

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 3/4 (1884)
Heft: 9

Artikel: Ueber die Druckfestigkeit stabförmiger Körper, mit besonderer Rücksicht auf die im steifen Fachwerk auftretenden Nebenspannungen
Autor: Ritter, Friedrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-11914>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Ueber die Druckfestigkeit stabförmiger Körper, mit besonderer Rücksicht auf die im steifen Fachwerk auftretenden Nebenspannungen. Von Oberinspector Friedr. Ritter in Wien. (Schluss.) — Project einer Seebadanstalt in Luzern. (Einsendung.) — Miscellanea: Untersuchungsstation für Aneroid-Barometer. Historisches Nationalmuseum. Ausstellungen. Der Tempel des Zeus Olympios in Athen. Neuerungen an eisernen Brücken. Der Verein der Münchner-Ziegeleibesitzer. Preis-

ausschreiben. Seilbahn auf den Gütsch bei Luzern. Gründung eines tessinischen Techniker-Vereins. Ein neues System der Proportionen. Donau-Regulirungsbauten. Aarbergbahn. Ecole des Beaux-Arts in Paris. Tramways in England. Strassenbahn Luzern-Kriens. — Concurrenzen: Entwürfe zum Neubau eines Armenhauses in Breslau. Entwürfe zum Bau einer Gedächtniskirche in Speyer. — Einnahmen schweizerischer Eisenbahnen.

Ueber die Druckfestigkeit stabförmiger Körper, mit besonderer Rücksicht auf die im steifen Fachwerk auftretenden Nebenspannungen.

Von Friedrich Ritter.

(Schluss.)

Es berechnet sich hiernach für den oben als Beispiel genommenen, mit ca. 600 kg per cm^2 Bruttoquerschnitt belasteten Eisenstab von kreuzförmigem Querschnitt als kleinstes zulässiges Verhältniss von Breite zur Länge bei doppelter oder S-förmiger Verbiegung:

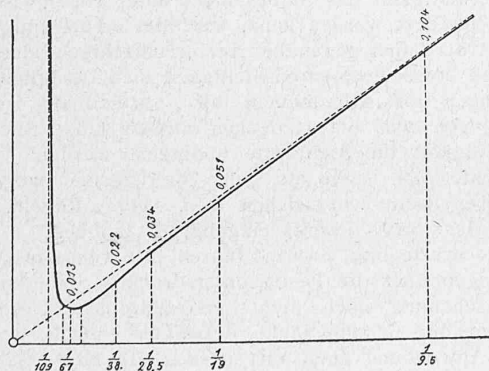
$$\left(\left(\frac{b}{l}\right)\right)_{\min.} = \frac{1}{76} \times \frac{1}{1,43} = \frac{1}{109}$$

und für die verschiedenen Werthe von $\frac{b}{l}$ bei $n_f = 1$:

$$\begin{aligned} \text{Für } \frac{b}{l} &= \frac{1}{9,5}, \quad \frac{\alpha_f}{\alpha_0} = 3 \times 0,104 \\ &= \frac{1}{19} \quad = 3 \times 0,051 \\ &= \frac{1}{28,5} \quad = 3 \times 0,034 \\ &= \frac{1}{38} \quad = 3 \times 0,022 \\ &= \frac{1}{57} \quad = 3 \times 0,014 \\ &= \frac{1}{67} \quad = 3 \times 0,013 \text{ (Minimum)} \\ &= \frac{1}{76} \quad = 3 \times 0,014 \\ &= \frac{1}{109} \quad = \infty \end{aligned}$$

Fig. 27.

Werthe von $\frac{1}{3} \cdot \frac{\alpha_f}{\alpha_0}$



Auch hier nehmen somit, wie die obenstehende bildliche Darstellung der Werthe $\frac{1}{3} \cdot \frac{\alpha_f}{\alpha_0}$ zeigt, die Nebenspannungen des Stabes annähernd im Verhältniss der Breite bis ganz in die Nähe des gefährlichen Breitenverhältnisses stetig ab, um erst in unmittelbarer Nähe desselben in's Unendliche zu wachsen.

Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so zeigt sich, dass, so lange das Verhältniss von Stabbreite zu Stablänge eines gedrückten Stabes dem gefährlichen Werth dieses Verhältnisses nicht allzu nahe kommt, alle jene Folgerungen, welche eingangs für den steifen Stab abgeleitet wurden,

unverändert auch für den weniger steifen Stab gelten, dass demnach:

1. Die Nebenspannungen in den Stäben eines steifen Fachwerks, sobald nur das Verhältniss von Breite und Länge eines gedrückten Stabes sich dem gefährlichen Minimalwerth nicht allzu sehr nähert, nicht grösser sind bei den gedrückten als bei den gezogenen Stäben und somit keine Veranlassung vorliegt, gedrückte und gezogene Stäbe eines Fachwerks verschieden stark zu belasten, und

2. die Nebenspannungen bei gegebener Länge des gedrückten oder gezogenen Stabes nahezu proportional der Breite des Stabes abnehmen, es demnach für die Oekonomie der Construction vortheilhaft erscheint, die gedrückten wie die gezogenen Stäbe möglichst schlank zu halten.

Wenn gegen diese Sätze etwa eingewendet wird, dass die mit der Ausführung unvermeidlich verbundenen Fehler die Nebenspannungen namentlich in den gedrückten Stäben vergrössern und dadurch das Verhältniss zwischen gedrückten und gezogenen Stäben ändern können, so ist hingegen zu bemerken, dass es nicht Aufgabe des Ingenieurs sein kann, die unendlich mannigfaltigen Fehler der Ausführung im Voraus durch Rechnung zu bestimmen, welches, da sogar die Persönlichkeit der Ausführenden mit in Betracht kommt, auch eine unmöglich zu lösende Aufgabe wäre. Der Ingenieur wird vielmehr darauf bedacht sein müssen, diese Ausführungsfehler durch genaue und sorgfältige Arbeit möglichst zu verringern und ausserdem die Construction so anzuordnen, dass die nicht zu vermeidenden Fehler die Tragfähigkeit der Construction möglichst wenig beeinflussen; im Uebrigen muss der Schutz gegen diese Fehler wie in vielen anderen Fällen in einem passenden Sicherheitscoefficienten gesucht werden.

Was die Anordnung der Construction betrifft, so ist der Ingenieur speciell bei den gedrückten Stäben in der Lage, sich durch ein grösseres oder geringeres Entferntbleiben von dem gefährlichen Breitenverhältniss gegen die Ausführungsfehler, welche ein Ausbiegen des Stabes herbeiführen könnten, nach seinem Ermessen zu schützen.

Für den einfach verbogenen gedrückten Eisenstab von kreuzförmigem Querschnitt wurde bei ca. 600 kg Druckspannung per cm^2 Brutto- oder ca. 700 kg per cm^2 Nettoquerschnitt das gefährliche Breitenverhältniss oben zu

$$\left(\frac{b}{l}\right)_{\min.} = \frac{1}{76}$$

und für den doppelt verbogenen Stab zu

$$\left(\left(\frac{b}{l}\right)\right)_{\min.} = \frac{1}{109}$$

bestimmt. Nimmt man an, dass diese Grenze statt nach der erwähnten mässigen üblichen Spannung nach der Zerreissfestigkeit des Eisens, welche beiläufig fünfmal so gross ist, somit für die gewöhnlichen Fälle mit beiläufig fünf-facher Sicherheit berechnet werde, so erhöhen sich die Werthe des geringsten zulässigen Verhältnisses von Breite zur Länge für den einfach verbogenen Eisenstab von kreuzförmigem Querschnitt von

$$\frac{1}{76} \text{ auf } \frac{\sqrt{5}}{76} = \frac{1}{33}$$

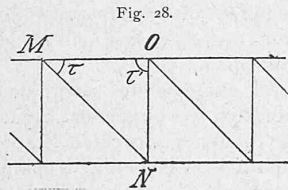
und für den doppelt verbogenen Stab von

$$\frac{1}{109} \text{ auf } \frac{\sqrt{5}}{109} = \frac{1}{48}$$

Hiernach erscheint bei dem von uns betrachteten einfachen Fachwerk, nachdem sich dessen Stäbe unter dem Einfluss der Längenänderung von Gurtungen und Fachwerk sowohl doppelt als einfach verbiegen, eine geringere Stabbreite als ca. $\frac{1}{33}$ der Stablänge auch bei sorgfältiger Ausführung

nicht ratsam. Sind die Stäbe wie in dem von uns zum Beispiel genommenen Fachwerk sämtlich mit 45° Neigung gegen die Gurtungen angeordnet, so betragen bei dieser Stabbreite die Nebenspannungen in Theilen der Hauptspannung:

in Folge der Längenänderung der Gurtungen $\frac{1}{33}$
 in Folge der Längenänderung des Fachwerks selbst $3 \times \frac{1}{33} = \frac{3}{33}$
 zusammen demnach in denjenigen Theilen des Trägers, wo die grösste Anspannung von Gurtungen und Fachwerk zugleich erfolgt $\frac{4}{33} = 12\%$. Nimmt man an, dass hievon die steiferen Gurtungen, für welche indessen Nebenspannungen ebenfalls nachtheilig sind, $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ aufnehmen, so verbleiben für die Fachwerkstäbe noch immer rund 10% , um welchen Betrag die Hauptspannung in diesen Stäben auch im günstigsten Fall durch die Verbiegungen erhöht wird.



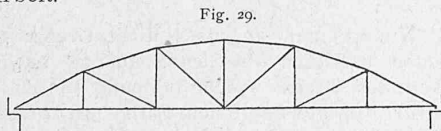
Das mit beiderseits 45° Neigung angelegte Fachwerk befindet sich aber noch in verhältnissmässig günstiger Lage. Ist nämlich im Dreieck MNO nur der Stab MN um $\tau = 45^\circ$ gegen die Gurtungen geneigt, dagegen der andere NO zu denselben senkrecht ($\tau' = 90^\circ$), so ändert sich bei Belastung des Trägers in Folge der Längenänderung der Gurtungen der Winkel τ wol gleichviel wie früher und der Winkel τ' sogar gar nicht, dagegen erhöht sich in Folge der Längenänderung der Fachwerkstäbe der Verbiegungswinkel für den Stab MN von $\Delta_f \tau = \alpha_0$ auf $\Delta_f \tau = 2 \alpha_0$ oder das Doppelte und für den Stab NO von $\Delta_f \tau = \alpha_0$ auf $\Delta_f \tau = 3 \alpha_0$ oder das Dreifache. An den Stellen des Trägers, wo die grössten Anspannungen von Gurtung und Fachwerk gleichzeitig auftreten, betragen demnach die Nebenspannungen nunmehr

$$\text{im Stabe MN } \frac{1}{33} + \frac{6}{33} = \frac{7}{33} = 21\%$$

$$\text{und im Stabe NO } \frac{9}{33} = 27\%$$

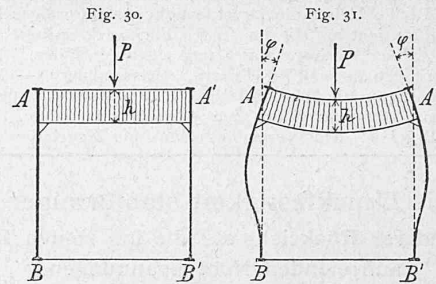
somit *doppelt* soviel als im früher betrachteten symmetrischen Fachwerk, und das unsymmetrische Fachwerk muss demnach, da die Breite von $\frac{1}{33}$ ein Minimum bezeichnet, wegen der durch die Unsymmetrie erhöhten Nebenspannungen, um mindestens circa 10% stärker als das symmetrische Fachwerk angelegt werden.

Je genauer und sorgfältiger die Ausführung, desto mehr kann in beiden Fällen das Verhältniss $\frac{b}{l}$ und damit die Grösse der Nebenspannungen den berechneten kleinsten Werthen genähert werden; gute Arbeit ist hier zugleich billige Arbeit.

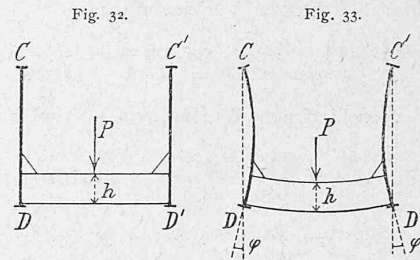


Ist die unsymmetrische Anwendung des Fachwerks wegen der allgemeinen Anordnung der Construction nicht zu vermeiden und ausserdem die Trägerhöhe an einzelnen Stellen so gering, dass ein kleiner Werth des Verhältnisses $\frac{b}{l}$ wegen zu geringer Länge der Stäbe nicht zu erzielen (Fachwerkträger in Parabelform u. dergl.), so wird in den vorkommenden Fällen zu erwägen sein, ob die projectirte Trägerform angesichts der grossen ihr anhaftenden Nebenspannungen noch entspricht.

Haben, um den Einfluss der allgemeinen Anordnung auf die Nebenspannungen noch an einem anderen Fall zu zeigen, zwei aufrechtstehende Säulen AB und A'B' mittelst eines sie verbindenden Querbalkens AA' eine auf diesem ruhende Last P zu tragen, so wird der Verbiegungswinkel



ϕ dieser Säulen an den Knotenpunkten A und A' und damit die in den Säulen entstehende Nebenspannung grösser sein, je niedriger der Balken und umgekehrt. Die Druckfestigkeit der Säulen wird demnach wesentlich durch die Dimensionen des sie verbindenden Querbalkens mit bedingt und es können die Säulen bei gleicher Festigkeit um so schwächer genommen werden, je höher der Balken.

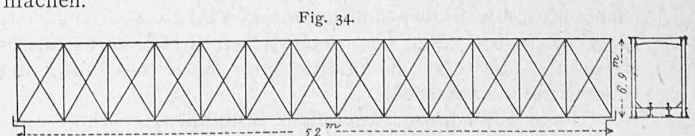


Frägt man, welche Querschnittsform des Stabes die Nebenspannungen auf ein Minimum beschränke, so ist zu beachten, dass meistens Verbiegungen nach zwei zu einander senkrechten Richtungen zugleich stattfinden.

Erhält z. B. eine aus zwei Wänden CD und C'D' bestehende Tragconstruction die Last P durch Querträger DD' zugeführt, so werden die Fachwerkstäbe der beiden Wände ausser in der Ebene ihrer Wand auch noch durch die Einbiegung des Querträgers senkrecht zur Wand verbogen. Die Grösse des Verbiegungswinkels ϕ und damit der Nebenspannungen wird wesentlich durch die Höhe des Querträgers bestimmt und sind in dieser Hinsicht hohe Querträger besser als niedere.

Die beiden Gattungen von Nebenspannungen werden sich, indem sie gleichzeitig auftreten, in jedem anderen Stabquerschnitt als dem kreuzförmigen summieren. Wo deshalb wie bei gedrückten Stäben die Stabbreite aus Rücksicht auf die Steifigkeit des Stabes nicht unter ein gewisses Mass herabgemindert werden kann, wird der kreuzförmige Querschnitt trotz seiner gegenüber dem rechteckigen oder kastenförmigen etwas geringeren Steifigkeit sich bezüglich Nebenspannungen im Allgemeinen als vorthellhaft erweisen; wo dagegen wie bei gezogenen Stäben keine Rücksichten auf Steifigkeit die Stabbreite bedingen, werden compacte wie rechteckige, runde etc. Querschnittsformen wegen ihrer geringeren Breite vorzuziehen sein, beides Regeln, welche sich in der Praxis bereits eingebürgert haben.

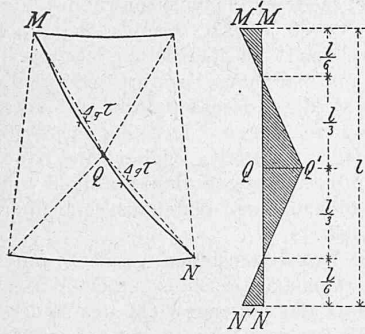
Es würde hier zu weit führen, die Consequenzen der im Vorigen über die Festigkeit gedrückter Stäbe entwickelten Anschauung noch mehr ins Einzelne zu verfolgen. Nachdem der Grundgedanke derselben einfach, so dürfte dessen Anwendung auch auf andere Fälle keine Schwierigkeit bieten. Es möge daher nur noch gestattet sein, auf eine besondere Verwerthung des Principis bei den Eisenbrücken der Budapest-Fünfkirchener-Bahn aufmerksam zu machen.



Die genannte Bahn übersetzt bei Simontornya den Sarviz- und den Siokapos-Fluss mit zwei Brücken von je 52 m Stützweite. Die Träger sind 6,9 m hoch mit symme-

trischem Fachwerk von 4 m Weite, dessen Stäbe gleichseitige Dreiecke bilden, angelegt.

Fig. 35.

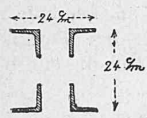


Das Fachwerk besteht aus zwei sich in jedem Fache kreuzenden Systemen, in Folgedessen abweichend von dem eben betrachteten Fall sich die Fachwerkstäbe MN bei der Längenänderung der Gurtungen nicht an den Enden M und N, sondern in der Mitte Q um den Winkel $\Delta_9 \tau$ verdrehen und dadurch statt der früher betrachteten die nebenstehend

skizzierten Verbiegungsformen und Verbiegungsmomente entstehen. Bei dieser neuen Form ist wol das Verbiegungsmoment an den Enden M und N doppelt so gross wie früher, dagegen kann, weil der Stab in der Mitte gehalten ist, die Stabbreite, insoweit sie durch die Längenänderung der Gurtungen bedingt wird, auf die Hälfte von früher, d. i. bei kreuzförmigen Stäben von $\frac{1}{33}$ auf $\frac{1}{66}$, in Wirklichkeit daher, da die Längenänderung der Fachwerkstäbe nur ein Minimum von $\frac{1}{48}$ gestattet, von $\frac{1}{33}$ auf $\frac{1}{48}$ herabgemindert werden. Durch letzteren Umstand wird, da die durch die Längenänderung des Fachwerks verursachte Nebenspannung sich mit der Breite entsprechend vermindert, der durch die erwähnte Verdoppelung entstehende Nachtheil mehr als ausgeglichen und vermindert sich die Summe der Nebenspannungen im vorliegenden Fall, wenn die Stabbreite nach dem für kreuzförmige Stäbe zulässigen Minimum bemessen wird, von 17 auf 13 %.

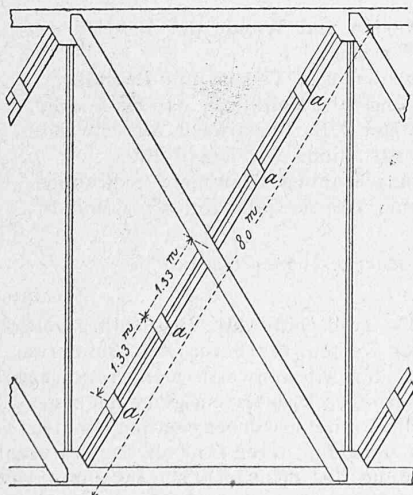
Die Länge der gezogenen und gedrückten Fachwerkstäbe beträgt 8 m, ihre Breite 0,24 m oder $\frac{1}{33}$ der Länge, so dass nicht ganz auf das für kreuzförmige Stäbe zulässige Minimum von $\frac{1}{48}$ hinabgegangen wurde.

Fig. 36.



Die gezogenen Stäbe haben bandförmigen Querschnitt, die gedrückten sind annähernd kreuzförmig aus je vier Winkelisen nach nebenstehender Skizze zusammengesetzt, diese Winkelisen jedoch nicht, wie es gewöhnlich geschieht, fortlaufend, sondern nur in Abständen von 1,33 m durch aufgelegte Bleche oder Laschen aa in der Richtung parallel und senkrecht zur Trägerebene mit einander verbunden.

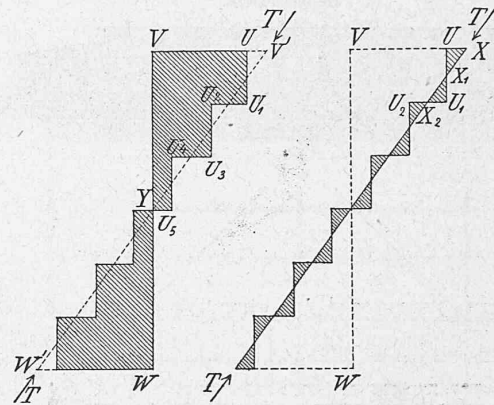
Fig. 37.



Bei dieser Anordnung tritt für den Stab als Ganzes an die Stelle der geradlinig begrenzten Momentenfläche VV'Y die staffelförmig begrenzte Momentenfläche VUU₁U₂U₃U₄U₅Y und ausserdem haben in jeder Staffel die Winkelisen des Stabes den kleinen Momentenflächen UXX₁, X₁U₁X₂ u. s. w. zu widerstehen. Es ist klar, dass hiebei für die Steifigkeit

des als Ganzes betrachteten Stabes das Verhältniss zwischen der Gesamtbreite von 0,24 m und der Stablänge von 8 m, und für die Steifigkeit der einzelnen Winkelisen in jeder Staffel das Verhältniss zwischen der Breite dieser Winkelisen zur Staffellänge massgebend ist, d. h. durch die angewendete Verlaschung ist die Länge, auf welche die einzelnen Winkelisen freistehen, auf die Länge einer Staffel herabgemindert worden.

Fig. 38.



Diese Anordnung, welche vielleicht der Knotengliederung der Halme des Grases verglichen werden könnte, hat sich bei den strengen amtlichen Belastungsproben, welchen die Brücken unterzogen wurden, vollkommen bewährt.

Schliesslich sei noch, um Missverständnissen vorzubeugen, erwähnt, dass die im Vorstehenden allgemein für das steife Fachwerk berechneten Nebenspannungen, so lange sie ein gewisses Mass nicht überschreiten, deshalb noch nicht Anlass zur Verstärkung der betreffenden Stäbe über die bisher üblichen Masse hinaus geben. Nachdem nämlich die Nebenspannungen bisher meistens ununtersucht geblieben sind und die nach den üblichen Festigkeitscoefficienten, ohne Rücksicht auf Nebenspannungen berechneten und ausgeführten Constructionen deshalb nicht als ungenügend fest erachtet werden, so erscheint in den üblichen Festigkeitscoefficienten ein gewisses Mass von Nebenspannungen bereits berücksichtigt. Dasselbe dürfte mit 10 bis 15 %, ja vielleicht sogar mit 20 % nicht zu gering angenommen werden und es folgt daraus, dass, wenn die Nebenspannungen sorgfältig ermittelt und in Rechnung gestellt werden, man die bisher üblichen Festigkeitscoefficienten füglich um 10, 15, ja vielleicht 20 % erhöhen darf.

Wien, im Februar 1883.

Project einer Seebadanstalt in Luzern.

(Einsendung.)

Luzern hat bereits verschiedene Badeeinrichtungen und darunter auch zwei Flussbad- und eine Seebadanstalt; aber es sind dies Privatanstalten, welche für die Grosszahl der städtischen Einwohner zu kostspielig, auch räumlich beengt und ungünstig situiert sind. Das Seebad beim Tivoli steckt in stagnirendem Wasser und die beiden Flussbäder liegen unterhalb des Auslaufes der städtischen Cloaken. Es fehlt insbesondere eine sichere Schwimmschule für die Jugend und man beschäftigt sich darum schon seit Jahren mit dem Projecte einer grösseren Seebadanstalt.

Doch wo auch ein grösseres Badehaus in der Nähe der Stadt in den See gesetzt werden soll, steht zu befürchten, dass dasselbe über kurz oder lang neuen Verkehrsanlagen den Platz räumen muss. Es ist darum eine Hauptbedingung, das Badehaus so zu construiren, dass es mit einem Minimum von Unkosten deplaciert werden kann, und dies führt nothwendig auf die Idee einer schwimmenden Seebadanstalt.

In der Schiffswerfte der Luzerner Dampfschiffsgesellschaft liegen zwei grosse für die Schifffahrt unbrauchbar