

geschichtete und geschieferte Gesteine charakteristische Eigenschaft angesehen werden kann.

Somit kann es vorkommen, daß in einer solchen aus Schichtgestein zusammengesetzten Platte, welche bei bloßem Horizontaldruck gemäß Fall I ungefaltete bliebe, die Bildung von Spaltungs- und Gleitflächen, z. B. infolge Vertikalverschiebung eines Punktes eingeleitet wird und sich dann von demselben aus weiter verbreitet, indem sie gleichzeitig eine sukzessiv fortschreitende Faltung (nach Fall II) hervorruft. In den längs dieser Gleitflächen erfolgenden Spaltungen und damit zusammenhängenden Überschreitungen der Stabilitätsgrenze mag man übrigens wohl auch eine der Entstehungsursachen von tektonischen Erdbeben vermuten.

Auf diese kurzen Bemerkungen wollen wir uns hier beschränken, da die quantitative Untersuchung solcher Vorgänge die Berechnung der Schubspannungen  $X$ , erfordert,<sup>1)</sup> wozu die oben zugrunde gelegte einfache Näherungstheorie dünner Platten nicht mehr hinreicht.

### III. SOME REMARKS ON THE MECHANICS OF OVERTHRUSTS.

Geological Magazine, Decade V, Vol. VI, No 539. May 1909, pp. 204—205.

Mr. T. Mellard Reade evidently wished to elicit, by his note on the mechanics of overthrusts in the Geological Magazine, 1908, p. 518, a discussion on these phenomena, as he also tells us in the February Number, 1909, p. 75. May I be allowed, therefore, to contribute some remarks on his paper?

It is easy enough to calculate the force required to put a block of stone in sliding motion on a plane bed, even if its length and breadth be 100 miles, and I do not think Mr. Mellard Reade meant to use the word „incalculable“ in a literal sense. However great this force may be, it certainly will be easy to mention instances of still greater terrestrial or cosmic forces. Still, I think Mr. Mellard Reade might dispute the analogy with the piling up of the Rev. O. Fisher's broken ice-sheets, and he could defend his statement „that no force applied in any of the mechanical ways known to us in Nature would move such a mass“<sup>1)</sup>.

Let us indicate the length, breadth, and height of the block by  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , its weight per unit volume by  $w$ , the coefficient of sliding friction by  $e$ ; then, according to well-known physical laws, a force  $abcwe$  will be necessary to overcome the friction and to put the block into motion. Now, the pressure exerted by this force would be distributed over the cross-section  $ac$ ; hence the pressure on unit area will be equal to the weight of a column of a height  $be$ . Putting  $e = 0.15$  (friction of iron on iron),  $b = 100$  miles, we get a height of 15 miles, while the breaking stress of granite corresponds to a height of only about 2 miles. Thus we may press

<sup>1)</sup> T. Mellard Reade, Geol. Mag., November, 1908, p. 518.

the block with whatever force we like; we may eventually crush it, but we cannot succeed in moving it. The conclusion is quite striking, and so far we cannot but agree with Mr. Reade's opinion.

But are we entitled, therefore, to condemn the theory of the Alpine overthrusts? I think the comparison is not quite fair. First, it may be remarked, the bed may not be horizontal but inclined; in this case the component of gravity is sufficient, at an inclination of 1:65, to put the block in sliding motion, and we need not apply any external pressure at all. And what seems still more important, nobody ever will explain Alpine overthrusts in any other way than as a phenomenon of rock-plasticity. Suppose a layer of plastic material, say pitch, interposed between the block and the underlying bed; or suppose the bed to be composed of such material: then the law of viscous liquid friction will come into play, instead of the friction of solids; therefore any force, however small, will succeed in moving the block. Its velocity may be small if the plasticity is small, but in Geology we have plenty of time; there is no hurry.

Some features of these phenomena have been beautifully illustrated by Professor Sollas' pitch-experiments. Pitch is not the same as rock undoubtedly, a point which Professor Bonney lays much stress upon in the August Number, 1907, of the Quart. Journ. Geol. Soc., but, on the other side, let us realize the difference between two months (required for Professor Sollas' experiments) and hundreds of thousands or millions of years which must be allowed for the analogous process in the Alps. The analogy shows mountain-building to be a very slow, gradual process, in virtue of the smallness of plasticity, but it would be in the main a continuous process, and I do not think we are forced to assume its discontinuity, as Mr. Mellard Reade seems inclined to do.

The plasticity of rocks in greater depths is to be explained partly by elevation of temperature, partly by pressure. But whatever explanation we accept, there are too many evidences to deny the fact.

In conclusion, we must say Mr. Mellard Reade's paper is very instructive; indeed, it helps us to see, by contrast with the author's ideal example, what are the most essential features of the process as displayed in Nature.

#### IV. VERSUCHE ÜBER FALTUNGSERSCHEINUNGEN SCHWIMMENDER ELASTISCHER PLATTEN.

Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, 1909 (II), pp. 727—734.

In der Abhandlung: „Über ein gewisses Stabilitätsproblem der Elastizitätslehre und dessen Beziehung zur Entstehung von Faltengebirgen“<sup>1)</sup> habe ich gesucht, einen Mechanismus ausfindig zu machen, welcher die Bildung stabiler Faltungen in einer rechteckigen, von Tangentialdrücken beanspruchten Platte hervorrufen würde und welcher als Modell der Faltungserscheinungen der Erdkruste angesehen werden könnte. Es wurde daselbst die Anschauung begründet, daß man die Erdkruste, soweit diese Erscheinungen in Betracht kommen, als eine „schwimmende Platte“ ansehen könne, und es wurde mittels mathematischer Analyse nachgewiesen, daß in einer solchen schwimmenden Platte tatsächlich unter gewissen Bedingungen stabile Faltungen auftreten müssen, deren Dimensionen sich aus dem Biegemodul der Platte und der Dichte der untergelagerten Flüssigkeit berechnen lassen.

Da hierüber bisher keinerlei experimentelle Beobachtungen vorliegen, erschien es mir interessant, zu versuchen, ob sich jene theoretisch vorausgesehenen Erscheinungen auch experimentell verwirklichen lassen. Will man diese Faltungsphänomene im Laboratorium bequem beobachten, so darf die „Faltenlänge“ nicht mehr als einige Zentimeter betragen, und das erfordert, wie aus der hierfür a. a. O. abgeleiteten Formel (19):

$$(1) \quad \lambda = 2\pi \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)\rho g}}$$

<sup>1)</sup> Dieses Bulletin 1909, (II), p. 3 [page 5 du présent Volume. *Ed.*].