

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Unter Druck ist Widerstand zwecklos

Die Gitterschwingung beeinflusst auch die Eigenschaft von Hochtemperatur-Supraleitern. Nachgewiesen war der Einfluss bisher nur für Halbleitermetalle, die in der Nähe des absoluten Nullpunkts supraleitend werden. Vibrationen und Phononen gelten nun allgemein als Antreiber der Elektronen in Kristallen. Sie erhöhen die Temperatur, ab der sich die Elektronen ohne Widerstand in einem Material ausbreiten können.

Kühlt man einen Halbleiter ab, schwindet der elektrische Widerstand. Nahe Null strömen die Elektronen dann ohne Widerstand durch den Leiter. Einzig bei Kupferoxid-Keramiken ist die Übergangstemperatur zur Supraleitfähigkeit ein wenig höher. Die Übergangstemperatur steigt, wenn die Atome des Leiters ersetzt werden durch schwerere Isotope. Dadurch ändert sich die Gitterschwingung des Leiterkristalls. Es wird träger, was bei den Elektronen die Bildung von so genannten Cooper-Paaren begünstigt. Im Tandem sausen die Elektronen widerstandslos durchs Kristall.

Die Gitterschwingung wird quantenmechanisch analog beschrieben zu den Schwingungen des elektromagnetischen Feldes. In Anlehnung an die Photonen spricht man bei den Schwingungsquanten eines Kristalls von Phononen. Phononen sind Quasiteilchen, die sich nicht lokalisieren lassen. Vielmehr existieren sie im ganzen Kristallgitter gleichzeitig. Kennzeichnend für Phononen ist die Phase, in der ein Kristallgitter schwingt. Diese ändert sich, wenn Isotope in das Kristall eingebaut werden. Der Isotopen-Effekt ist dabei umso geringer, je höher die Übergangstemperatur eines Halbleiterkristalls ist.

Denselben Effekt wie beim Einbau von Isotopen erhält man, wenn die Kristallschichten des Halbleiters zusammengepresst werden. Das Gitter schwingt dann ebenfalls schwerfälliger. Wissenschaftler vom Geophysikalischen Institut der Carnegie-Stiftung in Washington und von der Chinesischen Universität Hong Kong erzielten durch den Druck auf eine Keramik aus Kupferoxid dieselbe Änderung ihrer Übergangstemperatur, die sich ergab, als sie den Sauerstoff (O^{16}) durch dessen Isotop O^{18} austauschten.