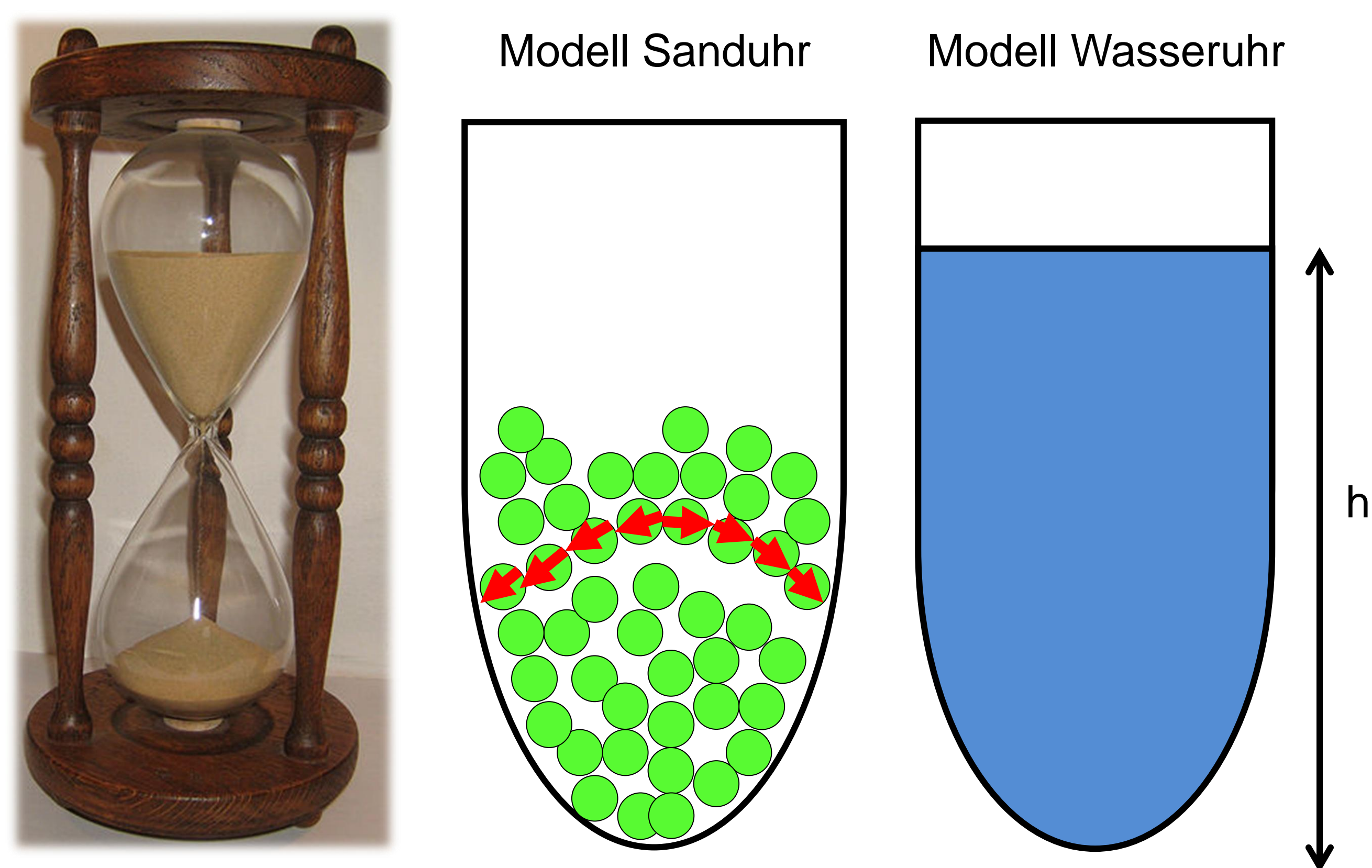




Die beschleunigte Sanduhr

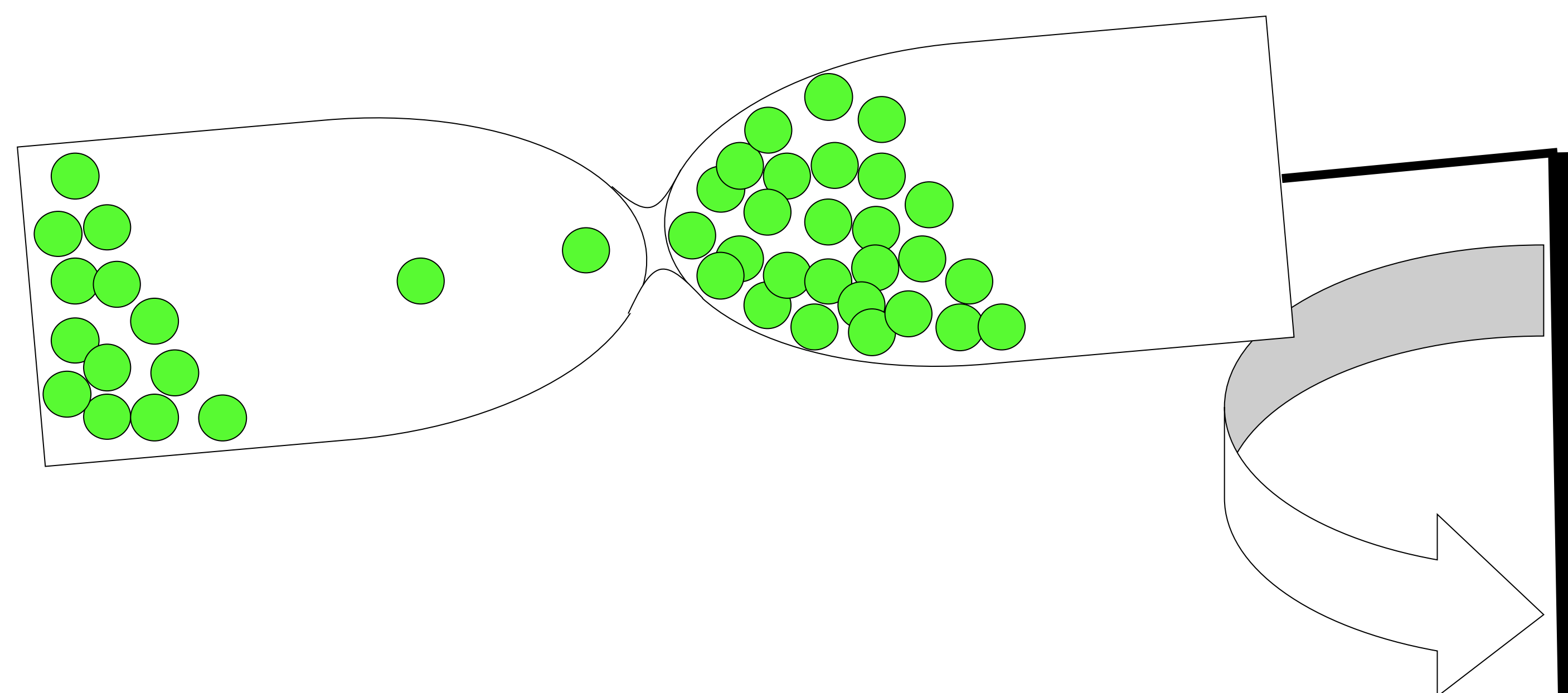
Vorwissen

In einer Sanduhr rieselt der Sand mit gleichmäßiger Durchströmrate im Glas nach unten. Die Höhe der Sandsäule hat auf die Durchflussrate keinen Einfluss. Grund ist die Bildung von Kraftbrücken im Granulat (rote Pfeile), die einen Teil der Gewichtskraft auf die Behälterwände umleiten. In einer mit Wasser gefüllten Sanduhr hängt der Druck und damit die Kraft auf die Taille der Uhr nur von der Höhe der Wassersäule ab.^{1,2}



Phänomen

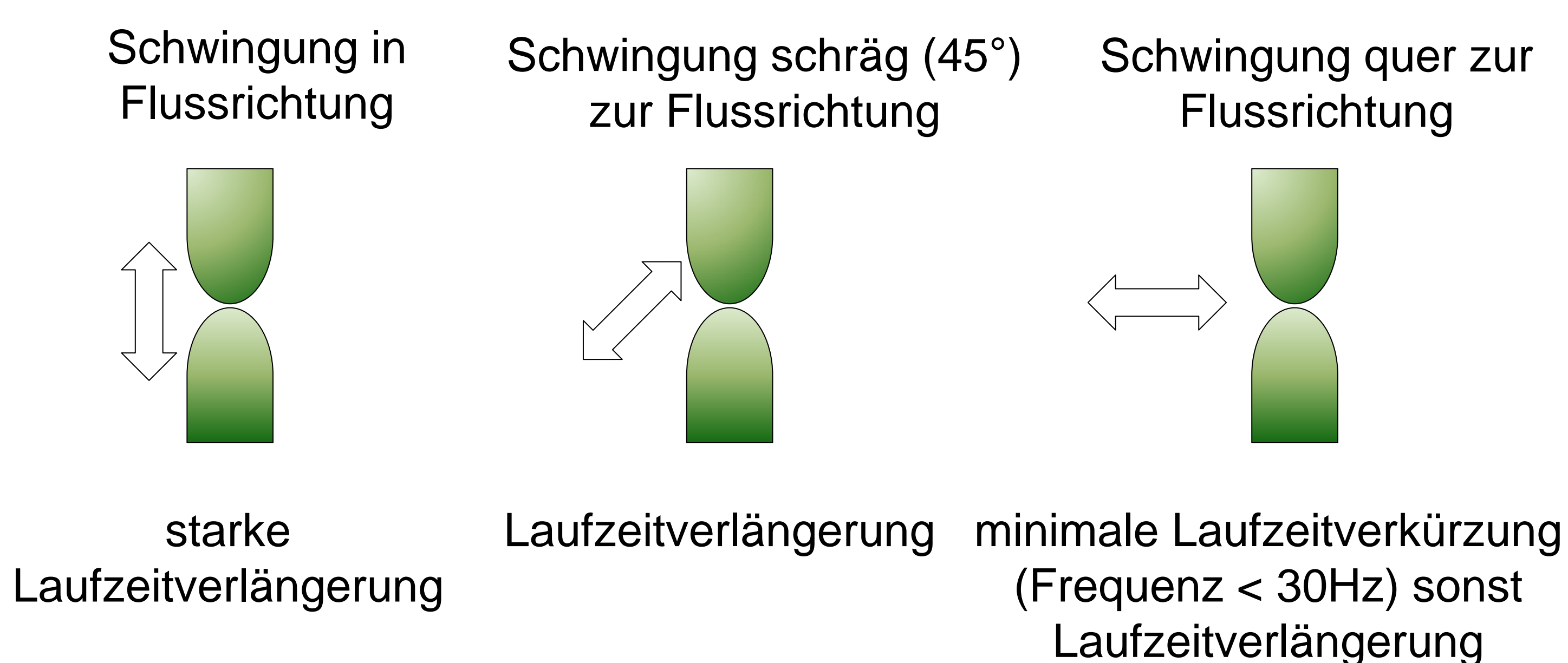
Lässt man die Sanduhr frei hängend rotieren (Erhöhung der „effektiven Erdbeschleunigung“ auf die Granulatkörner), kommt es zu enormen Laufzeitverkürzungen, die dem Modell der Kraftbrücken widersprechen. **Eine 10-Minuten-Sanduhr verkürzt ihre Laufzeit auf weniger als eine halbe Minute.** Das Modell der Kraftbrücken scheint unzureichend für die Beschreibung der Laufzeiten von Sanduhren



Skizze des Versuchsaufbaus. Die Sanduhr rotiert frei hängend. Die beschleunigende Wirkung auf die Granulatkörner wird gesteigert. (siehe Diagramme)

Kräfte auf Sanduhr

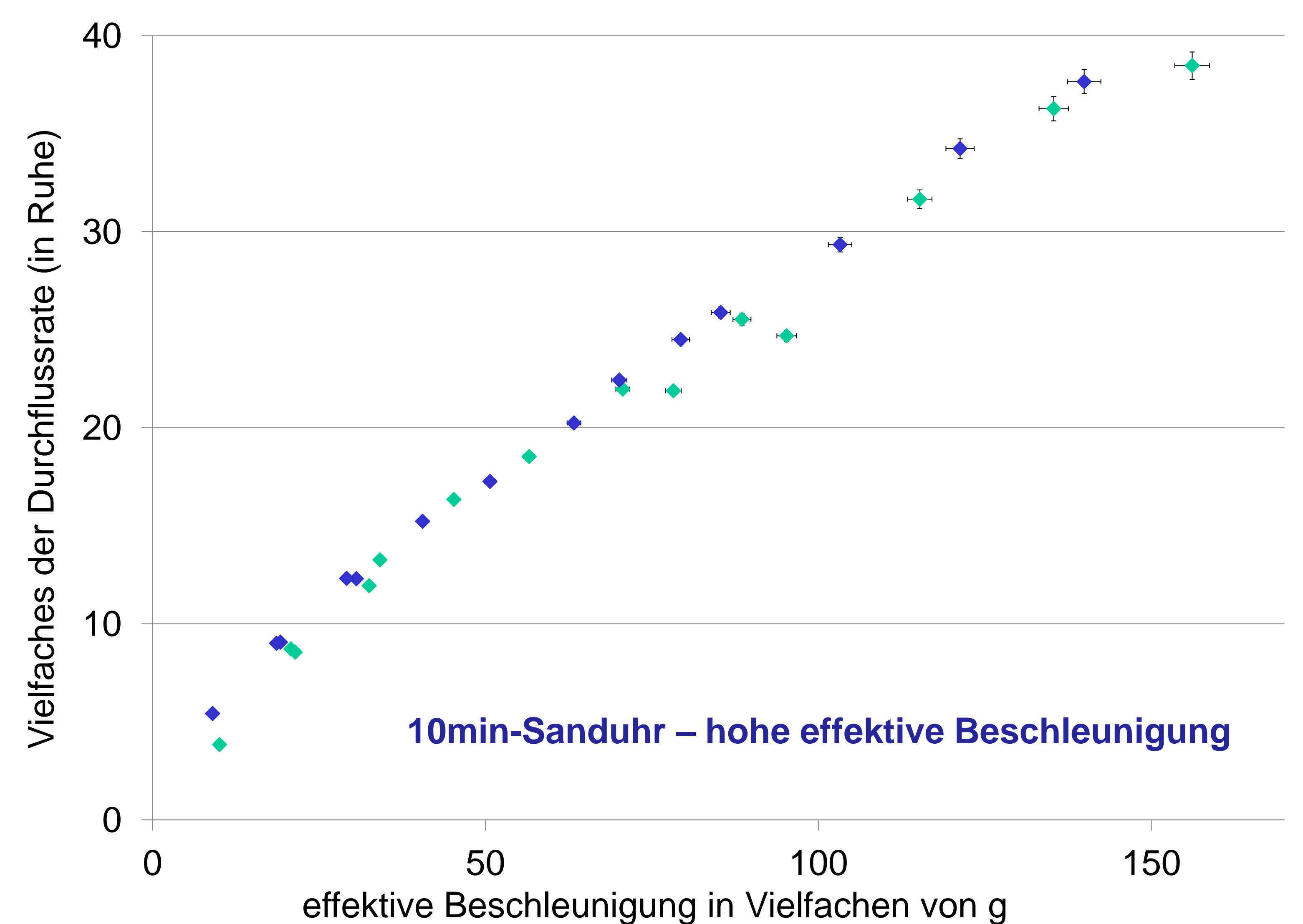
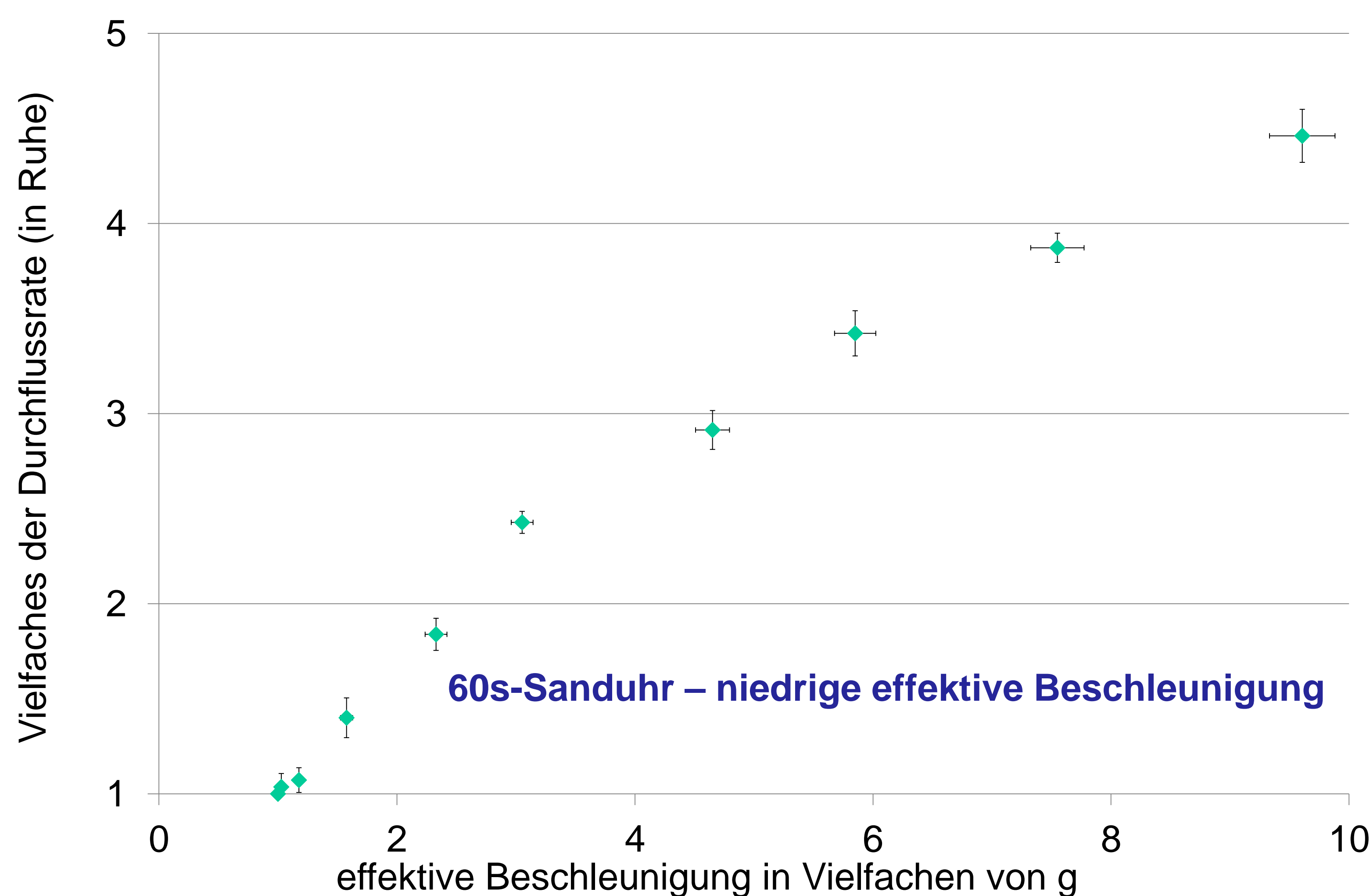
Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass sich die Laufzeiten von Sanduhren durch Schwingungen kaum verkürzen aber verlängern ließen.



Begründung: Schwingungen in Flussrichtung lassen Sand im Glas minimal hochspringen und verhindern den Durchfluss. Des Weiteren werden durch zusätzliche Krafteinwirkung in Flussrichtung Kraftbrücken verstärkt. Schwingungen quer zur Laufrichtung verhindern die Bildung von Kraftbrücken und verringern so die Laufzeit.

In der Schule

Das Experiment lässt sich als Freihandversuch leicht durchführen. Durch die Einfachheit des Experiments ist eine Generierung von Hypothesen leicht möglich und für SchülerInnen gilt es, einen kognitiven Konflikt zu lösen.



Literatur

1: Schlichting H.-J., Ucke C.: Paradoxe Sanduhren, Physik in unserer Zeit 27 (1996), S. 180–182, Wiley, Weinheim.
 2: Schlichting H.-J.,: Wie man die Zeit aufhalten kann, Universität Münster, Physik in unserer Zeit 2/2006, S. 37, Wiley, Weinheim.

Bildnachweise

Sanduhr: Sepp S., 2007, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wooden_hourglass_2.jpg?uselang=de (28.02.2014)
 andere Grafiken: selbst erstellt

Kontakt

johannes.staude@t-online.de
 joachim.haupt@fu-berlin.de
 nordmeier@physik.fu-berlin.de
 Freie Universität Berlin
 Fachbereich Physik
 Didaktik der Physik
<http://didaktik.physik.fu-berlin.de>