

is the quicker travel of lower windward ridges, which results in their catching up and becoming merged in the ridges to leeward. — The forms of dunes, and of groups of dunes, have a greater variety than those of ripples, and are often more complicated, for a dune may register the impress of many changing winds. Another important difference between the small-scale and large-scale phenomena is that in the latter the heterogeneity of wind is much more important. In this term I include both intermittence and the want of uniformity of the cross-section of a sheet of wind. Unlike wind-ripples, dunes do not necessarily owe their origin to the resistance of the sand-grains. In the case of transverse dunes in deep deserts there appears, however, to be actual continuity between ripple and dune, the latter being (on this supposition) old ripples. — Rippling action plays a part in the shaping of every dune.»\*

Cholnoky's view is however the direct opposite of this. He says: »Schon die feine Rippelmarkung erinnert lebhaft an die auf der Oberfläche des Wassers entstehenden Kreiselungen; die wunderbare Gleichmässigkeit der Rippelmarken lässt aber diesen Vergleich ziemlich oberflächlich erscheinen. Spätere Erwägungen werden es klarlegen, dass diese Erscheinungen mit dem Wellenschlag durchaus nicht identisch sind und die Ähnlichkeit eine nur ganz äusserliche, oberflächliche ist. Wir werden sehen, welchem Irrtum Vaughan Cornish verfiel, als er dieselben als Sandwellen (sand-waves) bezeichnete, und die grossen Sandhügel als vergrösserte Ausgabe der Rippelmarken betrachtet.»

Then he goes on to say, that Baschin, building upon Helmholtz's wave-theory, arrives at the same conclusion as Cornish, namely, that sand-dunes are identical with waves. Cholnoky sets forth his own view in the following words: »Die Dünen unterscheiden sich aber wesentlich nicht nur insoferne als dies Baschin erwähnt, sondern gerade im wichtigsten, ich möchte sagen, im Definierungspunkte, von der Wellenbewegung. Die Wellenbewegung ist im wissenschaftlichen Sinne eine periodische, eine Orbitalbewegung; Welle ist aber ein solches Stück des in der periodischen Bewegung befindlichen Mediums, das eine vollständige Reihe der in sämtlichen Phasen befindlichen Medienelemente enthält. Die Bewegung des Sandes der Dünen ist eine fortschreitende Bewegung, die Düne selbst eine fortschreitende Masse, die während ihrer Wanderung durch den Wind eine eigenartige Form annimmt. Die Bewegung der Sandkörner hat zwar Perioden, nachdem das Sandkorn an der sanften Böschung der Düne hinaufwandert, sodann auf der Steilböschung hinabrutscht und dann solange unbeweglich bleibt, bis die Düne mit einer ihrer eigenen Breite gleichen Strecke vorwärts gewandert ist. Alsdann beginnt das Sandkorn wieder seine Bewegung. Während aber die Form der Wellenoberflächen von der Orbitalbewegung der an der Wellenbewegung teilnehmenden Molekülen verursacht wird, entsteht die Form der Düne nicht infolge der Bewegungsperiode der Sandkörner, sondern gerade umgekehrt, die Form der Sanddüne ruft die Periodicität in der Vorwärtsbewegung des Sandkornes hervor. Es fehlt sonach dem Charakter der Sanddüne die definierende Eigenschaft der Wellenbewegung; infolge dessen ist die Düne mit

\* *On the Formation of Sand-dunes*, in *Geographical Journal*, March 1897.

See also Cornish: *On Desert Sand-dunes Bordering the Nile Delta*, in *Geographical Journal*, January 1900, a paper accompanied by admirable illustrations.