Considérations sur la ductilité

Autor(en): **Kuntze, W.**

Objekttyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-3003

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

I 3

Considérations sur la ductilité.

Betrachtungen über die Zähigkeit.

Observations on Ductility.

Professor Dr. Ing. W. Kuntze,
Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

En construction mécanique, on s'applique actuellement à remplacer certains éléments de construction (par ex. des vilbrequins) en acier spécial par des éléments en fonte car, en service, ces derniers se comportent presque aussi bien que les premiers, et leur fabrication est meilleur marché. Cette comparaison, tirée d'un domaine de construction voisin, montre que nous avons actuellement une toute autre conception de la «dureté» des aciers. Ce n'est pas *la grandeur* de la plasticité qui a le plus d'importance, *mais la résistance aux états de contrainte irréguliers.*

Cette résistance va de pair avec une plasticité structurale relativement restreinte mais cependant suffisante et avec une haute cohésion structurale. Le mécanisme

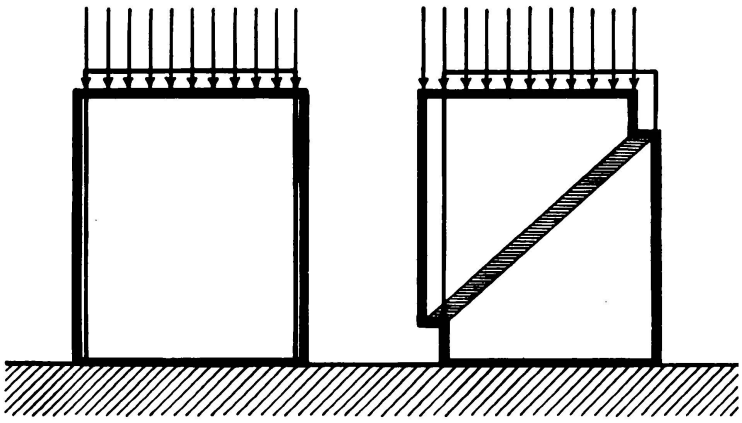


Fig. 1.
Déformation élastique et plastiqne.

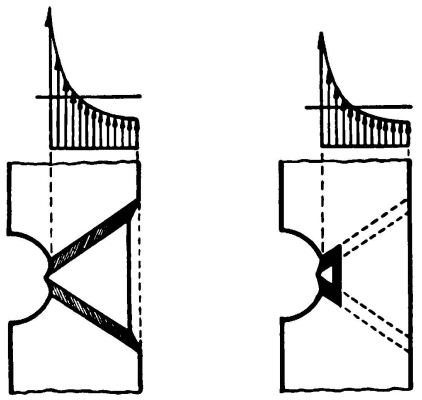
de déformation plastique se distingue de l'élastique, suivant la fig. 1, par des couches d'écoulement se produisant spontanément (appelées d'après *Seidl*: zones de réaction).[1] Ces couches d'écoulement, par suite de leur origine d'ordre cinétique, sont, dans un sens statique, insensibles aux différentes tensions.[2] Pour les engendrer, une somme de forces est nécessaire, qui se détermine en partant d'une condition d'équilibre de sommes de forces et qui se nomme «*moyenne*

[1] *E. Seidl:* Bruch und Fließformen der technischen Mechanik und ihre Anwendung auf Geologie und Bergbau, Vol. 1, Berlin, Editions VDI.

[2] *W. Kuntze:* Einfluß ungleichförmig verteilter Spannungen auf die Festigkeit von Werkstoffen. Maschinenelemente Tagung Aachen, Berlin, Editions VDI, 1936.

de résistance».[3] En partant de là, *Fritsch* a calculé des poutres fléchies d'une manière très intéressante et, après une extension appropriée de ce principe, il a calculé des barres excentriquement comprimées.[4, 5]

Cependant, nos aciers de construction ne se comportent pas d'une façon aussi idéale que le représente notre figure schématique. La formation des couches de cession représente une modification du comportement purement élastique et par le fait même un danger de rupture brusque. Il est cependant impossible d'éliminer complètement de nos aciers ordinaires une *fragilité microscopique* interne. Suivant la qualité du matériau, des fissures microscopiques locales accompagnent toujours



résistant aux entailles — sensible aux entailles

Fig. 2.

Schéma de la sensibilité aux entailles pour des sollicitations alternées.

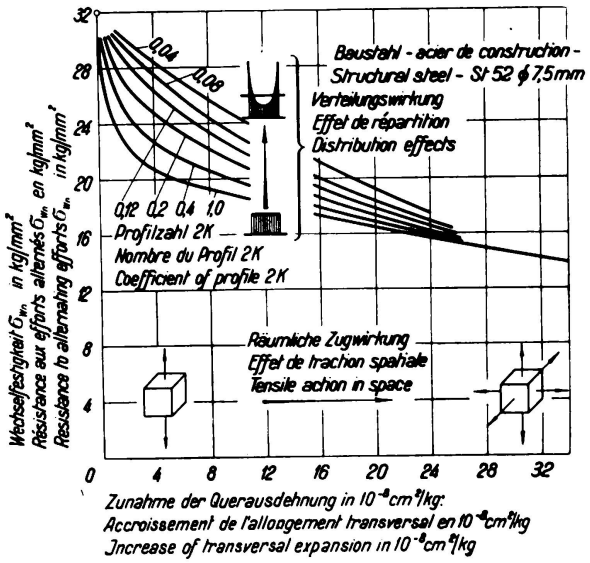


Fig. 3.

Résistance aux efforts alternés en fonction de la répartition des tensions et de la sollicitation à plusieurs dimensions.[6]

la déformation plastique, et tout spécialement lorsque les contraintes sont irrégulières. Elles engendrent, suivant la fig. 2, un raccourcissement des voies d'écoulement. Il en résulte une réduction de la résistance, désignée dans la pratique par «*sensibilité aux entailles*». Le cas idéal d'insensibilité aux entailles (fig. de gauche) montre par contre des couches d'écoulement continues.

Les résultats fournis par les essais pour des contraintes irrégulières sont donc en général plus bas que ceux que l'on obtient par un calcul basé sur la moyenne idéale de résistance.

La tendance des matériaux à la fragilité interne limite par conséquent l'exactitude du calcul effectué à l'aide de la moyenne de résistance. — Quels sont les

[3] *W. Kuntze:* Ermittlung des Einflusses ungleichförmiger Spannungen und Querschnitte auf die Streckgrenze. Der Stahlbau, Vol. 6 (1933), p. 49/52.

[4] *J. Fritsche:* Grundsätzliches zur Plastizitätstheorie. Der Stahlbau, Vol. 9 (1936) p. 65/68.

[5] *J. Fritsche:* Der Einfluß der Querschnittsform auf die Tragfähigkeit außermittig gedrückter Stabstützen. Der Stahlbau, Vol. 9 (1936), p. 90/96.

[6] *W. Kuntze:* Einfluß des durch die Gestalt erzeugten Spannungszustandes auf die Biegewechselfestigkeit. Arch. Eisenhüttenwes. 10 (1936/37) S. 369/73; Ber. Nr. 367 Werkstoffaussch. Ver. dtsch. Eisenhüttenl.

cas qui sont principalement touchés et quelles sont les effets qui favorisent l'apparition d'une fragilité avancée? — Une classification des résultats des essais de résilience, en fonction des contraintes de traction spatiales et de la répartition des contraintes (fig. 3), montre qu'en première ligne *ce ne sont pas les pointes de tension qui engendrent la réduction de la résistance aux efforts alternés mais l'état de contraintes de traction à plusieurs dimensions.* Dans la classification

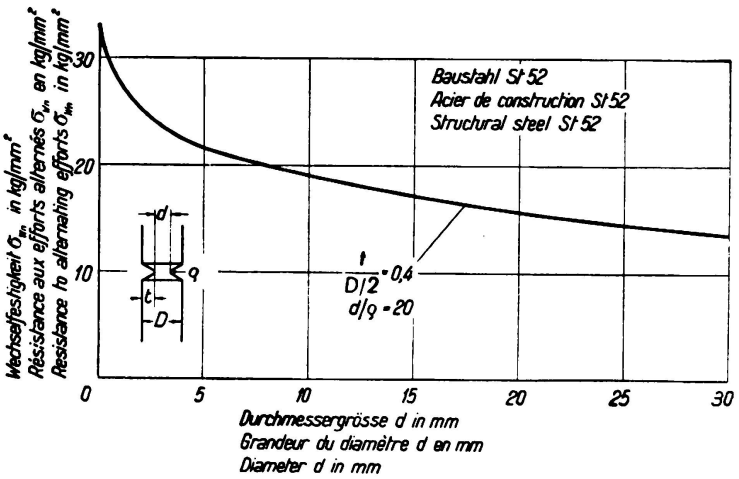


Fig. 4.
Résistance aux efforts alternés en fonction de la grandeur.

ci-dessus, les essais avec fortes pointes de tension ont, pour un effet spatial en moyenne égal, une plus grande résistance aux efforts alternés dans l'essai de résilience que les éprouvettes avec répartition uniforme des contraintes. Ce sont de vrais résultats d'essais qu'il ne faut pas négliger.

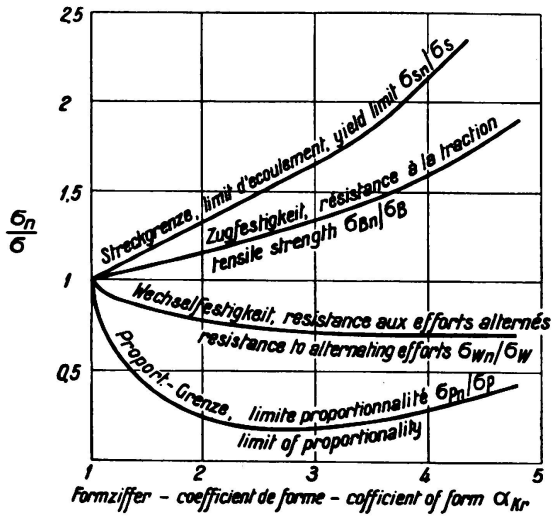


Fig. 5.
Accroissement ou réduction relatifs de différentes limites de résistance en fonction de l'augmentation des pointes de tension (coefficient de forme α_{kr}).

Une autre influence de l'état de tension à plusieurs dimensions, qui réduit la résistance aux efforts alternés, est celle de la grandeur absolue de l'élément de construction. La fig. 4 montre comment, pour des entailles d'une profondeur proportionnellement égale $\frac{t}{D/2}$ et d'une même finesse $\frac{d}{\rho}$, *l'accroissement du diamètre de l'éprouvette engendre une réduction constante de la résistance aux efforts alternés.*

La *limite de proportionnalité* se trouve bien au-dessous de l'influence de la cohésion structurale.[2] Son comportement pour des contraintes irrégulières se rapproche de celui de la résistance aux efforts alternés. Par contre, une sollicitation à plusieurs dimensions agit inversément sur la *limite d'écoulement* (comme résistance à la cession) en ce sens qu'elle relève cette dernière alors qu'elle réduit les pointes de tension, spécialement lorsque l'éprouvette a de grandes dimensions.

Ces influences partiellement opposées peuvent expliquer le fait que les résultats publiés sont souvent contradictoires.

Des états de tension à plusieurs dimensions existent dans une construction:

1° par suite de la conformation externe,

2° par suite du retrait des assemblages soudés.

Quand sont-ils défavorables? — S'il existe par exemple, par suite du retrait, un état de tension à plusieurs dimensions en un point quelconque, il se produit

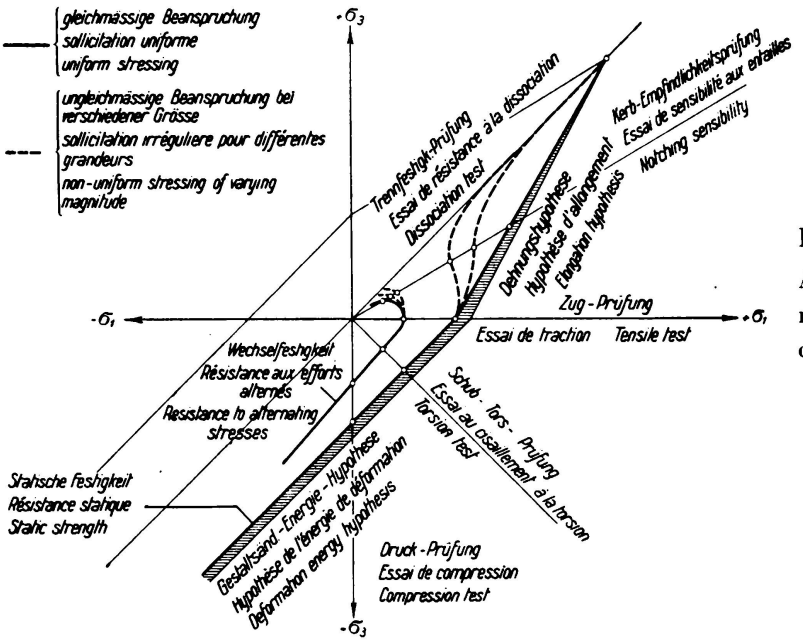


Fig. 6.
Aperçu de l'essai de résistance à plusieurs dimensions.

dans les environs immédiats des contraintes de compression car un état d'équilibre interne doit exister dans l'élément de construction. Lors de l'application de la loi de la moyenne de résistance qui correspond à un effet moyen, il faut s'attendre à ce que, dans un tel cas, la limite d'écoulement ne soit pas fortement influencée. Et cependant, *lorsque l'on a affaire à de grandes dimensions, la résistance statique est un peu réduite, par suite de la pointe de tension, et la résistance aux efforts alternés est fortement diminuée, par suite des contraintes de traction à plusieurs dimensions.*

Les influences dont nous venons de parler varient avec les matériaux. La *technique de l'essai des matériaux* doit en tenir compte. Les essais classiques de résistance à la compression, au cisaillement, à la traction, pour une sollicitation alternée ou non, se trouvent, d'après la fig. 5, dans le quadrant: contrainte principale de traction maxima, contrainte principale de compression maxima. Les

essais modernes de *résistance à la dissociation* et de *sensibilité aux entailles*, sous l'effet d'une sollicitation statique ou dynamique, se trouvent dans le quadrant de pure traction.[7] Il est ainsi possible de porter un jugement sur les matériaux, suivant leur comportement à la traction à plusieurs dimensions pour différentes grandeurs d'éprouvettes. Le résultat de l'essai donne, pour un matériau quelconque, une mesure approximative du dépassement de la valeur obtenue par le calcul basé sur la moyenne de résistance. L'introduction du facteur correctif de proportionnalité, exigée par *Klöppel*, est ainsi possible.[8]

Les résultats des nouvelles investigations doivent servir de directives au calcul et à la conformation des ouvrages. Ils ne touchent pas la question de savoir dans quelle proportion les ponts et spécialement les systèmes hyperstatiques sont influencés par la variation de la surcharge, en tant que véritable sollicitation aux efforts alternés dans le sens de l'essai des matériaux. Cela reste une tâche spéciale de la construction des ponts et il faut toujours en tenir compte.

---

[7] *W. Kuntze:* Kohäsionsfestigkeit. Berlin 1932, J. Springer. Cf. aussi tirage à part XX des Mitteilungen deutscher Materialprüfungsanstalten. (La méthode d'essai de la cohésion s'est développée entretemps.)

[8] *K. Klöppel:* Gemeinschaftsversuche zur Bestimmung der Schwellfestigkeit voller, gelochter und genieteter Stäbe aus St. 37 und St. 52. Der Stahlbau, Vol. 9 (1936), p. 97/111.