

Stand der Eisforschung 1970

Von Joachim Schwarz

I. Allgemeines

Eis und Kälte der Arktis waren lange Zeit ein natürliches Hindernis für das Vordringen des Menschen in die arktischen Gebiete Amerikas, Europas und Asiens.

Erst nach dem zweiten Weltkrieg wurden diese Schranken durch die Anlage militärischer Stützpunkte in der Arktis überwunden. Die erforderliche Untersuchung der mechanischen und physikalischen Eigenschaften des arktischen Eises führte zur Gründung von Eisforschungslaboratorien in den USA, Kanada und in der Sowjetunion und damit zum Beginn der systematischen Eisforschung.

Durch die Entdeckung von Bodenschätzen in Alaska, Kanada und in Sibirien wird z. Z. eine neue Phase der Erschließung arktischer Gebiete eingeleitet. Dies wirft zwangsläufig Fragen auf, die im engen Zusammenhange mit der Eisforschung stehen: Wie sollen die Bodenschätze abtransportiert werden? Ist hierfür die Schiffspassage durch arktische Eisfelder möglich oder sind andere Transportmöglichkeiten geeigneter? Können Flußläufe und Schifffahrtswege längere Zeit im Jahr als bisher befahren werden? Wie sind Bauwerke gegen Treibeisdruck zu bemessen? – und viele Fragen mehr.

Daneben erwachsen der Eisforschung in Verbindung mit der Meerestechnik neue Aufgabebereiche, weil in diesem Industrie- und Forschungszweig ebenfalls unter arktischen Bedingungen gearbeitet werden soll.

Durch die beschriebene Entwicklung hat die Eisforschung ständig an Bedeutung gewonnen, so daß im IAHR (International Association for Hydraulic Research) vor einigen Jahren ein besonderes Komitee für Eisprobleme gegründet wurde, das im September 1970 seinen ersten Eiskongreß in Reykjavik veranstaltete.

II. Erster Eiskongreß des IAHR

A. Allgemeines

Vom 8. bis 10. September – also unmittelbar vor der Coastal Engineering Conference in Washington – fand in Reykjavik, Island, der erste Eiskongreß des IAHR statt. Aus 15 Ländern waren über hundert Wissenschaftler zusammengekommen, um Eisprobleme zu erörtern. Island, Kanada und die USA waren naturgemäß am stärksten vertreten.

An drei Tagen wurden nacheinander rd. 50 Vorträge über folgende Themenkreise gehalten:

1. Terminologie für Fluß- und Binnensee-Eis; Meßmethoden
2. Eisbildung und Eiseigenschaften
3. Eisbildung und Eisauflbruch
4. Eisüberwachung an Kraftwerken
5. Mechanische Eigenschaften des Eises und das Zusammenwirken mit Bauwerken
6. Eisdruckkräfte auf Bauwerke

B. Schwerpunkte und Tendenzen in der Eisforschung

Nach den Vorträgen, den Diskussionen und persönlichen Gesprächen am Rande der Tagung in Reykjavik ergeben sich aus der Sicht des Verfassers folgende Schwerpunkte und Tendenzen in der Eisforschung:

1. Nachdem 1967 eine Nomenklatur für Meer-Eis von der *World-Meteorological Organization* herausgegeben wurde (deutsche Übersetzung in HZ 22 [1969] 6), ist von einem Ausschuß unter Leitung von KIVISILD (4) im Auftrage der UNESCO eine Nomenklatur für Fluß- und Binnensee-Eis ausgearbeitet worden; sie wurde in Reykjavik diskutiert und wird demnächst in englischer Sprache veröffentlicht. Eine Übersetzung in die deutsche und andere Sprachen wurde empfohlen.
2. In mehreren Vorträgen wurde über Untersuchungen der Strömungsverhältnisse in Flußläufen berichtet, die während der Eisbildung und auch bei geschlossener Eisdecke in Japan, Norwegen, Sowjetunion und USA durchgeführt worden sind. Es wurde für verschiedene Temperaturen, Strömungsgeschwindigkeiten und Stadien der Eisbildung der Reibungsbeiwert zwischen Eis und Wasser ermittelt. Dabei stellte KENNEDY (3) im Iowa-River fest, daß die Unterseite des Eises eben bleibt, solange das Eis-Wachstum andauert und daß mit dem Einsetzen von Tauwetter sich auf der Eisunterseite Riffel bilden ähnlich den Sand-Riffeln an der Flußsohle.

Um die Abflußvorgänge während der Eisbildung und unter der geschlossenen Eisdecke systematisch und unabhängig von den zufällig in der Natur vorhandenen Randbedingungen untersuchen zu können, wurde 1970 im IOWA INSTITUTE OF HYDRAULIC RESEARCH in Iowa-City, USA, der erste Strömungskanal in Betrieb genommen, in dem bei Temperaturen bis -28°C Versuche durchgeführt werden können.

3. Ebenfalls mit natürlichem Eis und bei tiefen Temperaturen werden z. Z. im US ARMY COLD REGIONS RESEARCH AND ENGINEERING LABORATORY (CRREL) in Hanover, N. H., Versuche zur Erforschung des Eisdruckes auf Pfähle durchgeführt. Hierzu wird in einem Tiefbehälter Seewasser unter nahezu natürlichen Bedingungen gefroren und ein Rohr mit einer hydraulischen Presse mit der Mantelfläche seitlich in die Eisdecke hineingedrückt. Eisdicke, Temperatur, Durchmesser und Form des Rohres werden verändert.

Da die Extrapolation der Laboratoriumsergebnisse auf andere in der Natur vorkommende Größenverhältnisse nicht gesichert ist, sind von CRREL in Alaska Eisdruckmessungen an Bauwerken selbst geplant, und zwar nach einer ähnlichen Methode wie sie der Verfasser zur Ermittlung des Treibeisdruckes auf Pfähle an der Eidermündung angewendet hat (Auflösung der Druckfläche in kleine Druckmeßeinheiten, s. S. 80 dieser Ausgabe der „Küste“). Das Laboratorium in Hanover, N. H., das der Verfasser im Anschluß an die Coastal Engineering Conference in Washington besichtigte, verfügt neben dem Eis-Tiefbehälter über 42 Kältekammern, jede ein kleines Laboratorium in sich, und beschäftigt 300 Personen.

4. Neben der Verwendung von natürlichem Eis für die modellmäßige Untersuchung von Eisproblemen wird z. Z. an der LAVAL-UNIVERSITY in Quebec an der Entwicklung eines „Kunststoffeises“ gearbeitet (MICHEL, 6), das in einem geeigneten Maßstabe alle mechanischen Eigenschaften des Eises aufweisen muß, um z. B. Vorgänge von Schiffsbewegungen in Eisfeldern oder des Eisdruckes auf Bauwerke naturgetreu nachzubilden. Es soll bereits ein „Modell-Eis“ geben, „das in den meisten Fällen die vollständige hydro-mechanische Ähnlichkeit gewährleistet“. Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet müssen zeigen, ob Vorbehalte gegen diese Art der modellmäßigen Behandlung von Eisproblemen ausgeräumt werden können.

5. Der Temperaturverlauf im Eis läßt sich über die bekannte Diffusionsgleichung

$$\frac{\delta T}{\delta t} = h^2 \frac{\delta^2 T}{\delta x^2}$$

ermitteln. Hierin bedeuten

T = Temperatur

x = Abstand von der Oberfläche

h² = Spezifische Temperaturleitfähigkeit des Eises

Der vorausberechnete Temperaturverlauf wurde von LAZIER (5) durch Messungen bestätigt.

6. Verhältnismäßig vollständig sind die Kenntnisse über die Eisdruckkräfte infolge Temperaturausdehnung des Eises (DROUIN, 2).
7. Die Haftfestigkeit des Eises an Pfählen ist abhängig vom Material und der Form des Pfahles sowie von der Temperatur und der Art des Eises; untersucht worden sind verschiedene Stahlprofile und Holzpfähle (STEHLE, 8).
8. Großes Interesse fand allgemein die Erörterung der Eisdruckkräfte auf Bauwerke, einmal, weil auf diesem Gebiet wenig bekannt ist und zum anderen, weil die Ergebnisse besonders dringend für die Bemessung von Bauwerken gegen Treibeisdruck benötigt werden. Neben den Ergebnissen von Einzelmessungen des Eisdruckes auf Brückenpfeiler wurde über Untersuchungen des Eisdruckes auf Pfähle berichtet, die von amerikanischen Ölgesellschaften mit sogenannten „Nußknackern“ in der Beaufort Sea durchgeführt worden sind (CROASDALE, 1). Diese Nußknacker bestanden aus zwei Rohren (∅ 75 cm), die in einer Eisdecke eingefroren waren und mit hydraulischen Pressen auseinandergedrückt wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden z. Z. von den Ölgesellschaften noch zurückgehalten. Unter dem gleichen Themenkreis hat der Verfasser in Reykjavik einen ähnlichen Vortrag gehalten wie in Washington, der in dieser Ausgabe der „Küste“ abgedruckt ist (7). Die Ermittlung der Druckkräfte des Treibeises wird z. Z. verstärkt in Angriff genommen. Es ist zu erwarten, daß aus den Untersuchungen im Laboratorium (CRREL) und den geplanten Eisdruckmessungen auf verschiedene Bauwerke in Alaska die vom Verfasser aufgestellte Eisdruckgleichung in Kürze auch für Bauwerke großen Ausmaßes und extreme Eisverhältnisse erweitert werden kann.

Der zweite Eiskongreß des IAHR wird 1972 in Leningrad stattfinden.

Schrifttum

1. CROASDALE, K. R.: The Nutcracker Ice Strength Tester and its Operation in the Beaufort Sea. Preprints of papers of the 1. Ice Symposium of IAHR in Reykjavik, 8.-10. September 1970; Reykjavik Juli 1970.
2. DROUIN, M.: State of Research on Ice Thermal Thrust. Wie oben.
3. KENNEDY, J. F.: Temperature and Flow Conditions During the Formation of River-Ice. Wie oben.
4. KIVISILD, H.: Terminology of River- and Lake-Ice. Anhang zu Preprints of Papers of 1. Ice Symposium of IAHR in Reykjavik, 8. bis 10. Sept. 1970. Reykjavik, Juli 1970.
5. LAZIER, S. S.: Temperature Gradients in a Lake Ice Cover. Preprints of Papers of the 1. Ice Symposium of IAHR in Reykjavik, 8.-10. September 1970; Reykjavik Juli 1970.
6. MICHEL, B.: Ice Modelling in Hydraulic Engineering. Wie oben.
7. SCHWARZ, J.: The Pressure of Floating Ice-Fields on Piles. Wie oben.
8. STEHLE, N. S.: Adfreezing Strength of Ice. Wie oben.