
Vorwort

Man sollte meinen, dass zu einem klassischen Thema wie „Spannungen in Gletschern“ eigentlich schon alles gesagt ist. Aber beim Studium dieses Themas entstand bei mir allmählich ein anderer Eindruck, weil mir immer wieder die Einfachheit der Balancebedingungen ins Auge sprang, denen die Kräfte und Drehmomente in Gletschern genügen müssen. Diese Einfachheit der Balancebedingungen – sie bestehen aus der Symmetriebedingung für den Spannungstensor und aus einer Differentialgleichung, in welcher die Divergenz des Spannungstensors vorkommt – führte mich zu der Vermutung, dass es dazu auch eine einfache allgemeine Lösung geben müsste. Tatsächlich fand ich diese allgemeine Lösung, wie erwartet, in einem Handbuch über Festkörpermechanik. Das hier Bemerkenswerte an dieser allgemeinen Lösung war, dass sie noch nie auf die Gletscherdynamik angewandt wurde. Diese Lücke soll im Folgenden geschlossen werden.

Nach der Konstruktion dieser allgemeinen Lösung der Balancebedingungen gehe ich noch einen Schritt weiter und berechne die allgemeine Lösung, welche nicht nur diese Balancebedingungen berücksichtigt, sondern auch die Randbedingungen an freien Gletscheroberflächen und an den Kontaktflächen zu stehenden Gewässern.

Aber weiter als bis zur allgemeinen Lösung dieser Balance- und Randbedingungen kann man bei allgemeinen Spannungsberechnungen nicht gehen, wenn die berücksichtigten Bedingungen zuverlässig und der Rechenaufwand vertretbar bleiben sollen. Wollte man die nur unzureichend bekannten Randbedingungen an der Gletschersohle oder an den Grenzflächen zum benachbarten, nicht betrachteten Teil des Gletschers berücksichtigen, ginge die Zuverlässigkeit verloren. Wollte man die Fließbedingungen – Inkompressibilität des Eises und Fließgesetz – berücksichtigen, hätte das hohen Rechenaufwand zur Folge.

Daher hat man mit dieser allgemeinen Lösung der Balance- und Randbedingungen genau den Teil der Spannungsberechnungen bewältigt, welcher auf zuverlässigen Bedingungen beruht und mit vertretbarem Rechenaufwand durchgeführt werden kann. Diese allgemeine Lösung bildet wegen ihrer Zuverlässigkeit eine solide Ausgangsbasis für alle weitergehenden Berechnungen.

Ich habe versucht, den Begriff des Spannungstensors so ausführlich zu erklären und alle Berechnungsverfahren so detailliert darzustellen, dass ein möglichst in sich geschlossenes Hand- und Lehrbuch zur Berechnung von Spannungen vorliegt, welches ohne Spezialkenntnisse und ohne weitere Literaturstudien verwendet werden kann. Voraussetzung für die Lektüre sind Grundkenntnisse in Analysis, Distributionstheorie, linearer Algebra und klassischer Mechanik. Damit der Leser schnell das finden und verwenden kann, was ihn interessiert, habe ich in Kap. 9 einen Überblick über die allgemeine Lösung sowie ihre Anwendungsmöglichkeiten gegeben und habe außerdem zahlreiche Querverweise durch Fußnoten aufgenommen, um eine selektive Lektüre zu ermöglichen. Auf diese Weise und mit Hilfe des Inhaltsverzeichnisses kann sich der Leser das Buch erschließen. Deshalb habe ich auf einen Index verzichtet.

Ein ziemliches Problem bereiteten die vielen Formeln. Diese Formeln, die doch zum Verständnis der vorgestellten Rechenverfahren beitragen sollen, könnten die geradezu gegenteilige Wirkung entfalten, wenn sie den Text zu sehr durchsetzten und damit zu sehr störten. Ich habe versucht, dieses Problem durch Verlagerung von Berechnungen in den Anhang zu lösen, was jedoch noch nicht genügte. Die Lösung dieses Problems fand ich erst, nachdem ich mir klar gemacht hatte, dass hier zwei Sprachen gesprochen werden, nämlich die Sprache des Textes und die Sprache der Formeln und dass jede Sprache ihre eigene Botschaft hat und dass sich diese Botschaften gegenseitig um so mehr stören, je mehr man die beiden Sprachen vermischt. Daher habe ich in jedem Abschnitt den Text und die Formeln getrennt und habe es vermieden, im Text direkt über die Formeln zu sprechen. So stehen in jedem Abschnitt der Text und die Formeln eigenständig nebeneinander und sind nur locker miteinander verbunden. Diese lockere Verbindung wird durch die in den Text eingestreuten geklammerten Formelnummern hergestellt. Diese Formelnummern sind hochgestellt zum Zeichen dafür, dass sie kein Bestandteil des Textes sind. Auf diese Weise bleibt der Text ungestört von den Formeln und behält seine eigenständige Bedeutung.

Um auch die nur aus Formeln bestehenden Teile in sich möglichst verständlich zu gestalten, sind diese Teile gegliedert. Aus diesem Grund sind auch Gleichheitszeichen gelegentlich – um sie genauer zu spezifizieren – mit einem Hinweis versehen, falls es sich bei einer Gleichheit nicht um eine Bedingung handelt, sondern um eine Gleichheit gemäß Voraussetzung, um eine Gleichheit durch Definition oder um eine mathematische Identität oder falls eine andere Formel zu beachten ist. Eine wichtige Rolle spielen die in Kap. 3 eingeführten speziellen Integrationsvorschriften und deren Symbolisierung durch Integraloperatoren. Damit können nicht nur viele Formeln übersichtlich geschrieben werden, sondern damit lassen sich auch viele Berechnungen besonders leicht durchführen, da diese Integraloperatoren besonders einfachen Rechenregeln genügen. Dabei treten nicht nur gewöhnliche Funktionen, sondern auch Distributionen auf.

Eine Erläuterung und ein Verzeichnis der Symbole befinden sich am Ende des Buches. Hier seien nur die schräg durchgestrichenen Symbole erwähnt, da sie nicht allgemein üblich sind. $\overline{\mathbf{u}}$ bezeichnet den antisymmetrischen Tensor, welcher einem Vektor $\mathbf{u}$ zugeordnet ist und $\overline{\mathbf{H}}$ bezeichnet den Vektor, welcher dem antisymmetrischen Teil eines Tensors $\mathbf{H}$ zugeordnet ist.

Glückliche Zufälle, für die ich vielen Personen Dank schulde, haben es mir ermöglicht, dieses Buch zu schreiben. Ganz besonders danke ich meiner Frau Dorothea. Sie war meine erste Lektorin und im Dialog mit ihr habe ich das Buch gestaltet.

Hamburg, im Sommer 2015

Peter Halfar

Spannungen in Gletschern

Verfahren zur Berechnung

Halfar, P.

2016, XIV, 223 S. 7 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-48021-2