

# Zum Problem des Verlegens von Rohrleitungen unter Wasser

Autor(en): **Straub, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49882>

## **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: Zum Problem des Verlegens von Rohrleitungen unter Wasser. — Fragen des Wasserrechts, der Wasser- und Energiewirtschaft. — Neue Personenwagen auf dem schweizerischen Automarkt. — Vom Architektenhonorar für nicht ausgeführte Projekte. — Zur Frage der Passstrassen Glarus-Graubünden. — Mitteilungen: Neuerungen im Offert-

wesen des Kachelofengewerbes. Zürcher Kantonsparitalbauten. Neubau des Hotel Storchen in Zürich. Kirchenglockengeläute ohne Glocken. Bauten am Bellevueplatz. — Wettbewerb: Töss-Brücke bei Winterthur. — Nekrologe: Paul Ostertag. — Mitteilungen der Vereine.

Band 112

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 3

### Zum Problem des Verlegens von Rohrleitungen unter Wasser

Von Dipl. Ing. HANS STRAUB, Rom

Die in neuester Zeit sich häufig stellende Aufgabe, an offenen Reeden Lösch- oder Verladeeinrichtungen für flüssige Brennstoffe zu schaffen, erfordert das Verlegen von Rohrleitungen in grösseren Wassertiefen. Während in Fällen, wo Unterwasserleitungen keinen Ueberdruck auszuhalten haben, oder wenn keine absolute Dichtigkeit gefordert wird, wie bei Trinkwasserentnahme- oder Abwasserleitungen, die einzelnen Rohrstücke gelenkig verbunden sein können<sup>1)</sup>, ist dies bei Oelleitungen, die absolut dicht sein müssen, nicht möglich. Da das Zusammensetzen der einzelnen Rohrstücke unter Wasser, durch Taucher, äusserst kostspielig ist und es andererseits bei längeren Leitungen ausgeschlossen ist, diese fertig montiert auf dem Meeresgrunde gleitend an Ort und Stelle zu ziehen, wird wenn möglich gerne folgendes Verfahren gewählt:

Die einzelnen Rohrstücke werden am Festland mittels Flanschen, Schweissen oder durch ein anderes Verfahren zusammengesetzt. Während hinten neue Rohrstücke angefügt werden, wird der fertige Teil der Leitung, deren vorderes Ende durch einen aufgeschraubten Deckel verschlossen ist, auf die Wasserfläche hinausgezogen. Wenn die ganze Länge der Rohrleitung auf dem Wasser schwimmt, kann mit dem Absenken begonnen werden, indem, von einem der beiden Enden (praktisch dem äusseren) ausgehend, das Rohrinnere mit Wasser angefüllt wird. Um während dieses Vorganges Ueberbeanspruchungen des Rohrmaterials zu vermeiden, ist es notwendig, sich über die während des Absenkens auftretenden Spannungen Rechenschaft zu geben, was wie folgt geschehen kann.

**Formulierung des Problems.** Es werde das zwischen dem schon auf dem Boden aufliegenden und dem noch auf der Wasseroberfläche schwimmenden Teil der Rohrleitung befindliche Zwischenstück betrachtet. Wenn der Rohrdurchmesser im Verhältnis zur Wassertiefe relativ klein ist, können die auf das betrachtete Zwischenstück wirkenden äusseren Kräfte wie in Abb. 1 dargestellt angenommen werden. Wir bezeichnen mit:

- $p$  das Gewicht pro Längeneinheit des im Wasser schwebenden, innen mit Wasser gefüllten Rohres (= Rohrgewicht weniger Auftrieb des durch die Rohrwandung verdrängten Wassers);
- $q$  den Auftrieb des luftgefüllten Rohres pro Längeneinheit (= Auftrieb des gesamten verdrängten Wassers weniger Rohrgewicht);
- $R$  die von unten nach oben gerichtete Querkraft im Anfangspunkt der gebogenen Rohraxe (bei ebenem, starrem Boden stellt  $R$  die Reaktion dar, die in dem Punkte auftritt, wo sich das Rohr vom Boden abhebt);
- $S$  das Gewicht des über die normale Schwimmelage des leeren Rohres hinaus auftauchenden Rohrstückes. Wie aus Abb. 2 hervorgeht, kann die Mittelkraft  $S$  dieses Gewichtes annähernd als im Berührungspunkt  $C$  der Rohraxe mit der horizontalen Tangente wirkend angenommen werden.

**Allgemeine Lösung.** Um die vier Unbekannten  $a$ ,  $b$ ,  $R$  und  $S$  zu bestimmen, stehen folgende Beziehungen zur Verfügung: Gleichgewichtsbedingungen des betrachteten Rohrstückes (Summe der Momente in Bezug auf den Punkt  $O$ ):

$$\sum V = R + bq - ap - S = 0 \dots (1)$$

$$\sum M = R(a + b) - ap\left(b + \frac{a}{2}\right) + \frac{qb^2}{2} = 0 \dots (2)$$

Randbedingungen der elastischen Linie der Rohraxe (wenn der Koordinatenursprung im Punkte  $R$  angenommen wird):

$$y(x = a + b) = h \dots (3)$$

$$y'(x = a + b) = 0 \dots (4)$$

<sup>1)</sup> Z. B. Trinkwasserentnahmeleitung von Genf, dargestellt in «S B Z», Bd. 85, S. 90 und 97 (14. und 21. Febr. 1925).

Gleichung der elastischen Linie: Von der bekannten Gleichung

$$\frac{d^2 y}{dx^2} EJ = M(x) \text{ ausgehend, erhält man für das Teilstück } a:$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} EJ = M(x) = Rx - \frac{px^2}{2}$$

$$\frac{dy}{dx} EJ = \int M(x) dx + c_1 = R \frac{x^2}{2} - \frac{px^3}{6} + c_1;$$

für  $x = 0$  ist  $\frac{dy}{dx} = 0$  und folglich  $c_1 = 0$ :

$$y EJ = R \frac{x^3}{6} - \frac{px^4}{24} + c_2;$$

für  $x = 0$  ist  $y = 0$  und folglich  $c_2 = 0$ ;

und für das Teilstück  $b$ :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} EJ = M(x) = Ra - \frac{pa^2}{2} + (R - ap)(x - a) +$$

$$+ q \frac{(x - a)^2}{2} = (p + q) \frac{a^2}{2} + [R - a(p + q)]x + \frac{q}{2}x^2$$

$$\frac{dy}{dx} EJ = \int M(x) dx + c_3 = (p + q) \frac{a^2}{2} x +$$

$$+ [R - a(p + q)] \frac{x^2}{2} + \frac{qx^3}{6} + c_3;$$

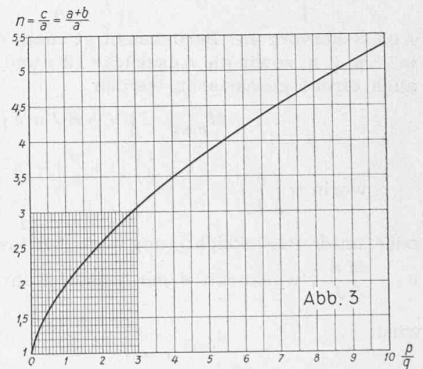
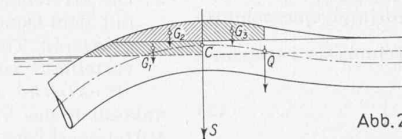
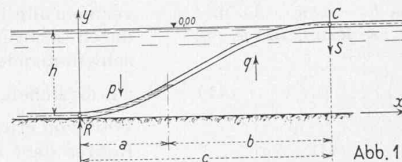
für  $x = a$  ist  $\frac{dy}{dx} EJ = R \frac{a^2}{2} - p \frac{a^3}{6}$ ,

$$\text{folglich } c_3 = - (p + q) \frac{a^3}{6};$$

$$y EJ = (p + q) \frac{a^2}{4} x^2 + [R - a(p + q)] \frac{x^3}{6} +$$

$$+ \frac{qx^4}{24} - (p + q) \frac{a^3}{6} x + c_4;$$

für  $x = a$  ist  $y EJ = R \frac{a^3}{6} - p \frac{a^4}{24}$ , folglich  $c_4 = (p + q) \frac{a^4}{24}$ .



Aus (2) geht hervor

$$R = \frac{ap\left(b + \frac{a}{2}\right) - \frac{qb^2}{2}}{a + b} \dots (2')$$

Wenn einfachheitshalber gesetzt wird  $a + b = c$  und  $p + q = w$  (= Gewicht der Flüssigkeit im Rohrinnern) erhält man, nach einigen Umformungen,  $R - a(p + q) =$

$$= - \frac{a^2 w}{2c} - \frac{qc}{2}.$$

Wenn man diesen Wert in die Gleichungen der elastischen Linie für das Teilstück  $b$  einsetzt, nehmen die Bedingungen (3) und (4) folgende Form an:

$$y(x = c) EJ = \frac{w}{24} a^4 - \frac{w}{6} a^3 c + \frac{w}{6} a^2 c^2 - \frac{q}{24} c^4 = h EJ \quad (5)$$

$$y'(x = c) EJ = \frac{w}{6} a^3 - \frac{w}{4} a^2 c + \frac{q}{12} c^3 = 0 \dots (6)$$

Um diese Gleichungen 4. Grades mit zwei Unbekannten aufzulösen, setzt man  $\frac{c}{a} = n$ . Gl. (6), durch  $\frac{a^3}{12}$  dividiert, ergibt dann

$$2w - 3wn + qn^3 = 0 \dots \dots \dots (7)$$

und Gl. (5), durch  $\frac{a^4}{6}$  dividiert:  $\frac{6hEJ}{a^4} = w(1/4 - n + n^2) - \frac{qn^4}{4}$  oder  $a = \sqrt[4]{\frac{6hEJ}{w(n - 1/2)^2 - \frac{qn^4}{4}}}$  (8)

Die Beziehung (7) ist in Abb. 3 durch eine Kurve dargestellt, in der Form  $n = \frac{c}{a} = f\left(\frac{p}{q}\right)$ .

(Für die Aufzeichnung der Kurve ist der Ausdruck  $\frac{p}{q} = \frac{2 - 3n + n^3}{3n - 2}$

benützt worden, der aus Gl. (7) durch dividieren mit  $q$  hervorgeht).

**Massgebende Biegemomente.** Nachdem mit Hilfe der Kurve Abb. 3 das Verhältnis  $n = \frac{c}{a}$  und durch die Formel (8) die Länge  $a$  bestimmt ist, ergibt sich die Querkraft  $R$  durch den Ausdruck (2').

Die grössten Biegemomente ermittelt man durch Nullsetzen von  $\frac{dM(x)}{dx}$  und zwar erhält man für das Teilstück  $a$ :

$$\frac{dM(x)}{dx} = R - px = 0; x = \frac{R}{p}$$

und  $M_{\max} = Rx - \frac{px^2}{2} = \frac{R^2}{2p}$  (9)

und für das Teilstück  $b$ :  $\frac{dM(x)}{dx} = R - a(p+q) + qx = 0; x = \frac{a(p+q) - R}{q}$

und  $M_{\max} = \frac{wa^2}{2} + (R - aw)x + \frac{qx^2}{2} = \frac{wa^2}{2} - \frac{(R - aw)^2}{2q}$  (10)

worin  $w = p + q$ .

**Bemerkungen.** Wenn, was praktisch gewöhnlich der Fall ist,  $p > q$ , entsteht das absolut grösste Biegemoment im Teilstück  $a$ . Da  $n$  Funktion von  $\left(\frac{p}{q}\right)$  ist, kann Gl. (8) auch in fol-

gender Form geschrieben werden:  $a = \sqrt[4]{\frac{6hEJ}{w} \varphi\left(\frac{p}{q}\right)}$ , worin  $\varphi\left(\frac{p}{q}\right) = \sqrt[4]{\frac{1}{(n - 1/2)^2 - \frac{n^4}{4\left(\frac{p}{q} + 1\right)}}$  ist und  $n = f\left(\frac{p}{q}\right)$  aus

Abb. 3 hervorgeht. Berücksichtigt man, dass  $b = a(n - 1)$  und  $w = p + q$ , sowie die Ausdrücke (2') und (9), so kann, für  $p > q$ , auch direkt geschrieben werden

$$M_{\max} = \sqrt[3]{\frac{2}{3} h E J w \psi\left(\frac{p}{q}\right)} \dots \dots \dots (11)$$

worin  $\psi\left(\frac{p}{q}\right) = \frac{(n - \frac{1}{2})^2 \left(1 + \frac{p}{q}\right) - (n - \frac{1}{2})n^2 + \frac{n^4}{4(1 + p/q)}}{n^2 \frac{p}{q} \sqrt{(n - \frac{1}{2})^2 - \frac{n^4}{4(1 + p/q)}}$

oder, unter Berücksichtigung, dass für kreisförmige Querschnitte  $\sigma = \frac{Md}{2J}$ , worin mit  $d$  der äussere Rohrdurchmesser bezeichnet wird:

$$\sigma_{\max} = d \sqrt[3]{\frac{3 E h w}{8 J} \psi\left(\frac{p}{q}\right)} \dots \dots \dots (12)$$

Die Funktion  $\psi\left(\frac{p}{q}\right)$  hat den in Abb. 4 dargestellten Verlauf<sup>2)</sup>.

Wenn man ferner berücksichtigt, dass  $w =$  Gewicht der im gefüllten Rohr enthaltenen Flüssigkeit  $= r_i^3 \pi \gamma$ , und dass für kreisförmige Rohrquerschnitte genügend genau gesetzt werden kann  $J = r^3 \pi \delta$  und  $\frac{d}{2} r_i = r^2$  (äusserer  $\times$  innerer Radius = Quadrat des mittleren Radius  $r$ ), so kann man an Stelle von (12) auch schreiben

$$\sigma_{\max} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \gamma E h \frac{r}{\delta} \psi\left(\frac{p}{q}\right)} \dots \dots \dots (13)$$

worin  $r =$  mittlerer Radius und  $\delta =$  Wandstärke des Rohres.

Nun ist aber im Falle homogener, zylindrischer Rohre, wenn keine Flanschen, Auskleidungen und dergl. vorhanden sind, und wenn das Absenken nur durch Einlassen von Wasser, ohne Zuhilfenahme von Zusatzgewichten erfolgt, der Quotient  $\frac{p}{q}$  bei

<sup>2)</sup> Die für die Aufzeichnung der Kurven Abb. 4 und 5 erforderlichen Zahlenrechnungen sind mit dem Rechenschieber durchgeführt worden.

gegebenem spezifischem Gewicht  $\gamma_e$  seinerseits vom Verhältnis  $\frac{r}{\delta}$  abhängig, indem  $p = 2r\pi\delta(\gamma_e - \gamma_w)$  und  $q = (2r + \delta)^2 \times \frac{\pi}{4} \gamma_w - 2r\pi\delta\gamma_e$ , somit, wenn  $\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$  und, für eiserne Rohre,  $\gamma_e = 7,85 \text{ t/m}^3$  gesetzt und  $\frac{\delta}{4r}$  gegenüber  $\frac{r}{\delta} + 1$  vernachlässigt wird,

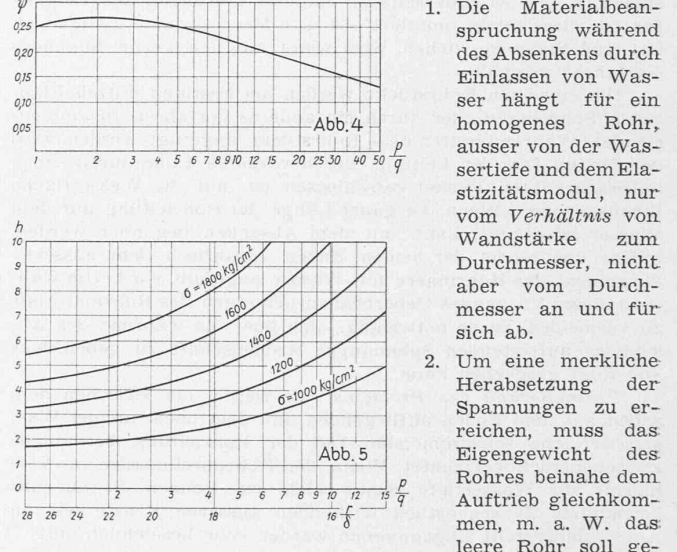
$$\frac{p}{q} \approx \frac{6,85}{\frac{1}{2}\left(\frac{r}{\delta} + 1\right) - 7,85} \text{ oder } \frac{r}{\delta} \approx 13,7 \frac{q}{p} + 14,7.$$

Wenn man diesen Wert in Gl. (13) einsetzt, so ergibt sich für die grösstmögliche Tiefe, auf die ein Absenken nach dem geschilderten Verfahren noch möglich ist, der Ausdruck

$$h = \frac{2\sigma^2}{3\gamma E \psi^2\left(\frac{p}{q}\right) \left[13,7 \frac{q}{p} + 14,7\right]}$$

In der Kurventafel Abb. 5 ist die Abhängigkeit der Tiefe  $h$  vom Quotient  $\frac{p}{q}$ , bzw. vom Verhältnis  $\frac{r}{\delta}$  für den Fall  $\gamma_w = 0,001 \text{ kg/cm}^3$  und  $E = 2,2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$  und für eine Reihe von Spannungen  $\sigma = 1000$  bis  $1800 \text{ kg/cm}^2$  graphisch dargestellt.

Aus obenstehenden Entwicklungen ergeben sich folgende **Schlussfolgerungen**:



1. Die Materialbeanspruchung während des Absenkens durch Einlassen von Wasser hängt für ein homogenes Rohr, ausser von der Wassertiefe und dem Elastizitätsmodul, nur vom Verhältnis von Wandstärke zum Durchmesser, nicht aber vom Durchmesser an und für sich ab.

2. Um eine merkliche Herabsetzung der Spannungen zu erreichen, muss das Eigengewicht des Rohres beinahe dem Auftrieb gleichkommen, m. a. W. das leere Rohr soll gerade noch knapp vom Wasser getragen werden. Die Gewichtsvermehrung kann, statt durch Erhöhung der Wandstärke, auch durch Anbringen von Gewichten z. B. Betonringen, an der schwimmenden Leitung erfolgen. Um einen spürbaren Einfluss zu erreichen, muss jedoch das Verhältnis  $\frac{p}{q}$  mindestens den Wert von etwa 10 bis 15 erreichen, d. h. der Auftrieb des leeren Rohres darf nicht mehr als  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{15}$  des scheinbaren Gewichts des im Wasser schwebenden gefüllten Rohres sein.

3. Die erreichbare Tiefe wächst bei sonst gleichen Verhältnissen mit dem Quadrat der zulässigen Beanspruchung, weshalb bei grösseren Tiefen die Verwendung von hochwertigem Stahl vorteilhaft ist.

**Praktische Anwendung.** Vorstehende Untersuchung wurde anlässlich des Versenkens einer Oelleitung an der italienischen Mittelmeerküste durchgeführt. Es handelte sich um eine Leitung aus Mannmannrohren von rd. 1400 m Länge und 25 cm innerem Durchmesser, bei einer Wandstärke von 6 mm und einem Widerstandsmoment von  $W = \sim 300 \text{ cm}^3$ ; aussen ist eine Isolierung aus Asbest und eine Schutzhülle aus bitumengetränktem Gewebe angebracht. Längs der zur Verlegung gewählten Strecke senkt sich der Meeresgrund von der Küstenlinie ziemlich gleichmässig bis auf eine Tiefe von rd. 9 m. Die einzelnen Rohre wurden am Ufer mittels elektrischer Schweissung zu Teilstücken von 100 bis 120 m Länge verbunden. Nach Beendigung aller Vorbereitungsarbeiten wurde die vorn durch einen Deckel abgeschlossene Leitung auf die Wasserfläche hinausgezogen, wobei die einzelnen Teilstücke mittels Flanschen zusammengesetzt wurden. Um die Richtung genau einhalten zu können, sind vorher in regelmässigen Abständen paarweise Holzpfähle geschlagen worden, zwischen denen das Rohr hindurch gezogen wurde.

Die Rohrleitung besitzt ein Eigengewicht von rd. 53 kg/m, bei einer Wasserverdrängung von rd. 62 kg/m. Das Verhältnis  $\frac{p}{q}$  ergab sich zu rd. 4,5, was, bei 9 m Tiefe, theoretisch einer

Materialbeanspruchung von über 2000 kg/cm<sup>2</sup> entspricht. Dieser Wert erschien, trotzdem der Elektrostahl, aus dem die Rohre bestehen, eine Bruchfestigkeit von 55 bis 65 kg/mm<sup>2</sup> aufweist, vor allem im Hinblick auf die Schweissnähte als zu hoch. Um einen noch grösseren Wert von  $\frac{p}{q}$ , somit eine niedrigere

Spannung zu erhalten, wurde die schwimmende Rohrleitung auf der Strecke, wo die Tiefe grösser als 4 bis 5 m war, vor dem Absenken noch so weit mit herumgestülpten Betonringen belastet, bis der Auftrieb gerade noch knapp hinreichte, um die Leitung schwimmend zu erhalten. Auf was für einen Wert das Verhältnis  $\frac{p}{q}$  auf diese Weise tatsächlich gebracht worden ist, konnte zahlenmässig nicht festgestellt werden, da das Eigengewicht der Leitung selber (infolge der nicht überall gleichmässigen Dicke der Schutzumhüllung) nicht ganz konstant war, und während des Verlege- und Absenkvorgangs keine Zeit mit umständlichen Messungen verloren werden durfte.

Das Absenken selbst erfolgte programmgemäss und ohne Unfall durch Einlassen von Wasser am äusseren Rohrende.

## Fragen des Wasserrechts, der Wasser- und Energiewirtschaft

Der vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke am 2. und 3. Juni in Zürich vor einer zahlreichen Zuhörerschaft durchgeführte Vortrags-Zyklus mit Aussprache war einer Anzahl aktueller Fragen gewidmet, die mit der schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft zusammenhängen.

Die ersten drei Vorträge betrafen rechtliche Fragen. Nationalrat Dr. H. Trümpy zählte in seinem Referat über das «Erlöschen von Wasserrechtskonzessionen» die möglichen Fälle für deren Hinfall auf, wobei die als Regel in Aussicht genommene Erneuerung nach Ablauf der Dauer der Konzession, mit neuen zeitgemässen Auflagen, die grösste praktische Bedeutung hat. Der Rechtscharakter einer Konzession, als öffentlich-rechtliche Uebertragung der Verfügungsgewalt der Behörden an einen Dritten, wurde im Zusammenhang mit den Erörterungen über deren Erlöschen scharf umrissen und dabei betont, dass die geäußerten Vorstellungen über einen teilweise zivilrechtlichen Vertragscharakter einer Verleihung nicht haltbar sind.

Rechtsanwalt Dr. B. Wettstein erklärte die Regelung des Schweizerischen Zivilgesetzbuches, wonach das Grundwasser gleich den Quellen rechtlich an das Grundstück gebunden ist, in seinen Ausführungen über «Die Entwicklung des Grundwasserrechtes» für überholt. Das Grundwasser sollte, als unterirdisch fliessender Strom, bei seiner heutigen intensiven Benützung als öffentliches Gut erklärt und der staatlichen Ordnung unterstellt werden, gleich wie die Oberflächengewässer. Er empfahl eine Regelung im Sinne einer Verleihungspraxis mit zweckmässigen Auflagen, wie sie der Kanton Zürich und zwei weitere Kantone bereits eingeführt haben, und glaubt, dass die Gesetzgebung kantonal besorgt werden könne in Anlehnung an das Konzessionsverfahren des Eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes.

Dr. C. Mutzner, Direktor des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, erläuterte die geltenden Bestimmungen über die «Berechnung des Wasserzinses für Akkumulierwerke». Das Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkraft, das den Wasserzins durch Ausnahmebestimmungen zur Begünstigung der teuren und wichtigen Akkumulierwerke herabsetzen wollte, ist in diesem Punkte unvollständig und wurde durch eine bundesrätliche Verordnung über die Berechnung des Wasserzinses, datiert vom 12. Februar 1918, ergänzt. Direktor Mutzner setzte sich in leichtfasslicher Weise mit dieser für Akkumulierwerke etwas kompliziert geregelten Materie auseinander; das Bundesgericht hat jüngst ein Urteil im Sinne der Rechtsgültigkeit der Verordnung gefällt.

Besonderem Interesse begegnete das Thema von Ing. F. Lusser, Direktor des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft, über die «Regelung des Kraftwerkbaues», indem diese Frage während der Wirtschaftsdpression, wie auch schon einmal nach dem Weltkrieg infolge Ueberproduktion von Energie, erörtert worden ist. Er zeigte an interessanten Tabellen die Entwicklung des Kraftwerkbaues, der Energiedisponibilitäten im Sommer- und Winterhalbjahr und die Struktur des Energiekonsums in diesen Halbjahrperioden, sowie einige wirtschaftliche Zusammenstellungen. Dieses umfangreiche statistische Material ist teilweise in einem Aufsatz des Eidg. A. f. El. W. im Bulletin Nr. 1/1938 des S. E. V.<sup>1)</sup> veröffentlicht worden. Daraus ist er-

<sup>1)</sup> Hier zusammengefasst in Bd. 111, Nr. 15, S. 200.

sichtlich, dass wohl während der vergangenen Krisenjahre infolge gleichzeitiger Inbetriebsetzung mehrerer neuer grosser Kraftwerke ein namhafter Ueberschuss, sogar von Winterenergie, vorhanden war, der aber heute infolge erfreulicher Zunahme des Konsums bereits wieder auf einen fast normalen Versorgungsstand zurückgegangen ist, mit nahezu 95prozentiger Ausnützung im vergangenen Winter. Bei Anhalten der Konsumvermehrung würde in einigen Jahren die vorhandene Disponibilitätsreserve, ev. mit Ausnahme der Westschweiz, im Winterhalbjahr erschöpft sein, wie die mustergültige Statistik zeigt; dies trotz der Bauvorhaben von Reckingen und Pont de Peney (Genève). Auf diesen Zeitpunkt wäre die Bauvollendung desjenigen Kraftwerkes in der Zentral- oder Nordostschweiz in Aussicht zu nehmen, das die günstigsten Vorbedingungen vornehmlich für die Produktion von Winterenergie aufweist. Als solches steht allgemein das ausgereifte Kraftwerkprojekt Innertkirchen im Vordergrund. Die Diskussion verstärkte den Eindruck, dass die bisherige Politik des Kraftwerkbaues im allgemeinen eine glückliche war und sich organisch mit dem Konsum entwickelte, und dass auch die Aufwendungen für die Arbeitsbeschaffung am Etzelwerk heute schon produktiv sind. Daher wurde auch keiner starren Form, sondern einer freien Verständigung der Werke und Kantone unter sich bei der künftigen Regelung des Kraftwerkbaues das Wort gesprochen. Inzwischen ist bereits ein weiterer Schritt in der bereits eingeschlagenen Richtung der Zusammenarbeit im Kraftwerkbau getan worden, indem die Stadt Zürich ihre Beteiligung an den Kraftwerken Oberhasli und am zukünftigen Ausbau des Kraftwerkes Innertkirchen in Aussicht stellt.

Die Probleme mehr technischer Natur wurden durch einen klar und einfach aufgebauten Vortrag von Prof. Dr. E. Meyer-Peter eingeleitet über die «Verlandung von Staubecken und Stauhaltungen von Kraftwerken». An Hand eines klaren Bildes über die Mechanik des Geschiebe- und Schlammtransportes entwickelte er die durch die Versuchsanstalt für Wasserbau der E. T. H. in langwierigen Versuchen gefundene Geschiebebetriebsformel und leitete die daraus sich ergebenden praktischen Konsequenzen ab. An den vielen angeführten Zahlenbeispielen über beobachtete Geschiebeablagerungen zeigt sich die erfreuliche Situation, dass die Verhältnisse bei den schweizerischen Kraftwerken in dieser Hinsicht günstig sind im Vergleich mit ausländischen Beispielen. Die grossen Saisonspeicher werden Jahrhunderte und Jahrtausende benützbar sein, ehe sie verlandet sind, während an den Stauhaltungen der grossen Flüsse verschiedene Mittel möglich sind und angewendet werden, wie: Gefällsvermehrung durch Absenken bei Hochwasser, periodische Spülungen durch Aufheben des Staues (an der Rhone bei Hochwasser praktiziert), schliesslich Baggerungen; bei Hochdruckanlagen sind es verbesserte Fassungs- und Wehrtypen oder bei kleinen Ausgleichbecken besondere Umleitungssysteme während Hochwasserzeiten. Ing. H. Bircher, Sektionschef des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, ergänzte diese Ausführungen durch Angaben über die praktischen Messungen und Messungsmethoden des Amtes an unsern Gewässern, insbesondere über die Deltavermessungen und die Geschiebemesstation an der Aare in Brienzwiler, wo sich die Geschiebebetriebsformel der Versuchsanstalt für Wasserbau in schöner Weise bestätigt fand. Das Eidg. A. f. W. stellt eine Veröffentlichung dieser Versuche an der Geschiebemesstation bei Brienzwiler in Aussicht. Verschiedene Diskussionsredner gaben weitere Erfahrungen bekannt.

Obering. H. Blattner machte die Kursteilnehmer an Hand eines reichen Bildermaterials mit den im Auftrage des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft durch die Firma Locher & Cie. durchgeführten Vorarbeiten bekannt, die die Aufstellung von «Normalien für die Schiffsstrasse Basel-Bodensee» bezweckten. Diese Normalien sollen als einheitliche Grundlagen für eine geplante Generalstudie zur Schiffbarmachung des Rheins bis in den Bodensee dienen. Seit dem Aufkommen der Motorgüterboote ist eine solche straff durchgeführte Vergleichstudie für einen Ausbau des Rheins, einerseits als Maximalprogramm für den Schleppzug mit «Normalkähnen» von 1300 t, andererseits als Minimalprogramm für Motorgüterboote allein, sowie für eine Zwischenlösung, höchst aktuell geworden. Diese Studie soll die heute fehlende, technisch-wirtschaftliche Basis bilden für die der Zukunft vorbehaltene wichtige Entscheidung, welches Mass der Binnenschiffahrt unserer schweizerischen Schiffahrt frommt. Die Diskussion ging vielfach über den neutral gesteckten Rahmen des Themas hinaus und ergriff leidenschaftlich Partei für oder gegen die verschiedenen «Grossschiffahrtsideen».

Die letzten drei Vorträge waren der Erschliessung neuer industrieller Anwendungsgebiete für unsere Wasserkraft und insbesondere für den Sommerenergieüberschuss gewidmet. Ing. Dr. h. c. H. Fehlmann sprach über die «Schweizerischen