



Matthias Huber

Diplomand	Matthias Huber
Examinator	Prof. Dr. Benno Bucher
Experte	Dr. Jürg Neuenschwander, EMPA, St. Gallen, SG
Themengebiet	Energy and Environment

Druckmessungen an TmSeTe-Kristallen bei tiefen Temperaturen

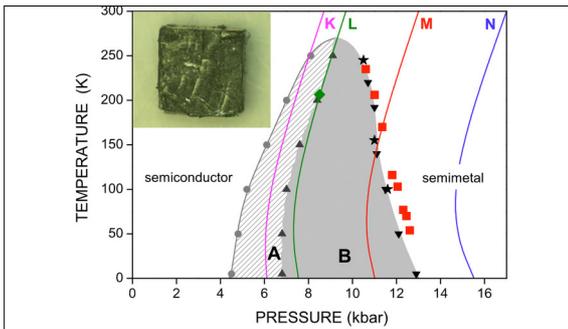


Abb. 1: Phasendiagramm von TmSe_{0.45}Te_{0.55}
Oben links: TmSeTe-Kristall (ca. 3 x 3 mm)

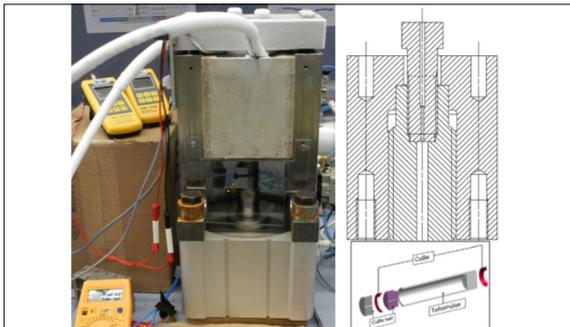


Abb. 2: Links: Druckgenerator während Versuch mit Flüssigstickstoff
Rechts: Querschnitt Druckzelle und Dichtsystem

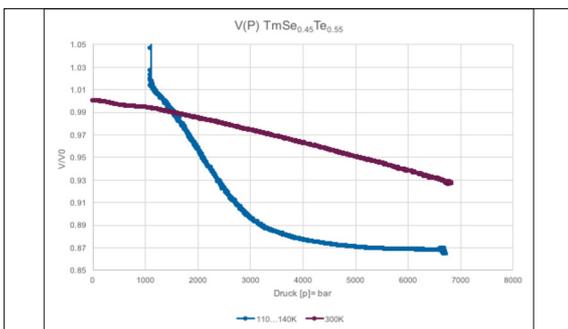


Abb. 3: Gemessene Volumenänderung von TmSeTe bei Raumtemperatur (rot) und bei 125K (blau)

Ausgangslage: Thulium-Selen-Tellur (TmSeTe) ist eine Legierung in Form eines NaCl-ähnlichen Kristalls. Aufgrund seiner atomaren Struktur zeigt dieses Material unter Druck ein sehr spezielles Verhalten. Besonders interessant ist ein Phasenübergang von Halbleiter zu einem Semi-Metall, den der Kristall bei tiefen Temperaturen bei Drücken zwischen ca. 5 bis 12 kbar durchläuft. (siehe Abb.1) Ziel dieser Arbeit ist die Konstruktion einer Druckzelle, mit der bei ca. 80K kontinuierlich ein Druck bis 8kbar aufgebaut werden kann. Dabei soll an den Kristallen im Proberaum elektrische Messungen durchgeführt werden können. Mit der konstruierten Druckzelle sollen Messungen des Volumenänderungskoeffizienten von TmSe_{0.45}Te_{0.55} durchgeführt werden.

Vorgehen / Technologien: Der bestehende Druckgenerator besteht im Wesentlichen aus einem Pneumatikkolben mit einem Zylinderdurchmesser von 200 mm. Die durch den Kolben generierte Kraft wird über einen Druckstößel mit einem viel kleineren Durchmesser (6 mm) in die Druckzelle gleitet. Durch diese wesentliche Flächenverkleinerung können in der Druckzelle Drücke bis 8 kbar erreicht werden. Besonders herausfordernd ist beim Konzipieren der neuen Druckzelle die drucksichere Einbringung von Kabeln in den Proberaum, damit dort Widerstandsmessungen durchgeführt werden können. Die Druckzellenteile bestehen aus Kupfer-Beryllium, einer Legierung die sich durch eine hohe mechanische Festigkeit, sowie durch eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit auszeichnet. Zur Messung der Volumenänderung wurden Dehnungsmessstreifen (DMS) auf die Kristalle geklebt. Diese bestehen aus einem metallischen Messgitter, dessen elektrischer Widerstand durch die Verformung der Leitergeometrie verändert wird. Mit einer exakten 4-Punkt Widerstandsmessung wurde so die Volumenänderungen der Kristalle unter Druck erfasst. Problematisch bei den Versuchen mit flüssigem Stickstoff war einerseits die Druckmessung im Proberaum, sowie auch der kontinuierliche Druckaufbau, der oft durch ein Festklemmen des Druckstößels gestört wurde. Durch ein neues Kühlsystem wurde dieses Problem reduziert. Kontinuierlichere Messungen konnten in der Regel beim Druckabbau durchgeführt werden.

Ergebnis: Bei den erfolgreichen Versuchen konnten einige interessante Eigenschaften von TmSeTe beobachtet werden. Abb. 3 zeigt einen Phasenübergang während einem Druckabbau bei ca. 125 K in Form einer markanten Änderung des Kompressionsmoduls bei 3 - 4 kbar. (Das Kompressionsmodul beschreibt die Druckänderung, die für eine bestimmte Volumenänderung notwendig ist.) Ebenfalls ist eine Messung bei Raumtemperatur dargestellt. Sehr speziell, verglichen mit anderen Materialien, ist hier die Abnahme des Kompressionsmoduls mit steigendem Druck. (Je mehr der Kristall schon verformt wurde, desto einfacher lässt er sich weiter verformen.) Aufgrund der Unsicherheit bezüglich der Druckmessung sollten die Ergebnisse noch verifiziert werden.