

Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen

Autor(en): **Rehbock, Th.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40824>

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.

INHALT: Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen. — Nochmals von Axialität und Raumgefühl. — Wettbewerb für ein Progymnasium in Thun. — Weitere Aussichten für die Verwendung der Dampfturbine als Lokomotivantrieb. — Miscellanea: Ausfuhr elektrischer Energie. Untere Wassertunnel

Liverpool-Birkenhead. Ueber die Geschiebe-Bewegung in S-förmig gekrümmten Flussläufen. Neue Nilsperrn Akademie der Studierenden der E. T. H. — Konkurrenzen: Leuchtplakatsäule. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer Ing.- u. Arch.-Verein. Basler Ing.- u. Arch.-Verein.

Band 87.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 3

Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen.

Von Prof. Dr. Ing. Th. Rehbock, Karlsruhe.¹⁾

Beim Absturz über Wehre und beim Durchfluss unter Staukörpern nimmt das Wasser grosse Geschwindigkeiten an, die sich aus der Absturzhöhe z näherungsweise zu $\sqrt{2g \cdot z}$ berechnen. Das Wasser ruft dabei schwere Angriffe auf die Flusssohle und die anschliessenden Ufer hervor. Aufgabe des Ingenieurs ist es, dafür zu sorgen, dass die auftretenden grossen Geschwindigkeiten des Wassers, die schon bei kleinen Absturzhöhen z die Wellengeschwindigkeit $\sqrt{g \cdot l}$ im Flussbett von der Tiefe l übersteigen, auf einer möglichst kurzen Lauflänge so stark abgebremst werden, dass die mittlere Abflussgeschwindigkeit wieder unter die Wellengeschwindigkeit sinkt.

Zur Erreichung dieses Zieles werden vielfach unterhalb der Wasserabstürze vertiefte Sturzbecken, Schwellen und andere Abflusshindernisse angebracht, die dazu dienen sollen, die Bewegungsenergie des Wassers durch Reibung zu vernichten. Diese Vorrichtungen haben aber den Nachteil, dass sie erhebliche Kosten verursachen, einer starken Abnutzung unterliegen und die Abwanderung der von den Wasserläufen mitgeführten Sinkstoffe erschweren. Sie können in den meisten Fällen entbehrt werden, da die Beobachtung zeigt, dass selbst auf einem ebenen Sturzbett ohne jede Aufbauten sogar bei hohen Gefällen die Vernichtung der beim Absturz des Wassers erzeugten kinetischen Energie schnell erfolgt, da das Wasser sich selbst einen Energievernichter von grosser Wirksamkeit zu schaffen vermag. Dieser Energievernichter, der alle künstlichen Energievernichter an Wirksamkeit weit übertrifft, ist eine sich auf dem Wasserstrom bildende Wasserwalze, eine sogenannte Deckwalze, die stets von selbst entsteht, wenn das anschliessende Flussbett kein übermässiges Gefälle besitzt²⁾. Nur wenn das Gefälle des Flussbettes unterhalb des Wehres so stark ist, dass das Wasser schon im unbeeinflussten Bett schiessend abfliesst, oder wenn der Wasserspiegel sich doch dicht an der Grenzlage befindet, unterbleibt auf einem ebenen Sturzbett die Bildung einer Deckwalze. In diesem Fall muss durch die Anbringung eines vertieften Sturzbeckens, das, um die Durchleitung der Sinkstoffe nicht zu stören, zweckmässig eine muldenförmige Gestalt ohne scharfe Kanten erhält, eine Deckwalze künstlich erzeugt werden, wie es bei dem Sihl-Ueberfall in der Stadt Zürich, in dem die linksufrige Zürichseebahn unter dem reissenden Sihlfluss unterführt wird, auf Grund von Modellversuchen im Karlsruher Flussbaulaboratorium geschehen ist.³⁾

Die Deckwalzen entziehen dem unter ihnen durchfliessenden Wasser grosse Mengen mechanischer Energie, indem sie diese durch Reibung in Wärmeenergie verwandeln, die für das Flussbett unschädlich ist.

Die durch die Deckwalzen ausgeübte Energievernichtung ist eine so vollkommene, dass der Wasserstrom stets mit weniger als Wellengeschwindigkeit ($u < \sqrt{g \cdot l}$) — d. h. strömend — aus den Deckwalzen hervorfliesst, selbst wenn

er am Fuss des Wehres beim Eintritt unter die Deckwalze mit einer die Wellengeschwindigkeit übersteigenden Geschwindigkeit — d. h. schiessend — fliesst. Auf die Wirkung solcher Deckwalzen ist auch die oft sehr bedeutende Energievernichtung bei Wasserfällen zurückzuführen, durch die zum Beispiel beim Niagara fall dauernd rund 5 Millionen PS in Wärme umgesetzt werden.

Der Wasserinhalt der diese gewaltige Arbeit leistenden Deckwalzen braucht dabei keineswegs übermässig gross zu sein. Für die Vernichtung der beim Absturz von der Höhe h erzeugten Energie genügt schon ein Wasserinhalt der Deckwalzen J , der zu rund

$$J = 3,8 \cdot Q \cdot \sqrt{\frac{h}{g}}$$

ermittelt wurde, worin Q die sekundliche Abflussmenge des Wasserlaufes und g die Erdbeschleunigung bedeuten.

Nach dieser empirisch abgeleiteten Formel würde zum Beispiel für die Wasserberuhigung unterhalb des Absturzes einer Wassermenge von 400 m³/sek um 6 m Höhe schon eine Deckwalze von rund 1200 m³ Inhalt genügen, d. h. eine Wasserwalze, die bei einer Wehrlänge von 60 m nur 20 m² Querschnittsgrösse zu besitzen braucht. Eine solche Deckwalze würde dazu ausreichen, dem Wasserstom eine mechanische Energie $E = \frac{400 \cdot 1000 \cdot 6}{75} = 32000$ PS dauernd zu entziehen. Die Lauflänge, die zu dieser Energie-Entziehung erforderlich ist, übersteigt dabei 20 m nicht. Das Wasser fliesst demnach schon 20 m vom Wehrfuss entfernt wieder mit einer mittleren Geschwindigkeit ab, die etwa der normalen im unverbauten Flussbett entspricht.

Wenn trotzdem unterhalb von Wehren weithin sich erstreckende tiefe Auskolkungen der Flusssohle auch noch unterhalb des stromabwärts gelegenen Endes der Deckwalzen entstehen, so ist das darauf zurückzuführen, dass infolge der Energie-Entziehung von der Oberfläche des Wasserstromes aus die Energieverteilung im Wasserstrom unterhalb der Deckwalzen eine andere ist als bei einer normalen Flusstrecke, bei der die Energie-Entziehung überwiegend durch die Reibung an der Flusssohle von der Unterseite des Wasserstromes her erfolgt. Infolge der Energie-Entziehung durch die Reibung an der Flusssohle liegen nämlich die kleinsten Wassergeschwindigkeiten im normalen ungestauten Strom, die hinter der mittleren Geschwindigkeit erheblich zurückbleiben, dicht über der Sohle. Die Angriffe des Wassers auf die Sohle sind daher nur gering, da nur die Sohlengeschwindigkeiten Auskolkungen hervorrufen. Ganz anders ist die Geschwindigkeitsverteilung stromabwärts von einer Deckwalze. Da die Energie-Entziehung durch die Deckwalzen diejenige durch die Sohlenreibung an Grösse weit übertrifft, befinden sich in einem durch eine Deckwalze beruhigten Wasserstrom die grössten Wassergeschwindigkeiten nicht in der Nähe der Oberfläche, sondern dicht über der Sohle. Die in diesem Falle die mittleren Geschwindigkeiten übertreffenden Sohlengeschwindigkeiten können selbst bei mittleren Geschwindigkeiten im ganzen Wasserstrom, die bei normalem Abfluss für die Sohle unschädlich sind, starke Sohlenangriffe hervorrufen. Die Befestigung des Flussbettes müsste, um diese Angriffe auf die Flusssohle zu verhüten, demnach bis erheblich unterhalb des Endes der Deckwalzen so weit stromabwärts geführt werden, bis sich die normale Geschwindigkeitsverteilung im Wasserlauf wieder eingestellt hat. Da

¹⁾ Im Einverständnis mit dem auch in unseren Fachkreisen bestbekannten Verfasser bringen wir diesen seinen Beitrag zur „Festschrift zur Hundertjahrfeier der Techn. Hochschule Karlsruhe“ hier zur Kenntnis unserer Leser, als einen interessanten Beitrag zur Lösung der Kolkfrage bei Stauwehren. Leider mussten wir ihn wegen Raummangel bis heute zurücklegen. Red.

²⁾ Th. Rehbock: Betrachtungen über Abfluss, Stau und Walzenbildung bei fliessenden Gewässern. Berlin 1917. Julius Springer (S. 26 ff) — [Vgl. ferner H. E. Gruner in „S. B. Z.“ vom 15. Nov. 1919. Red.]

³⁾ Vgl. „S. B. Z.“, Band 79, Seite 68 (vom 11. Febr. 1922) Red.

BEKÄMPFUNG DER SOHLEN-AUSKOLKUNG BEI STAUWEHREN DURCH DIE ZAHNSCHWELLE REHBOCK.

Abb. 1. Anordnung einer Zahnschwelle vom Unterwasser aus gesehen.

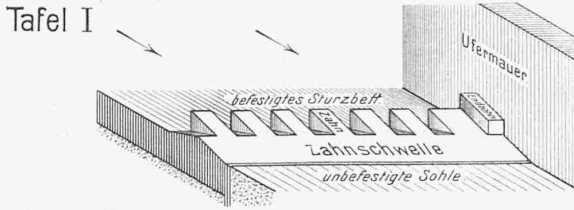


Abb. 2. Schematische Darstellung der Wirkungsweise einer Zahnschwelle.

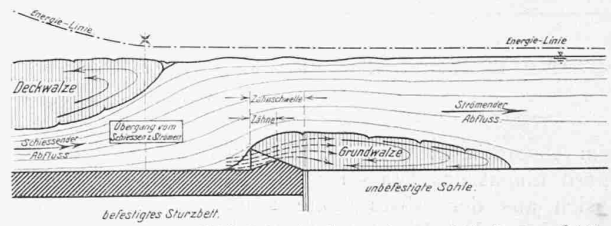


Abb. 3. Längenschnitt durch das Absturzbauwerk des Kraftwerkes Friedland mit Zahnschwelle.

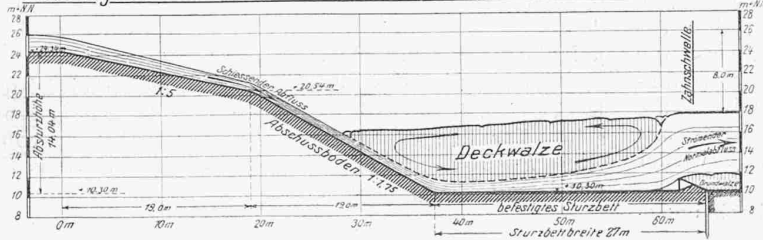
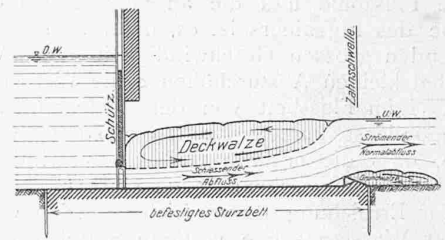


Abb. 4. Zahnschwellenanordnung unterhalb eines Schützes



Vergleichsversuche an einem Teilmodell 1:40 der Hauptlastungsanlage des Kraftwerkes „Friedland“ der Ostpreussenwerk A.G. zur Feststellung der Wirkung einer Zahnschwelle am Ende des befestigten Sturzbettes.

Abb. 5. Umgestaltung der ursprünglich ebenen Flusssohle bei einem Sturzbett ohne Zahnschwelle.

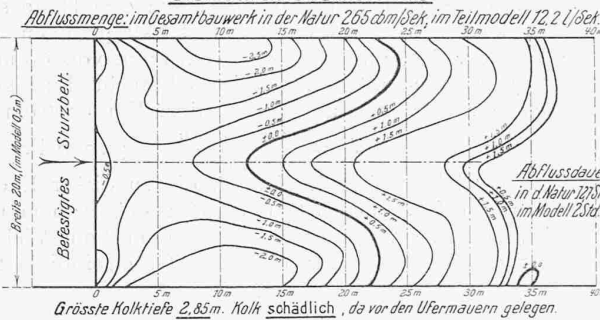


Abb. 8. Umgestaltung der ursprünglich ebenen Flusssohle bei einem Sturzbett mit Zahnschwelle.

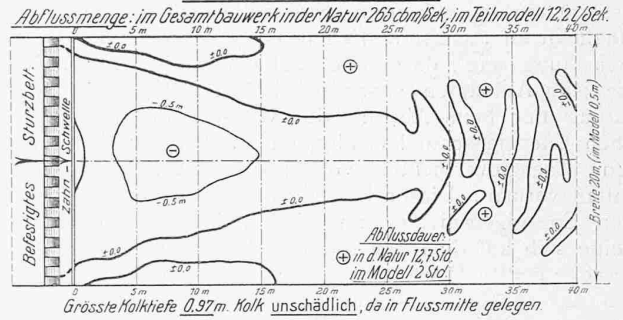


Abb. 6. Längenschnitte in der Rinnenachse — und an den Seitenwänden —

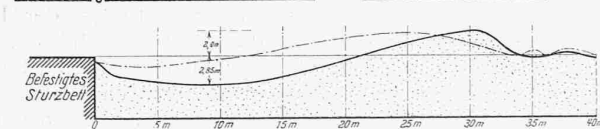


Abb. 9. Längenschnitte in der Rinnenachse — und an den Seitenwänden —

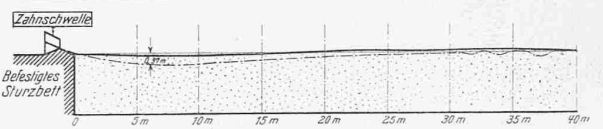


Abb. 7. Querschnitte senkrecht zur Rinnenachse in 5m Abstand.

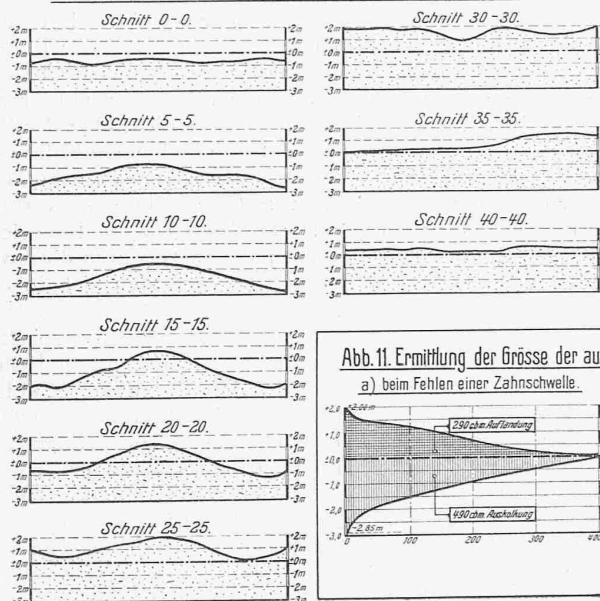


Abb. 10. Querschnitte senkrecht zur Rinnenachse in 5m Abstand.

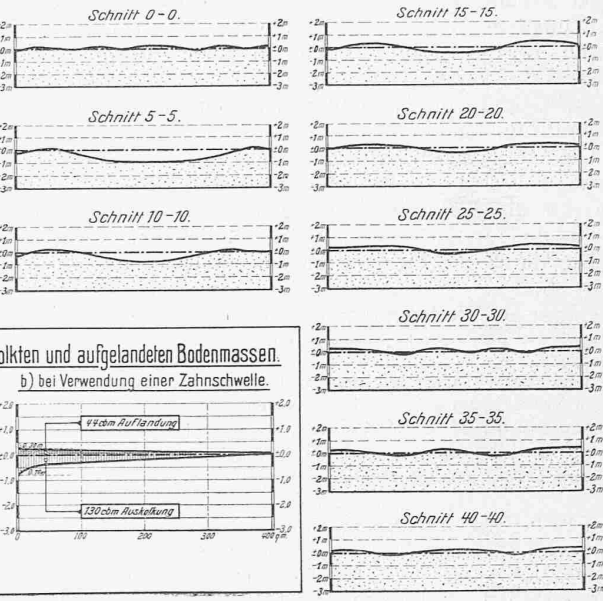
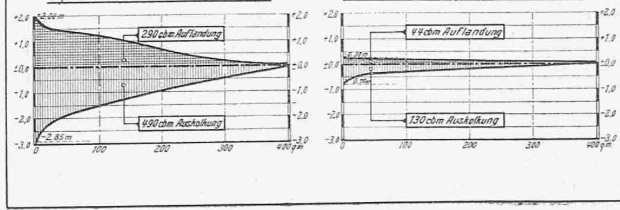


Abb. 11. Ermittlung der Grösse der ausgekolkten und aufgelandeten Bodenmassen.

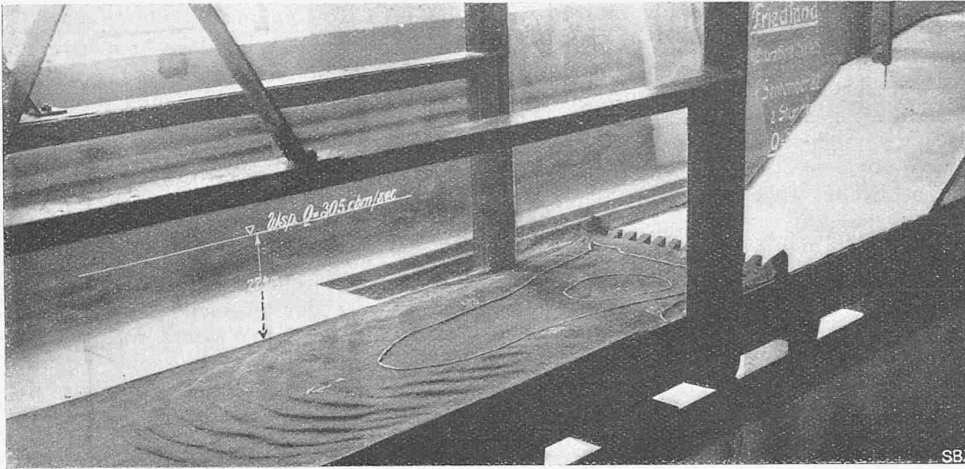


die Kosten eines so weit abwärts geführten Sturzbettes sehr hohe sein würden, wurde vom Verfasser versucht, ein weniger kostspieliges Mittel aufzufinden, das doch einen genügenden Schutz der Flusssohle vor Auskolkungen gewährleistet.

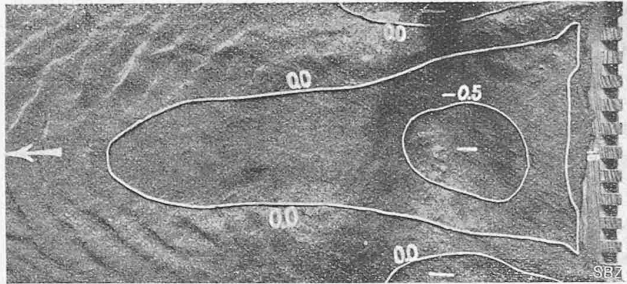
Von den zahlreichen untersuchten Vorrichtungen, die dazu dienen sollten, die normale Geschwindigkeitsverteilung im Wasserstrom durch Minderung der Sohlengeschwindigkeiten und entsprechende Vermehrung der Oberflächen-

wesentlichen Elemente der Zahnschwellen auf den Wasserabfluss: 1. die lotrechte Stirnwand der Zähne; 2. die sanft stromabwärts ansteigende Sohle der Lücken zwischen den Zähnen, die zugleich als Spülkanäle Auflandungen oberhalb der Schwelle verhüten; 3. die schwach stromabwärts abfallende Oberfläche der Zahnschwelle, die ohne jeden schroffen Absturz in die Flusssohle übergeht.

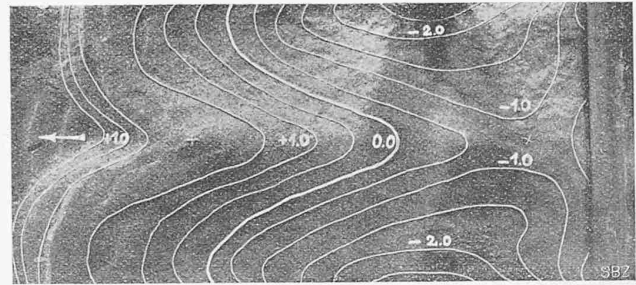
Die Wirkung der Schwellen ist im wesentlichen daraus zu erklären, dass ein Teil der nahe der Sohle über die wagerechte Sturzbettplatte fließenden Wasserfäden durch die Zähne der Schwelle von der Sohle abgehoben wird, wobei sich stromabwärts von der Schwelle eine langgestreckte Grundwalze mit stromaufwärtsgerichteter Grundströmung bildet. In diese Grundströmung ergießt sich der durch die Zahnücken hindurchgehende Teil der Wasserfäden in entgegengesetzter Richtung fächerartig, wodurch die Geschwindigkeit des Wassers im untern Teil der Grundwalze so weit abgebremst wird,



Phot. Abb. 1. Modellversuch für Friedland, mit Zahnschwelle. — Modellmasstab 1:40 — Aus dem Karlsruher Flussbau-Laboratorium.



Phot. Abb. 2. Draufsicht auf den Kolk mit Zahnschwelle.



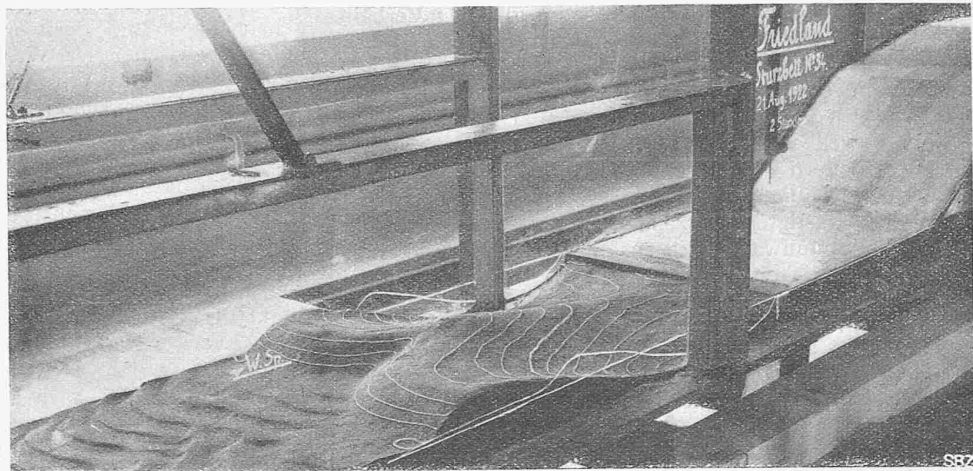
Phot. Abb. 4. Draufsicht auf den Kolk ohne Zahnschwelle.

Geschwindigkeiten, d. h. durch Ablenkung eines Teiles der kinetischen Energie des Wassers nach der Oberfläche des Wasserstromes hin möglichst schnell herzustellen, haben sich bei einer langen Reihe ausgeführter Modellversuche besonders konstruierte gezahnte Schwellen als besonders wirksam erwiesen.

Diese *Zahnschwellen* bestehen aus einer niedrigen, am Ende des ebenen Sturzbettes im gleichen Querschnitt quer über das Flussbett hinüber angebrachten, dachartigen Schwelle, die in regelmässigen Abständen stromaufwärts gerichtete Zähne mit lotrechter Stauwand besitzt, wie dies aus Abbildung 1 der Tafel I (Seite 28) ersichtlich ist.

Die günstigste Lage im Wasserstrom und die besten Abmessungen der einzelnen Teile der Zahnschwellen werden am zweckmässigsten für jeden Einzelfall durch Versuche an Modellen ermittelt, falls die Verhältnisse nicht mit bereits früher untersuchten und bewährten Anlagen einigermassen übereinstimmen.

Der kolkverhütende Einfluss der Zahnschwelle ist bedingt durch die günstige Einwirkung der folgenden



Phot. Abb. 3. Modellversuch für Friedland, ohne Zahnschwelle. — Modellmasstab 1:40.

dass sie auch die unbefestigte Sohle nicht mehr wesentlich anzugreifen vermag. Durch die aus dem oberen Teil der Zahnücken austretenden, sanft aufwärtsgerichteten Wasserströme wird zugleich der durch die Zähne nach oben abgelenkte Hauptstrom daran verhindert, sich wieder schroff auf die Sohle zu senken und Kolkbildungen hervorzurufen. Durch das Zusammendrängen der Wasserfäden an der Oberfläche des Wasserstromes werden hier die Abflussgeschwindigkeiten erhöht, was bei der gleichzeitigen Ver-

kleinerung der Sohlengeschwindigkeiten zur Erzeugung der normalen Geschwindigkeitsverteilung im Gesamtstrom führt.

Die Zahnschwelle wurde erstmals bei der Hauptentlastungsanlage des Kraftwerkes Friedland der Ostpreussenwerke A.-G. an der Alle angewandt, nachdem durch eine Reihe von Modellversuchen die überraschend günstige Wirkung der Zahnschwellen erwiesen war.

Von den zahlreichen ausgeführten Vergleichsversuchen, die an Modellen der für die Abführung von Hochwassermengen bis zu 400 m³/sek bei 8 bis 12 m Absturzhöhe bestimmten Hauptentlastungsanlage des Werkes Friedland im Masstab 1:50, 1:40 und 1:10 beim Fehlen und beim Vorhandensein einer Zahnschwelle ausgeführt wurden, ist auf Tafel I das Ergebnis eines Versuches an einem Teilmodell 1:40 wiedergegeben, das zwischen parallelen Spiegelglaswänden eingebaut war und einen 20 m breiten Teil des Gesamtbauwerkes von rund 40 m Breite wiedergibt (Phot. Abb. 1 bis 4, Seite 29).

Wie der Längenschnitt auf Abbildung 3 (Tafel I) zeigt, besteht die Entlastungsanlage aus einem im oberen Teil unter 1:5, im unteren Teil unter 1:1,75 geneigten Abschussboden, an den ein befestigtes wagerechtes Sturzbett von 27,0 m Länge anschliesst. Die auf dem geneigten Abschussboden auftretenden bedeutenden Wassergeschwindigkeiten, die bis über 14 m/sek anwachsen, werden über dem befestigten Sturzbett durch die energieverzehrende Wirkung der sich auf dem Wasserstrom bildenden Deckwalze so stark abgebremst, dass das Wasser schon am Ende des Sturzbettes strömend abfließt und nur noch eine mittlere Abflussgeschwindigkeit von etwa 1 m/sek besitzt.

Die Abbildungen 5 bis 7 (Tafel I) zeigen die durch einen Modellversuch ermittelte Umgestaltung der an das Sturzbett anschliessenden Flussole nach reichlich 14 stündigem Durchfluss¹⁾ einer Hochwassermenge, die einem Abfluss von 400 m³/sek für die Gesamtanlage entspricht, bei fehlender Zahnschwelle. Die bei diesem Versuch beobachteten starken Auskolkungen sind deshalb besonders schädlich, weil sie unmittelbar vor den das Flussbett begrenzenden Ufermauern ihre grösste Tiefe von 2,85 m aufweisen und dadurch den Bestand dieser Mauern und unter Umständen auch den des befestigten Sturzbettes selbst gefährden würden.

Die Wiederholung des Versuches mit einem gleichfalls wagerechten Sturzbett, an dessen Ende eine Zahnschwelle von 2,5 m Breite und 0,5 m Höhe mit 1 m hohen Zähnen angebracht war, hat unter sonst gleichen Verhältnissen das in den Abbildungen 8 bis 10 (Tafel I) dargestellte Ergebnis geliefert. Infolge der günstigen Wirkung der Zahnschwelle entstanden bei diesem Versuche nur Kolke von wesentlich kleinerer Tiefe. Unmittelbar vor der Zahnschwelle trat überhaupt keine Auswaschung der Flussole, sondern im Gegenteil an einzelnen Stellen sogar eine geringe Aufhöhung der Flussole ein, sodass der Bestand des befestigten Sturzbettes selbst beim Fehlen einer schützenden Spundwand nicht gefährdet sein würde. Die besonders schädlichen Auskolkungen von den Ufermauern waren auf einen verschwindend kleinen Bruchteil (rund 10%) der bei fehlender Schwelle beobachteten Tiefe zurückgegangen. Eine stärkere Sohlensenkung, die aber mit 0,97 m auch nur 35% der bei fehlender Schwelle beobachteten grössten Tiefe erreichte, war mitten im Fluss entstanden, wo ein Kolk unschädlich und zur Erzeugung eines gleichmässigen Abflusses sogar erwünscht ist²⁾. — Ähnlich günstige Ergebnisse wurden bei allen ausgeführten Modellversuchen festgestellt.

Inzwischen ist die Hochwasserentlastungsanlage des Werkes Friedland in der vom Verfasser vorgeschlagenen Gestalt mit einer Zahnschwelle am Ende des Sturzbettes zur Ausführung gekommen. Im Frühjahr 1924 ist auch bereits ein ungewöhnlich grosses Hochwasser von dreissig-

tägiger Dauer mit einer höchsten Spitze von 265 m³/sek über das Bauwerk gegangen. Die nach diesem Hochwasser von der Ostpreussenwerke-A.-G. durch Peilungen aufgenommene Gestalt der vom Wasser umgestalteten Flussole ist auf Tafel II dargestellt. Wie diese Aufnahme erkennen lässt, sind die auf die Wirkung der Zahnschwelle gesetzten Erwartungen durchaus in Erfüllung gegangen, denn es sind weder unmittelbar vor der Zahnschwelle selbst (Schnitt I—I), noch vor den seitlichen Begrenzungslinien des Bauwerkes (A—A und C—C) Kolkbildungen aufgetreten.

Die kleine, übrigens völlig belanglose, 1,5 m breite und 0,6 m tiefe Rinne, die an einer Stelle bis an das Sturzbett heranreicht, kann nicht auf die Kolkwirkung des überfließenden Wassers zurückgeführt werden, muss vielmehr durch örtliche Einflüsse, wahrscheinlich durch eine hier austretende Quelle, entstanden sein¹⁾. Auf Grund des günstigen Befundes der Sohlenaufnahme hat die Ostpreussenwerke-A.-G. beschlossen, von jeder Nacharbeit am Sturzbett der Entlastungsanlage abzusehen. Da das Frühjahrs-Hochwasser des Jahres 1924 ein ungewöhnlich grosses gewesen ist, bestehen trotz der grossen Abflussmengen und der bedeutenden Fallhöhe des Wassers auch für die Zukunft keinerlei Befürchtungen für die Flussole vor dem Sturzbett und die angrenzenden Bauteile, obschon das Allebett aus feinem, leichtbeweglichem Boden besteht. Die Zahnschwelle hat sich demnach durchaus bewährt und die in sie gesetzten Erwartungen sogar noch übertroffen.

In gleicher Weise wie bei Wasserabstürzen über Wehre und Abschussböden können Zahnschwellen zum Schutz der Sohle beim Abfluss von Wasser unter Schützen, Walzen und anderen Staukörpern Verwendung finden (Tafel I, Abbildung 4). Die Zahnschwelle ist bei solchen Anlagen seither nur bei einem Bewässerungskanal in Nordperu am Piurafluss zur Anwendung gelangt. Sie hat auch hier die auf Grund der Modellversuche erwartete günstige Wirkung gezeigt. (Schluss folgt.)

Nochmals von Axialität und Raumgefühl.

[Vorbemerkung der Redaktion. Herr Dr. Rösiger legt Wert darauf zu betonen, dass er von der, ja auch ausdrücklich als redaktionell bezeichneten Vorbemerkung zu seinem Aufsatz auf Seite 301 vorigen Bandes keine Kenntnis gehabt habe und dass er es vermeiden möchte, in die Polemik zwischen Dr. W. Hegemann und P. M. hineingezogen zu werden. Wir geben davon umso lieber Kenntnis, als ja der Leser schon von sich aus Herrn Dr. Rösigers Entgegnung als sehr deutlichen und angenehmen Gegensatz zu Hegemanns Ungezogenheiten empfunden haben wird, auch ohne dass darin dieser Gegensatz als solcher noch besonders betont oder auch nur beabsichtigt sein müsste.]

Die Wichtigkeit des Thema rechtfertigt es, auf die Einwände Herrn Dr. H. D. Rösigers nochmal einzugehen, die in der „S. B. Z.“ vom 12. Dezember 1925 den Standpunkt der Ostendorf-Schule so klar präzisiert haben. Ein Artikel verwandten Inhalts des selben Verfassers ist in der „Baugilde“, 7. Jahrgang, Heft 19/20 erschienen, und der Anlass sei benutzt, auch auf die dortigen Argumente kurz einzugehen.

Zunächst das Persönliche: wenn Herr Dr. Rösiger findet, ich hätte jeweils zwischen Ostendorf und dessen mehr oder weniger legitimen Nachfolgern zu wenig unterschieden, so hat er in gewissem Grade recht, und ich freue mich, dass ein so berufener Vertreter der klassizistischen

¹⁾ Die Abweichungen der Naturaufnahme des Kolkes auf Tafel II von der Aufnahme im Modell (Tafel I, Abbildung 8) erklärt sich zum Teil aus der Verwendung eines Teilmodells mit Glaswänden bei den Modellversuchen und aus den vom Naturabfluss abweichenden Abflussmengen bei den Modellversuchen, zum Teil aber auch daraus, dass das Flussbett in der Natur bei der Vollendung des Werkes nicht eingeebnet wurde, und dass das im alten Alle-Bett abfließende Wasser den unbefestigten Teil der Sohle vor der Zahnschwelle zum Teil schräg überflossen hat. Dabei konnte kein völlig identisches Kolkbild entstehen.

¹⁾ Alle Zahlenangaben erfolgen in den nach dem hydraulischen Ähnlichkeitsgesetz auf die natürlichen Verhältnisse umgerechneten Werten.

²⁾ Photographische Aufnahmen der Vergleichsversuche finden sich in dem im Verlag des V. D. I. erscheinenden Werke „Die Wasserbau-Laboratorien Europas.“

WIRKUNG DER ZAHNSCHWELLE REHBOCK
BEI DER HOCHWASSER-ENTLASTUNGSANLAGE DES KRAFTWERKS FRIEDLAND AN DER ALLE.

Aufnahme vom 12. Juni 1924 nach 33 tägiger Überflutung mit Hochwassermengen bis 268cbm/Sek.

Tafel II

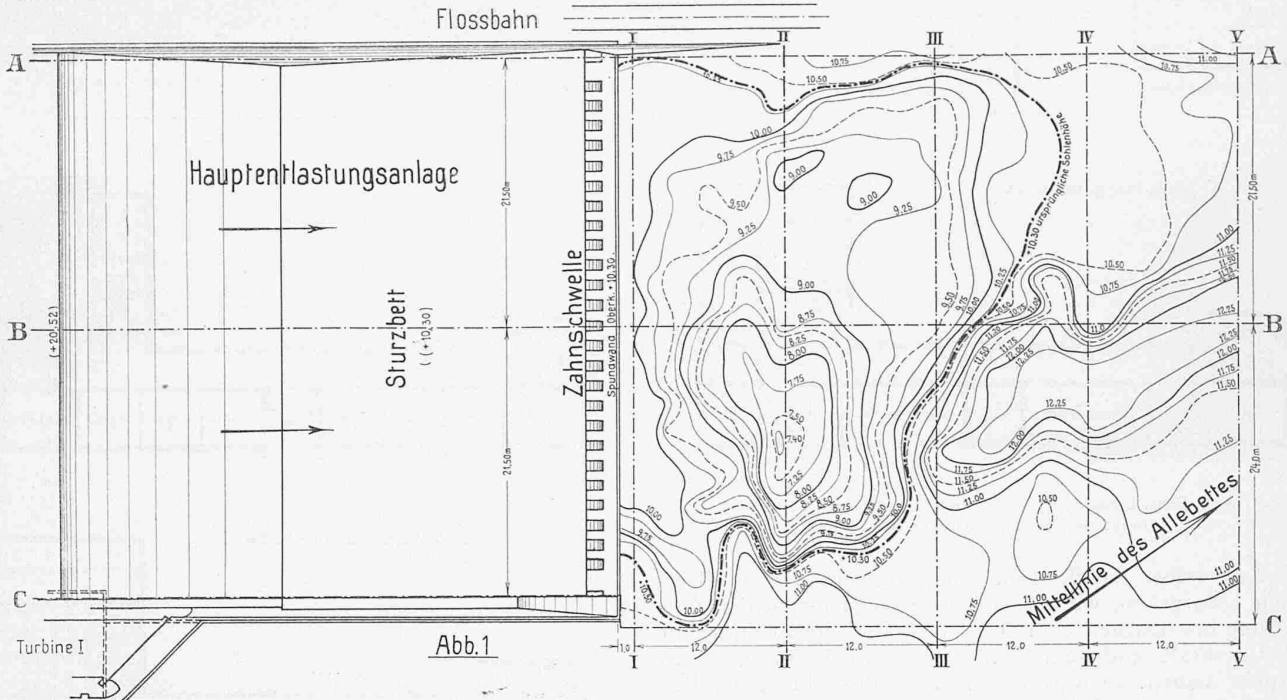


Abb. 1

Abb. 2.

Schnitt: A-A.

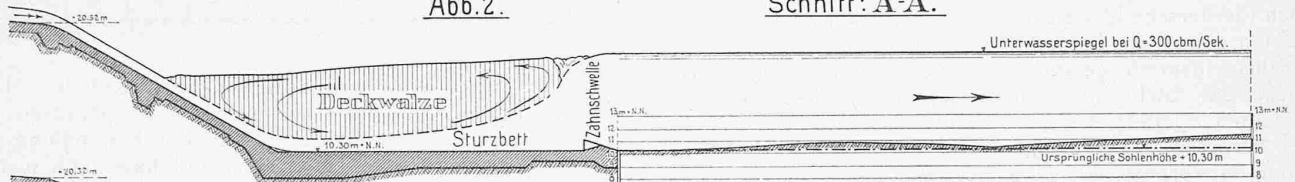


Abb. 3.

Schnitt: B-B.



Abb. 4.

Schnitt: C-C.

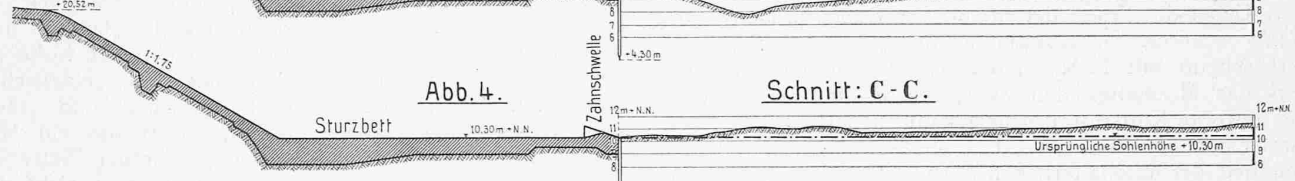


Abb. 5 Schnitt: I-I.

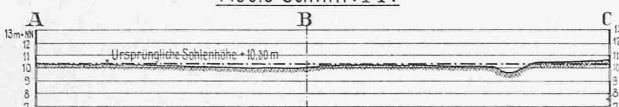


Abb. 7 Schnitt: III-III.

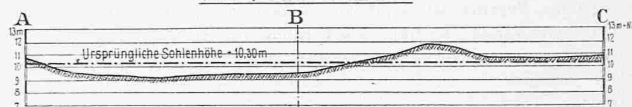


Abb. 6 Schnitt: II-II.

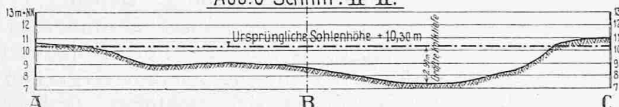


Abb. 8 Schnitt: IV-IV.

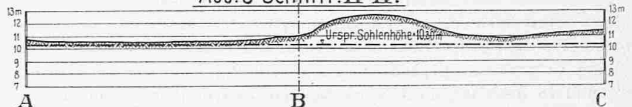


Abb. 9 Schnitt: V-V.

