

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 69/70 (1917)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Kolk-Erfahrungen und ihre Berücksichtigung bei der Ausbildung beweglicher Wehre  
**Autor:** Roth, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33914>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.03.2025

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

geschoss ein Entresol eingeschaltet, welches in der Hauptsache drei Wohnungen enthält, die an einer von aussen direkt zugänglichen Treppe liegen.

Die Anlage der oberen Geschosse zeichnet sich durch grosse Klarheit aus. Einzelne wünschbare Verbindungen, wie zum Beispiel diejenige der Visabuchhaltung mit der ordentlichen Buchhaltung der Zweiganstalt, sind nicht erfüllt. Auffallend sind in jeder Etage einige ungünstig dimensionierte Bureauräume, deren Gestalt allerdings durch die gewählte Axenteilung einerseits und durch die grosse Raumentiefe (acht Meter) andererseits bedingt sind.

Die Architektur weist im allgemeinen eine gute Ordnung und in den unteren Etagen angenehme Verhältnisse auf; beides wird leider durch die Behandlung des dritten Obergeschosses und des Hauptgesimses beeinträchtigt. Die kräftige Betonung der Vertikalen durch die starken Pilaster hätte unbedingt ein entsprechend dimensioniertes Gebälk verlangt. Leider fehlt diese für das statische und ästhetische Gefühl notwendige Beruhigung.

Die Raumreserven betragen bei diesem Projekt 1343 m<sup>2</sup>.

5. *Gebrüder Pfister*, Zürich. Das Projekt zeichnet sich aus durch eine fünfachsige, offene Vorhalle gegen die Börsenstrasse, durch ein räumlich interessant gestaltetes Vestibül und durch die schönen Verhältnisse der Kassenhalle. In dieser, in ihren grossen und ihren einzelnen Verhältnissen wohlhabewogenen Raumfolge liegt ein überragender Hauptwert dieses Projektes. Einige Einzelheiten sind nicht ebenso gut gelungen; die Wertschriftenabteilung müsste vollständig neu geordnet werden. Die Zugänge vom Erdgeschoss zum Keller sind nicht programmgemäss, weil sie in den ausserhalb des Baues liegenden Arbeitsraum führen. Ausserdem ist bezüglich der Kassentreppe zu bemerken, dass sie unter der Ladentreppe als nicht genügend geschützt zu betrachten ist. Die Kassenhalle an sich ist baukünstlerisch schön und reich gegliedert. Die den Pfeilern vorgestellten Säulen vermindern die Spannweite des grossen Raumes auf nur 10 Meter. Die Anordnung der Zahlische im Raum hat eine architektonisch klare und schöne Lösung erfahren. Von der Wertschriftenabteilung zum Tresorraum sollte ausser der Treppe noch ein Aufzug führen. Ein Zwischengeschoss ist nicht angelegt mit Rücksicht auf die vielen Räume, die sich in der Attika und im Dachgeschoss befinden.

Die opulent angelegten Haupttreppenhäuser weisen in ihrem weiteren Verlauf die schönen Raumeindrücke nicht auf, wie sie erwartet werden dürften. Die zwei untern Arme der Haupttreppe münden in ihrem Verlaufe auf einem schlecht beleuchteten und niedern Podest. Auch die Treppenarme der obern Etagen leiden durch die Einwandung. Die Austritte liegen so nah an den Liftüren, dass Verkehrsstörungen eintreten könnten.

Die Beleuchtung in den Etagen-Korridoren gibt zu Bedenken Veranlassung. Direktions- und Sitzungs-Zimmer im ersten Stock liegen gut. Die Direktionszimmer im zweiten und das Sitzungs-zimmer im dritten Stock können östlich bzw. gegen Norden gelegt werden. Die zahlreichen Fenster in den Obergeschossen ermöglichen die weitestgehenden Freiheiten in der heutigen und zukünftigen Raumeinteilung. Die Pfeilertiefen können rythmisch oder dem Bedürfnis entsprechend vermindert und auf diese Weise die Beleuchtung der Zimmer verstärkt und Fensterplätze erweitert werden.

Das Dachgeschoss weist eine grosse Raumfülle auf, die zweifellos zu einer gewissen Rente führen könnte. Die wohldurchdachte und schöne architektonische Aufteilung der Fassaden tritt eher dem Wunsch nach einer Verminderung des Dachaufbaues.

Das Projekt weist sowohl im Grundriss wie im Aufbau künstlerische Qualitäten auf, die von keinem andern Projekt erreicht worden sind. (Forts. folgt.)

## Kolk-Erfahrungen und ihre Berücksichtigung bei der Ausbildung beweglicher Wehre.

Von dipl. Ing. *Hans Roth*, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 20.)

### C. Die baulichen Anordnungen.

1. *Gesamtanordnung des Stauwehres*. Die Wehranlage wird dem Zweck und Bedürfnis der Wasserkraftanlage entsprechend entworfen und den von Natur gegebenen Verhältnissen so gut wie möglich angepasst; von vornherein ist also die *Wasserspiegeldifferenz* am Wehr für

minimale und maximale Mengen festgelegt. Bei modernen Anlagen wird der Aufstau den ursprünglichen Hochwasserstand an der Wehrstelle bedeutend übersteigen. Diese Vorkehrung vermehrt nicht nur das Nutzgefälle, sie ermöglicht auch die Anlage einer guten Wasserfassung, vergrössert aber auch die Schwierigkeiten zur Sicherung des Wehrkörpers. So lange das Werk im Betrieb steht, schießt das Ueberschusswasser infolge des hohen Stauens mit einer Geschwindigkeit durch das Wehr, die die ursprüngliche weit übertrifft und es werden demzufolge Flussole und Ufer angegriffen. Der Anprall auf den Wall des gemächlich abströmenden Unterwassers erzeugt Wirbel und Walzen; es wird dadurch, dass grosse Wassermassen in Bewegung gesetzt werden, und durch Anprallen an den Grund und die Ufermauern Energie umgebildet.

Je grösser die Wasserspiegeldifferenz, d. h. je höher das Stauwehr, desto bedrohlicher ist die Einwirkung der Energieumwandlung auf den Flussgrund. Durch diese Wirkung werden dem Bau hoher Wehre Grenzen gesetzt. Bis jetzt wurde von Fachleuten als maximale Stauhöhe für Alluvialboden 8 m angegeben; der höchste Stau der beweglichen Stauwehre auf Felsgrund beträgt in der Schweiz 11 m, in Frankreich 12 m. Trotz Felsgrund sind die Erfahrungen nicht sehr erfreuliche und es dürfte die Stauhöhengrenze für vollständig bewegliche Wehre nicht mehr bedeutend nach oben verschoben werden.

Im allgemeinen wird die Zerstörungskraft der Hochwasser dadurch etwas gemildert, dass mit zunehmender Wassermenge auch das Unterwasser steigt. Befindet sich aber das Wehr beim Eintritt des Flusses in einen See (z. B. Hagneck), dann vermehrt das noch träger abfliessende Unterwasser die umzubildende Energiemenge; zudem entspricht einem rasch anschwellenden Hochwasser ein kaum in Betracht fallendes Steigen des Unterwassers, sodass sich der Kolkraum bei Hochwasser und tiefem Seestand bedeutend vertieft.

Durch den Einbau eines hohen Wehres wird der Fluss „gespannt“, wie die Wasserbauer vergangener Zeiten sich auszudrücken pflegten. Lösen wir die Spannung, dann gräbt sich der freiwerdende Strom oberhalb wie unterhalb des beweglichen Wehres in den Untergrund ein. Die Tendenz ist unverkennbar; der Einbau, das unbequeme Hindernis muss weg. Es mutet sonderbar an, wenn der Ingenieur das natürliche Bestreben des Wassers durch starkes seitliches Drosseln gelegentlich unterstützt. Das Einengen des Flusses an der Wehrstelle hat eine Erhöhung der Abflussmenge pro Meter freier Wehrbreite, also eine Erhöhung der Kolkgefahr zur Folge, bedeutet somit eine bewusste Herausforderung der Natur. Durch *geringe Wehrbreite* sollen die Baukosten dermassen vermindert werden, dass sich, trotz vermehrter Unterhaltungskosten infolge Kolkungen, Ersparnisse erzielen lassen. Im allgemeinen rächt sich aber eine allzu schroffe Einengung. Der Vorschlag, sich der normalen Flussbreite anzupassen, ist als Mittelweg empfehlenswert, weil dadurch auch eine unnötig breite Wehranlage vermieden wird.

Die *Art und Weise der Bauausführung* beeinflusst mehr oder weniger Einheitlichkeit, Dichtigkeit und Widerstandskraft des Baugrundes. Es sollte dafür Sorge getragen werden, dass das unvermeidliche Mass der Lockerung durch Sprengung, durch Eintreiben von Gerüsteisen u. s. w. nicht unnötigerweise vermehrt wird. Ungleich tiefe Fundamentsohlen zerstören die Einheitlichkeit des Felsgrundes und erleichtern das Entstehen kräftiger Wasseradern. Durch das Absenken verlorener Caissons im Fels wird der Zusammenhang des Untergrundes gelockert; zudem bleibt zwischen dem anstehenden Fels und der Aussenwand des Caissons ein Riss, der so gut wie möglich zu vergiessen ist. Mangelhaft vergossene Fugen erleichtern aber das Loslösen der bereits gelockerten Felsmassen und man ist versucht, die tiefen Kolke dicht hinter den Wehren diesem Umstande zuzuschreiben. Bei dichtem, aber weichem Felsgrund kann die Rücksicht auf Kolke und Reparaturen dazu führen, das Wehr in offener Baugrube auszuführen.

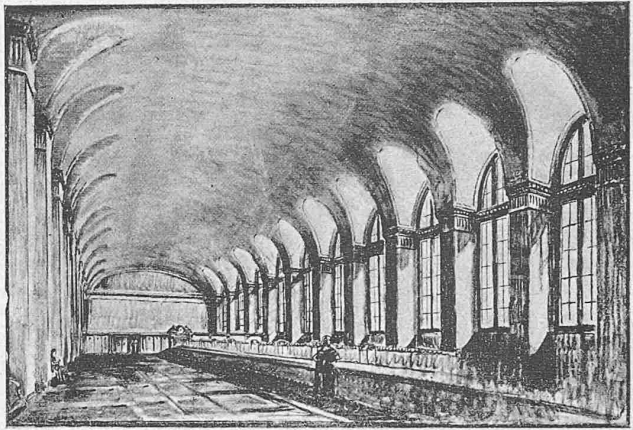
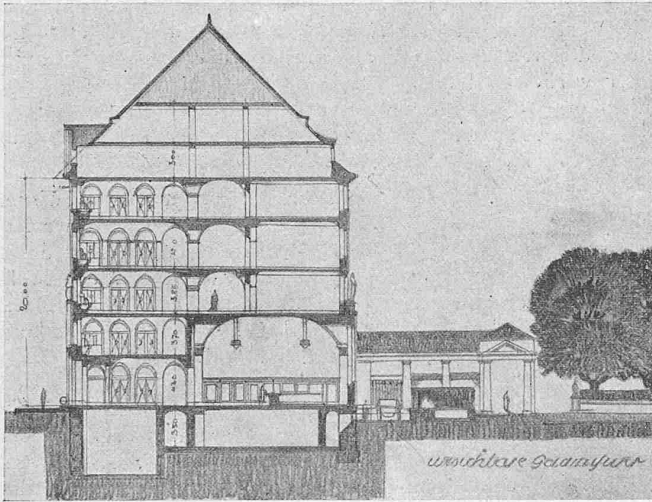
Diese Bauweise ermöglicht sorgfältiges Entfernen und Reinigen des Felsens, ausserdem kann ein guter Anschluss der obern und untern Abschlussmauern an den anstehenden Fels leicht erfolgen. Durch einen glatten Uebergang von der Wehrschwelle zum Fels sowie durch künstliches Ausgleichen der Felsbänke wird der Sohlenangriff dicht hinter dem Wehr bedeutend erschwert.

Als Beispiel dafür, wie Reparaturen *nicht* an Hand zu nehmen sind, diene folgendes: Die Auslagen zur Siche-

schlagend beweisen, dass durch *rechtzeitige Anhandnahme* geeigneter Reparaturen eine gefährliche Ausdehnung des Kolkraumes vermieden werden kann.

2. *Form des Wehrquerschnittes.* Bei unzweckmässiger Gestaltung des Wehrquerschnittes vergrössern sich die Auskolkungen unterhalb des Wehres, sodass die Anlage bei ungenügender Gründung zerstört wird. Es soll daher der Einfluss der vom Wasser bestrichenen Wehroberfläche, d. h. der Einfluss der Linienführung des Wehrrückens auf

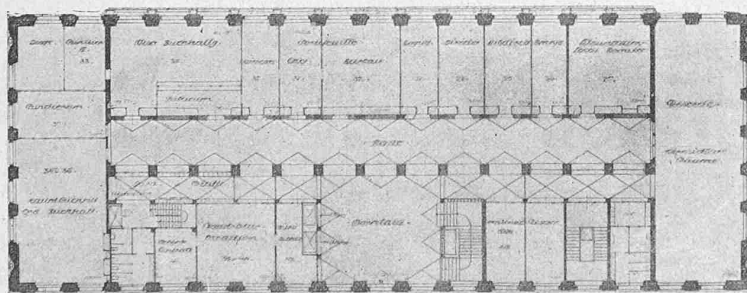
**Erster Wettbewerb der Schweizerischen Nationalbank in Zürich.**



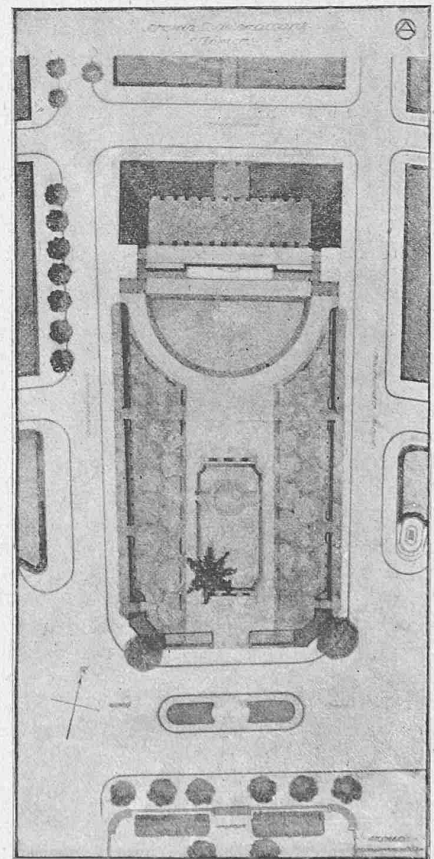
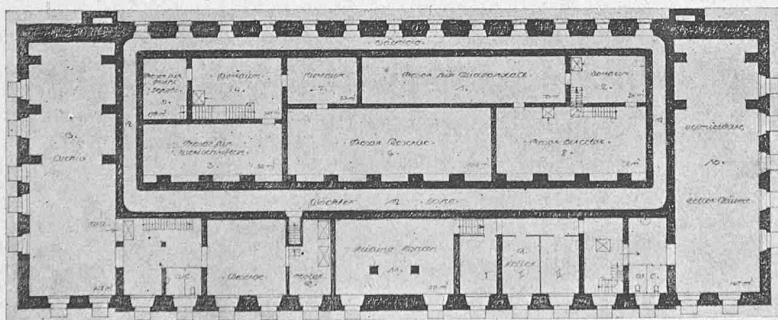
Schnitt 1:600 und Ansicht des Kassenraumes.

1. Preis im Ersten Wettbewerb. Entwurf „Monumentale Axe“.

Verfasser: Arch. Hermann Herter in Zürich.



Grundriss vom Keller und vom I. Stock, 1:600. — Rechts: Lageplan 1:2000.



rung eines noch bestehenden festen Wehres (Nachfüllen des Kolkraumes mit Steinblöcken) beliefen sich im Mittel Jahr für Jahr auf 8000 Fr. Nun wurde beschlossen, dem Fluss diesen jährlichen Tribut nicht zu entrichten; es wurde nichts mehr nachgefüllt — die Folgen aber stellten sich unverzüglich ein. Der Bestand des Wehres war nach kurzer Zeit bereits derart gefährdet, dass sofort 40 000 Fr. allein zu seiner Sicherung ausgegeben werden mussten. Es ist kein Mangel an weiteren Beispielen, die ebenso

den Wasserabschub, untersucht werden. Die Art und Weise, wie das Abfliessen vor sich geht, bedingt zum Teil den Umfang und die Form des zu erwartenden Kolkraumes. Aus dem Studium dieser Form, sowie aus Beobachtungen des den Kolkraum durchflutenden Wassers können Schlüsse auf die Zweckmässigkeit bestimmter Wehrformen gezogen werden. Vorerst sollen alle den Wasserabfluss beeinflussenden Umstände nach Wehrtypen gesondert besprochen werden.

*Feste Wehre.* Bei Grundwehren ist die Unterscheidung zwischen Wehrkörper und Wehrboden nicht immer möglich; Verminderung der Durchflusstiefe, also Einschränkung in vertikalem Sinn ist nicht zu vermeiden und es wird deshalb ein Kolkraum entstehen müssen. Ausbleiben wird dieser nur, wenn der Anschluss des Wehr-Endes an die Flussole gut gelingt und diese selbst widerstandsfähig ist. Bei neuern festen Wehren, deren Krone die höchsten ursprünglichen Wasserstände überragt, treten deutlich zwei Bauteile hervor, die, obgleich ein einheitliches Bauwerk bildend, verschiedenen Zwecken dienen: der Wehr- oder Staukörper und der Wehrboden. Dieser zum Schutz des erstgenannten angeordnet, kann seiner Aufgabe bei besonders gewählter Linienführung genügen, gefährdet aber bei unzweckmässig geformter Oberfläche die Gesamtanlage. Besteht der Staukörper aus einem rechteckigen Mauerkörper, dann ist der Wehr- oder Fallboden durch das abstürzende Wasser heftigen Erschütterungen ausgesetzt. Erhält dagegen die Oberfläche des Wehrkörpers eine der Fallparabel angepasste Form und ist der Übergang zum Wehrboden durch eine Kurve ausgeglichen, dann wird der sogenannte Schussboden, sofern dessen Abdeckung glatt ist, von dem darübergleitenden Wasserband nur leicht gestreift. In diesem Fall kommt aber der Form und der Höhenlage des Boden-Endes wegen der grossen Endgeschwindigkeit des Wassers besondere Bedeutung zu. Aus baulichen Rücksichten liegt bei ältern Bauten Oberkant-Wehrboden meist *über* den tiefsten Unterwasserständen; in der Hoffnung, die Kolkung zu mildern, werden die Wehrböden in neuerer Zeit meist auf Höhe der ursprünglichen Flussole angesetzt. Bei ältern festen Wehren entsteht daher am Bodenende ein unvollkommener, unter Umständen sogar ein vollkommener Ueberfall, während bei neuern Wehren der Schussstrahl über den Wehrboden wegschiesst und zwischen einer oder mehreren Wasserwalzen langsam abgebremst wird. Die Lage der ersten Walze verschiebt sich dann bei steigendem Unterwasser gegen das Wehr zu (vergleiche Handbuch III. Teil, 2. Band).

Bei beweglichen Wehren sind vorerst folgende Begriffe festzulegen: *Wehrschwelle* bedeutet gesicherten Boden zwischen den Pfeilern, *Wehrboden* den gesicherten Boden unterhalb der Pfeiler. Der Staukörper ist durch eine bewegliche Wand ersetzt. Der Wehrschwelle kommt die Aufgabe entweder des Schuss- oder des Fallbodens zu, der einen oder der anderen, je nach der Gliederung des Abschlussorganes. Da die Aufgabe des Wehrbodens bereits erwähnt wurde, bleiben noch Zweck und Bewegung verschieden gebauter Wehrverschlüsse zu beschreiben.

Als Wehrverschlüsse kommen für die Schweiz in erster Linie *Schützen* in Frage. Die älteren Schützen erlauben nur ein Heben der vorher geschlossenen Konstruktion; dadurch wird ein zwischen Schwelle und Schützen-Unterkante hervorschiessender Schussstrahl erzeugt, dessen Geschwindigkeit sich aus der Höhendifferenz der Wasserspiegel vor und unmittelbar hinter der beweglichen Wand berechnen lässt. Diese Differenz stimmt selten genau mit der Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser überein; sie ist meist grösser.

Um leichter bewegliche Organe zu schaffen und um an Konstruktionshöhe des Oberbaues zu sparen, wird die Tafel horizontal unterteilt. Auf diese Weise entstehende *Doppelschützen* gestatten einerseits durch Heben der untern Schütze das Abführen von Geschieben, andererseits durch Senken des oberen Teiles das Ableiten von Eis und Schwemmsel. Die erste dieser Regulierungsweisen erzeugt einen Schussstrahl, durch die zweite entsteht ein Ueberfall. Der Wehrboden hätte demnach beiden Beanspruchungen zu genügen.

Der Kolkraum weist im Alluvialboden je nach der *Regulierungsart* verschiedene Formen auf. Bei Felsgrund wird mit der Zeit ein maximaler Kolkraum ausgespült,

dessen Ausmass jeder der beiden Abflussarten entsprechen dürfte, sodass eine weitere Vertiefung nicht zu befürchten ist. Wird aber nur die obere Schütze gehoben, dann stürzt aus der Spaltöffnung über der Grundschütze ein Wasserstrahl, der unter einem bestimmten Winkel auf die horizontale Wehrschwelle auftreffen muss. Je nach der Grösse dieses Winkels und der Schwellenlänge kann der abfallende Strahl sehr ungünstig wirken.

Um leicht regulieren und Schwemmsel sicher abführen zu können, werden neustens in alle Schützen sog. *Eisklappen*, oder aber leicht rollende versenkbare *Oberschützen* eingesetzt. Das Aufschlagen des Strahles bei gesenkter Oberschütze erfolgt beinahe senkrecht, und es wird dadurch die Vertiefung des Kolkraumes nicht begünstigt. Der Einfluss der Wasserschläge auf die Grundschütze entzieht sich aber vorderhand unserer Kenntnis. Bei Anwendung einer Eisklappe sollte deren Wasserseite derart ausgebildet sein, dass ebenfalls ein senkrecht auftreffendes Ueberfallstrahles auf die Wehrschwelle möglich würde.

Ein bestehendes Kraftwerk benötigt aus gewissen Gründen peinliches Einhalten des höchsten Oberwasserstandes; das Einhalten dieser Bedingung wird aber durch stets wechselnde Wasserabgabe oberhalb liegender Werke besonders erschwert. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn der Wehrwärter gelegentlich Eile hat, eine Senkung herbeizuführen und die nächstliegende Schütze zieht. Weil aber die am schnellsten erreichbare Schütze sich neben dem Widerlager befindet, gefährdet diese Art der Regulierung die Fundamente der Ufersicherung. Hieraus ergeben sich bereits zwei *Regeln für die Wehrbedienung*: Erstens ist automatische Fein-Regulierung erwünscht, zweitens sollen die zunächst dem Ufer liegenden Schützen weniger gehoben werden als alle andern; sie stets geschlossen zu halten, ist andererseits wegen Quer- und Rückströmungen im Unterwasser unzulässig. Zur Ordnung dieser Verhältnisse stellten die meisten Werke, zum Teil erst nach sehr schlimmen Erfahrungen, *Bedienungsreglemente* auf. Während bei festen Wehren der Abfluss dem Zufluss entspricht, ist es bei beweglichen Wehren jederzeit möglich, vermittelt einer einzelnen Oeffnung eine beliebige Wassermenge ausströmen zu lassen. Obschon bei einer bestimmten Schützenstellung die maximal mögliche Menge durch die maximale Wasserspiegeldifferenz begrenzt wird, ist anlässlich der Bedienung eines einzelnen Organs zum Regulieren während Reparaturen eine örtliche Kolkvertiefung zu erwarten, während eine Verteilung der entsprechenden Abflussmenge auf sämtliche Wehröffnungen keinerlei Veränderungen an der Sohle zur Folge hätte. Es ist wohl möglich, dass bei Hochwasser eine noch grössere Wassermenge die soeben erwähnte Einzelöffnung passiert und doch wird die Kolkwirkung nicht ebensogross sein. Weil alle Oeffnungen durchflutet sind, steigt das Unterwasser, sodass die Durchflussgeschwindigkeit kleiner wird; da zudem der Wasserabfluss durch die benachbarten Wasserströme zum Teil geführt wird, werden ausserordentlich schädliche Querströmungen vermindert. In eine Regel geformt, ergibt sich: benachbarte Schützen sind wenn möglich gleich hoch zu lüften. Aus dieser und den früheren Regeln ergeben sich die Grundlagen für eine Wehrordnung. Empfindliche Wehr- und Grundstellen verlangen naturgemäss gelegentlich abweichende Vorschriften. Es wäre noch beizufügen, dass auch das Nebeneinanderstellen ungleich gegliederter Schützen ungünstig wirken muss.

Zur Regulierungsfrage gehört weiter das Ausräumen des unmittelbar oberhalb des Wehrs liegenden Flussbettes zum Zwecke der Freihaltung des Einlaufs. Bei Spülversuchen wird die zunächst dem Widerlager angeordnete Schütze gehoben; vom Schussstrahl mitgerissen prasselt dann ein Hagel von Steinen in dem Winkel zwischen Wehrände und Ufermauer nieder. Wenn möglich, sollte die Spülung ausserhalb der Betriebszeit vorgenommen werden, erstens um eine Vermehrung des Kolks zu vermeiden, zweitens um die Spülung zu verbessern. Dieses ist möglich,

vorausgesetzt, dass das Absenken des Oberwassers keine Unzukömmlichkeiten nach sich zieht. Bei hochgelegenen Einlaufschwelen liesse sich das gleiche Verfahren anwenden, um während der Hochwasserzeit angeschwemmte Kiesbänke bei günstiger Gelegenheit unschädlich in den untern Kolkraum abzuschleppen.

In den letzten Jahren zielt die Entwicklung der Schützenwehre dahin, das Ueberschusswasser durch Regulieren der obern Schützentheile abfliessen zu lassen. Die Grundschütze wird seltener zur Regulierung benützt; sie vertritt beinahe die Stelle der früher beliebten, erhöhten Grundschwelle. Immerhin bleibt ihr Vorzug die Beweglichkeit; durch sie kann das Oberwasser bei Reparaturen tief gesenkt oder Kies abgeführt werden. Ernste Nachteile können aber infolge der Bedienung der Grundschütze unter Stau dann erwachsen, wenn das Wehr allein mit Rücksicht auf abfallenden Wasserstrahl entworfen wurde. Es sollte, um der starken Vertiefung des Kolkraumes vorzubeugen, wenn irgend möglich vermieden werden, dass der Wasserabfluss bei Stau aus ein und derselben Oeffnung auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden kann. Sollte die Richtigkeit dieses Grundsatzes anerkannt werden, dann wäre die Forderung aufzustellen: Eisklappen und Oberschützen sind derart zu bemessen, dass sie allein das ausserordentliche Hochwasser abzuführen vermögen. Dadurch wird der ersten Gefahr vorgebeugt, dass durch Ziehen der Grundschütze bei Hochwasser plötzlich unberechenbare Vertiefungen entstehen.

II. Ergebnisse aus der Entwicklungsgeschichte der Wehrform.

Im Laufe der Zeiten wurde immer und immer wieder versucht, den schädlichen Wirkungen der Ausspülungen zu begegnen. Die Fachleute begnügten sich nicht allein mit direkter Bekämpfung durch Auffüllung der Löcher, sie suchten durch Verbesserung der Wehrform vorzubeugen und Schäden zu vermeiden. Alte Publikationen veranschaulichen den wechselnden Erfolg dieser Bestrebungen. Nach und nach entwickelte sich eine Reihe von Wehrtypen, die, an besondere Oertlichkeiten gebunden, gute Dienste leisteten, die aber gelegentlich, von ihrem Erbauer zur allgemeinen Anwendung empfohlen, zu Misserfolgen führten.

Das Studium der Fachliteratur der zwei letzten Jahrhunderte zeigt, dass die Entwicklung gewisser technischer Bauformen langsam vor sich geht und dass diese Entwicklung durch die Erfahrungen an mangelhaften Bauwerken am meisten gefördert wird. An allen zur Ausführung gekommenen Ideen pocht der Prüfhammer der Natur, schält und reinigt die Werke vom Flitter und zeigt als harter, unparteiischer Richter dem Menschen sein Werk, als das was es ist. Der Mensehengeist muss zum Nutzen seiner Werke, die Sprache des gewaltigen Naturwirkens noch besser wie bisher verstehen lernen. Dem Einzelnen bleibt aber nur eine kurze Spanne Zeit, dem Wirken der Natur *Gesetze* abzulauschen, und es ist deshalb notwendig, die Summe der Erkenntnisse mehrerer Generationen zu verwerten.

Klar und deutlich ergibt sich aus der Literatur<sup>1)</sup> inbezug auf frühere Wehrbauten folgende Erfahrungssumme:

Feste Wehre können ihren Zweck erfüllen und der Unterspülungsgefahr widerstehen ob das Profil des Wehrrückens senkrecht oder geschweift sei. *Senkrechter Abfall* ist dann zu empfehlen, wenn bei nicht zu grosser Fallhöhe fester Baugrund oder ein starkes Fallbett vorhanden ist. *Geschweiffter Abfall* empfiehlt sich bei grossen Fallhöhen für jeden Baugrund, sofern Wehr und Schussboden gut gesichert sind. Die Wirkung *schief abwärts geneigter Wehrrücken* mit eventuell anschliessend fallendem Schussboden wird im Hinblick auf die Wehr- und Ufersicherung als sehr ungünstig bezeichnet. (Forts. folgt.)

<sup>1)</sup> Insbesondere Silberschlag (1786), Voch (1779), Minard (1841), Pestalozzi (1883), Rehbock, Struckel, Engels.

Elektrische Wärme-Erzeugung für Dampfbahnen.

Zu der Anregung von Prof. Dr. W. Kummer, angesichts des drohenden Kohlenmangels den Versuch zu machen, ob nicht elektrische Wärmeerzeugung auch für Dampflokomotiven als Nothbehelf möglich wäre, erhielten wir zwei Einsendungen, die wir hier, samt einer Replik Prof. Kummers, zur Kenntnis unserer Leser bringen. *Red.*

Zur Frage der elektrischen Heizung der Lokomotivkessel.

Von L. Thormann, berat. Ing. in Bern.

Die interessante Veröffentlichung des Herrn Prof. Dr. Kummer in der Nummer vom 7. Juli 1917 der „Schweiz. Bauzeitung“ über Wirtschaftlichkeit elektrischer Heizung der Dampfkessel von Lokomotiven im Vergleich zu den heutigen Kohlenpreisen veranlasste mich, die Idee hinsichtlich ihrer praktischen Ausführbarkeit etwas weiter zu verfolgen, als dies seitens ihres Urhebers in genanntem Artikel bekannt gegeben worden ist. Wenn ich auch allerdings dabei zu Resultaten gelange, die nicht gerade ermunternd zu wirken geeignet sein werden, so glaube ich doch, dass deren Veröffentlichung nicht unterbleiben sollte. Es ist wohl besser, in gegenwärtigen Zeitläufen nicht noch weitere, von vornherein unerfüllbare Anforderungen an die Elektrotechnik zu stellen, nachdem letztere bereits Mühe hat, dem Näherliegenden, wie Beleuchtung, Kochen, Fabrikbetrieb und nicht zuletzt auch der Erstellung der für unsere Volkswirtschaft zur Zeit äusserst wichtigen elektrochemischen Fabriken in ausreichender Weise gerecht zu werden.

Mit der technischen Rechnungsweise des erwähnten Artikels gehe ich einig, wiewohl einzelne Faktoren vielleicht etwas weniger günstig hätten angenommen werden können. Es sollen daher als Basis für weitere Betrachtungen folgende Werte gelten:

$$\begin{aligned} &\text{Dampfproduktion unter Betriebsdruck im Lokomotiv-} \\ &\text{kessel im Mittel pro kWh} \dots\dots\dots = 1 \text{ kg} \\ &\text{Verhältnis des Energiebedarfs ab Speisepunkt des} \\ &\text{Fahrdrahtes: } \frac{\text{bei eigentlichen Traktionsmotoren}}{\text{bei elektrischer Dampfkesselheizung}} = \frac{1}{10} \end{aligned}$$

entsprechend den von Prof. Kummer für S. B. B. Kreise 1 bis 4 ermittelten Werten.

Auf Grund dieser Zahlen möchte ich nun zunächst den Einfluss auf die Zugsbildung untersuchen und alsdann denjenigen auf die Kraftwerke und Energieübertragungen.

In erster Linie drängt sich die Frage auf, in welcher Weise die Umformung des Lokomotivdampfkessels für die elektrische Heizung vor sich gehen soll. Für die Bemessung der Leistung elektrischer Kessel benütze ich die von Ob.-Ing. E. Höhn in Nr. 17 vom 28. April 1917 der „Schweiz. Bauzeitung“ veröffentlichten Versuchsergebnisse, ausgeführt an einem Röhrenkessel. Angesichts des dabei nachgewiesenen hohen Wirkungsgrades von rd. 90% zwischen Energiezufuhr und Dampferzeugung wird eine weitere Verbesserung desselben, vorausgesetzt, dass sie überhaupt noch möglich, zahlenmässig keine Bedeutung mehr haben. Demnach kann mit einer Dampferzeugung pro Stunde und m<sup>2</sup> Heizfläche von rund 12 kg gerechnet werden und es werden als Kesselgewicht für 7,5 m<sup>2</sup> Heizfläche 600 kg angegeben.

Ich will nun als Ausgangsbeispiel ausgehen von einer Zugleistung von 400 Tonnen brutto (inkl. Lokomotive) auf 10% Steigung. Es beträgt für dieselbe auf einer Rampe von 1 km Länge die aufgewendete elektrische Energie am Speisepunkt der Linie für 4 kg/h Rollwiderstand und eigentlichen Traktionsmotoren

$$\frac{400(4000 + 10000)}{75 \cdot 3600} \cdot \frac{0,736}{0,7} = 22,0 \text{ kWh}$$

der entsprechende mittlere zugeführte Effekt bei 50 km/h Geschwindigkeit

$$\frac{22 \cdot 60 \cdot 50}{60} = 1100 \text{ kW}$$

bei elektrischer Dampfkesselheizung

$$\begin{aligned} \text{gesamte zugeführte Energie} \dots\dots\dots & 10 \times 22 = 220 \text{ kWh} \\ \text{mittlerer Effekt bei 50 km/h} \dots\dots\dots & 10 \times 1100 = 11000 \text{ kW} \\ \text{Dampfbedarf für 1 km} \dots\dots\dots & 220 \times 1 = 220 \text{ kg} \\ \text{erforderliche Produktionsfähigkeit des} \\ & \text{Kessels} \dots\dots\dots 50 \times 220 = 11000 \text{ kg/h} \\ \text{erforderliche Heizfläche (12 kg/m}^2\text{)} \dots\dots\dots & = 917 \text{ m}^2 \end{aligned}$$