

die geschlossene Eisdecke, indem man sie zertrümmert, sei es von oben oder von unten, durch einfachen Druck oder mittels Schneid- und Stampfvorrichtungen. Hierbei kommt die Festigkeit des Eises in Frage und es scheint, dass in dieser Beziehung die Verhältnisse für die Küste bezieh. die Flussmündungen günstiger liegen, als für das Süsswasser. Es schwankt die Bruchfestigkeit der schlechteren Eissorten nach amerikanischen Messungen zwischen 15 bis 57 k für 1 qc, für hartes reines Eis zwischen 25 und 63 k für 1 qc. Deutsche Versuche ergaben jedoch Werthe von 10 bis 15 k/qc . Die Scherfestigkeit bewegt sich anscheinend in den Grenzen von 5 und 8 k/qc . Während man 5 cm dickes Eis als ausreichend erachtet zum Tragen eines kriegsmässig ausgerüsteten Infanteristen, wird für eine Batterie eine Eisdecke von mindestens 20 cm verlangt, wobei überdies der Druck der Räder 7 k/qc nicht übersteigen darf.

Um durch das Eis Fahrrienen zu bilden, bedient man sich der *Eisbrecher*, einer für den vorliegenden Zweck geeignet durchgebildeten Schiffsklasse, deren Ursprung wahrscheinlich in den Anfang der 50er Jahre fällt.

Aus einem vom Schiffbaumeister C. A. Elbertzhagen auf Veranlassung des Ministers von der Heydt 1856 erstatteten Berichte¹ über die damals schon in Baltimore bezieh. Philadelphia in Betrieb gewesenen hölzernen Eisbrecher (icebreaker) ist Folgendes erwähnenswerth. Das Baltimorer Boot hatte eine Länge von 140', eine Breite von 27' und eine Höhe von 11' 4", besass einen Tiefgang von 7' und ein Gesamtgewicht (incl. maschineller Ausrüstung u. s. w.) von 950 000 Pfund. Der Bug war flach, weit vorragend, in einer flachen Curve gekrümmt und mit $1/4$ zölligem Eisenblech beschlagen. Zur Fahrt dienten Schaufelräder von 18' Durchmesser mit 7' langen eisenbeschlagenen Schaufeln, denen auch die Aufgabe zufiel, das vom Bug gesprengte Eis zu zerkleinern. Die Arbeit verrichteten zwei nicht mit einander gekuppelte, auf Deck wagrecht gelagerte Hochdruckdampfmaschinen von je 75 HP.

Der Baltimorer Eisbrecher sollte im Fahren leicht 3 bis 5zölliges Eis durchschneiden, dabei 4 bis 5 Schiffe von je 500 t geschleppt und durch wiederholtes Anlaufen 6' Eisdecken gebrochen haben. Das Philadelphiaer Boot war etwas grösser, nämlich 170' lang, 28' breit, hatte eine Raamtiefe von 12 $1/2$ ' und mit 100 t Kohlen an Bord 11' Tiefgang.

Wie bei den ersten Booten, so gibt man auch heute den Eisbrechern eine Bugform, welche das Fahrzeug be-

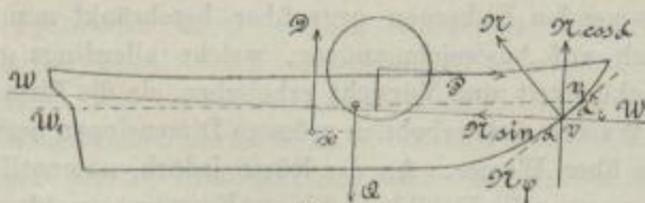


Fig. 1.
Eisbrecher.

fähigt, erforderlichenfalls mit Anlauf auf die Eisdecke hinaufzugelangen und diese so durch das Eigengewicht zu zerdrücken. Zum Auffinden der geeigneten Bugcurve genügt neben der Berücksichtigung des Umstandes, dass das Eis im Durchschnitt 0,92 spezifische Schwere besitzt und

¹ Verhdlg. d. V. z. Bef. d. Gew., 1856 S. 120.

frei schwimmend $11/12$ eingetaucht sind, eine einfache Ueberlegung.

Ist in Fig. 1 $w_1 v_1$ die Wasserlinie bei normaler Schifflage, so wird dieselbe, wenn der Bug bei v auf Eis auffährt, in die Linie $w w$ umgewandelt werden. Offenbar werden hierdurch der an sich geänderte Auftrieb D und der Schiffsschwerpunkt Q von einander um x verschoben, so dass eine Druckkraft v erübrigt. Diese wird als N senkrecht auf der Bugcurve stehen und sich als $N \cos \alpha$

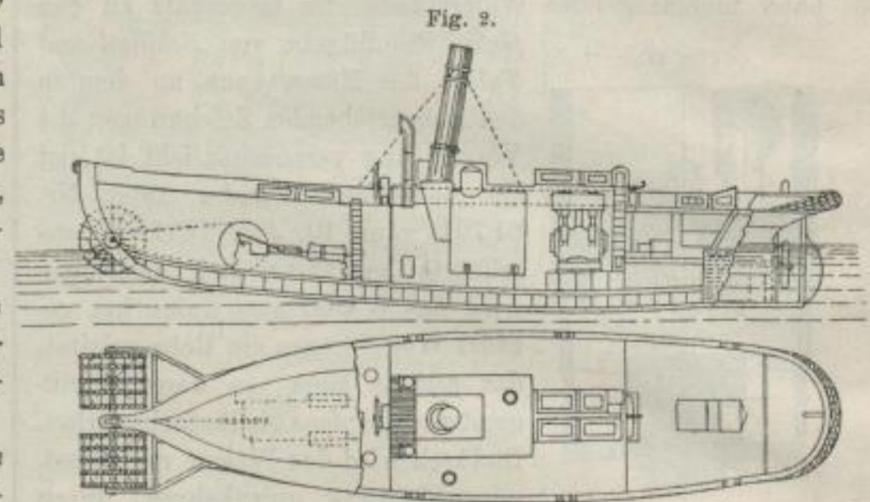


Fig. 2.
Eisbrecher.

drückend auf das Eis bei v äussern. Es würde hierdurch eine einfache Beziehung zwischen der Bugform und der auf die Eisdecke drückenden Kraft gefunden sein. Andererseits würde bei Anfahrt noch die Reibung $N \varphi$ zwischen Eis und Eisenblech auftreten, welche bis zu einem gewissen Grade vernachlässigt werden kann. Dagegen steht die wagerechte Komponente $N \sin \alpha$ in enger Beziehung wieder zu der als an der Maschinenwelle angreifend gedachten Triebkraft P , welche erstere ihre Wirkung als Stoss zu $N \cos \alpha$ addirt.

Die neueren Eisbrecher sind fast ausschliesslich kräftig gebaute Stahlschiffe, deren Spanten namentlich am Bug eng gestellt sind. Wasserballastkammern gestatten eine verschiedene Vertheilung der Belastung, so dass entweder das Heck tiefer gesenkt und dadurch das Auflaufen erleichtert, oder dass nach erfolgtem Auflaufen das Vordertheil des Schiffes nach Erforderniss beschwert wird. Zum Antrieb des Fahrzeuges verwendet man die Heckschraube. Doch sind auch Versuche gemacht worden, nicht allein im Wasser arbeitende Mittel, sondern auch solche, welche auf dem Eis wirksam sein können, einzuführen. Derartige naturgemäss am Bug angeordnete Vorrichtungen haben allerdings stets den Hauptzweck, das Eis thunlichst zu zerkleinern. In der in Fig. 2 und 3 dargestellten Construction, welche ein tiefgehendes Boot mit aufwärts gerichtetem Kiel zeigt, sind vorn zu beiden Seiten des Vorderstevens Räder gelagert, welche am Umfang starke Stahlkämme, Zähne (Greifer) o. dgl. besitzen und vom Schiffsinnern aus in Drehung versetzt werden. Wird leichteres Eis angetroffen, so zerhacken die Stahlkämme dasselbe. Auf festeres Eis dagegen sollen die Räder soviel von dem Boot heraufziehen, bis die Belastung zum Bruch führt. Flach gebaute, mit Kufen am Boden versehene Fahrzeuge sollen beiläufig bei genügend tragfähiger Decke auf diese Weise befähigt sein, über Eis zu fahren.

Da hauptsächlich eine geeignete Ausbildung des Bugs,