

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 75 (1957)  
**Heft:** 42

**Artikel:** Schweizerisches Beleuchtungs-Komitee  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-63436>

#### 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:** 17.01.2026

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

- Klasse I liegt um rund 70.— Fr./m<sup>3</sup>  
 Klasse II liegt um rund 100.— Fr./m<sup>3</sup>  
 Klasse III liegt um rund 120.— Fr./m<sup>3</sup>  
 Klasse IIIa liegt um rund 140.— Fr./m<sup>3</sup>  
 Klasse VI liegt um rund 180.— Fr./m<sup>3</sup>

Durch diese Feststellung kommt man leicht auf die Idee, den Kubikmeterpreis als Maßstab für die Klassierung eines Objektes zu verwenden. Hält man die Baukosten fest und verfolgt das Honorar nur in Abhängigkeit der Klassenunterschiede, dann dürfte der architektonische Aufwand weitgehend direkt proportional dem Kubikmeterpreis sein. Damit wäre eine beliebig feine und unmittelbar aus dem konkreten Fall folgende Abstufung gegeben. Die groben Klassenstufungen würden ersetzt durch eine stetige, lineare Proportion der Form

$$(3) \quad h_p = a p$$

wo  $h_p$  der Teilsatz für die Gebäudeart (Klasse),  $a$  eine zu vereinbarende Konstante und  $p$  den Preis in Fr./m<sup>3</sup> bedeuten würden (Bild 5 links unten). Mit wenigen Ausnahmen sind die Architekturarbeiten Raumaufgaben und deshalb dem Raummassstab leicht zugänglich. Für die Fälle, wo Flächenobjekte zur Sprache stehen, wie Sportanlagen, Friedhof- und Parkanlagen, müsste eine räumliche Umrechnung eingeführt werden.

### 2. Die elf Kostengruppen

Diese berücksichtigen, wie schon früher ausgeführt, die Tatsache, dass mit zunehmendem Umfang der Bauaufgabe sich automatisch Wiederholungen verschiedener Art einstellen, die den architektonischen Arbeitsaufwand vermindern. Wiederholungen wirken sich auf die Baukosten aus, indem sie diese ermässigen. Objekte ohne Wiederholungen, d. h. mit lauter Spezialfällen, sind spezifisch teurer und fallen damit in die höheren Baukostenklassen mit dem besseren Honorarsatz. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Wiederholungen steigt mit der Zunahme des Kostenbetrages. Dieser Tatsache trägt die treppenförmige und asymptotische Abstufung des Honorares gemäss Art. 14 Rechnung. Die hiefür gewählte Form ist allerdings stark handwerklich und führt zu dem eingangs bemängelten zackigen Verlauf der Honorarkurve. An jeder Baukostengrenze ist der Honorarsatz zweiwertig. Ist aber das Honorar an den Intervallgrenzen gerecht, gleichgültig ob der obere oder der untere Wert gelten soll, dann ist er über das ganze Intervall ungerecht. Aus dem gleichen Grunde ist auch die Ueberbrückung der Sprungstellen durch Art. 15 abzulehnen.

Die Erfahrung lehrt, dass die Stufen von Art. 14 grundsätzlich brauchbare Werte liefern. Der Mangel, der der Stufenform anhaftet, lässt sich beheben, indem man beispielsweise die oberen Treppenpunkte durch eine stetige Kurve verbindet. Hiefür eignet sich ein passend gewählter Hyperbelast. Der zweite Teilsatz, der den reduzierenden Einfluss der steigenden Baukosten berücksichtigt, und der mit  $h_B$  bezeichnet sei, liesse sich durch die einfache Beziehung

$$(4) \quad h_B = \frac{C_1}{C_2 + B}$$

ausdrücken, worin  $C_1$  und  $C_2$  konstante Zahlen und  $B$  die Baukosten bedeuten würden. Die Form von Gl. (4) ist in Bild 5 rechts oben dargestellt.

### 3. Der Honorarsatz $h$

Dieser ergibt sich, in Prozent der Baukosten, durch Addition der beiden Teilsätze. Also  $h = h_p + h_B$ , oder ausführlich

$$(5) \quad h = ap + \frac{C_1}{C_2 + B}$$

Der Honorarbetrag wird nach wie vor mit Gl. (1) berechnet. Wieweit die mit obiger Formel gewonnenen Werte mit den Honorarsätzen von Art. 14 übereinstimmen bzw. abweichen, zeigt Bild 4. Darin wurden angenommen  $a = 0,05$ ,  $C_1 = 19,2$  und  $C_2 = 3,3$ .  $B$  ist in hunderttausendstel ( $B/100\ 000$ ) einzusetzen. Die Gl. (5) ist stetig und eindeutig im ganzen Anwendungsbereich. Die unangenehmen Sprungstellen sowohl in der Klassen- wie in der Baukostenrichtung werden durch sie eliminiert. Sie ist auch ihrem einfachen Bau wegen leicht zu handhaben. Bild 5 zeigt die graphische Darstellung von Gl. (5) mit einem praktischen Beispiel. Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass bei der Festlegung der Konstanten ein wichtiger Zeitfaktor zu berücksichtigen ist, nämlich die Geldentwertung! Die Unterteilung in Kostengruppen nach Art. 14

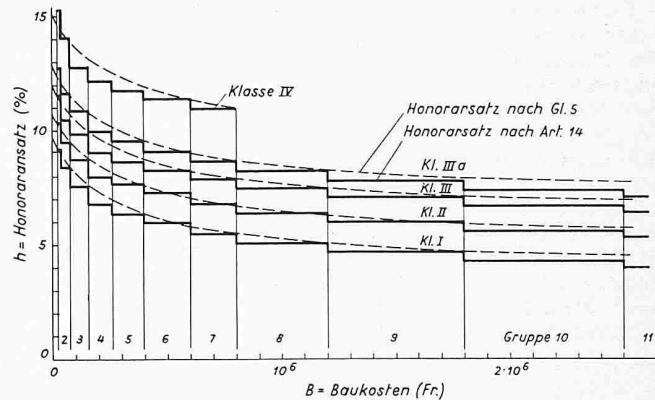


Bild 4. Beispiel für die Berechnung des Honorarsatzes nach Art. 14 und nach Gleichung (5)

galt u. W. für eine Zeit, da man für den gleichen Betrag das doppelte Volumen baute. Das Intervall von 20 000 bis 40 000 war für einfache Einfamilienhäuser gedacht, die heute der Gruppe 40 000 bis 80 000 angehören. In Bild 5 ist die Konsequenz einer 50%igen Gruppenverschiebung (lies Geldentwertung) durch die gestrichelte Kurve dargestellt. Bei einer allfälligen Revision der Honorarordnung wäre eine diesbezügliche Anpassung angebracht, ebenso müssten die allgemein als knapp geltenden Honorarsätze für hohe Kostenbeträge erhöht werden.

### 4. Die acht Einzelleistungen

Diese ergeben summiert den Honorarsatz; sie sind in Art. 14 als Prozente der Baukosten angegeben. Diese Form ist bei Verwendung von Formel (5) unbrauchbar. Es ist aber leicht möglich, die Einzelleistungen in Prozenten der Gesamtleistung darzustellen. Auf diese Art lassen sich die vielen Zahlenwerte direkt miteinander vergleichen. Innerhalb einer Klasse sind die acht Zahlen, die jeweils zur gleichen Einzelleistung gehören, nur soweit voneinander verschieden, als dies durch die starke Auf- oder Abrundung auf eine Dezimalstelle möglich war. Auf eine Unterscheidung der Einzelleistungen nach Baukosten könnte ohne weiteres verzichtet werden. Der Vergleich der Durchschnittswerte für die Einzelleistungen der fünf Klassen führt zum gleichen Ergebnis, so dass es naheliegt, folgenden einfachen Vorschlag zu machen:

a) Vorprojekt	5,5 %
b) Bauprojekt	11,0 %
c) Kostenvoranschlag	6,5 %
d) Ausführungspläne	25,0 %
e) Ausschreibung	6,5 %
f) Bauausführung	12,0 %
g) Rechnungswesen	5,5 %
h) örtl. Bauführung	28,0 %
<hr/>	
Gesamtleistung	100,0 %

Die gemachten Vorschläge sind lediglich als Diskussionsgrundlage gedacht. Sie erheben weder auf absolute Richtigkeit noch auf Vollständigkeit Anspruch. Die gemachten Anregungen haben den Sinn, in grossen Zügen zu zeigen, dass es möglich ist, das Architektenhonorar auf einfachere, und vor allem auf gerechtere Art zu berechnen.

Adresse des Verfassers: Arch. F. Venosta, Zürich 1, Olgastr. 10.

### Schweizerisches Beleuchtungs-Komitee

DK 061.2:628.9

Aus dem Tätigkeitsbericht 1956 des Schweizerischen Nationalkomitees der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) ist zu entnehmen, dass Bestrebungen zur Umbildung des bestehenden Komitees in eine Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft bestehen, und dass die Bedürfnisfrage diskutiert wird. Im Wintersemester 1956/57 wurde an der ETH neuerdings ein Kurs über Licht- und Beleuchtungstechnik für in der Praxis stehende Spezialisten und für Studierende durchgeführt. Die Hauptarbeit leisteten die Fachgruppen. Die Gruppe 1, «allgemeine Leitsätze», befasst sich mit einer völligen Neubearbeitung der 1939 aufgestellten und 1947 revidierten Leitsätze. Der früher für die Qualität von Lichtenanlagen als

massgebend erachtete Begriff der «Beleuchtungsstärke» wird heute durch den der «Leuchtdichte» ergänzt, teilweise sogar ersetzt, um sich den Bedürfnissen nach höherem Lichtkomfort anzupassen. In den neuen Leitsätzen sollen auch die sehr interessanten Ergebnisse der Untersuchungen berücksichtigt werden, die von der Gruppe 5 «Öffentliche Beleuchtung» auf den Versuchsstrecken Herzogenmühlestrasse in Zürich, Flugpiste Dübendorf und Hegnau-Gfenn durchgeführt worden sind. Diese Versuche konnten abgeschlossen werden mit Ausnahme jener im Nebel, der sich bisher in geeigneter Dichte nur selten einstellte. Die Gruppe sammelt ferner Erfahrungen mit neuartigen Strassenbeleuchtungsanlagen im Ausland sowie über

den Einfluss ortsfester Beleuchtungen auf nächtliche Verkehrsunfälle. Weitere Gruppen befassten sich mit der Beleuchtung von Sportanlagen (Eisbahnen, Turnplätze und Turnhallen) und mit der Automobilbeleuchtung. Bei dieser wurde versucht, den neuen europäischen Einheitsscheinwerfer in einigen Staaten zu homologieren. Eine gute Zusammenarbeit besteht mit der Polizeiabteilung des Eidg. Justiz- und Polizeidepartments, der verschiedene Vorschläge und Berichte eingereicht wurden. In der Internationalen Beleuchtungskommission bestehen verschiedene Arbeitskomitees, die personell neu organisiert worden sind. Die Schweiz führt den Vorsitz des Komitees für Größen, Wörterbuch und für lichttechnischen Unterricht.

## Der Druckstoss als Hindernis bei der Regelung und Dimensionierung von Wasserkraftanlagen

Von Dipl. Ing. T. Stein, Schio (Italien)

DK 621.248

Vortrag, gehalten am 5. September 1957 an der Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik (SGA) in Zürich

### Gegenüber Dampfturbinen erschwere Regelung

Je weiter der Zusammenschluss von Kraftwerken und Stromnetzen im nationalen und internationalen Maßstab fortschreitet, um so wichtiger ist es, die Unterschiede in den Regelungseigenschaften von Wasserturbinen und Dampfturbinen zu erkennen.

Mit steigenden Drücken und Temperaturen lassen sich die Dampfkraftwerke mit ihren gegen schnelle Temperaturänderungen empfindlichen Turbinen immer weniger leicht wechselnden Belastungen anpassen. Atomkraftwerke werden die Beweglichkeit thermischer Kraftanlagen kaum verbessern. Man ist heute froh, dass es gelungen ist, ein Atomkraftwerk in einer halben Stunde von Vollast auf ein Zehntel Last zu regeln und umgekehrt.

Wasserkraftwerke dagegen sollten sich grundsätzlich in zunehmendem Maße dazu eignen, wechselnde Belastungen auszugleichen, da immer mehr Speicherwerkste im Verhältnis zu den Laufkraftwerken gebaut werden.

Das darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass bei Wasserturbinen Regelungstechnische Bedingungen vorliegen, die viel schwieriger sind als bei Dampfturbinen. Nicht nur, dass die schweren Leitapparate grosser Wasserturbinen bis 75 000 kg/m Regelungsarbeit des Servomotors erfordern, also über zehnmal grössere Werte als für grosse Dampfturbinen; bei der Betätigung der Stellorgane der Wasserturbinen entsteht durch die Trägheit der Wassermassen in der Druckleitung und durch die Inkompressibilität des Wassers ein Druckstoss. Dieser behindert die Stabilität, was dazu führen kann, dass man die Schwungmassen und die Wasserschlösser der Wasserkraftanlagen nicht nach Konstruktions- und Betriebsbedürfnissen, sondern — nur aus Stabilitätsgründen der Regelung — grösser dimensionieren muss, was die Anlagekosten erhöht.

Indem man den Einfluss des Druckstosses auf die Regelung richtig erkennt, wird das unterschiedliche Verhalten bei der Regelung von Dampfturbinen und Wasserturbinen verständlich. So erklärt sich, warum man bei Dampfturbinen allgemein mit einem rein proportional wirkenden P-Regler auskommt, während man als Folge des Druckstosses bei Wasserturbinen den proportional-integralen PI-Regler braucht. Dagegen ist der proportional-differentiale PD-Regler, der die Regelung von Dampfturbinen verbessert, bei Wasserturbinen infolge des Druckstosses unbrauchbar.

An der harten Nuss der Regelung von Wasserturbinen unter Einschluss der Druckstosstörung hat Stodola 1893 seine grundlegende Regelungstheorie geschaffen [1]. Hier soll erklärt werden, was den Druckstoss hervorruft, welchen störenden Einfluss er ausübt, und wie man ihm entgegenwirkt.

### Wie der Druckstoss entsteht

Als Druckstosswirkung ist allgemein bekannt, dass beim Abschalten einer Turbogruppe eine Druckerhöhung in der Druckleitung eintritt, die um so grösser ist, je schneller der Servomotor schliesst [5]. Man begrenzt zum Schutz der Druckleitung den Höchstwert des Druckes, indem man durch Blenden die grössste Stellgeschwindigkeit des Servomotors begrenzt. Man sieht außerdem noch Mittel am Regler vor, um trotz der begrenzten Stellgeschwindigkeit den Wasserzufluss zur Turbine schneller schliessen zu können. Bei Freistrahl-

binen lenkt man den Strahl vom Turbinenrad ab, bei Francis-turbinen schafft man einen Nebenauslass (Druckregler). Man glaubt im allgemeinen, dass der Regler seine Pflicht hiermit vollkommen getan hat und er vom Druckstoss nicht mehr belästigt werde<sup>1)</sup>.

Dem ist aber nicht so. Man erkennt dies am besten, wenn man rein theoretisch annimmt, die Stellgröße des Zuflussorgans zur Turbine werde sprunghaft um einen relativen Stellbetrag  $\Delta y$  von z. B. 10 % geschlossen, d. h. man bestimmt die Übertragungsfunktion des Stellorgans (Bild 1). Sieht man von der geringfügigen Elastizität von Wasser und Druckleitung ab, so bleibt im ersten Augenblick wegen der Wasseträgheit die Ausflussmenge  $Q$  unverändert. Da die gleiche Wassermenge aber durch einen um 10 % kleineren Querschnitt fließen muss, steigt die Geschwindigkeit im Stellorgan um rund 10 %, was bei der quadratischen Beziehung zwischen Druckhöhe und Durchflussgeschwindigkeit einen um rund 20 % höheren Druck in der Druckleitung hervorruft, den man Druckstoss nennt. Da im ersten Augenblick die Wassermenge unverändert geblieben ist, die Druckhöhe aber um 20 % zugenommen hat, steigt die Leistung zunächst um rund 20 %. Erst unter dem bremsenden Einfluss des vor dem Stellorgan angestiegenen Druckes auf die träge Wassersäule sinkt die Wassermenge und damit die Leistung mit der Zeit um 10 %, wie es der um 10 % verringerten Stellgröße des Servomotors entspricht.

### Regelwirkung in verkehrter Richtung

Die Übertragungsfunktion zwischen der Stellgröße des Servomotors als Eingang und der Änderung der Leistung, die als Ausgang des Stellorgans der Wasserturbine zuströmt, zeigt also nicht nur eine Verzögerung durch die Trägheit der Wassermassen. In der ganzen Regelungstechnik ist man gewöhnt, dass im Regelkreis durch Speichervorgänge, d. h. träge Reaktion zwischen Eingang und Ausgang eines Regelkreisgliedes, Verzögerungen auftreten. Als sonst in der Regeltechnik bekanntes, für die Stabilität schlimmstes Verhalten eines Regelkreisgliedes zwischen Eingang und Ausgang, gelten Totzeiten: der Ausgang reagiert erst auf Änderungen des Eingangs nach Ablauf einer Totzeit. Bei der Wasserturbine bleibt aber der Ausgang gegenüber einer Änderung der Stellgröße als Eingang nicht nur stehen, sondern die Leistung, die man durch die Stellgröße um  $\Delta y$  herabsetzen will, nimmt im ersten Augenblick zu, statt ab [9]. Es handelt sich also beim Stellorgan der Wasserturbine um eine anfängliche Reaktion des Ausgangs des Regelkreisgliedes in verkehrter Richtung gegen den vom Servomotor beeinflussten Eingang. Grundsätzlich bewirkt dies eine noch stärkere Störung der Stabilität als eine Totzeit.

Es gibt in der industriellen Regelungstechnik nur noch ein bekanntes Beispiel einer solchen anfänglichen Wirkung in verkehrter Richtung, nämlich bei der Wasserstandsregelung von Dampfkesseln. Hier bewirkt ein sprunghaft erhöhter Zufluss von Speisewasser, das meist kälter ist als die Satt dampftemperatur im siedenden, von Dampfblasen durchsetzten Wasser-

<sup>1)</sup> Strahlablenker und Druckregler greifen im normalen Betrieb, der nachfolgend untersucht wird, nicht ein.