

Magnetische Eigenschaften von Hf_2Fe und Hf_2FeH_x

Kurze Mitteilung

Engelbert Tuscher

Institut für Physikalische Chemie, Universität Wien,
A-1090 Wien, Österreich

(Eingegangen 14. August 1979. Angenommen 23. August 1979)

Magnetic Properties of Hf_2Fe and Hf_2FeH_x (Short Communication)

The weakly temperature dependent paramagnetic compound Hf_2Fe becomes ferromagnetic by hydrogen absorption, the Curie-temperature of the resulting hydrides depends on the hydrogen content.

(Keywords: Ferromagnetism; Hydrides; Magnetic properties)

Magnetische Messungen an den Hydriden der ternären Phasen $\text{Ti}_4\text{Fe}_2\text{O}_z$ ¹, $\text{Ti}_2(\text{Co},\text{Fe})$ ² und $\text{Ti}_2(\text{Ni},\text{Fe})$ ³ — sämtliche mit Ti_2Ni -Struktur — haben Anzeichen dafür erbracht, daß die eisenreichsten bzw. sauerstoffärmsten Hydride dieser Phasen bei tiefen Temperaturen (< 80 K) ferromagnetische Ordnung aufweisen. Um den Einfluß der Wasserstoff-Aufnahme auf den Magnetismus einer binären eisenhaltigen Phase mit Ti_2Ni -Struktur zu untersuchen, wurden mittels des Suszeptibilitätsmeßgerätes SUS 10 (Fa. A. Paar, Graz) Suszeptibilitätsmessungen an Hf_2Fe und den von dieser Verbindung abgeleiteten Hydriden durchgeführt.

Mehrere Proben der Zusammensetzung Hf_2Fe wurden entsprechend den allgemeinen Angaben nach Hiebl u. a.^{1,2} hergestellt (Homogenisierungstemperatur: 1100 °C). Röntgenographische Untersuchungen (Cu-K α -Strahlung) bestätigen ihre Homogenität (Gitterparameter $a_0 = 12,072 \text{ \AA}$). Sie wiesen einen schwach temperaturabhängigen Paramagnetismus auf, der entsprechend einem bereits beschriebenen Verfahren¹⁻³ in einen temperaturunabhängigen Suszeptibilitätsanteil $A_{\text{EZ}} (= 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ emu/molEZ})$ und einen temperaturabhängigen Curie-Weiss-Term aufgespalten wurde. Die daraus berechneten magnetischen Größen sind in Tab. 1 angegeben.

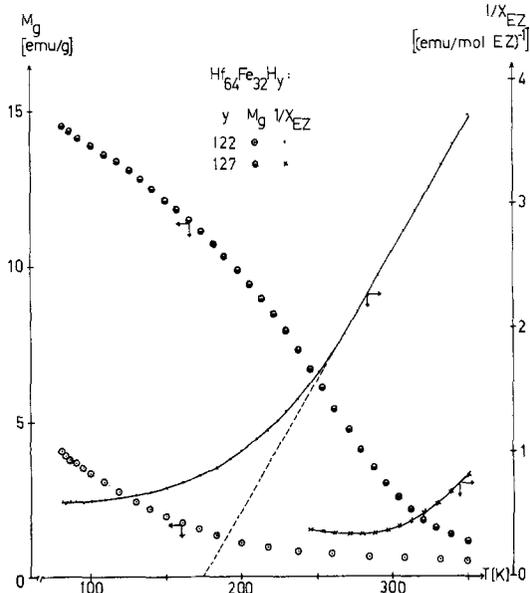


Abb. 1. Thermomagnetische Kurven für die Hydride $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_y$ (Erläuterungen im Text)

Tabelle 1. Charakteristische Größen von $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_y$ (Erläuterungen im Text; n. b. = nicht bestimmt)

y	a_0 (Å)	Θ (K)	$\frac{C_{EZ}}{\text{mol EZ}}$ (emu. K)	$\mu_{\text{Fe}}^{\text{para}}$ (μ_B)	T_C (K)
0	12,072	— 51	1,23	0,56	—
122	12,723	174	48,1	3,47	88
127	12,797	n. b.	n. b.	n. b.	253

Die Reaktion von Hf_2Fe mit hochreinem Wasserstoff erfolgte bei 100°C ($P = 20$ bar), wobei ein Hydrid der Zusammensetzung $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_{122}$ * erhalten wurde; länger dauerndes Hydrieren ergab das Hydrid $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_{127}$ *. Die Gitterparameter dieser Hydride sind in Tab. 1 angeführt. Sie sind etwas kleiner als die Gitterkonstante, die erst

* Für die Durchführung der Wasserstoffanalysen sei Herrn Dr. J. Zak, Mikroanal. Lab. des Instituts, herzlich gedankt.

jüngst von *van Essen* und *Buschow*⁴ für das Hydrid $\text{Hf}_2\text{FeH}_{3,1}$ ($H/M = 1,03$) veröffentlicht wurde ($a_0 = 12,867 \text{ \AA}$).

Die für $\text{Hf}_2\text{FeH}_{3,81}$ und $\text{Hf}_2\text{FeH}_{3,97}$ gemessenen thermomagnetischen Kurven sind in der Abb. 1 wiedergegeben (M_g = Grammmagnetisierung bei $H = 11\,250 \text{ Oe}$; $1/X_{\text{EZ}}$ = Reziprokwert der Suszeptibilität pro Mol Einheitszelle). In beiden Fällen ist das Auftreten einer ferromagnetischen Ordnung zu beobachten. Die mittels *Arrott*-Diagramme bestimmten ferromagnetischen *Curie*temperaturen sind ebenfalls in Tab. 1 angeführt. Der Ferromagnetismus der Hydride von Hf_2Fe bestätigt somit früher geäußerte Vermutungen^{1,5} hinsichtlich des Magnetismus eisenhaltiger Hydridphasen mit Ti_2Ni -Struktur. Der tief gelegene *Curie*punkt von $\text{Hf}_2\text{FeH}_{3,81}$ gestattet für dieses Hydrid auch die Ermittlung der paramagnetischen Größen (Tab. 1). Das paramagnetische Moment pro Eisenatom ($3,47 \mu_B$) stimmt gut mit den entsprechenden Werten der vorangegangenen Untersuchungen¹⁻³ überein. Bemerkenswert erscheinen die Parallelen im magnetischen Verhalten der Systeme $\text{Hf}_2\text{Fe}-\text{H}$ und $\text{Th}_7\text{Fe}_3-\text{H}$: Nach *Viccaro* u. a.⁶ bewirkt nämlich der Wasserstoff in Th_7Fe_3 ebenfalls einen Übergang vom Paramagnetismus der Metallphase zum Ferromagnetismus des Hydrids, das dabei beobachtete ferromagnetische Moment pro Eisenatom ($1,4 \mu_B$) ist vergleichbar jenem von $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_{127}$ ($1,2 \mu_B$). Eine Abhängigkeit der Ordnungstemperatur von der Menge absorbierten Wasserstoffs ähnlich der im $\text{Hf}_2\text{Fe}-\text{H}$ -System gefundenen wurde von *Buschow* und *Sherwood*⁷ an YMn_2H_x beobachtet. Diese Verschiebung von T_C scheint vor allem durch den „magnetovolume effect“ der Wasserstoffeinlagerung⁸ verursacht zu werden. Bis zu welchem Ausmaß im $\text{Hf}_2\text{Fe}-\text{H}$ -System dafür auch eine verschiedenartige Besetzung von Gitterplätzen durch H in $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_{122}$ bzw. $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_{127}$ verantwortlich ist, sollen in Vorbereitung befindliche Neutronenbeugungsmessungen an den entsprechenden Deuteriden zeigen.

Dank

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. *H. Bittner* für die Ermöglichung dieser Untersuchung und Herrn Prof. Dr. *H. Nowotny* für wertvolle Anregungen.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung sei für die finanzielle Unterstützung der Hydridforschung (Projektnr. 1848) und für die Benützung des Suszeptibilitätsmeßgerätes SUS 10 gedankt.

Literatur

- ¹ *K. Hiebl, E. Tuscher* und *H. Bittner*, Mh. Chem. **110**, 9 (1979).
- ² *K. Hiebl, E. Tuscher* und *H. Bittner*, Mh. Chem. **110**, 869 (1979).
- ³ *E. Tuscher*, Mh. Chem., im Druck.
- ⁴ *R. M. van Essen* und *K. H. J. Buschow*, J. Less Common Met. **64**, 227 (1979).

- ⁵ *E. Tuscher*, Wasserstoffabsorption und magnetische Eigenschaften intermetallischer Phasen mit Ti_2Ni -Struktur. Dissertation, Universität Wien, 1979.
- ⁶ *P. J. Viccaro, G. K. Shenoy, B. D. Dunlap, D. G. Westlake, S. K. Malik* und *W. E. Wallace*, *J. de Phys.* **40**, C2-157 (1979).
- ⁷ *K. H. J. Buschow* und *R. C. Sherwood*, *J. Appl. Phys.* **48**, 4643 (1977).
- ⁸ *K. H. J. Buschow, M. Brouha, J. W. M. Biesterbos* und *A. G. Dirks*, *Physica* **91 B**, 261 (1977).