
Kapitel 7

Zusammenfassung

Die in der Einleitung (Kap. 1) beschriebenen drei Schwerpunkte wurden behandelt. So wurde die Phasenlinie $H_1(T)$ beim reinen System FeBr_2 durch Magnetometrie sowie mittels elastischer Neutronenstreuung studiert. Es zeigt sich, daß dort ein Phasenübergang 1. Ordnung in den transversalen Spinkomponenten auftritt, so daß die Linie $H_1(T)$ die antiferromagnetische Phase (AF) in zwei Unterphasen (AF I und AF II) unterteilt. Ein endgültiges Verständnis der Spin-Ordnung der transversalen Komponenten konnte nicht erarbeitet werden. Dennoch können aus den experimentellen Ergebnissen einige Rückschlüsse gezogen werden. So liegt offenbar selbst im Nullfeld eine gekantete Spin-Ordnung vor. Diese kann auf die Existenz einer nicht-diagonalen Austauschkopplung, d.h. einer Wechselwirkung der transversalen mit den axialen Spin-Komponenten, zurückgeführt werden. Die zusätzliche Kopplung verursacht einen Phasenübergang in der axialen Magnetisierungskomponente, der in den $M_{\text{ax}}(T)$ -Kurven deutlich sichtbar ist (Abb. 3.8). Aus Neutronenstreudaten folgt, daß die transversalen Komponenten auch bei höheren Feldern nicht-verschwindende antiferromagnetische Ordnung zeigen und der Übergang bei $H_1(T)$ phänomenologisch auf sogenannten „weak ferromagnetism“ hinweist. Es ist jedoch nicht möglich, eine konsistente theoretische Beschreibung im Rahmen eines Modells zu finden. Auch die Simulationsergebnisse an einem klassischen Heisenberg-Antiferromagneten ergeben hier wenig Fortschritte, wenngleich die simulierte transversale antiferromagnetische Ordnung gut mit dem Befund der Neutronenstreuung korrespondiert (Abb. 3.20 und Abb. 4.15).

Der zweite Schwerpunkt bestand darin, ein physikalisches Verständnis für das Auftreten der beiden Typen von Phasendiagrammen bei Metamagneten und insbesondere für das Auftreten von nicht-kritischen Fluktuationen zu finden. Hier konnten Erkenntnisse durch Monte-Carlo-Simulationen an einem Ising-Antiferromagneten mit zwei Untergittern gewonnen werden (Kap. 4.1). Offenbar hängen die topologischen Unterschiede der beiden Typen von Phasendiagrammen wesentlich vom Auftreten eines endlichen Temperaturintervalls zwischen dem verschmierten 2d-Phasenübergang des B-Untergitters und dem globalen

3d-Phasenübergang beider Untergitter ab. Das Phasendiagramm von FeBr_2 folgt aus der Vorstellung, daß dieses Temperaturintervall in der Größenordnung der übrigen charakteristischen Temperaturen liegt. Bei FeBr_2 ist es gerade der Temperaturabstand zwischen den Linien $H_-(T)$ und $H_c(T)$. Innerhalb dieses Modells ergibt sich auch eine Erklärung für das Auftreten der nicht-kritischen Fluktuationen bei $H_-(T)$. Diese sind die *nicht-kritischen* Fluktuationen des verschmierten 2d-Phasenübergangs auf dem B-Untergitter. Die am Ising-Modell gefundenen Ergebnisse können auch auf ein anisotropes klassisches Heisenberg-Modell übertragen werden (Kap. 4.2).

Der dritte Schwerpunkt zielte darauf, die schwach verdünnte Substanz $\text{Fe}_{0,95}\text{Mg}_{0,05}\text{Br}_2$ auf ihre magnetischen Eigenschaften hin zu untersuchen und ein magnetisches Phasendiagramm zu konstruieren. Abb. 6.23 zeigt das Phasendiagramm, das aus Messungen der Wechselfeld-Suszeptibilität, der Magnetisierung und der magnetischen spezifischen Wärmekapazität folgt. Abb. 7.1 zeigt dieses Phasendiagramm im Vergleich mit dem der Ausgangssubstanz FeBr_2 . Bei beiden Substanzen sind nicht-kritische Fluktuationen bei $H_-(T)$ und $H_+(T)$ sowie der Phasenübergang 1. Ordnung bei $H_1(T)$ zu finden.

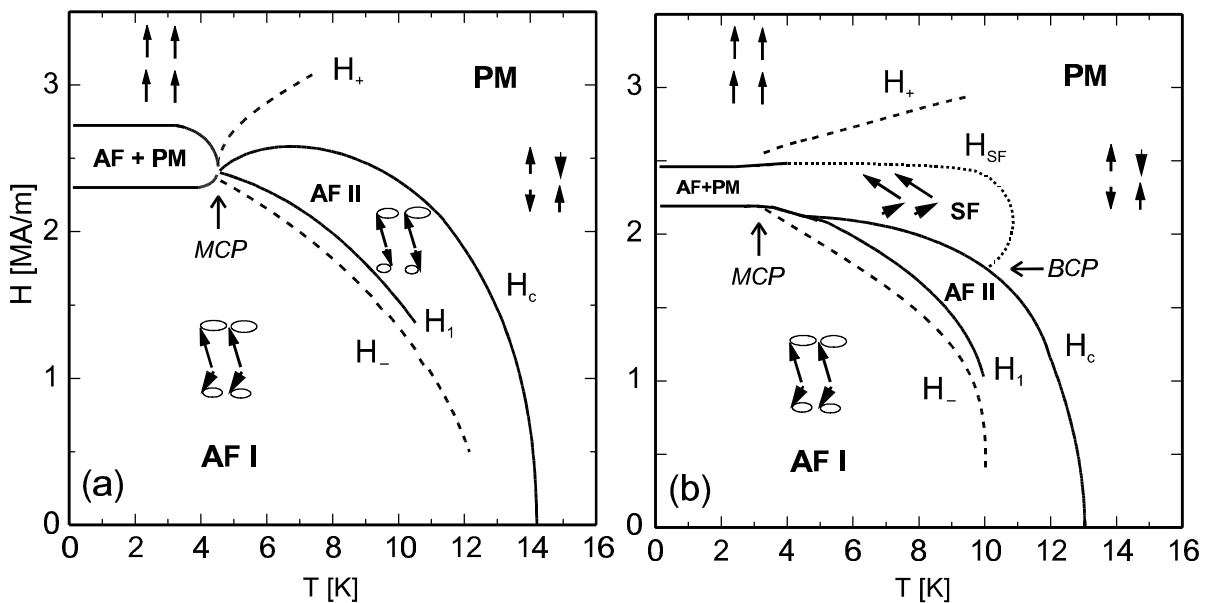


Abb. 7.1 H - T -Phasendiagramm von FeBr_2 (a) und $\text{Fe}_{0,95}\text{Mg}_{0,05}\text{Br}_2$ (b), wobei jeweils nur die Phasen- und Anomalie-Linien ohne Meßpunkte dargestellt sind. AF (I und II) bezeichnet die antiferromagnetische, PM die paramagnetische, SF die Spin-Flop-Phase und AF+PM die Mischphase. Die vermutete Spin-Ordnung ist schematisch durch Pfeile und deren Präzessionskegel dargestellt. MCP markiert einen multikritischen und BCP einen bikritischen Punkt.

Andererseits zeigt bei der verdünnten Substanz die kritische Phasenlinie, $H_c(T)$, nicht mehr die von FeBr_2 charakteristische Aufwölbung. Anstelle dessen tritt eine Spin-Flop-Phase (SF) auf, die sich kontinuierlich an die Mischphase (AF+PM) bei tiefen Temperaturen anschließt. Ansonsten ist die beim FeBr_2 gefundene Spin-Ordnung der AF I, AF II und PM-Phasen vermutlich auch auf das verdünnte System übertragbar. Die SF-Phase zeichnet sich höchstwahrscheinlich durch eine starke Inäquivalenz der magnetischen Momente der Untergitter aus.

Bei sämtlichen behandelten Schwerpunkten wurde mit den Ergebnissen der Literatur verglichen. Zum Teil bauen die hier gewonnen Ergebnisse auf denen der Literatur auf, und zum Teil ergänzen sie Erkenntnisse.