

# Kaffee bleibt heiß im ICE

**PHYSIK** Die Temperatur eines Körpers ist unabhängig davon, ob er sich bewegt

Ist Kaffee in einem sehr schnell fahrenden Zug kälter oder wärmer, als er es auf festem Boden wäre? Was für einen Laien nach einer sinnlosen Frage klingt, erfordert eine ungemein kluge Antwort. Einem Team deutscher und spanischer Physiker ist der Nachweis gelungen, dass die Temperatur eines Körpers nicht von dessen Bewegungszustand abhängt.

Hintergrund ihrer Versuche ist ein Problem, das sich aus der Einstein'schen Relativitätstheorie ergibt. Denn in einem bewegten Körper, der von einem ruhenden Punkt aus beobachtet wird, vergeht die Zeit langsamer als für den Beobachter. Ein Grund, weswegen ein Raumfahrer, der zur Erde zurückkommt, weniger gealtert ist als die Mitmenschen, die auf der Erde geblieben sind.

Für eine bewegte Tasse Kaffee, in der die Zeit relativ langsam verrinnt, bedeutet dies, dass womöglich auch die Wärme der Flüssigkeit beeinflusst wird. Denn der Kaffee enthält Moleküle, die selbst schon eine Eigenbewegung aufweisen; von dieser Geschwindigkeit hängt die Temperatur der Flüssigkeit ab. Würde sich die Eigengeschwindigkeit der Teilchen reduzieren – weil die Zeit in der bewegten Tasse langsamer vergeht und es für die Teilchen länger dauert, eine bestimmte Strecke zu durchmessen –, müsste der Kaffee folglich kälter werden.

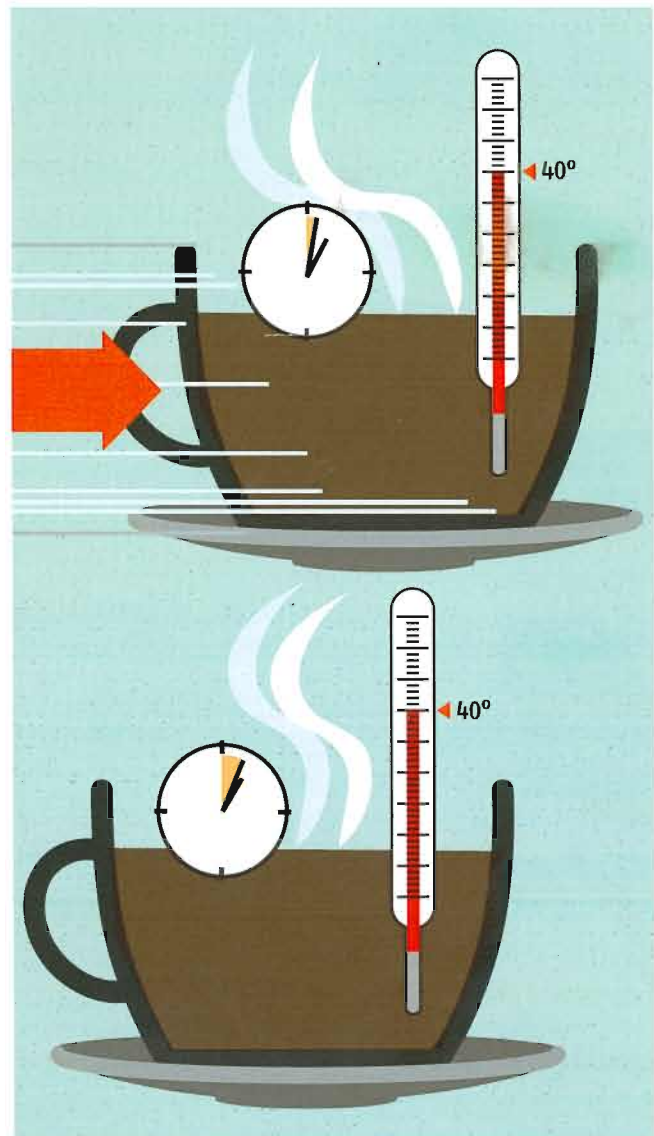
Tatsächlich vermuteten Albert Einstein und Max Planck schon 1907, dass ein solcher Körper kühler sein würde als ein ruhendes Vergleichsobjekt. Der berühmte Astrophysiker Arthur Stanley Eddington meinte indes, der Körper werde wärmer. Andere namhafte Thermodynamiker wie Peter Landsberg und Nico van Kampen postulierten in den 1960er Jahren aufgrund theoretischer Überlegungen, dass sich die Temperatur nicht ändere.

Die Wissenschaftler um die Augsburger Physiker Jörn Dunkel und Peter Hänggi konnten die Hypothese von Landsberg und van Kampen nun bestätigen: Lässt man gewöhnliche Reibungseffekte außer Acht, spielt die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers keine Rolle für dessen Temperatur, die von einem speziellen („statistisch definierten“) Thermometer gemessen werden kann. Der Nachweis stützt sich auf komplexe Computersimulationen des Verhaltens von Gasen in einem relativistischen Szenario.

Die Simulationen lassen auch darauf schließen, weshalb sich die Temperatur nicht ändert. „Außer der Geschwindigkeit der Teilchen muss auch deren Wechselwirkung mit den Wänden der ‚Tasse‘ berücksichtigt werden“, sagt Peter Hänggi.

Die Verlässlichkeit des virtuellen Modells beruht auf der Tatsache, dass es nur von sehr wenigen, allgemein anerkannten Voraussetzungen ausgeht: dass die Teilchen Masse besitzen und Energie und Impuls auch in relativistischen Szenarien erhalten bleiben. Hänggi war von dem Ergebnis überrascht. „Ich bin vom Saulus zum

Paulus geworden. Wie viele Physiker war ich überzeugt, dass Einstein recht hatte.“ Aber immerhin: Durch das Ergebnis wird sichergestellt, dass Wasser in einem Glas unter normalen Bedingungen bei exakt 0 Grad Celsius gefriert – unabhängig von seiner Geschwindigkeit.



Je schneller sich ein Objekt bewegt, desto langsamer vergeht die Zeit, die ein ruhender Beobachter misst. Für die Temperatur, die wiederum von der Bewegung der Moleküle eines Körpers abhängt, scheint dies keine Rolle zu spielen: Sie bleibt konstant