

## IM BLICKWINKEL

## Wie man die Zeit aufhalten kann

„Siehe eine Sanduhr: Da lässt sich nichts durch Rütteln und Schütteln erreichen“, schrieb Christian Morgenstern. So wahr dieser Ausspruch auch sein mag, im Allgemeinen stimmt er nicht. Wenn man eine Sanduhr schüttelt, also beispielsweise rhythmisch auf und ab bewegt, oder ihren unteren Teil erwärmt, so geht sie mit der Zeit nach.

Hängen wir eine Sanduhr beispielsweise an einem elastischen Faden auf und lassen sie auf und ab schwingen, so dauert es länger bis sich der obere Behälter in den unteren entleert, als unter normalen Bedingungen. Wie lässt sich dieses verblüffende Phänomen erklären?

Die Durchflussöffnung von Sanduhren ist üblicherweise so eng wie möglich bemessen, um mit einer möglichst kleinen Sandmenge möglichst große Zeiten messen zu können. Ist die Öffnung zu eng, kommt der Strom ins Stocken (vgl. C. Ucke, H. J. Schlichting, Physik in unserer Zeit 1996, 27 (4), 180).

Ein fließendes Granulat unterscheidet sich grundlegend von einer fließenden Flüssigkeit. So hängt beispielsweise die Fließgeschwindigkeit des Granulats nicht von der Höhe ab, aus der es herabfällt. Deshalb rieselt der Sand von Anfang bis Ende mit derselben Geschwindigkeit durch die Öffnung. Diese Eigenschaft beruht darauf, dass Granulate unter Einwirkung äußerer Kräfte aufgrund

von Reibung an den Berührungspunkten der Körner so genannte Kraftnetzwerke ausbilden. Sie „verteilen“ die Kraftwirkungen inhomogen im Medium. Eine typische Konsequenz derartiger Netzwerke ist die Entstehung von Gewölben. In der Sanduhr können sie bewirken, dass die Öffnung überbrückt und der Fluss des Sandes unterbrochen wird.

Wird die Sanduhr nach unten oder oben beschleunigt, so kann dies in der Nähe des so genannten kritischen Stroms zur Auslösung solcher Brücken führen. Dafür gibt es genügend alltägliche Beispiele. Geraten beispielsweise Teeblätter beim Fluss durch die enge Öffnung der Teedose ins Stocken, so verschärft man die Situation, wenn man durch Druck von oben nachzuhelfen versucht. Lediglich ein seitliches Klopfen kann Abhilfe schaffen.

Eine weitere verblüffende Möglichkeit, den Sandstrom zum Erliegen zu bringen besteht darin, den unteren Behälter mit den Händen zu umschmiegen. Nach einer Weile „steht

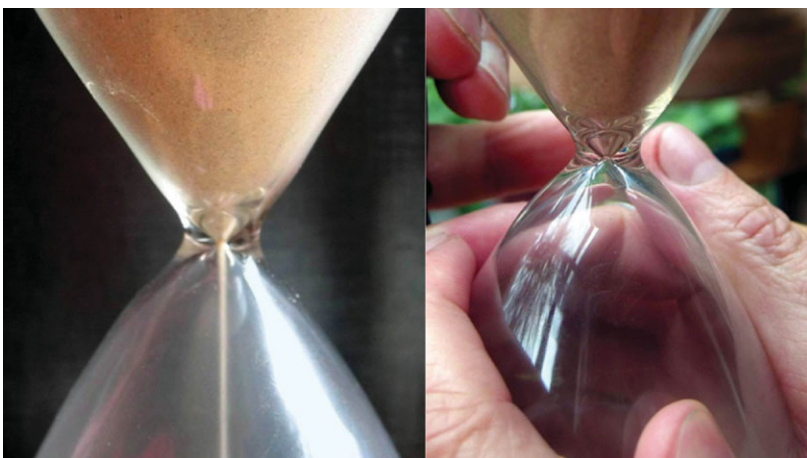


**Abb. 1** Mit einer Sanduhr lässt sich die Zeit messen, weil die Geschwindigkeit, mit der das Granulat durch die Öffnung rieselt, nicht vom Füllstand abhängt.

die Zeit.“ Was hier an die mystischen Kräfte des Handauflegens erinnert, kann jedoch rational erklärt werden. Durch die Erwärmung des unteren Behälters steigt der Luftdruck mit der Tendenz, Luft in den kühlen oberen Behälter strömen zu lassen. Dadurch wird der Fließvorgang so gestört, dass es zur Brückenbildung und zur Unterbrechung des Sandstroms kommt.

Bei kleineren Sanduhren, die nicht mit den Händen umschmiegt werden können, behilft man sich mit anderen Methoden. Als sehr effektiv erweist es sich, den unteren Behälter in den warmen Luftstrom eines Haartrockners zu stellen. Der unvorbereitete Beobachter wird dabei manchmal auf den abwegigen Gedanken gebracht, der Luftstrom des Haartrockners würde auf irgend eine Weise den Sandstrom im luftdicht abgeschlossenen Glas beeinflussen. In Wirklichkeit bringt auch hier die erwärmte Luft im Innern den Zeitstrom zum Erliegen.

Hans J. Schlichting, Uni Münster



**Abb. 2** Der gleichmäßige Strom der Sandkörner (links) kann durch Erwärmen des unteren Glaskolbens (rechts) unterbrochen werden (Fotos: Schlichting).