

Diss ETH 6265

ON THE MECHANICS OF THE FAST ICE IN THE NORTH WATER AREA

ABHANDLUNG ZUR ERLANGUNG DES TITELS EINES  
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN  
DER  
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

VORGELEGT VON HAJIME ITO  
DIPL. BAU-ING (KYOTO UNIVERSITAET)  
GEBOREN AM 12. MAI 1946  
VON JAPAN

ANGENOMMEN AUF ANTRAG VON PROF. DR. F. MUELLER, REFERENT  
PROF. DR. D. VISCHER, KORREFERENT

1979

## ZUSAMMENFASSUNG

Das NORTH WATER, eine Polynya im kanadisch-arktischen Archipel auf 78 Grad Nord, zwischen der Ellesmere Insel und Grönland, war schon im 17. Jahrhundert den Walfängern wegen seiner geringen Eisbedeckung bekannt. Unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Müller wurde seit 1972 in einem gemeinsamen Projekt der McGill University, Montreal und der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich die NORTH WATER Polynya untersucht.

Unter den zahlreichen Hypothesen, welche die Ursache dieser Polynya zu erklären versuchen, sind die zwei folgenden am realistischsten :

1. Eine Polynya kann durch die negative Meereisbilanz entstehen, welche durch den geringen Meereiszuffluss im Norden und den Treibeisverlust im Süden zu erklären ist.
2. Eine intensive Schmelze- und/oder verringerte Zuwachsrates des Meereises würde ebenfalls eine Polynya bilden.

In dieser Studie wurde die erstgenannte Hypothese zur quantitativen Bestimmung der Eismassenzuflüsse durch die umliegende Festeisgrenze untersucht. Des Weiteren wurden in einem Feldprogramm (1973 bis 1976) die mechanischen Eigenschaften der Festeisgrenzen, welche teilweise den Eiszufluss bestimmen, ermittelt.

Zwei Hauptkomponenten der äusseren Kräfte, Wind und Meeresströmung, wurden *in situ* gemessen. Die Vektoren liegen senkrecht zur Festeisgrenze und parallel zu den Kanälen Smith Sound und Jones Sound, welche in die Polynya münden. Die Topographie bildet bei dieser meereismechanischen Untersuchung die Grenzbedingung, da das Meereis in den Kanälen, welche durch Land begrenzt sind, als ein isoliertes System angenommen wird. Die Messungen der äusseren Kräfte, Wind und Meeresströmung, ergaben Schubspannungen auf der Meereisoberfläche von der Grössenordnung  $10^0 \text{ dyn cm}^{-2}$  mit Spitzenwerten von  $10^1 \text{ dyn cm}^{-2}$ .

Die berechneten Spannungen im Festeis der im Feld gemessenen Verformungsraten liegen in der Grössenordnung von  $10^0$  bar und weisen auf zwei verschiedene Spannungszonen im Festeis hin. Da verschiedene Mechanismen vorherrschen, sind die dazu gehörigen Spannungen und Verformungsraten in den einzelnen Zonen völlig verschieden. Die kompressive Zone entlang der Eisgrenze reagiert wie ein 'Triumphbogen', während der Rest des Spannungsfeldes Zugspannungscharakter aufweist.

Durch wiederholte Messungen wurde der Meereiszufuss an der Festeisgrenze der Polynya als  $10^1 \text{ cm d}^{-1}$  bestimmt. Unter der Annahme eines relativ grossen Treibeisverlustes im Süden der Polynya scheint sich die erste Hypothese im Prinzip zu bestätigen, jedoch ergaben quantitative Abschätzungen, dass diese Hypothese allein die Ursache der mehrere Zehntausende von Quadratkilometer grossen Polynya NORTH WATER nicht klären kann, sondern dass vielmehr eine Kombination der zwei obig erwähnten Hypothesen der Existenz dieser Polynya am ehesten gerecht wird.

## ABSTRACT

A study was made of the mechanics of fast ice in the North Water area. An attempt was made to contribute to the elucidation of the cause of the North Water. Wind and sea current were assumed to be the main external forces and the fast ice was assumed to deform under the influence of those external forces. Wind, sea current and the resulting displacement and strain were, therefore, measured *in situ* together with some physical characteristics of the fast ice such as thickness, temperature and salinity, as well as sea water temperature. The results showed that the displacement of the fast ice was determined by the external forces but the influence of the boundary conditions was also important. It is concluded that the postulated purely mechanical causes of the North Water are insufficient to create such a large polynya and that of thermal contributions must also be taken into account.