

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 23 (1931)

**Heft:** 1

**Artikel:** Zur Frage der Lastschiff-Unfälle

**Autor:** Ott, Julius

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-922547>

### **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.](#)

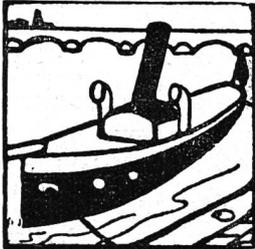
### **Terms of use**

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:** 15.03.2025

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

# SCHWEIZERISCHE WASSER-UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt + Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schiffahrt Rhein-Bodensee  
ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAU, WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT UND BINNENSCHIFFAHRT  
Periodische Beilage «Anwendungen der Elektrizität»



Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH und Ingenieur R. GELPKE in BASEL

Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HARRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in Zürich 1  
Telephon 33.111 + Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich

Alleinige Inseraten-Annahme durch:  
SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. + ZÜRICH  
Bahnhofstraße 100 - Telephon 35.506  
und übrige Filialen

Inserationspreis: Annoncen 16 Cts., Reklamen 35 Cts. per mm Zeile  
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration: Zürich 1, Peterstraße 10  
Telephon 33.111  
Erscheint monatlich  
Abonnementspreis Fr. 18.- jährlich und Fr. 9.- halbjährlich  
für das Ausland Fr. 3.- Portozuschlag  
Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto

Nr. 1

ZÜRICH, 25. Januar 1931

XXIII. Jahrgang

## Inhaltsverzeichnis

An unsere Leser! — Zur Frage der Lastschiff-Unfälle — Ausfuhr elektrischer Energie — Mitteilung der Rhein-Zentralkommission — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband — Schiffahrt und Kanalbauten — Elektrizitätswirtschaft — Warmwirtschaft — Kohlen- und Ölpreise — Anwendungen der Elektrizität: Die Elektrizität in der Wohnkolonie Eglisee-Basel — Elektrifizierte Wohnkolonien in Zürich — Die Werbearbeit der Bernischen Kraftwerke in den letzten Jahren — Der elektrische Ofenanzünder — Neue Anwendung des elektrischen Wärmeschrankes.

### An unsere Leser!

In der Erwägung, daß der Titel unserer Zeitschrift nicht mehr ganz mit deren Inhalte übereinstimmt, haben wir letztes Jahr den Namen abgeändert in „Schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft“.

Es hat sich nun gezeigt, daß das Wort „Elektrizitätswirtschaft“ zu Verwechslungen mit andern, uns nahestehenden Publikationen und zu Unklarheiten unter den Interessenten führen kann.

Wir sehen uns daher veranlaßt, diesem Übelstande durch eine kleine Änderung im Titel zu begegnen. Die Zeitschrift wird fortan den Namen

### Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft

tragen, womit Verwechslungen ausgeschlossen werden und doch die Erweiterung unseres Arbeitsgebietes zum Ausdruck kommt.

Wir benutzen diese Gelegenheit, um auf das Normalformat für Zeitschriften überzugehen, was sicherlich von allen unsern Interessenten begrüßt wird.

Redaktion und Administration  
der „Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft“

## Zur Frage der Lastschiff-Unfälle.

Von Julius Ott,  
Schiffahrt- und Schiffbau-Sachverständiger, Basel.

Im August 1929 wurde in dieser Zeitschrift auf die sich mehrenden Schiffsunfälle auf dem Zürichsee hingewiesen, bei denen die vorgeschriebenen Rettungsmittel durchweg versagten.

Vier Monate später ereignete sich am 12. Dezember 1929 ein Lastschiffunglück auf dem Vierwaldstättersee mit plötzlichem Untergang des Schiffes und dem Verlust von fünf jungen Menschenleben. Augenzeugen zu diesem Vorfall sind keine vorhanden. Am anderen Morgen wurden bei Treib und beim „Schwibbogen“ zwischen Steinbruch Risetten Trümmer der Schiffskabine und des Steuerhauses entdeckt. Später wurde auch das Schiff, in aufrechter Lage auf einer Wassertiefe von etwa 190 m festgestellt. Angestellte Hebungversuche waren ohne Erfolg. Von den fünf untergegangenen Menschen wurde keiner aufgefunden.

Die Besitzerin des Schiffes machte über diesen bedauerlichen Unfall u. a. die folgenden Angaben:

«Das Motorlastschiff wurde 1924 von einer bewährten Schiffswerft nach der auf diesem See üblichen Form mit geschlossenem, wasserdichtem Ladendeck erbaut. Tragkraft 80 Tonnen bei 20 cm Freibord. Am Unglücks-

tage war das Schiff in tadellosem Zustande. Vor wenigen Tagen noch blieb das Schiff über Nacht vollbeladen im Hafen liegen, wobei es sich absolut wasserdicht erwies. Die Besatzung bestand an diesem Tage aus fünf Mann. Geführt wurde das Schiff von einem Schiffmeister, der in den letzten zehn Jahren Gelegenheit hatte, den See mit seinen Stürmen kennen zu lernen.

Nachdem der Sturm sich anzeigte, wurde in Brunnen mit dem Laden von Schotter aufgehört. Das Schiff war wesentlich unter der Marke geladen, vielleicht etwa 60 Tonnen. Daß das Schiff versank, ist für uns unfaßbar. Es scheint festzustehen, daß trotz des Orkans (sogenannte Aarbise, ein Wester, der plötzlich und stark auftritt) das Schiff gute Fahrt machte und schnell vorwärts kam. Bei der Stärke des Sturmes und dem Wirbel durch das sinkende Schiff nützte das vorhandene Rettungsmaterial (Rettungsringe und lose Bretter) nichts, da sich die Mannschaft jedenfalls in der Steuerhütte und in der Kabine befand. Da wegen der eingetretenen Dunkelheit (es muß zwischen 5 und 6 Uhr abends gewesen sein) niemand das Sinken beobachten konnte, wird wohl nie eine Aufklärung der Ursache möglich sein.»

Anerkennenswerterweise ließ die Schiffbesitzerin diesen Unfall nicht auf sich beruhen, sondern sucht immer noch nach Erklärungen und Tatsachen, um in die Lage zu kommen, bei ihren anderen Schiffen und weiteren Neubauten nach Menschenmöglichkeit solchen katastrophalen Ueberraschungen vorzubeugen.

Bei dem vorliegenden Unfall ist nun selbst bei den größten Wellen des Vierwaldstättersees im Verhältnis zur großen Formstabilität der erprobten und üblichen Nauenform, sowie bei der Größe dieses Schiffes, ein Kentern nur durch Welleneinwirkung als ausgeschlossen anzunehmen. Die aufrechte Lage des Schiffes auf dem Seegrund, sowie der scheinbar sehr schnell erfolgte Untergang sprechen ebenfalls für diese Annahme. Bei einem vollständigen Kentern hätte sich der Schiffskörper seiner Deckslast sofort entledigt und wäre durch den neu erhaltenen Auftrieb, der durch das wasserdichte Deck geschützt war, nicht so schnell oder vielleicht überhaupt nicht versunken.

Mit den folgenden Ausführungen wird nun versucht, andere mutmaßliche Ursachen für den schnellen Untergang des Schiffes zu ermitteln und in Zahlenwerte zu fassen. Kleine, oft nicht beachtete Vorfälle genügen, um den bestehenden Stabilitätszustand bei Schiffen um kleine Werte zu verschieben und dadurch ein Spiel zwischen Systemschwerpunkt und Verdrängungsschwerpunkt auszulösen, das erst wieder bei dem neu erreichten Gleichgewichtszustand zur Ruhe kommt. Daß dabei oft die größten Katastrophen mit Verlust vieler Menschenleben und dem Untergang der größten Schiffe auftreten, zeigen die ständig sich ereignenden Schiffsunfälle solcher Art. Bei solchen Ereignissen sind Fernerstehende schnell bei der Hand mit Vorwürfen, wie Trunkenheit, Nachläss-

igkeit usw., während der ernste Techniker seit einigen Jahren immer mehr neue Wege geht, den wahren Ursachen solcher Störungen, oft verbunden mit Zerstörung von Mensch und Werk, durch Theorie und praktische Versuche in technischen Versuchsanstalten nachzuspüren. Scheinbar unbegreifliche Vorkommnisse werden in die einfachsten Vorgänge zerlegt, und die Erklärung von Brüchen bei Maschinenteilen führte zu den neuen Begriffen: innere Reibung, Hysteresis, Wechselbeanspruchung, Altern von Stahl, Ermüdung des Materials, innere Spannungen usw.

Diese Ausführungen werden vielleicht als abschweifend vom Thema empfunden, und doch kann man auf ähnlicher Grundlage auch das Schwimmen eines Schiffes, das Schaukeln eines Schiffes und selbst dessen Kentern und Untergang als ein Spiel des Ausgleiches verschiedener Kräfte erklären, das sich entsprechend der physikalischen Grundgesetze, statisch und dynamisch, bei jeder Zustandsänderung auslöst. Die einzelne Zustandsänderung braucht dabei gar nicht bedeutend zu sein. Das Volk sagt mit Recht: Kleine Ursachen, große Wirkung!

#### Angaben über das verunglückte Schiff.

1924 nach allen Regeln der Kunst aus Holz erstellt, auf dem Vierwaldstättersee erprobter Nautentyp mit geschlossenem, wasserdichten Ladendeck. Hinten der Motorraum mit Treppe von oben, mit 6 Stück, zweiflügeligen Seitenfenstern.

##### Dimensionen:

Länge über alles	25,70 m
Größte Breite	6,03 m
Seitenhöhe von Unterkante Deck bis Oberkante Boden	1,65 m
Windladenhöhe	700 mm
Decksbucht	160 mm
Deckssprung	550 mm
Tragfähigkeit bei 200 mm Freibord	80 t

##### Material:

Tannen-, Lärchen- und Eichenholz.	
Spanten aus Eisen	70 × 70 × 7 mm
Spantdistanz	750 mm
Decksbalken, Eisen	60 × 60 × 7 mm
Decksstützen, Eisen	60 × 60 × 7 mm
Unterer und oberer Längstringer des Gitterwerkes,	
Diagonlträger	70 × 70 × 7 mm
Ecken- und Kreuzbleche	6 mm
Motorhausgerippe	50 × 50 × 6 mm
Boden, Aufzüge, Außenhaut, Deck	50 u. 45 mm dick.

##### Maschine:

Sulzer-Dieselmotor, 2 RW 20, 40/30 e. PS.

Im Maschinenraum eine fest eingebaute Flügelpumpe für Handbetrieb, 2 Zoll lichte Rohrweite, eine Zentrifugalpumpe für Maschinenbetrieb, 2½ Zoll l. Rohrweite.



Abb. 1. Typ; Vierwaldstättersee.

Vermutlicher Zustand des Schiffes bei der Abfahrt in Brunnen.

60 Tonnen Steinschotter entsprechen einer Menge von etwa 37 m<sup>3</sup>, die mit Greifer auf das Schiff geschüttet wurden. Der Böschungswinkel dieses Schüttgutes ist zu 38 Grad angenommen, so daß das Schiff wahrscheinlich auf eine Länge von etwa 12 m von der Maschinenkabine an beladen wurde. Zum Teil reichte die Ladung bis an die Unterkante der Windladen, weiter vorne, bei sich verengender Decksfläche, mag die Ladung an den Windladen etwas höher gelegen haben, um das Schiff auf wagerechte Schwimmlinie zu trimmen.

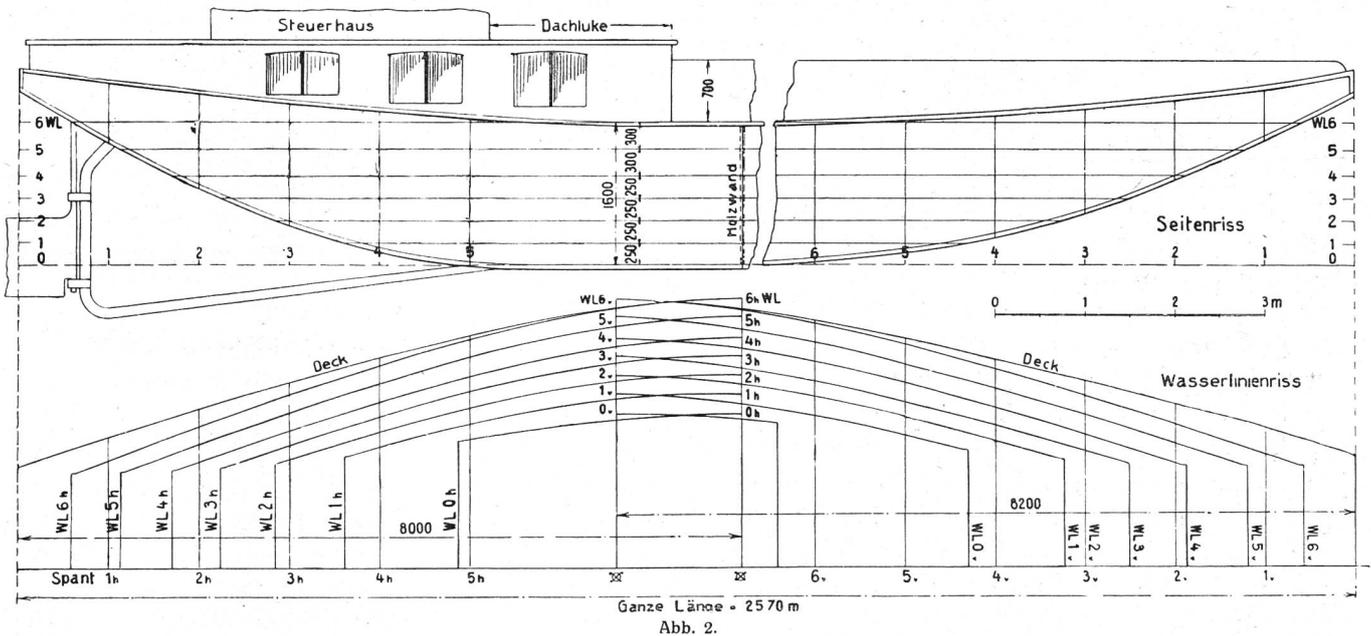


Abb. 2.

Die Anordnung des Ladedecks mit Windladen, mit Motorkabine und Steuerhaus ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Abb. 2 zeigt die verschiedenen Formen des Vor- und Hinterschiffes. In Abb. 3 sind das Hauptspant mit Vorder- und Hinterschiffspannen widergegeben. Da keine Zeichnungen von der Bauwerft vorlagen und nur einige Stichmaße bekannt waren, mußte die Schiffsforn neu durchkonstruiert werden.

Die Flächeninhalte der einzelnen Wasserlinien, 0 bis 6, sind in dem Berechnungsdiagramm, Abb. 4 eingetragen, ferner die Wasserverdrängungen bis zu diesen Wasserlinien und die statischen Momente der einzelnen Verdrängungen. Die vierte Kurve des Diagrammes gibt die Höhenlage der Verdrängungsschwerpunkte. Die Abstände von der betreffenden Wasserlinie sind darauf in horizontaler Richtung abgesetzt.

Bei dem Freibord von 20 cm ergibt sich nach Abb. 4 eine

Wasserverdrängung von	122,4 t
Die Tragfähigkeit bei diesem Tiefgang	80,0 t
Schiffsgewicht mit Maschine, Ausrüstung usw.	<u>42,4 t</u>

Gewichtsschwerpunkt des beladenen Schiffes:

	Gewichte	© üb. Unterk. Boden	Moment
Schiffskörper	39,2 t	1,01 m	39,6 m/t
Motor, Getriebe usw.	3,2 t	0,87 m	2,8 m/t
Ladung	60,0 t	2,40 m	144,0 m/t
Schiff abfahrtbereit	<u>102,4 t</u>	<u>1,82 m</u>	<u>186,4 m/t</u>

Spantenriss

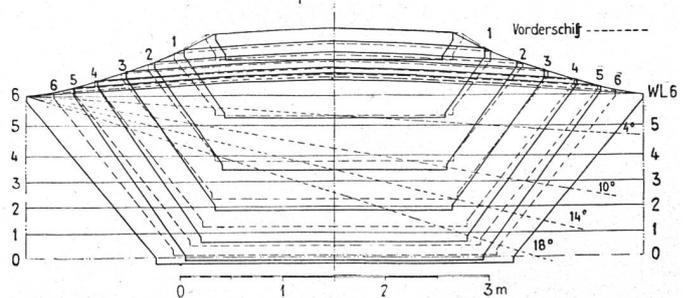


Abb. 3.

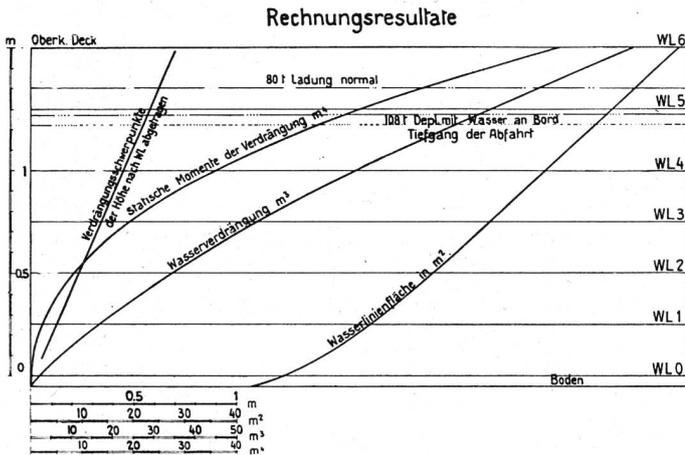


Abb. 4.

Die Berechnungen ergeben bis Oberkante Deck über Außenhaut eine Verdrängung oder

Deplacement von	146,9 t
Deplacement bei der Abfahrt	102,4 t
<u>Reserve-Schwimmkraft</u>	<u>44,5 t</u>

bei einem Freibord von 38 cm.

Eine Skizze zu diesem Beladungszustand gibt die Abb. 5. Auf dem Vorderschiff blieb zwischen den Windladen noch eine freie Decksfläche von ca. 21 m<sup>2</sup>.

Mit Stabilität benennt man die Fähigkeit eines Schiffes, aus einer geneigten Lage von selbst wieder in die aufrechte Lage zurückzukehren. Von den vier Skizzen in Abb. 6 zeigt nur Skizze b einen Zustand von Stabilität. Die Schwerpunktlagen bei a und d ergeben indifferentes Gleichgewicht und Skizze c zeigt labiles Gleichgewicht des Schiffes, d. h. der Drehungssinn des auftretenden Kräftepaars wirkt umstürzend, kenternd. Zieht man durch die neuen Formschwerpunkte F φ (Formschwerpunkt bei einer Neigung) eine Senkrechte, so schneidet diese die durch den Gewichtsschwerpunkt G gehende Mittellinie in einem Punkt M, genannt Metazentrum des Schiffes.

Die Entfernung  $\overline{MG}$  heißt die metazentrische Höhe. Das Schiff besitzt nur Stabilität, so lange

Ladung und Spritzwasser

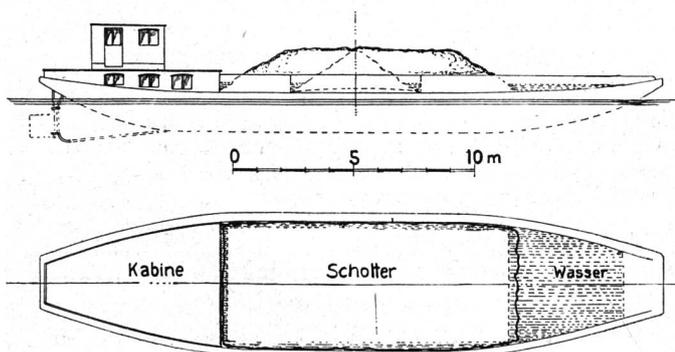


Abb. 5.

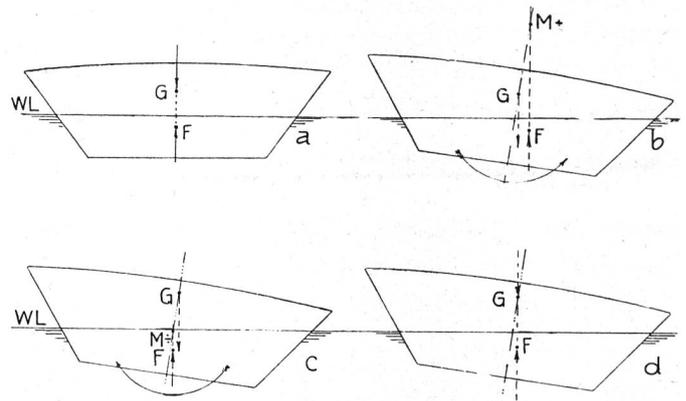
das Metazentrum über dem Gewichtsschwerpunkt liegt. Fällt es unter G, so ist Gefahr des Kenterns vorhanden. Je höher es über dem Deck liegt, desto schwerer wird das Schiff kentern. Mit den verschiedenen Schiffsneigungen ändert sich natürlich, je nach der Form des eingetauchten Schiffes, auch die Lage des Formschwerpunktes und damit auch die Höhe des entsprechenden Metazentrums.

Das statistische Moment des aufrichtenden Kräftepaars ist nun bei sehr kleinen Neigungswinkeln

$$St = P \times \overline{MG} \times \sin \varphi \quad (P = \text{Displacement})$$

Die Strecke  $\overline{MG}$  oder die metazentrische Höhe ist daher ein Maß für die Größe der vorhandenen Stabilität.

Um für die Größe der Stabilität des von Brunnen weggeführten Schiffes einen Zahlenwert zu erhalten, genügt zur Berechnung die Genauigkeit der Normandschen Annäherungs-



Spiel der Schwerpunkte

Abb. 6.

formeln, da nach dem Untergang des Schiffes und auf Grund des mutmaßlichen Ladezustandes auch der Gewichtsschwerpunkt nicht mehr auf den cm genau festzustellen ist.

Die Höhe des Metazentrums über dem Formschwerpunkt ist:

$$\overline{MF} = [0,008 + 0,0745 \left(\frac{W}{L \cdot B}\right)^2] \times \frac{B^3 \cdot L}{V} \quad \text{wobei:}$$

W = Wasserlinienfläche	= 109,70 qm
L = Länge in der WL	= 23,00 m
B = Breite in der WL	= 5,47 m
V = Wasserverdrängung	= 102,40 t

bei 1,28 m Tiefg.

$\overline{MF}$ , Metazentrum über Formschwerpunkt	= 2,38 m
F über Unterkante Schiffsboden	= 0,73 m
Metazentrum über Unterkante Schiffsboden	= 3,11 m
Gewichtsschwerpunkt G über Unterk. Boden	= 1,82 m
$\overline{MG}$ = metazentrische Höhe	= +1,29 m

Erfahrungswerte für  $\overline{MG}$  für Schiffe in beladenem und seefertigen Zustand sind:

Für große Schnelldampfer	0,2 bis 0,5 m
» kleine Frachtschiffe	0,3 bis 0,7 m
» kleine Revierschiffe	0,5 bis 1,0 m

Für vollbesetzte Bodensee-Personenschiffe wird nach dem Uebereinkommen mit Bern 1902 zum Beispiel eine metazentrische Höhe von mindestens 0,25 m noch als genügend erachtet.

Die Untersuchungen über den Zustand des Schiffes bei seiner letzten Abfahrt ergeben somit:

1. Das Schiff, noch nicht alt, war von starker, bewährter Bauweise, und in gutem, betriebsfähigem Zustand, eingeschlossen Maschinenanlage, die ohne Zweifel den Sturmeinwirkungen gewachsen waren.

2. Die Besatzung war mehr als vorschriftsgemäß, so daß für notwendig werdende Bordarbeiten genügend Mannschaft da war.

3. Die Beladung reichte 18 cm unter den üblichen Freibord. Das Verhältnis zwischen Schwimm- und Reservedeplacement erhöhte sich dadurch auf 1 : 0,435 und ist als überaus genügend zu bezeichnen.

4. Die Stabilitätsverhältnisse waren sehr günstig und lagen weit über den sonst üblichen unteren Grenzen.

#### Benehmen des Schiffes im Wellengang.

Durch einen hohen Freibord wird ein Schiff im Wellengang in seiner Seetüchtigkeit günstig beeinflusst. Er sichert dem Schiff die nötigen Abwehr-Bewegungen gegen Ueberborden der Wellen in der Quer- und Längsrichtung. Je größer die Reserveschwimmkraft an den von den Wellen getroffenen Schiffsteilen, desto schneller wird sich das Schiff an dieser Stelle in der ansteigenden Welle heben und ein Fluten der Welle auf das Schiff verhindern.

Reserveschwimmkraft war in verhältnismäßig großem Ausmaß vorhanden. Es ist deshalb kaum denkbar, daß die selbst außergewöhnlich hohen Sturmwellen das Schiff ernstlich gefährden konnten. Die dynamischen Auswirkungen der Schiffsform und der Reserveschwimmkraft hätten bei stillstehender Maschine das „Abreiten“ eines noch viel heftigeren Sturmes ermöglichen müssen.

Bei dem in verhältnismäßig kurzen Wellen aufgewühlten See bildeten sich beim Anprall an die Schiffe jedoch heftige Spritzer, die bei gleichzeitig unterwegs befindlichen Schiffen so heftig auftraten, daß Fensterscheiben des höher gelegenen Steuerhauses zertrümmert wurden. Solche Spritzer wurden natürlich auch

bei diesem Lastschiff an Bord gejagt. Ein schnelles Abfließen dieser nicht unbedeutenden Spritzwassermengen war jedoch bei den dichten Windladen mit dem anliegenden Schotter kaum möglich. Sie sammelten sich nach und nach zwischen Ladung und Maschinenkabine, ferner zu beiden Seiten der Ladung und zur Hauptsache auf der vorderen, ebenfalls noch von Windladen eingeschlossenen freien Deckfläche.

Bei dem verlangsamten oder vielleicht durch die Ladung ganz verunmöglichten Abfluß ist bei schnell aufeinander folgenden Spritzwellen, gleichgültig ob von vorne oder von der Schiffsseite, leicht eine größere Wasseransammlung für kurze Augenblicke entstanden. Falls diese nur eine mittlere Höhe von vielleicht 34 cm erreichte, so ergab das schon eine Wassermenge von 8,6 t Gewicht. Davon entfielen etwa 7,1 t allein auf die vordere Deckfläche.

Die Mannschaft wird sich bei der Dunkelheit auf dem See im Steuerhaus und in der Maschinenkabine aufgehalten haben und würde, auch wenn sie diese zeitweisen Wasseransammlungen bemerkt hätte, darin keine Gefahr für das Schiff erblickt haben. Auch den praktischen Schiffsleuten ist die Einwirkung solcher an und für sich kleinen Mengen losen Wassers an Deck, wegen Nichtkennens der Schiffstheorie, meistens nicht genügend bekannt.

Wie die folgende Rechnung zeigt, hat das angesammelte Spritzwasser ja auch nur wenig Einfluß auf die Lage des Gewichtsschwerpunktes.

	Gewicht	© üb. Boden	Moment
Bei der Abfahrt	102,4 t	1,82 m	186,4 m/t
Spritzwasser	8,6 t	2,08 m	17,9 m/t
Schiff mit			
Spritzwasser:	111,0 t	1,84 m	204,3 m/t

Der Leser dieser Zeilen hat vielleicht einmal Gelegenheit gehabt, mit einem anderen zusammen einen Zuber mit Wasser, oder vielleicht mit Wein tragen zu müssen. Er erinnert sich vielleicht auch noch der Schwierigkeit, von der Flüssigkeit nichts zu verschütten, weil sie sich, je nach der Abstimmung in der Gangart mit seinem Partner, in dem Zuber sehr ungebärdig benahm. Ein solches Benehmen ist nun auch losen Wassermengen eigen, die sich auf dem Schiffsdeck event. ansammeln und damit auf die Schiffsstabilität sehr ungünstig wirken, mitunter, wie viele Fälle aus der Schiffspraxis beweisen, die Stabilität ganz vernichten

und das sonst stabile Schiff zum Kentern und zum Untergang bringen.

Im folgenden soll nun die Einwirkung der erwähnten Spritzwassermenge untersucht und mit einem Zahlenwert festgelegt werden. Bei den starken Schlingerbewegungen des Schiffes wird kaum die angenommene Wassermenge von 8,6 t bei der Schräglage an Bord verbleiben, sondern über die Windladen wieder außerbords geflutet sein, so daß das Gesamtdeplacement von 111 t sich auf etwa 108 t reduzierte, die den folgenden Berechnungen zu Grunde gelegt wurden.

Der Abstand des Metazentrums vom Formschwerpunkt ist nun

$$\frac{\text{Trägheitsmoment der WL}}{\text{Verdrängung}} = \frac{\frac{2}{3} \int_0^L y^3 dx}{V}$$

Um den Einfluß von losem Wasser im Schiff oder auf Deck zu werten, muß das Trägheitsmoment der freibeweglichen Wasseroberfläche von dem Trägheitsmoment der gesamten Schiffswasserlinie in Abzug gebracht und das so verminderte Trägheitsmoment in die Formel eingesetzt werden.

Die vorher angewandte Normandsche Annäherungsformel gestaltet sich demnach für den reduzierten Wert  $\overline{\text{MFr}}$  =

$$\overline{\text{MFr}} = \frac{[0,008 + 0,0754 \times \left(\frac{W}{L \cdot b}\right)^2 - \left(\frac{w}{l \cdot b}\right)^2] \times (B^3 \times L - b^3 \times l)}{V}$$

wobei: (vgl. Abb. 4 und 5)

$$\begin{array}{ll} W = 111,80 \text{ qm} & w = 21,00 \text{ qm} \\ L = 23,29 \text{ m} & l = 5,50 \text{ m} \\ B = 5,51 \text{ m} & b = 5,00 \text{ m} \\ V = 108 \text{ t bei } 1,33 \text{ m Tiefgang.} \end{array}$$

$$\overline{\text{MFr}}, \text{ Metazentrum über Formschwerpunkt} = 0,621 \text{ m}$$

$$F \varphi \text{ über Unterkante Schiffsboden} = 0,765 \text{ m}$$

$$\text{Metazentrum über Unterkante Schiffsboden} = 1,386 \text{ m}$$

$$\text{Gewichtsschwerpunkt } G \text{ üb. Unterk. Boden} = 1,840 \text{ m}$$

$$\overline{\text{MG}} = \text{reduzierte metazentrische Höhe} = -0,454 \text{ m}$$

Im Vergleich mit dem Zustand bei der Abfahrt hat sich die aufrichtende metazentrische Höhe von +1,29 m durch den Einfluß des sich frei an Deck beweglichen Spritzwassers in den, das Schiff umstürzenden, kenternden Wert von -0,454 m verändert.

Wenn auch die Normandschen Annäherungsformeln nur angenäherte, also keine absolut genauen Werte ergeben, so zeigt doch deren Anwendung für diese beiden Fälle ohne Zweifel deutlich genug die stabilitätsvernichtende Auswirkung von frei beweglichen Wassermengen im Schiff oder an Deck.

Zur Ueberprüfung dieser Feststellung wird nun die Annahme vorausgesetzt, daß das Schiff mit seiner negativen metazentrischen Höhe nicht sofort kentert, sondern beim Eintauchen, z. B. bis zur Decksoberkante mit seiner Neigungsbewegung wieder zum Stillstand kommt, entsprechend dem Schema über das Spiel der Schwerpunkte in Abb. 6 Skizze d.

#### Das Schiff mit verminderter Stabilität.

Um die Schräglage, resp. den Neigungswinkel zu finden, den dieses Schiff beim Eintauchen der Decksoberkante mit einem Deplacement von 108 t einnimmt, wurden im Spantenriß (Abb. 3) die durch die Decksoberkante gehenden Wasserlinien bei 0, 4, 10, 14 und 18 Grad eingezeichnet und die betreffenden Spantenskalen ausgezeichnet. Ihr Inhalt ist gleich dem Rauminhalt der Verdrängungen bei den zu Grunde gelegten Neigungswinkeln.

Bei 0 Grad Neigung muß natürlich die erhaltene Verdrängung das gleiche Resultat geben, wie die schon durchgeführte Berechnung mit Hilfe der Wasserlinienflächen.

Nach Wasserlinien berechnet (Abb. 4) ergab die Verdrängung bis Oberk. Deck 146,9 m<sup>3</sup>, nach den Spantflächen berechnet = 146,4 m<sup>3</sup>. Differenz rund 0,34 %.

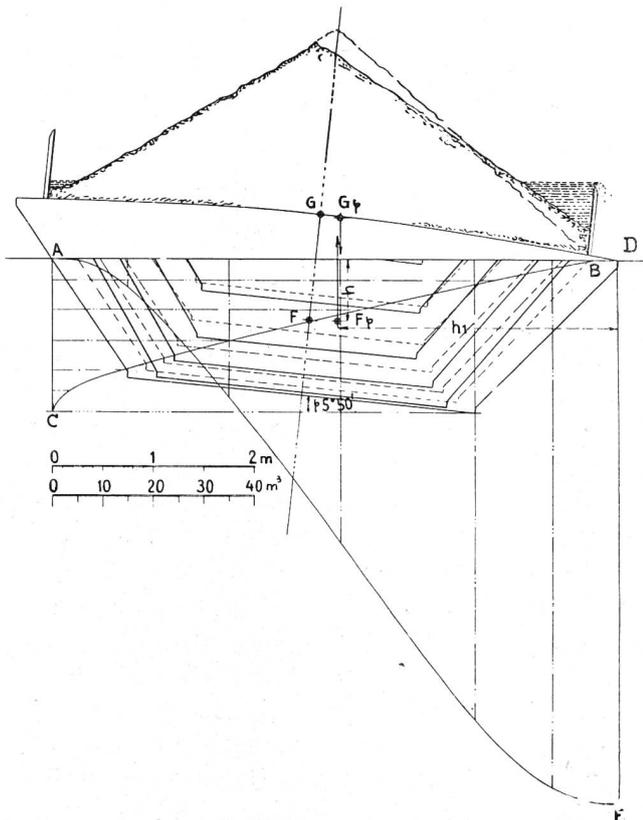
Aus der Verdrängungskurve für Eintauchungen bis Seite Deck bei Neigungen von 0—18 Grad wurde für die Verdrängung vom Schiff mit Spritzwasser = 108 t, eine Neigung von 5° 50' festgestellt. Die Spantenskalen und Verdrängungskurven bei Neigungen sind hier wegen Raummangel nicht wiedergegeben.

Zur Ermittlung des Formschwerpunktes wurden in Abb. 7 die einer Neigung von 5° 50' entsprechenden Verdrängungs-Integralkurven in vertikaler und horizontaler Richtung ausgezeichnet. Die von den Linien ABC und DEA eingeschlossenen Flächen geben die statischen Momente der Verdrängungen in bezug auf die Linien AB und DE. Die entsprechenden Schwerpunktabstände  $h$  und  $h_1$  sind somit

$$\frac{\text{Fläche ABC}}{\text{Linie AB}} \text{ und } \frac{\text{Fläche DEA}}{\text{Linie DE}}$$

Der Kreuzungspunkt dieser beiden Abstände ergibt den neuen Formschwerpunkt  $F \varphi$ . Es muß dabei  $AB = DE = V = 108 \text{ t}$  sein.

Bei der neuen Gewichtsschwerpunktlage  $G \varphi$

Abb. 7. Schwerpunktsverschiebung bei einer Schlagseite von  $5^{\circ} 50'$ .

ist zu beachten, daß ein Teil der Ladung gegen die tiefergelegenen Windladen abfiel und damit den Abfluß des Wassers vom Vorderdeck erst recht verhinderte.

Nach dem in Abb. 7 eingetragenen Spiel der Schwerpunkte ergibt sich immer noch ein kenterndes Kräftepaar, wenn auch nur mit dem kleinen Hebelarm von 30 mm, so daß das Schiff wohl eine Neigung von rund 6 Grad erlitten haben wird.

Wenn auch die Zahlenangaben und Rechnungsergebnisse keinen Anspruch auf große Genauigkeit besitzen, so ergeben die Resultate dieser zwei verschiedenen Rechnungswege doch einen sicheren Beweis, daß durch den Einfluß von losem Wasser an Deck, über dessen wirkliche Ansammlung kein Zweifel besteht, das Schiff einseitig bis mindestens Oberkante Deck zur Eintauchung kam und die anfangs vorhandene große Stabilität vernichtet wurde.

#### Durch die schiefe Schiffs-lage erhöhte Gefahrmomente und Untergang.

Die drei viereckigen Fenster der Maschinenkabine, mit einer Glasfläche von zusammen etwa 1,2 qm befanden sich mit ihrer Unterkante bei dieser Schiffsneigung in stillem Wasser nur noch 0,32 m über der Wasserlinie. Bei dem Sturm und dem starken Schlingern des Schiffes

sind die Scheiben dieser Fenster wahrscheinlich von einer heftigen Welle plötzlich zertrümmert worden. Auch ist anzunehmen, daß in demselben kritischen Moment noch Wasser von oben durch die Decksluke in den Maschinenraum hineingeschleudert wurde. Diese in das Schiff eingedrungenen, losen und nicht unbedeutenden Wassermengen verschlechterten wiederum die Stabilität in der schiefen Lage, so daß bei den in Sekunden sich wiederholendem Anprall weiterer Wellen die Maschinenkabine noch mehr mit Wasser füllte. Die Mannschaft muß dabei vollständig überrascht worden sein. Die Reserveschwimmkraft von kaum mehr als 35 t war ebenso wie die Stabilität in einigen Sekunden vollständig vernichtet. Das Schiff mußte also sinken, wahrscheinlich, einmal unter Wasser, nur langsam und sich unter dem Einfluß der Schiffsform wieder aufrichtend. Die hölzerne Schottwand der Maschinenkabine war kaum als wasserdicht anzusprechen und wäre auch in diesem Falle bald geborsten, da sie schon bei 20 m unter Wasser einem Druck von 133 t und bei 50 m Wassertiefe einem solchen von 343 t ausgesetzt wurde. Wahrscheinlich wird das Schiff, mit einer Teilladung an Deck weiter geschüttelt sein, bis es auf dem Seegrund in 190 m Wassertiefe angelangt war.

#### Die Häufigkeit solcher Unfälle.

Der Schiffspraktiker begegnet nun solchen Unfällen, die im Grund nur aus Kleinigkeiten hervorgehen, sehr oft. Das Schiff ist wahrscheinlich nur an Spritzwasser zugrunde und mit Mann und Maus untergegangen.)\*

Als in den Jahren 1895—1909 30 deutsche Fischdampfer nach starken Nordseestürmen verschollen blieben, also nicht durch Scheitern oder sonstige Unfälle verloren gingen, ergoß sich eine Flut von Mutmaßungen und Vorschlägen über die betroffenen Kreise. Als größtes Gefahrmoment bei diesen Schiffen wurde dann die geringe Abflußmöglichkeit des überkommenden Wassers bei Stürmen ganz richtig erkannt. Es wurde dann die Vorschrift erlassen, das Schanzkleid dieser Schiffe, was für die Nauen wasserdichte Windladen sind, mindestens 900 mm hoch zu machen und Wasserpforten mit einem Gesamtquerschnitt von minde-

\*) Vgl. Ausführungen desselben Verfassers: Zeitschrift Schiffbau, Berlin, 1910, Beitrag zur Berechnung der Querstabilität von Schiffen. Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellschaft, Berlin, 1920, S. 503. Schweiz Bauztg., Jan. 1928, S. 40.

stens 0,06 qm pro laufenden Meter der Länge vorzusehen, auf jeder Schiffsseite. Die Wasserabflüsse müssen also über die ganze Länge verteilt sein und in ihrem Totalquerschnitt mindestens 15 % der Schanzkleidfläche (resp. Windladenfläche) ausmachen.

Daß dem Einfluß von freiem Wasser an Deck von Schiffen immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, zeigen die zur Zeit im Schiffbaulaboratorium der Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg in Durchführung befindlichen Modellversuche.

Diese Versuche an Schiffsmodellen bestätigen den schädlichen Einfluß von Wasser auf Deck vollauf. Ein Schiffsmodell von hohem Freibord fällt nach dem Aufgießen von Wasser auf einen Teil der Deckfläche mit einem Ruck plötzlich heftig auf die Seite und behält nach geringem Aufrichten eine erhebliche Schlagseite bei, bis das Deckwasser durch das nicht ganz dicht haltende Schanzkleid abgelaufen ist, während bei entferntem Schanzkleid man das freie Deck ständig mit Wasser begießen kann, ohne daß das Schiff merkliche Bewegungen zeigt.

#### Sicherungen gegen solche Unfälle.

Um gegen solche Unfälle, wie das hier behandelte Schiffsunglück, menschenmöglich gesichert zu sein, ist in erster Linie für ausgiebige Abflußmöglichkeit von Deckwasser zu sorgen. Eine Sturzwelle muß beinahe ebenso rasch das Schiff wieder verlassen können, wie sie an Bord geworfen wurde. Diese Abflußmöglichkeit muß natürlich auch noch bei eventuell übergegangener Schiffsladung bestehen bleiben, was durch entsprechende Einrichtungen des Schanzkleides oder der Windladen erzielt werden kann.

Schiffsfenster, nahe der Wasserlinie gelegen, rund oder viereckig, sollen möglichst dicke Glasscheiben erhalten und wasserdicht ver-

schließbar oder verschraubbar sein. Besondere Fensterdeckel oder ähnliche lose Vorrichtungen haben wenig praktischen Wert, weil oft gerade in kritischen Fällen bei plötzlich auftretendem Unwetter diese Deckel nicht bei der Hand sind, und bei stark bewegtem Schiff und kleiner Besatzung, die durch die Navigierung genug beansprucht wird, gar nicht erst richtig angebracht werden können. Sie wirken genau so wie die schweren Rettungsringe, die in Städten an unsern schnell fließenden Gewässern aufgehängt sind, deren Gewicht jedoch oft schon für eine Wurfweite von etwa 2—3 m viel zu groß ist.

Bei den Ledischiffen auf dem Zürichsee ist die Gefahr von Deckwasser insofern ausgeschlossen, da diese Schiffe ihre Ladung nicht auf dem Deck, sondern in den Schiffsraum hinein erhalten, wie aus Abb. 8 ersichtlich ist, die ein Kiesschiff bei der Durchfahrt durch den Rapperswiler Seedamm zeigt. Es kann sich jedoch neben der Ladung auch Spritzwasser mit freier Oberfläche ansammeln. Bei diesen Schiffen ist die Ursache ihres Unterganges wahrscheinlich das Vollschiessen des nicht ganz ausgefüllten Laderaumes. Das immer erneute Ueberbordkommen von Wellen führt schließlich zur Vernichtung jeder Reserveschwimmkraft. Ist dieser Moment erreicht, so ist auch der Moment des Unterganges gekommen. Der neueste Unfall dieser Art, vom 5. Juli v. J. auf dem Zugersee, wird so ähnlich verlaufen sein. Während eines Sturmes versank das betreffende Motorlastschiff auf 8 m Wassertiefe beim Ausladen an Land. Die Mannschaft konnte sich retten. Solchen Gefahren sollten die Schiffe jedoch nicht ausgesetzt werden, denn der Schiffbautechnik ist es ein Leichtes, durch hohen Freibord oder hohe Luksülle und andere Vorkehrungen diese Schiffe betriebssicherer zu bauen. Diese

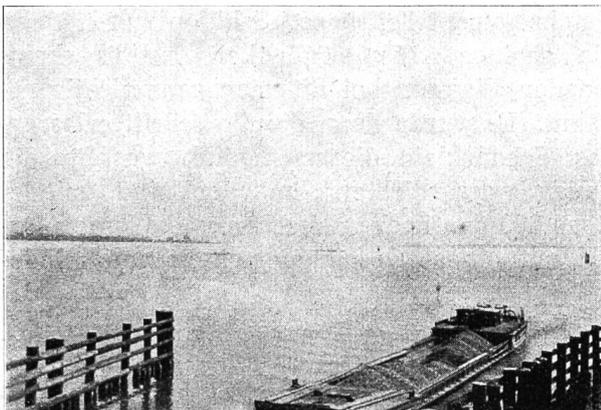


Abb. 8. Alter Typ: Zürichsee.

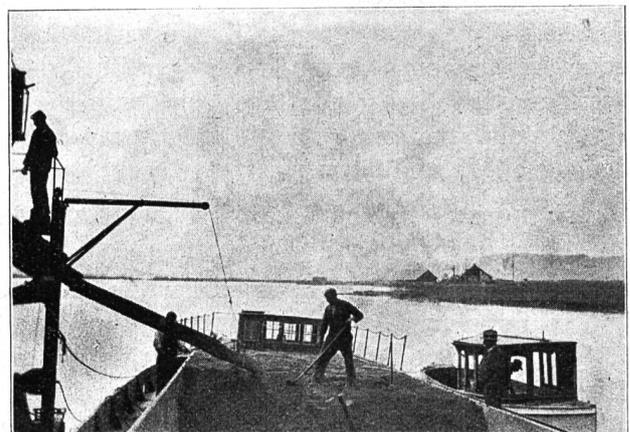


Abb. 9. Neuerer Typ: Zürichsee.

alte, ungesicherte Form führte vor 30 Jahren, als diese Lastschiffahrt noch mit Ruder und Segel betrieben werden mußte, nicht zu so häufigen Unfällen, weil die Schiffe bei aufkommenden Unwettern ohne weiteres ans Ufer geweht wurden, die Mannschaft konnte die Schiffe auf dem See nicht mehr handhaben. Heute fährt man jedoch mit einem 40pferdigen Motor lustig darauf los, körperliche Anstrengungen der Mannschaft sind ausgeschaltet, dafür muß das Schiff selbst erhalten, wird größerem Wellengang und größeren Beanspruchungen ausgesetzt, hat aber in den meisten Fällen dagegen keine Sicherungen erhalten, die beim Einbau von Motorkraft damit parallel vorgenommen werden sollten.

Einige wenige Verbesserungen sind allerdings, wie Abb. 9 zeigt, schon angestrebt worden. Das Bild zeigt eines der neuesten Zürichsee-Motorlastschiffe bei der Beladung. Der Schiffskörper und der Silo für die Ladung sind ganz aus Eisen, gegenseitig unter sich wasserdicht abgeschlossen, mit besonderen Pumpvorrichtungen. Immerhin dürften auch bei diesem Schiff, nach den Erfahrungen auf dem Vierwaldstättersee, im Schanzkleid größere Oeffnungen für ungehemmteren Abfluß von Deckwasser angeordnet werden.

### Ausfuhr elektrischer Energie

Herrn Erennio Clericetti in Lugano wurde am 10. Dezember 1930 die Bewilligung Nr. 114 zur Ausfuhr von max. 1 kW elektrischer Energie nach Erbone (Italien) erteilt. Die Bewilligung Nr. 114 ersetzt die am 31. Dezember 1930 dahinfallende, auf dieselbe Quote lautende Bewilligung Nr. 49 und ist gültig bis 31. Dezember 1940.

Der Stadt Genf wurde unterm 30. Dezember 1930 die vorübergehende Bewilligung V 38 erteilt, über den Rahmen der bestehenden Bewilligung Nr. 107 hinaus max. 1500 kW elektrischer Energie, die sie aus den Anlagen der S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse in Lausanne bezieht, während 24 Stunden des Tages an die Etablissements Bertolus, Paris, nach Bellegarde (Frankreich) auszuführen. Die Bewilligung V 38 ist gültig vom 1. bis 31. Januar 1931.

Der Schweizerischen Kraftübertragung A. - G. in Bern (SK) wurde die vorübergehende Bewilligung (V 37) erteilt, max. 8000 kW Ueberschußenergie an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A. - G. in Karlsruhe (Badenwerk) auszuführen. In der Zeit von Samstag 12 Uhr über Sonntag bis zum darauffolgenden Montag 6 Uhr darf die Gesamtausfuhr ans Badenwerk die gemäß bestehender vorübergehender Bewilligung V 35 zur Ausfuhr bewilligte Leistung von max. 10,000 kW nicht überschreiten. Die vorübergehende Bewilligung V 37 ist gültig bis 31. März 1931.

### Mitteilungen der Rhein-Zentralkommission

**Mitteilung der Rhein-Zentralkommission.** Das Sekretariat der Zentral-Kommission für die Rheinschiffahrt in Straßburg ersucht um folgende Korrektur in seiner Mitteilung No. 38 vom 25. Dezember 1930, erschienen in der Dezemberrummer 1930 dieser Zeitschrift.

Seite 208, Abschnitt: «Brücke von Arnheim», Absatz 1 muß lauten:

«1. Während der Ausführung der Arbeiten soll für die Schiffahrt eine Oeffnung von 60 m Breite zwischen den Gerüsten angelegt werden. Diese Oeffnung wird unter der 20,20 m + N. A. P. angenommenen Linie so frei gehalten werden, daß eine lichte Höhe über dem höchsten schiffbaren Wasserstand von mindestens 7,60 m bleibt.»

### Schweiz. Wasserwirtschaftsverband

**Bericht über die XI. öffentliche Diskussionsversammlung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes vom 29. November 1930 in Olten.**

#### Fischwege an Wehren und Wasserwerken in der Schweiz.

Anwesend sind etwa 60 Mitglieder und Gäste. Vertreten sind:

Das eidg. Departement des Innern und Amt für Wasserwirtschaft.

Kantonsregierungen: Basel-Land, Basel-Stadt, Zürich, Schaffhausen, Aargau, Thurgau, Solothurn, Nidwalden, Bern, Schwyz.

Kraftwerke: Motor-Columbus A.-G., Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, E. W. der Stadt Bern, Kraftwerke Ryburg-Schwörstadt, Lonza, Basel, E. W. Olten, Aarburg, Bernische Kraftwerke, E. W. Wynau, E. W. der Stadt Basel, E. W. der Stadt Thun, Centralschweizerische Kraftwerke, Nordostschweizerische Kraftwerke Baden.

Unternehmungen und Firmen: Brown-Boveri & Co., Dr. G. Lüscher, Aarau; Cellulose-Fabrik, Attisholz; Buß A.-G., Basel; Engelberg-Bahn.

Fischereiverbände: Schweiz. Fischereiverein, Fischereiverein Olten, Fischereiverein Fricktal.

Presse: Neue Zürcher Zeitung; Basellandschaftliche Zeitung; Schweiz. Fischereizeitung; National-Zeitung, Basel; Schweiz. Mittelpresse, Bern.

Vorsitz: Ständerat Dr. O. Wettstein, Sekretär: Ing. A. Härry.

Entschuldigungen sind eingegangen von:

Dr. Surbeck, eidg. Fischereinspektor, Bern.

Kantonsregierungen: Kanton Genf, Wallis, Neuchâtel, Genève. Oberreg.-Rat Staidle, München. Ministerialrat Sterner, München. Ministerialrat Koch, Karlsruhe.

Ständerat Dr. O. Wettstein begrüßt die Versammlung. Er weist darauf hin, daß wir das erste Mal 1917, als wir uns mit dieser Frage befaßten, noch lange nicht die Erfahrungen hatten, über die wir heute verfügen. Es war an der Zeit, das Problem wieder einmal aufzugreifen und es eingehend zu behandeln. Herr Prof. Fehlmann, Dozent für Fischerei an der E. T. H., hat über dieses Gebiet eingehende Studien gemacht, über die er uns heute berichten wird.

Prof. Dr. Fehlmann, Dozent für Fischerei an der E. T. H., hält hierauf seinen Vortrag mit Lichtbildern über: