Einleitung

Wenn ich in der Antwort auf die Frage nach meiner beruflichen Tätigkeit das Wort *Grundlagenforschung* benutze, fördert dies bei den meisten Fragenden zumeist eine leicht belächelnde oder abwertende Reaktion zutage, die dann auch gern mit Sprüchen wie „Steuergelder verschwenden“ oder „also völlig sinnlose Forschung“ untermauert wird. Der subjektive Eindruck meinerseits zeigt, dass die Bedeutung der Grundlagenforschung für den Fortschritt der Gesellschaft noch nicht ausreichend in den Köpfen der Menschen angekommen ist. Wie soll dies auch geschehen, wenn selbst an einer Technischen Universität offen über die Abschaffung des Studienganges *Physik* diskutiert wird. Auch die politischen Entscheidungsträger zeigen ihre „Wertschätzung“ der Grundlagenforschung gegenüber durch regelmäßige Kürzungen von Universitätshaushalten. Grundlagenforschung hat auf den ersten Blick nichts mit Anwendungen zu tun, sie sollte sogar nicht durch Anwendungen geleitet werden, da sonst Fragestellung und Forschungsrichtung beeinflusst würden und damit die Wahrscheinlichkeit für Entdeckungen rapide abnehmen würde. Dennoch ist die Grundlagenforschung natürlich die treibende Kraft für neue Entwicklungen, die in wie auch immer gearteten Anwendungen den Menschen das Leben einfacher bzw. bequemer gestalten. Offenkundig kann nicht jede Untersuchung, jedes Experiment zu einer Anwendung führen, aber ein großes, mannigfaltiges Spektrum von Forschungsrichtungen bildet die Grundlage für neues Wissen. Die Mehrheit aller „großen“ Entdeckungen beinhaltet den nicht zu vernachlässigenden Faktor Glück. Eine breit angelegte Grundlagenforschung mit einer guten Förderung führt dabei zwangsläufig dazu, dass Forscher öfter „Glück haben“ und so neue Technologien und Materialien den Weg in die Anwendung finden.

Am *Institut für Physik der Kondensierten Materie* wird Forschung im Bereich der *Festkörperphysik* mit dem Schwerpunkt *Magnetismus* betrieben. Der Magnetismus hat es seit seiner Entdeckung vor mehr als zweitausend Jahren zu

„Weltruhm“ gebracht, denn er ist die Grundlage für eine Vielzahl von Anwendungen, die aus dem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken sind, vom Kompass bis zur Datenspeicherung.
Bei den einfachsten Anwendungen (z.B. dem Küchenmagnet, der bei vielen Menschen den Kühlschrank verziert) müssen die magnetischen Eigenschaften des Festkörpers während des Gebrauchs nicht verändert werden, aber bei komplexeren Anwendungen ist es von Nöten, die Charakteristika eines Materials zu ändern um z.B. Daten auf einer Computer-Festplatte zu schreiben oder zu löschen. Die Änderungen der magnetischen Eigenschaften eines Festkörpers können mit den unterschiedlichsten Methoden erreicht werden, z.B. durch optische Effekte [1] oder, wie in dieser Arbeit beschrieben, durch das Anlegen von externem Druck. Einige der untersuchten Verbindungen reagierten auf den angelegten Druck so, wie es nach dem aktuellen Stand der Festkörperphysik zu erwarten war, aber es gab auch völlig unerwartete Effekte, deren Ursachen nur durch weiterführende Untersuchungen zu klären sind.
Die vorliegende Arbeit im „Schnelldurchlauf“:
Kapitel 1 gibt einen Überblick über die in dieser Arbeit hauptsächlich verwendeten experimentellen Techniken, so werden z.B. Druckzellen zur Messung der magnetischen Suszeptibilität und der spezifischen Wärme vorgestellt. Die Funktionsweise eines **S**uperconducting **QU**antum **I**nterference **D**evice (SQUID) wird vereinfacht dargestellt sowie einige später vorkommende Begriffe kurz erläutert (z.B. Bulk-Modul). Zum Abschluss des ersten Kapitels versuche ich die Theorie hinter den Rechnungen zu den magnetischen Grundzuständen einiger Verbindungen „experimental-physiker-freundlich“ zu beschreiben.
Kapitel 2 beinhaltet die Abhandlungen über die Kettenverbindung $MnNi(NO_2)_4(en)_2$, die trotz ihres relativ kleinen Bulk-Moduls hinsichtlich ihrer magnetischen Eigenschaften nur schwach auf den angelegten hydrostatischen Druck reagiert. Der Magnetismus wird hier durch die zwei Übergangsmetallatome Mangan (Mn) und Nickel (Ni) hervorgerufen. Die Mn- und Ni-Ionen sind strukturell abwechselnd auf einer Art Kette angeordnet. Die magnetische Wechselwirkung entlang der Kette ist dabei ferromagnetisch, während die gesamte Verbindung einen langreichweitigen Antiferromagnetismus aufweist.
In **Kapitel 3** geht es um das Probensystem $XCl_2(PM)_2$. Das X steht hierin

für die Übergangsmetallatome Eisen (Fe), Kobalt (Co) und Nickel (Ni) und das PM für Pyrimidin ($C_4H_4N_2$). Die untersuchten Proben weisen einen Antiferromagnetismus auf und verhalten sich mustergültig unter externem Druck, was bedeutet, dass das Zusammendrücken der Einheitszelle zu einer Erhöhung der magnetischen Übergangstemperatur führt. Zusätzlich durchgeführte theoretische Rechnungen zum magnetischen Grundzustand und dem Verhalten des Magnetismus unter angelegtem Druck ergaben eine 1:1 Übereinstimmung mit den Experimenten.
Die Untersuchungen an $Cu_2Te_2O_5Br_2$ werden in **Kapitel 4** vorgestellt. Nach der Herstellung dieser Probe hoffte man darauf, den Magnetismus isolierter spin-frustrierter Kupfer-Tetraeder untersuchen zu können, doch bis heute ist die magnetische Dimensionalität dieser Verbindung nicht geklärt. Das Spektrum der Forschungsansätze reicht hier vom bereits erwähnten isolierten Tetraeder bis hin zu einer 3-dimensionalen magnetischen Wechselwirkung. Der Ansatz unserer Untersuchungen unter Druck kam hierbei aus dem isostrukturellen $Cu_2Te_2O_5Cl_2$, das aufgrund des kleineren Chlor-Atoms eine kleinere Einheitszelle und eine höhere magnetische Übergangstemperatur besitzt. Dieser *chemische Druck* sollte durch den von uns angelegten Druck simuliert werden und folglich zu einer Erhöhung der Ordnungstemperatur führen. Tatsache ist aber, dass die Ordnungstemperatur von $Cu_2Te_2O_5Br_2$ unter hydrostatischem Druck abnimmt. Die ohnehin schon vorhandene Frustration der Cu-Spins in den Tetraedern wird durch den externen Druck noch verstärkt und führt zu einem geschwächten Magnetismus.