



Kurzbeschreibung zum Preis der Aufgabe 2021-2022 III des Wettbewerbs „Experimente antworten“

Paradoxe Sanduhr

„Paradox“ (mit Betonung auf dem o) ist kein physikalischer oder chemischer Fachbegriff. Er stammt aus der Philosophie. Wörtlich bedeutet er „entgegen der (allgemeinen) Lehre oder Meinung“ und wird für Phänomene und Sachverhalte verwendet, die – eventuell auch nur scheinbar – der Erwartung widersprechen.

Der Preis der dritten Runde sieht wie eine Sanduhr aus und deshalb würde man erwarten, dass er auch die *Eigenschaften* einer Sanduhr aufweist: dass also die „Füllung“ vom oberen Halbglas langsam in das untere Halbglas rieselt. Bei Sanduhren sollte die dabei verstreichende Zeit immer gleich sein. Dann kann man mit einer Sanduhr Zeitdauern zwar etwas grob, aber doch beständig und – durch Umdrehen der Sanduhr – immer wiederholbar einigermaßen genau bestimmen.

Was man bei dem Preis der dritten Runde beobachtet, ist jedoch genau das Gegenteil: die Füllung „rieselt“ vom unteren Halbglas nach *oben*! Sind hier die Gesetze der Schwerkraft aufgehoben?

Natürlich nicht. Bei einer herkömmlichen Sanduhr rieselt der „Sand“ (der in Wahrheit gar kein Sand vom Strand ist, dessen Körner viel zu unterschiedlich für ein gleichmäßiges Rieseln wären, sondern feiner Staub aus kleinen, gleichmäßig geformten Kügelchen) durch die Verengung von oben nach unten. Gleichzeitig strömt Gas (nämlich Luft) durch die Zwischenräume zwischen den einzelnen kleinen „Kügelchen“ aus dem unteren Halbglas in das obere Halbglas. Da die Luft aber für das menschliche Auge unsichtbar ist, nimmt man nur die Bewegung des „Sandes“, also der Füllung wahr.

Warum geschieht dies? Kügelchen und Luft werden doch *beide* von der Schwerkraft zum Erdmittelpunkt hin angezogen ...? Das liegt daran, dass die Dichte des Sandes größer ist als die Dichte der Luft: in einem Liter „Sand“ befindet sich in etwa tausendmal so viel Masse wie in einem Liter Luft! Dadurch erfährt der Sand eine stärkere Anziehungskraft zum Erdmittelpunkt hin als die Luft. Und da sich in der Sanduhr „Sand“ und Luft frei bewegen können, wird deshalb der „Sand“ an der Luft vorbei in das untere Halbglas gezogen und verdrängt dort die sehr leicht beweglichen Luftteilchen, die in das obere Halbglas „ausweichen“.

In der „paradoxen Sanduhr“ wurde, im Gegensatz zur herkömmlichen Sanduhr, die Luft durch eine Flüssigkeit ersetzt, und gleichzeitig weisen die bunten Kügelchen eine Dichte auf, die *geringer* ist als die Dichte dieser Flüssigkeit! Deshalb wird in der „paradoxen Sanduhr“ die *Flüssigkeit* nach unten gezogen und die Kügelchen steigen nach oben. Da die Kügelchen gefärbt sind, die Flüssigkeit aber durchsichtig ist, nimmt man nur das Aufsteigen der Kügelchen wahr. Die Gesetze der Physik gelten also auch in der „paradoxen Sanduhr“, der Widerspruch, das sogenannte „Paradoxon“ (mit Betonung auf dem zweiten a), ist also nur ein *scheinbarer*.



**Das Wettbewerbsteam wünscht Dir immer eine gute Zeit, egal ob sie aufsteigend oder absteigend ver-
rinnt, und viel Spaß beim weiteren Experimentieren!**