

Diss. Nr. 4362

Untersuchungen über den Ginzburg-Landau-Parameter
in Indium-Legierungen
Über das Verhalten
von Supraleitern zweiter Art unter Druck

Abhandlung
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Naturwissenschaften
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
ERICH FISCHER
dipl. Phys. ETH
geboren am 11. Februar 1938
von Basel

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. J. L. OLSEN, Referent
Prof. Dr. W. BALTENSPERGER, Korreferent

Basel
Buchdruckerei Birkhäuser AG
1969

Untersuchungen über den Ginzburg-Landau-Parameter in Indium-Legierungen

Zusammenfassung. Zur Überprüfung der Formeln von GORKOV und GOODMAN, welche sagen, dass der Ginzburg-Landau-Parameter κ linear mit dem Restwiderstand des Materials zunimmt, ist κ in verschiedenen Indium-Legierungssystemen als Funktion des Restwiderstandes experimentell bestimmt worden.

Trotz verschiedenartigen Zulegierungen mit verschiedenen Streumechanismen konnte bei nicht zu grossen Konzentrationen keine Abweichung von der Gorkov-Goodmanschen Formel gefunden werden.

An der Legierung In-14%Tl wurde die Temperaturabhängigkeit des Ginzburg-Landau-Parameters gemessen. Die Messresultate bestätigen die neuesten theoretischen Berechnungen.

I. Einleitung

Nach theoretischen Arbeiten von GORKOV [1] und GOODMAN [2] ist der Ginzburg-Landau-Parameter κ in der Nähe der Sprungtemperatur eine lineare Funktion von ρ_0 . (ρ_0 ist der Restwiderstand des Materials im Normalzustand.)

Dieser Zusammenhang zwischen κ und ρ_0 ergibt sich unter bestimmten vereinfachenden Bedingungen, wenn man die Wirkung der Elektronenstreuungen auf die elektrische Leitfähigkeit einerseits, auf die supraleitenden Eigenschaften andererseits betrachtet. Bisher gemachte Experimente bestätigen den linearen Zusammenhang.

VAN DER MARK, OLSEN und RASMUSSEN [3] haben 1966 eine experimentelle Arbeit über den Hall-Effekt in verdünnten Indium-Legierungen veröffentlicht. Hier wird gezeigt, dass der Hall-Koeffizient in Indium-Legierungssystemen stark von der Art der Zulegierung abhängt. Je nach elektrischer Ladung und Atomradius der eingebauten Fremdatome treten verschiedene Streumechanismen auf, welche die Grösse und sogar das Vorzeichen des Hall-Koeffizienten beeinflussen.

Diese Resultate gaben den Anstoss dazu, den Zusammenhang zwischen Ginzburg-Landau-Parameter und Restwiderstand nochmals genau zu überprüfen. Es sollte abgeklärt werden, ob tatsächlich zur Berechnung von κ und von ρ_0 dieselbe Mittelung der Elektronenstreuungen angewendet werden kann. In der vorliegenden Arbeit wurde κ in den Legierungssystemen Indium-Blei, Indium-Zinn, Indium-Thallium gemessen und als Funktion des Restwiderstandes aufgetragen. Bei nicht zu grossen Konzentrationen konnte innerhalb der Messgenauigkeit in κ kein Unterschied zwischen den verschiedenen Legierungssystemen festgestellt werden.

Der Ginzburg-Landau-Parameter ist eine temperaturabhängige Grösse. Nach neueren theoretischen Arbeiten von HELFAND und WERTHAMER [4] ist der Tempera-

Über das Verhalten von Supraleitern zweiter Art unter Druck

Zusammenfassung. An Indium mit 14 Atomprozent Thallium und Indium mit 5, 7 und 9 Atomprozent Blei wurde der Ginzburg-Landau-Parameter κ gemessen bei Drucken von einer bis zu ca. 15000 Atmosphären. In allen vier Fällen nimmt κ mit zunehmendem Druck ab. Diese Abnahme lässt sich durch das Druckverhalten des Restwiderstandes und des Temperaturkoeffizienten der elektronischen spezifischen Wärme erklären (Gorkov-Goodmansche Formel: $\kappa = \kappa_0 + C \gamma^{1/2} \varrho_0$).

Im Legierungssystem Indium-Blei wurde die Druckabhängigkeit der kritischen Temperatur als Funktion der Konzentration bestimmt. Es zeigen sich beträchtliche Abweichungen gegenüber dem Druckverhalten von T_c im reinen Indium.

I. Einleitung

Über das Verhalten von Supraleitern erster Art unter Druck sind verschiedene experimentelle und theoretische Arbeiten publiziert worden [1]. Es ist allgemein bekannt, dass in den meisten Supraleitern sowohl das thermodynamische kritische Feld als auch die Sprungtemperatur mit steigendem Druck abnehmen. (Den Fall, wo sich unter Druck eine Phasenumwandlung vollzieht, wollen wir hier nicht betrachten.)

Das Druckverhalten von verunreinigten Supraleitern und von Supraleitern zweiter Art ist bisher nicht untersucht worden. Die Frage nach dem Einfluss von Zulegerungen auf die Druckabhängigkeit der kritischen Werte ist noch offen.

Besonderes Interesse verdient der Ginzburg-Landau-Parameter κ . Er wird im wesentlichen bestimmt durch den elektrischen Widerstand des Materials im Normalzustand bei tiefen Temperaturen und durch den Temperaturkoeffizienten der spezifischen Wärme der Elektronen. Dies folgt aus einer Formel, welche von GORKOV [2] abgeleitet und von GOODMAN [3] auf eine Form gebracht worden ist, welche nur experimentell messbare Größen enthält.

In der vorliegenden Arbeit werden Messungen des Ginzburg-Landau-Parameters unter Druck beschrieben, welche an den Legierungen Indium mit 14 Atomprozent Thallium und Indium mit 5, 7 und 9 Atomprozent Blei ausgeführt worden sind. Bei der Indium-Thallium-Legierung war es möglich, durch Messung der Druckabhängigkeit von ϱ_0 und γ (elektrischer Restwiderstand und Temperaturkoeffizient der elektronischen spezifischen Wärme) die Gültigkeit der Formeln von Gorkov und Goodman nachzuprüfen.

Ein weiterer Teil dieser Arbeit bringt Resultate über die Druckabhängigkeit der kritischen Temperatur als Funktion der Konzentration im Legierungssystem Indium-Blei. Diese Resultate zeigen, dass dT_c/dp in Legierungen stark von der Konzentration abhängig sein kann.