieser Grösse zu rechnen. Dies wäre oft sehr unbequem. Im Verlaufe meiner Untersuchungen über die Festigkeit von Steinen habe ich es zwar z. B. ganz zweckmässig gefunden, zu sagen, dass ein gewisser Granit eine spezifische Dehnung von etwa  $60 \cdot 10^{-5}$ , eben noch erträgt, ehe er bricht, und es gibt wohl auch ein anschauliches Bild, wenn man hinzufügt, dass diese Bruchdehnung bei einem ganz weichen Sandsteine zu etwa  $40 \cdot 10^{-5}$ , also nicht viel geringer als bei dem harten Granit zu veranschlagen ist. Dagegen wäre es für die wirkliche Berechnung einer Steinconstruction unbequem, wenn man daraus die Forderung ableiten wollte, dass die spezifische Dehnung etwa den zehnten Theil der angegebenen Werthe nicht überschreiten dürfe. Denn in der That liefert die Festigkeitsberechnung zunächst immer nur die Spannungen, und es bedürfte erst noch einer besonderen Umrechnung, um daraus die Dehnungen abzuleiten. Zu dieser Umrechnung müsste auch der Elasticitätsmodul bekannt sein, den man für viele Materialien in der Praxis nur ganz annähernd kennt oder über den man sich auch oft ganz im Unklaren befindet.

Um solchen Umständlichkeiten aus dem Wege zu gehen, hat man ein sehr einfaches Auskunftsmittel gefunden. Man vergleicht irgend einen beliebigen Spannungszustand, dessen Zulässigkeit untersucht werden soll, mit einem linearen Spannungszustande, dessen spezifische Dehnung gleich der grössten