

# Versuche über das langsame Knicken an Betonkörpern

Autor(en): **Coyne, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2783>

## **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.

## II a 9

# Versuche über das langsame Knicken an Betonkörpern. Essais de flambement lent de baguettes en béton. Tests on the Slow Buckling of Concrete Sticks.

M. Coyne,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Paris

Ein prismatischer, an dem Ende belasteter Stab befindet sich im labilen Gleichgewicht, wenn die aufgebrauchte Kraft gleich oder größer ist als der *Euler'sche* Grenzwert:  $\frac{\pi EI}{l^2}$ .

Man kann den Knickvorgang etwa in folgender einfacher Weise darstellen: Eine leichte Exzentrizität der Kraft ruft ein Biegemoment hervor, das eine erste Formänderung bewirkt. Die Folge dieser Formänderung ist, daß das Moment zunimmt und dadurch eine weitere Formänderung entsteht und so fort. Wenn diese aufeinanderfolgenden Formänderungen divergieren, knickt der Körper. Das ist es, was die *Euler'sche* Gleichung ausdrückt, die im übrigen zeigt, daß die Stabilitätsgrenze von der anfänglichen Exzentrizität unabhängig ist.

Nach den üblichen Regeln der Festigkeitslehre entstehen die Formänderungen unmittelbar nach dem Aufbringen der Lasten: das bedeutet, daß die oben beschriebenen Vorgänge praktisch in einem Augenblick aufeinanderfolgen. Der Bruch erfolgt plötzlich, und keine sichtbaren Merkmale lassen ihn voraussehen.

Der Beton verhält sich nun anders. Nach einer anfänglichen Formänderung, die ziemlich plötzlich entsteht, nimmt seine Verformung weiterhin mit der Zeit langsam zu. Es leuchtet deshalb ohne weiteres ein, daß für bestimmte Lastgrößen der Körper nach den ersten Formänderungen einen stabilen Gleichgewichtszustand annimmt, daß jedoch die nachfolgenden langsamen Formänderungen eine für das Knicken charakteristische divergierende Folge bilden. Mit anderen Worten: Die Überlegung, auf der sich die *Euler'sche* Formel aufbaut, gilt unabhängig von der Zeit. Alles spielt sich so ab, als ob der Elastizitätsmodul kleiner würde und zwar umso kleiner, je größer die Beanspruchung ist und je länger

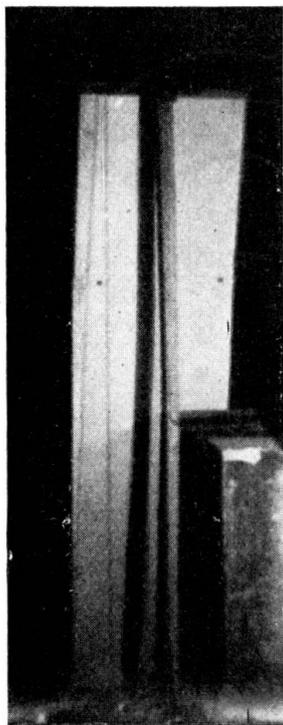


Fig. 1.

Das Bild zeigt die Durchbiegung eines Probestäbchens 135 · 3 · 3 cm am Tage vor dem Bruch.

sie einwirkt. Es kommt deshalb darauf an, den Endwert von E in die Eulerformel einzuführen, um den richtigen Grenzwert für das langsame Knicken zu erhalten.

Ausgehend von der Überlegung, daß man diese Tatsache besonders verdeutlichen könne, wenn man sie in der Versuchsanstalt verwirklicht, haben wir versucht, Betonkörper langsam zum Knicken zu bringen.

Wir haben Stäbe von 135 cm Länge und 3 mal 3 cm Querschnitt aus Mörtel mit 350 kg/m<sup>3</sup> gewöhnlichem Zement, hochwertigem Zement oder Tonerdezement hergestellt und sie mit Hilfe einer Hebelpresse belastet.

Die folgende Tafel enthält die Versuchsergebnisse.

Nr. Probekörper	Art des Zements	Alter des Körpers z. Zt. des Versuchs	Würfelfestigkeit (20×20) in kg/cm <sup>2</sup>	Belastung in kg	Belastung in kg/cm <sup>2</sup>	Ergebnis der Versuche	Biegezugspfeil	Elastizitätsmodul berechnet nach der Knicklast
1	gewöhnl.	130 Tg.	} 260	780	86	sofortiges Knicken		210.000
2	„	130 Tg.		580	64	Es beginnt sich eine Verformung zu zeigen. Nach 6 Tg. schreitet sie merklich fort. In diesem Zeitpunkt wird die Last erhöht		
„				650	72	Knicken nach 14 Tg.	3 mm	175.000
3	hochw.	19 Tg.		1120	124	sofortiges Knicken		300.000
4	„	19 Tg.		720	80	Knicken nach 15 Min.		195.000
5	Tonerde	3 Tg.	430 nach 3 Tg.	1520	170	sofortiges Knicken		410.000
6	„	8 Tg.	430 nach 3 Tg.	1070	118	Knicken nach 5 Tg.	4 mm	290.000
7	Tonerde	4 Tg.	} 360 nach 4 Tg.	1140	126	sofortiges Knicken		310.000
8	„	4 Tg.		960	106	„		260.000
9	„	4 Tg.		900	100	„		240.000
10	„	4 Tg.		780	86	Knicken nach 5 Min.		210.000
11	„	5 Tg.		650	72	Knicken nach 7 Tg.	3 mm	175.000

Bald bricht der Körper sofort, bald widersteht er auf unbestimmte Zeit. Zwischen diesen beiden äußersten Grenzen ist es jedoch nach einigen Tastversuchen möglich, die gesuchte Erscheinung hervorzurufen.

Probekörper: 2. (2. Versuch), 4., 6., 10., 11.

Diese Versuche bedeuten nicht mehr als einen ersten Anfang zum Studium einer Frage, die eine vertiefte Prüfung verdiente. Mögen die mitgeteilten Ergebnisse auch unvollständig sein, so hielten wir sie doch für bemerkenswert

genug, um sie zu veröffentlichen, denn sie zeigen hinreichend deutlich, daß es ein *langsames* Knicken gibt und die großen Linien seines Zustandekommens.

Man könnte zu viel Gewicht auf die Gefahr legen, die diese Erscheinung für die Praxis hat, und auf die Notwendigkeit, einen möglichst kleinen Elastizitätsmodul in die Eulerformel einzusetzen. Nichtsdestoweniger muß man feststellen, daß die Formänderung eines in einem solchen Zustand labilen Gleichgewichts gebrachten Körpers kurze Zeit nach dem Aufbringen der Last sichtbar wird und allmählich bis zu beträchtlicher Größe anwächst. Der in dieser Weise durch sichtbare Vorgänge angekündigte Bruch durch langsames Knicken ist deshalb weniger gefährlich als der Bruch durch sofortiges Knicken. Der Bruch selbst erfolgt jedoch in beiden Fällen plötzlich.