

# Macht Tempo Kaffee wärmer oder kälter?

*Wie Physiker eine alte  
Streitfrage ihrer Zunft lösen*

VON JEAN PIERRE BASSENGE

Die Frage ist abstrakt, beschäftigt Physiker aber schon lange: Ist eine Tasse Kaffee, die etwa in einem ICE mit Hochgeschwindigkeit an einem Thermometer vorbeirausen, wärmer oder kälter als eine stehende Tasse Kaffee? Augsburger Physiker haben jetzt eine Antwort darauf gefunden. Mithilfe von Computersimulationen wiesen sie nach, dass die Temperatur gleich bleibt, egal ob sich die Tasse bewegt oder nicht. Zusammen mit spanischen Kollegen von der Universidad de Sevilla präsentieren die Wissenschaftler um Peter Hänggi ihre Ergebnisse im Fachmagazin *Physical Review Letters*.

## Eine Frage des Standpunkts

Theoretisch geht es um die Frage, ob die Temperatur eines Körpers von seinem Bewegungszustand abhängt oder nicht. Das Problem ergibt sich aus der von Albert Einstein im Jahr 1905 begründeten speziellen Relativitätstheorie, nach der die Wahrnehmung eines Objekts davon abhängt, wie schnell es sich relativ zum Standpunkt des Betrachters bewegt. So ist ein sehr schnell vorbeifliegender dünner Stab für einen still stehenden Beobachter kürzer als ein langsam fliegender. Analog vermuteten Einstein und sein Kollege Max Planck, dass die Temperatur eines bewegten Körpers geringer sei als die eines ruhenden. Diese Ansicht blieb nicht unwidersprochen. Es verhalte sich genau umgekehrt, Tempo erhöhe die Temperatur, sagten manche Physiker.

Das Problem beim Nachweis solcher Effekte ist, dass die Relativitätstheorie nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten eine Rolle spielt. Diese sind im Labor schwer zu erreichen. Außerdem wird ein Messverfahren benötigt, das die Temperatur eines Körpers auch dann präzise bestimmt, wenn er sich sehr schnell an dem Thermometer vorbeibewegt. Da zur Bestimmung der Temperatur die mittlere Teilchengeschwindigkeit herangezogen wird, müsste die Geschwindigkeit jedes einzelnen Teilchens gemessen werden. Solche Messungen sind derzeit zwar möglich, aber sie sind teuer und noch sehr ungenau.

Aus diesen Gründen stellten die Augsburger Forscher den Versuch in einer Computersimulation nach. Sie ließen in ihrem Rechner eine Wolke virtueller Gasteilchen umherschwirren und beschleunigten diese auf hohe Geschwindigkeiten. Weil die Simulation im dreidimensionalen Raum zu aufwendig gewesen wäre, vereinfachten die Physiker das Problem: Sie ordneten in ihrem Computer alle Gasteilchen auf einer Linie an. Auf diese Weise mussten sie nur eine Dimension betrachten, was die Berechnungen erheblich vereinfachte.

Bei der Simulation zeigte sich, dass die Temperatur der Teilchenwolke nicht von ihrer Geschwindigkeit abhing. Die Ergebnisse lassen sich Hänggi zufolge auf beliebige Gase, aber auch auf feste Körper und auf Flüssigkeiten wie zum Beispiel Kaffee übertragen.

## Antwort aus dem All

Die Ergebnisse aus dem Computer werden sich auf der Erde wahrscheinlich nie experimentell bestätigen lassen. Die dafür benötigten Gase müssten mehrere Millionen Grad Celsius heiß sein und sich extrem schnell bewegen. Nur dann wäre ein Temperaturunterschied zwischen ruhenden und bewegten Gaswolken überhaupt messbar.

„Solche Gaswolken existieren nur tief im Weltraum“, sagt Hänggi. Er hofft, dass die Ergebnisse seiner Simulation künftig von Astrophysikern bestätigt werden können. Ihnen steht zum Beispiel die Methode der Spektralanalyse zur Verfügung: Sie erlaubt es, die Geschwindigkeit und die Temperatur von Gaswolken anhand des Lichts zu bestimmen, das sie aussenden. So ließe sich überprüfen, ob die Temperatur der Gase tatsächlich unabhängig von ihrer Bewegung ist. Die endgültige Antwort auf die alte Kaffeetassen-Frage kommt also womöglich eines Tages aus dem Weltraum.

*Physical Review Letters*, Bd. 99,  
Artikel Nr. 170601