Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 75 (1957)

Heft: 27

Artikel: Untersuchungen über das Einsetzen von Wehrdammbalken in der Strömung

Autor: Eschler, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-63386

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: 16.12.2025

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

Untersuchungen über das Einsetzen von Wehrdammbalken in der Strömung

Von Dr.-Ing. habil. **Hans Eschler**, Töging am Inn, Bayern

DK 621.292.2:627:432.31

1. Einleitung

Bei grösseren Schützen- und Segmentwehren wird als oberwasserseitiger Notverschluss meistens ein aus mehreren Elementen bestehender Satz von Dammbalken in Stahlkonstruktion verwendet. Normalerweise werden diese Dammbalken bei geschlossenem Wehr, also im ruhenden Wasser, eingesetzt. Tritt bei geöffnetem Wehr aber die Blockierung einer Wehrschütze auf, so kann sich die Notwendigkeit ergeben, dass der Notverschluss auch in der Strömung eingesetzt werden muss, um den blockierten Wehrverschluss zugänglich zu machen bzw. bei abnehmender Wasserführung den Stau halten zu können.

Die Grösse der durch die Strömung auf die Dammbalken ausgeübten Kräfte lässt sich rechnerisch nicht ermitteln. Es besteht daher zunächst keine Klarheit darüber, ob die in der Regel nur für den grössten statischen Wasserdruck bemessenen Dammbalken auch den durch die Strömung hervorgerufenen Beanspruchungen gewachsen wären. Besonders fraglich ist es aber, ob die für das Einfahren der Dammbalken verwendeten Krane und die Wehrbrücken die zusätzlichen Belastungen aufnehmen können.

Experimentelle Untersuchungen über das Einsetzen von Dammbalken verschiedener Form in bewegtem Wasser wurden bisher von *S. A. Jegorow* [1]) und *L. Escande-L. Castex* [2]) angestellt, jedoch handelte es sich hierbei um Modellversuche ohne Wehrverschlüsse, also bei freiem Durchflussquerschnitt. Um Klarheit über die auf die Dammbalken ausgeübten Kräfte bei Vorhandensein eines in verschiedenen Stellungen befindlichen Wehrverschlusses zu gewinnen, entschloss sich die Innwerk AG., Töging, entsprechende Versuche am Modell eines ihrer Wehre in der eigenen hydraulischen Versuchsanstalt auszuführen.

Der Bedeutung entsprechend wurde das Wehr des grössten Flusskraftwerkes der Innwerk AG., Egglfing am Inn, untersucht [3]), dessen fünf Oeffnungen eine Lichtweite von je 23,0 m aufweisen und durch Hakendoppelschützen mit einer Höhe von 13,5 + 0,3 m Freibord verschlossen werden, Bild 1. Der oberwasserseitige Notverschluss besteht aus fünf untereinander gleichen Rollendammbalken in Fachwerkkonstruktion von je 2,8 m Höhe. Zum Einsetzen der Dammbalken dienen zwei Ausleger-Portalkrane von je 50 t Tragkraft, die auch für alle übrigen Montage- und Ueberholungsarbeiten am Kraftwerk und Wehr der in Flachbauweise erstellten Anlage Verwendung finden. Weitere Versuche betrafen das Wehr des Kraftwerkes Simbach-Braunau am Inn der Oesterreichisch-Bayerische Kraftwerke AG. [4]) mit den gleichen Abmessungen wie das Wehr Egglfing, aber Dammbalken mit horizontalen Vollwandträgern.

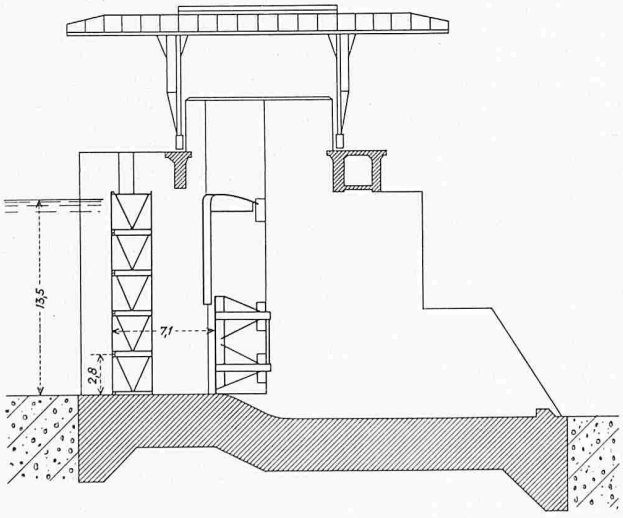

Bild 1. Wehr Egglfing am Inn mit eingesetzten Oberwasser-Dammbalken, 1:500

2. Versuchsanordnung

Für die Versuche stand ein Glasgerinne zur Verfügung, in welches eine Wehröffnung samt Pfeilern im Masstab 1:51 eingebaut werden konnte. Die Bilder 2 und 3 zeigen die bei den Versuchen verwendeten Dammbalkenmodelle, die den Konstruktionen der Grossausführung — abgesehen von einigen geringfügigen Vereinfachungen — naturgetreu nachgebildet waren. Die Ober- und Unterkante der Dammbalken-

[1]) *S. A. Jegorow*, Strömungsdruck auf Gleitschützen und Dammbalken. «Wasserwirtschaft und Technik», Bd. 3 (1936), S. 88 und 107.

[2]) *L. Escande* et *L. Castex*, Expériences sur la descente des batardeaux en eau vive. «Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Institut de France», Bd. 240 (1955), S. 1291. — *L. Escande* et *L. Castex*, Influence de la forme des éléments de batardeau sur leur descente en eau vive. «Comptes rendus . . .», Bd. 241 (1955), S. 140. — *L. Escande* et *L. Castex*, Influence de déflecteurs latéraux sur la descente des éléments de batardeau en eau vive. «Comptes rendus . . .», Bd. 241 (1955), S. 453. — *L. Escande* et *L. Castex*, Etude expérimentale de la manœuvre des batardeaux en eau vive. AIRH, Comptes rendus de la sixième assemblée générale, La Haye 1955, Bd. 4, S. D 16—1.

[3]) Eine eingehende Beschreibung dieser Anlage findet sich im Aufsatz von *E. Treiber*, Die Wasserkraftanlage Egglfing am Inn. «Z. VDI», Bd. 94 (1952), S. 1169.

[4]) Das Innkraftwerk Simbach-Braunau, III. Wehranlage, SBZ 1954, Nr. 18 und 21, S. 253 und 297.

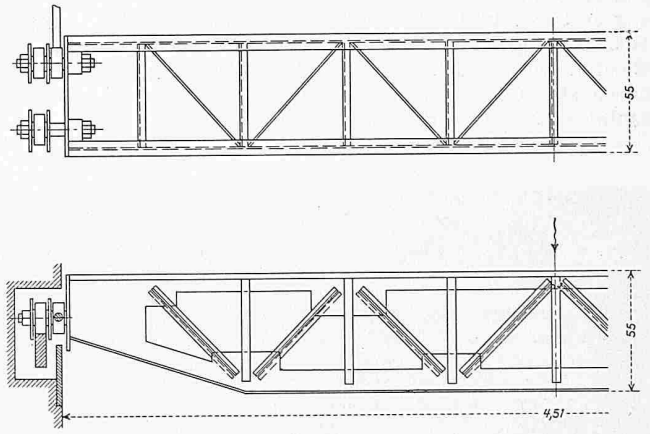

Bild 2. Modell des Fachwerk-Dammbalkens

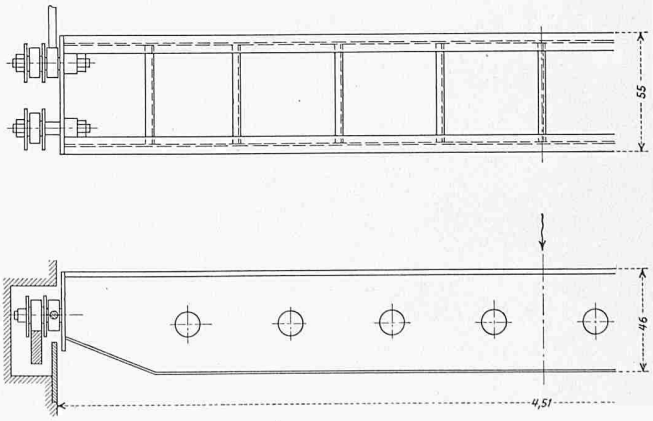

Bild 3. Modell des Vollwand-Dammbalkens

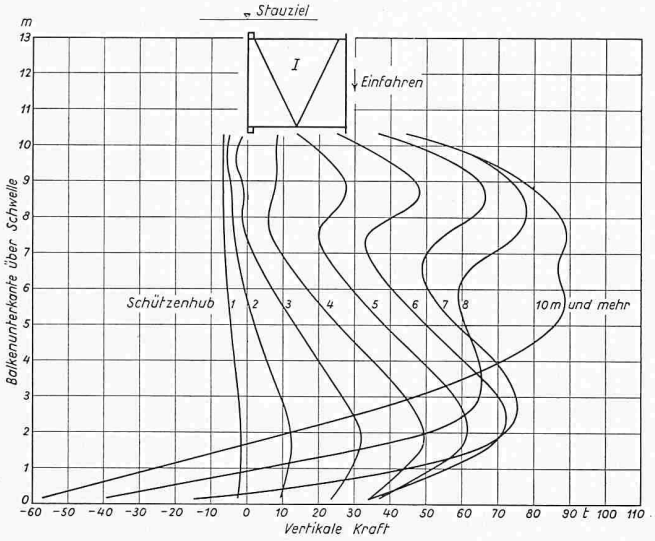

Bild 5. Vertikale Kräfte auf den ersten Fachwerkbalken

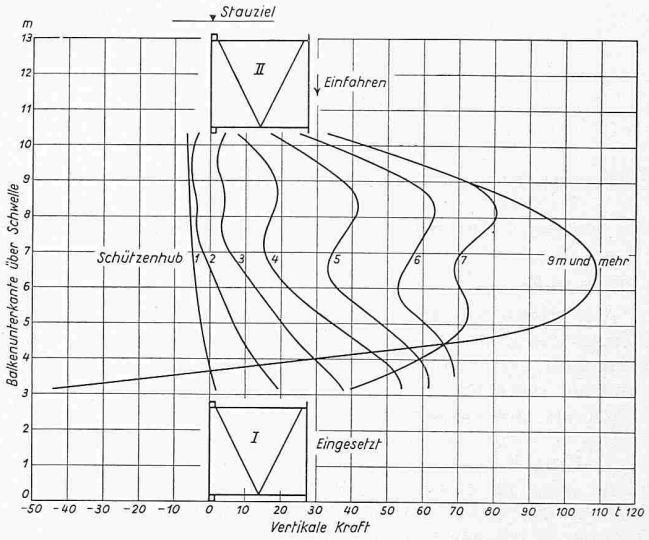

Bild 6. Vertikale Kräfte auf den zweiten Fachwerkbalken

modelle wurde entsprechend der Dichtung mit einem abgerundeten Holzbalken ausgeführt.

Die auf die Dammbalken wirkenden vertikalen und horizontalen Kräfte wurden durch Auswiegen mittels der in Bild 4 wiedergegebenen Einrichtung bestimmt. Zur Ermittlung der vertikalen Kräfte war der Dammbalken an einem in Kugellagern nahezu reibungslos beweglichen Hebelgestänge aufgehängt; durch entsprechendes Belasten der Gegenseite des Hebels konnte die Vorrichtung ins Gleichgewicht gebracht werden. Das Gewicht der Dammbalken ist zuvor in Luft durch ein Gegengewicht ausgeglichen worden, so dass bei den Versuchen die rein hydraulischen Kräfte gemessen wurden (z. B. im ruhenden Wasser der hydrostatische Auftrieb).

Um auch die horizontalen Kräfte ermitteln zu können, war der Dammbalken mit vier Rollen auf zwei vertikal hängenden und um eine horizontale Achse drehbare Schienen abgestützt; mit der Achse fest verbunden war ein weiteres Hebelgestänge mit Waagschale. Durch Auflegen von Gewichten wurde auch hier das Gleichgewicht hergestellt, wodurch sich unter Beachtung der Hebelverhältnisse die horizontalen Kräfte bestimmen liessen [5]).

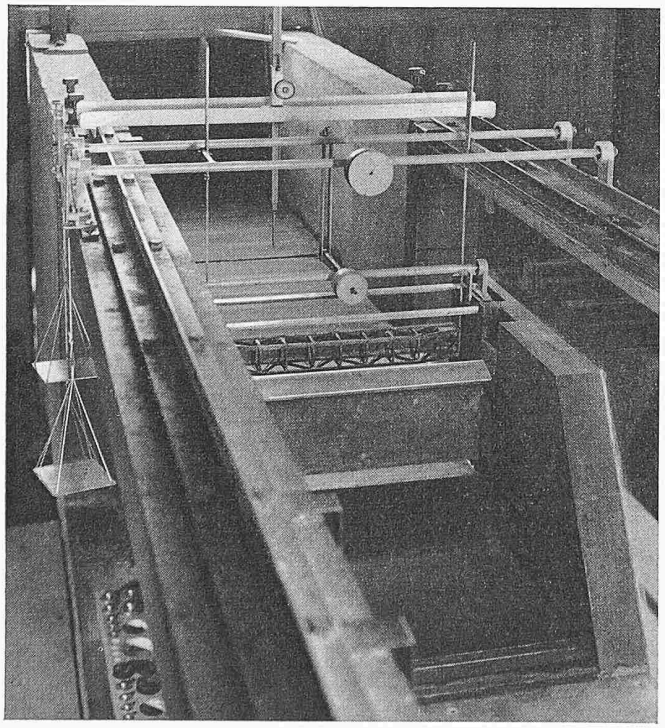

Bild 4. Versuchseinrichtung

Als Variable kommen bei diesen Versuchen die Höhenlage des Dammbalkens, die Zahl der eingesetzten Elemente, die Wehrverschlussstellungen sowie die Ober- und Unterwasserspiegellage in Betracht. Um die dadurch bedingte sehr grosse Zahl von Messungen einigermassen zu beschränken, wurde der Oberwasserspiegel entsprechend den tatsächlichen Verhältnissen als stets auf gleicher Höhe befindlich angenommen. Aus dem gleichen Grund hat man ausserdem das Unterwasser jeweils so tief eingestellt, dass die Schützenunterkante nicht eingestaut war, wodurch sich eine vom Unterwasserstand nicht mehr beeinflusste Abflussmenge ergab. Da der Durchfluss hierbei auch am grössten ist, erhält man durch diese letztgenannte Massnahme die bei einer bestimmten Dammbalken- und Schützenstellung grösstmöglichen Kräfte; man befindet sich also auf der sicheren Seite. Die Kräfte wurden jeweils erst gemessen, nachdem der Dammbalken ganz eingetaucht war, da die Messung bei nur teilweise im strömenden Wasser befindlichen Dammbalken gewisse Schwierigkeiten bereitet.

3. Versuchsergebnisse

Im folgenden sind die *vertikalen* Kräfte dann als positiv bezeichnet, wenn sie nach unten wirken, während die negativen vertikalen Kräfte Auftriebkräfte sind. Der zunächst untersuchte Dammbalken in *Fachwerkkonstruktion* nach Bild 2 wiegt in der Grossausführung 52,5 t; der hydrostatische Auftrieb dieses Balkens beträgt —6,7 t.

Zunächst wurden Versuche bei reinem Ueberfall, also bei geschlossener Unterschütze durchgeführt. Hierbei traten ausschliesslich Auftriebkräfte auf, die auch im Falle der grösstmöglichen Ueberfallhöhe von 4,0 m beim ersten Dammbalken nur —18 t erreichten. Beim Einsetzen der weiteren drei Elemente blieben die Kräfte ebenfalls in dieser Grössenordnung. Der fünfte Dammbalken, der auch im folgenden nicht näher untersucht wurde, erfährt bei allen Schützenstellungen nur geringe Kräfte, da er nicht mehr ganz eintaucht.

Bei der nächsten Versuchsreihe brachte man die Unterschütze in verschiedene Höhenlagen, während die Oberschütze geschlossen blieb. In den Diagrammen, Bilder 5 bis 8, sind die auf die vier Dammbalken wirkenden Kräfte in Abhängigkeit der Dammbalkenstellung (Unterkante) und mit dem Schützenhub als Parameter aufgetragen. Bei einem Schützenhub von 1 m treten bei den drei ersten Dammbalken nur Auftriebkräfte auf. Die Kräfte werden aber bei wachsendem Schützenhub schnell positiv und erreichen beim Einfahren des dritten Dammbalkens im Maximum den erheblichen Betrag von 120 t, der also zum Eigengewicht von 52,5 t noch hinzukommt (Bild 7). Bei grösseren Schützenhüben als 10, 9, 7 bzw. 2 m findet jeweils beim Einsetzen des ersten, zweiten, dritten bzw. vierten Dammbalkens keine Berührung des abfliessenden Strahls mit der Schütze mehr statt, so dass sich die Kräfte von hier an nicht mehr ändern.

[5]) Der Entwurf zu dieser Versuchseinrichtung stammt von Dipl.-Ing. *E. Ruch*, Oberkirch.

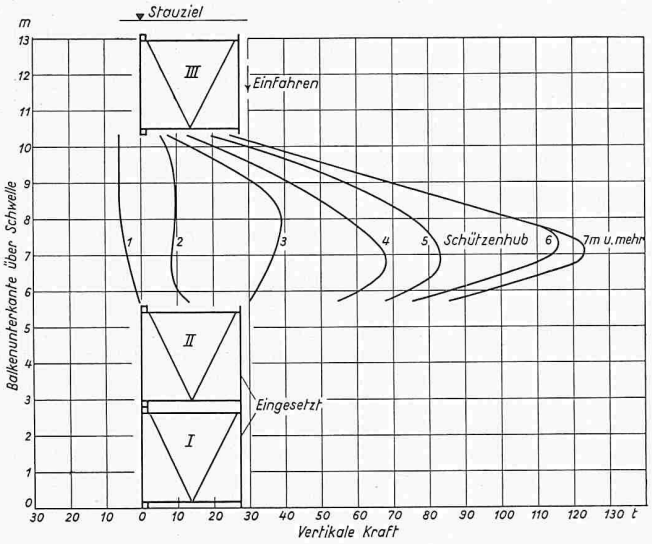

Bild 7. Vertikale Kräfte auf den dritten Fachwerkbalken

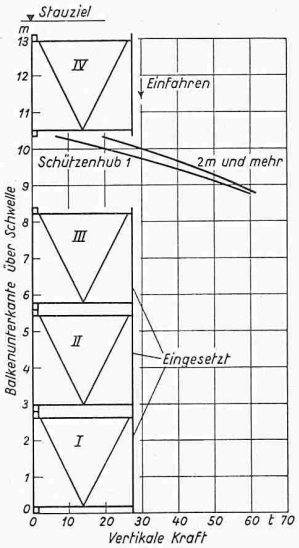

Bild 8. Vertikale Kräfte auf den vierten Fachwerkbalken

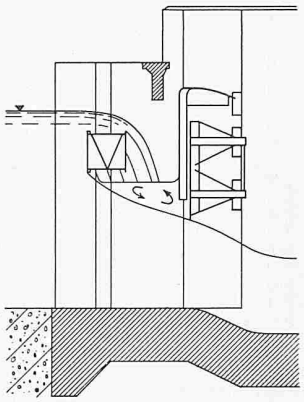

Bild 9. Strömungsbild. Dammbalken im oberen Teil seines Absenkweges, Unterschütze stark angehoben

Bei Betrachtung der Bilder 5 und 6 fällt auf, dass bei Schützenhüben über 4 bis 5 m im Kraftverlauf zwei deutlich ausgeprägte Maxima auftreten. Das rührt davon her, dass der Dammbalken auf seinem Absenkweg zwei verschiedenen Strömungsvorgängen ausgesetzt ist. Im oberen Teil des Weges kann der Strahl bei grossem Schützenhub frei über den Dammbalken bzw. durch die Dammbalkenkonstruktion fallen, da das Wasser, wie Bild 9 zeigt, stromabwärts des Dammbalkens tiefer als stromaufwärts desselben steht. Der Unterschied der Wasserstände vor und hinter dem Dammbalken hängt vom Schützenhub und von der Dammbalkenstellung ab. Der Dammbalken erhält hier also eine Auflast, die in einer bestimmten Höhenlage ein Maximum aufweist. Erst wenn der Dammbalken tiefer abgesenkt wird, kommt er in den Bereich der eigentlichen Strömung, wo das zweite Kräftemaximum auftritt.

Bei grossem Schützenhub wirkt auf den Dammbalken in der Nähe der Sohle Auftrieb, der, wie Bild 5 zeigt, erhebliche Werte bis zu —60 t erreichen kann. Die Ursache für das Entstehen dieser starken Auftriebkräfte ist darin zu suchen, dass hier die Strömung im Bereich des Dammbalkens schräg von unten nach oben gerichtet ist. Infolge dieser Ablenkung ist die Wassergeschwindigkeit über dem Dammbalken erheblich grösser als unter ihm; da sich die Drücke aber umgekehrt verhalten, kommt es zu dem starken Auftrieb.

Beim Vergleich der Bilder 5 bis 8 zeigt sich, dass die Kräfte mit der Zahl der eingefahrenen Dammbalken, bezogen auf gleiche Dammbalkenstellung und gleichen Schützenhub, im allgemeinen wachsen.

Die beiden in der untersuchten Anlage für das Einsetzen der Dammbalken zur Verfügung stehenden Portalkrane können bei einer Hakenstellung in der oberwasserseitigen Wehrdammbalkenebene (am Ausleger) unter Berücksichtigung der vorübergehend zugelassenen Ueberlastung zusammen rd. 84 t tragen. Zieht man hiervon das Eigengewicht des Dammbalkens und des für das Einsetzen benötigten Zangenbalkens mit etwa 10 t ab (von den verhältnismässig geringen hydraulischen Kräften auf den Zangenbalken soll abgesehen werden), so ergibt sich, dass die Krane noch eine zusätzliche, nach unten gerichtete hydraulische Kraft von 22 t aufzunehmen vermögen. Wie aus den Bildern 5 bis 8 ersichtlich, wird diese Kraft im allgemeinen wesentlich überschritten. Es könnten nur die ersten drei Dammbalken bis zu Schützenhüben von 2 bis 2,5 m eingefahren werden, während das Einsetzen des vierten Elementes ohne Absenken des Oberwasserspiegels überhaupt nicht möglich wäre.

Die *horizontalen Kräfte* auf den ersten Dammbalken erreichen zwar nach Bild 10 den ansehnlichen Wert von fast 600 t, bleiben damit aber unter dem der Berechnung der Dammbalken zugrunde gelegten maximalen statischen Wasserdruck von 800 t. Beim Einfahren der folgenden Elemente wird die Belastung von 600 t nicht mehr erreicht. Es bestehen daher keine Bedenken, dass die Dammbalken den durch die Strömung hervorgerufenen Beanspruchungen nicht gewachsen wären. Die Beschränkungen sind vielmehr, wie soeben dargelegt, bei den Kranen zu suchen.

Es wurde erwähnt, dass bei Ueberlauf nur Auftriebkräfte wirksam sind. Man könnte also annehmen, dass im allgemeinsten Fall, nämlich bei gleichzeitigem Ueberlauf und Abfluss unter der Schütze, die Kräfte, die ohne Ueberlauf und nur mit angehobener Schütze ermittelt wurden, bei einem Zusammenwirken beider entsprechend verringert würden. Dies trifft wohl für den ersten und zweiten Dammbalken zu, jedoch nicht mehr für die weiteren Elemente, wo es durch den zusätzlichen Ueberlauf sogar zu einer Erhöhung der bei Abfluss nur unter der Schütze auftretenden Kräfte kommen kann.

Der schliesslich noch untersuchte *Vollwanddammbalken* nach Bild 3 liess von vornherein grössere positive und auch negative vertikale Kräfte als der Fachwerkbalken erwarten, da die Strömung durch ihn stärker gestört wird als durch den Balken nach Bild 2, bei dem noch ein teilweiser Abfluss durch die Konstruktion möglich ist. Diese Vermutung wurde durch die Versuche bestätigt, wie Bild 11 zeigt, in das die bei verschiedenen Schützenhüben auftretenden vertikalen Kräfte in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Vollwandbalkens eingetragen sind. Beim Einsetzen des zweiten, dritten und vierten Dammbalkens ergaben sich ebenfalls grössere vertikale Kräfte als beim Fachwerkbalken. Hingegen können für die horizontalen Kräfte die beim Fachwerkbalken ermittelten Werte übernommen werden.

In der Wehranlage Simbach-Braunau, in welcher, wie erwähnt, Dammbalken der zuletzt untersuchten Art vorhanden

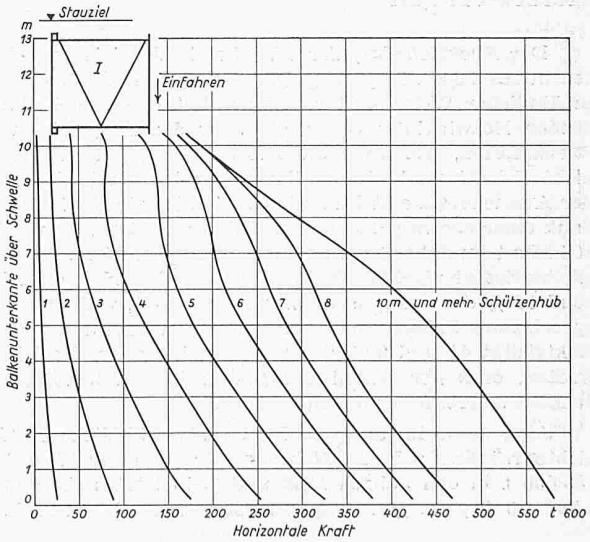

Bild 10. Horizontale Kräfte auf den ersten Fachwerkbalken

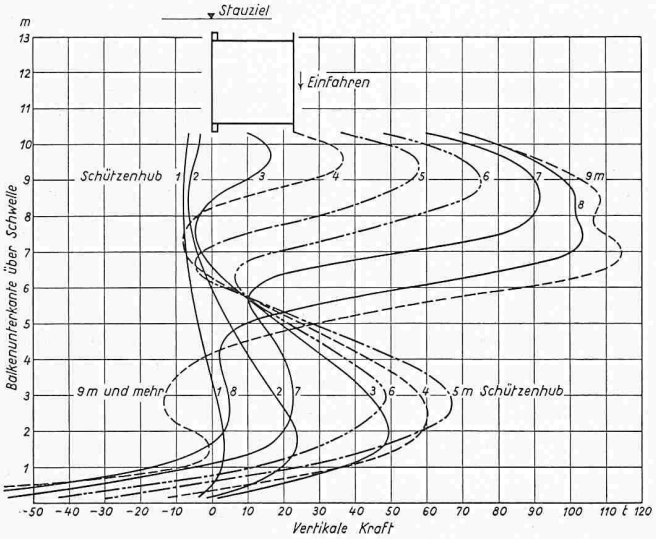

Bild 11. Vertikale Kräfte auf den ersten Vollwandbalken

sind, setzen wiederum die Krane, die in der Dammbalkenebene zusammen 100 t tragen können, dem Einsetzen der Dammbalken in der Strömung Grenzen.

4. Bemerkungen zur Berechnung der Kräfte

Es liegt zunächst nahe, die Berechnung der auf die Dammbalken wirkenden hydraulischen Kräfte mit der bekannten Widerstandsformel

$$W = c \cdot q \cdot F$$

zu versuchen, worin c die Widerstandszahl, q den Staudruck und F die Fläche senkrecht zur Strömungsrichtung bedeuten. *Kollbrunner* und *Wyss* [6]) empfehlen zu dem Zweck, das Netz der Strom- und Potentiallinien um den Dammbalken bis zur Schütze hin einzuzeichnen, die Dammbalkenoberfläche in einzelne Teilflächen zu zerlegen und ihre Einzelwiderstände mit Hilfe der Widerstandsformel zu berechnen. Da es aber sehr schwer ist, die Stromlinien auch nur einigermassen richtig zu entwerfen, hat diese Lösung, wie *Kollbrunner* und *Wyss* selbst bemerken, nur den Charakter einer groben Abschätzung.

Die Widerstandsformel kann aber immerhin benutzt werden, um aus den bei den vorliegenden Versuchsbedingungen gemessenen Kräften angenäherte Werte für solche Fälle zu berechnen, die von diesen Bedingungen nicht stark abweichen. Gedacht ist hierbei an geringe Absenkungen des Oberwasserspiegels bzw. an eine Hebung des Unterwassers, so dass die Unterschütze eingestaut wird. Die Wassergeschwindigkeit ändert sich bekanntlich mit $\sqrt{H}$ (H = Fallhöhe) und damit ändern sich die Kräfte auf Grund der Widerstandsformel proportional mit H. Diese Umrechnung liefert, wie die Versuche ergaben, im allgemeinen etwas zu grosse Werte.

Wie bereits erwähnt, stellt sich bei grossem Schützenhub ein Strömungsbild nach Bild 9 ein, wenn sich der Dammbalken im oberen Teil seines Absenkweges befindet. Man könnte daran denken, die Kraft auf den Dammbalken in diesem Fall als Wasserauflast zu berechnen. Abgesehen davon, dass die an der Unterkante des Dammbalkens anliegende Strömung auch eine Kraftwirkung ausübt, die schwer zu erfassen ist, würde diese Berechnung die Durchführung von Versuchen voraussetzen (die man sich durch die Berechnung sparen will), da von vornherein nicht bekannt ist, bei welchem Schützenhub und in welcher Dammbalkenstellung dieser Abfluss auftritt.

5. Zusammenfassung

Die Versuche haben gezeigt, dass die Dammbalken bei reinem Ueberlauf über das Hakendoppelschützenwehr stets gefahrlos eingesetzt werden können. Dagegen besteht diese Möglichkeit bereits bei nicht allzu grossem Hub der Unterschütze nicht mehr. Hierbei ergeben sich Schwierigkeiten in erster Linie daraus, dass die Krane zum Einsetzen der Dammbalken die grossen hydraulischen, senkrecht nach unten auf die Notverschlusselemente wirkenden Kräfte nicht mehr aufzunehmen vermögen. Die Gefahr, dass die Dammbalken durch die auf sie wirkenden Kräfte zerstört werden, besteht weniger, da die maximalen Horizontalkräfte unter dem grössten statischen Wasserdruck bleiben, für welchen die Dammbalken berechnet sind, und die vertikalen Kräfte grössenordnungsmässig weit unter den horizontalen Kräften liegen. Die Wehrbrücken werden im allgemeinen der Beanspruchung durch die zusätzlichen Kranbelastungen in den Fällen gewachsen sein, in welchen ein Einsetzen der Dammbalken mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit der Krane möglich ist. Hingegen ist in jedem Fall zu prüfen, ob der Zangenbalken zum Ein- und Ausfahren der Dammbalken deren Eigengewicht und die hydraulischen Kräfte auf die Kranhaken übertragen kann.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass in manchen Dammbalkenlagen zu den gemessenen Kräften sehr erhebliche Schwingungswirkungen als weitere Beanspruchung hinzukommen können. Diese Schwingungen, zu welchen der Vollwandbalken mehr als der Fachwerkbalken neigt, treten gewöhnlich in der oberen Hälfte des Absenkweges und vorzugsweise bei grösserem Schützenhub auf.

[6]) *C. F. Kollbrunner* und *W. Wyss*, Aufzugskräfte von Wehrverschlüssen, S. 32. Leemann, Zürich 1949.

Heizöl-Fragen

DK 662.75

Der *Energiebedarf der Welt* hat in den letzten Jahrzehnten in raschem Tempo zugenommen und wird voraussichtlich in ähnlicher Weise weiter steigen. Mit dieser sich überstürzenden Entwicklung vermochte aber das Angebot an festen Brennstoffen, wie auch die Erschliessung der Wasserkräfte nicht Schritt zu halten, während die technische Verwertung der Atomenergie erst im Anlaufen ist. Der Bedarf konnte nur dank einer enorm gesteigerten Erdölproduktion, die von knapp 100 Mio t im Jahre 1920 auf heute über 800 Mio t angestiegen ist, befriedigt werden. Heute liefern Erdöl und Erdgas bereits rund 50 % der Energie der westlichen Welt, während die entsprechenden Zahlen für die festen Brennstoffe und die Hydroelektrizität 41 und 9 % des Bedarfes betragen. Es ist zu erwarten, dass der Anteil des Erdöls in den nächsten Jahrzehnten selbst noch zunehmen wird.

Aber auch in unserem Lande sind ähnliche Tendenzen sichtbar, indem z. B. die Heizölumsätze von nur 171 000 t und 180 000 t in den Jahren 1938 und 1946 letztes Jahr nun auf 1 567 000 t gestiegen sind. Es ist deshalb begreiflich, dass Heizölfragen heute auf ein breites Interesse stossen. Dieses spiegelte sich denn auch in der grossen Beteiligung an der vom *SVMT* und dem *Schweiz. Kohlenhändlerverband* an der ETH veranstalteten *Heizöltagung* vom 24. Mai 1957 wider.

Vorgängig der eigentlichen Diskussionstagung führte der SKHV für seine Mitglieder am 23. Mai eine *Schulungstagung* durch, zu der auch der SVMT eingeladen war. Dank dem Entgegenkommen der Firmen BP (Benzin u. Petroleum AG) und Shell konnten einige interessante Tonfilme über die Suche und das Bohren nach Erdöl sowie das Löschen einer in Brand geratenen Erdölsonde gezeigt werden. Obering. K. Schilling referierte hierauf über «Die Oelfeuerung für Zentralheizungs- und Industrieanlagen», wobei die Konstruktion, das Anwendungsgebiet sowie die Vor- und Nachteile verschiedener Brennersysteme zur Sprache kamen und anschliessend weitere sich im Betrieb von Oelfeuerungsanlagen stellende Fragen erörtert wurden. Zum Schlusse konnte die Oelbrennerfabrik der Firma Ing. W. Oertli AG. in Dübendorf besichtigt werden.

An der Heizöl-Tagung vom 24. Mai wies Dr. *H. Ruf* der EMPA in einem einführenden Referat auf die rasch steigende Bedeutung flüssiger Brennstoffe hin und gab dann eine Uebersicht über die zur Beurteilung der Qualität von Heizöl heute eingeführten *Untersuchungsmethoden*. Anschliessend