

# 4 Simulation der thermischen Ausdehnung auf der Luftkissenbahn

## Thema

Wenn die Temperatur eines Festkörpers zunimmt, wackeln die Atome stärker, sie brauchen mehr Platz. Das bedeutet, dass sich der Körper ausdehnt. So könnte man denken. Man lernt aber in der Vorlesung, dass es anders ist.

Die thermische Ausdehnung ist ein nichtlinearer Effekt. Wenn man sich das Kristallgitter vorstellt als aus kleinen Körperchen bestehend, die durch kleine Federchen aneinander gekoppelt sind, und die Federchen das Hookesche Gesetz befolgen, so findet keine thermische Ausdehnung statt. Die Schwerpunkte aller Atome behalten im Zeitmittel ihre Position bei.

## Das Gerät

Wir statten mehrere Gleiter auf der Luftkissenbahn mit einer nicht-linearen Kopplung aus, Abb. 1. Die Stabmagnete außen stehen so, dass zwei benachbarte Gleiter zueinander hin gezogen werden, d.h. es stehen sich immer ungleichnamige Pole gegenüber. Die kleinen Hufeisenmagnete dagegen sind so eingerichtet, dass zwei benachbarte Gleiter voneinander weg gedrückt werden. Insgesamt resultiert ein „Wechselwirkungspotenzial“ mit einem Minimum, d.h. es gibt eine stabile Gleichgewichtslage. Der Gleiter am weitesten links ist auf dieselbe Art mit der Halterung am Ende der Bahn gekoppelt. Der Gleiter am weitesten rechts ist auf seiner rechten Seite mit nichts verbunden.

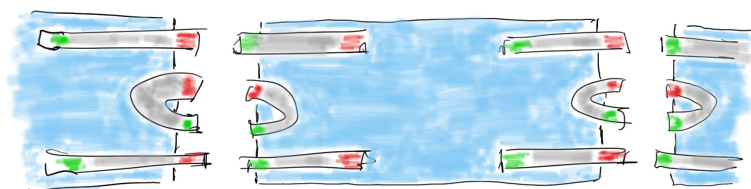


Abb. 1. Das Wechselwirkungspotenzial, das durch die Magnetfelder bedingt ist, hat ein Minimum

## Der Versuch

Man lässt die Kette sich in ihre Gleichgewichtsposition einschwingen, bis sie zur Ruhe gekommen ist. Dann stört man sie auf beliebige Art, man wackelt z. B. an einem Gleiter etwas herum, sodass alle anderen Gleiter auch in Bewegung geraten. Man beobachtet nun den Gleiter ganz rechts und erkennt qualitativ, dass er sich unregelmäßig um eine Mittellage herum bewegt, die weiter rechts liegt als seine Gleichgewichtslage.

Man macht das entsprechende Experiment mit Gleitern, die durch Hookesche Federn gekoppelt sind.

## Was man daraus lernen kann

Man bekommt ein Verständnis dafür, dass für die thermische Ausdehnung ein nichtlineares Kraftgesetz, genauer: ein unsymmetrischer Potenzialverlauf verantwortlich ist.