

## Magnetische Eigenschaften von $\text{Hf}_2\text{Fe}$ und $\text{Hf}_2\text{FeH}_x$

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  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  and  $\text{Hf}_2\text{FeH}_x$  (Short Communication)*

The weakly temperature dependent paramagnetic compound  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  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  $\text{Ti}_4\text{Fe}_2\text{O}_z$ <sup>1</sup>,  $\text{Ti}_2(\text{Co},\text{Fe})$ <sup>2</sup> und  $\text{Ti}_2(\text{Ni},\text{Fe})$ <sup>3</sup> — sämtliche mit  $\text{Ti}_2\text{Ni}$ -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  $\text{Ti}_2\text{Ni}$ -Struktur zu untersuchen, wurden mittels des Suszeptibilitätsmeßgerätes SUS 10 (Fa. A. Paar, Graz) Suszeptibilitätsmessungen an  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  und den von dieser Verbindung abgeleiteten Hydriden durchgeführt.

Mehrere Proben der Zusammensetzung  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  wurden entsprechend den allgemeinen Angaben nach Hiebl u. a.<sup>1,2</sup> hergestellt (Homogenisierungstemperatur: 1100 °C). Röntgenographische Untersuchungen (Cu-K $\alpha$ -Strahlung) bestätigen ihre Homogenität (Gitterparameter  $a_0 = 12,072 \text{ \AA}$ ). Sie wiesen einen schwach temperaturabhängigen Paramagnetismus auf, der entsprechend einem bereits beschriebenen Verfahren<sup>1-3</sup> 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.

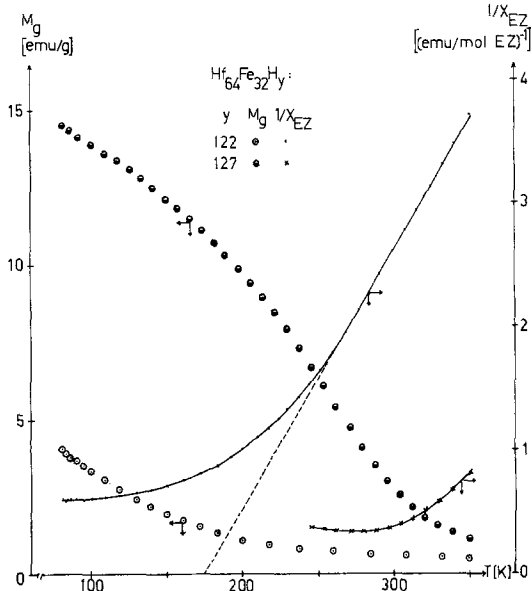


Abb. 1. Thermomagnetische Kurven für die Hydride  $\text{Hf}_{64}\text{Fe}_{32}\text{H}_y$  (Erläuterungen im Text)

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)	$\Theta$ (K)	$\frac{C_{EZ}}{\text{mol EZ}}$ (emu. K)	$\mu_{\text{Fe}}^{\text{para}}$ ( $\mu_B$ )	$T_C$ (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  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  mit hochreinem Wasserstoff erfolgte bei  $100^\circ\text{C}$  ( $P = 20$  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*<sup>4</sup> 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  $\text{Hf}_2\text{Fe}$  bestätigt somit früher geäußerte Vermutungen<sup>1,5</sup> hinsichtlich des Magnetismus eisenhaltiger Hydridphasen mit  $\text{Ti}_2\text{Ni}$ -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 Untersuchungen<sup>1-3</sup> 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.<sup>6</sup> bewirkt nämlich der Wasserstoff in  $\text{Th}_7\text{Fe}_3$  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*<sup>7</sup> an  $\text{YMn}_2\text{H}_x$  beobachtet. Diese Verschiebung von  $T_C$  scheint vor allem durch den „magnetovolume effect“ der Wasserstoffeinlagerung<sup>8</sup> 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

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

- <sup>5</sup> *E. Tuscher*, Wasserstoffabsorption und magnetische Eigenschaften intermetallischer Phasen mit  $\text{Ti}_2\text{Ni}$ -Struktur. Dissertation, Universität Wien, 1979.
- <sup>6</sup> *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).
- <sup>7</sup> *K. H. J. Buschow* und *R. C. Sherwood*, *J. Appl. Phys.* **48**, 4643 (1977).
- <sup>8</sup> *K. H. J. Buschow, M. Brouha, J. W. M. Biesterbos* und *A. G. Dirks*, *Physica* **91 B**, 261 (1977).

---

Eigentümer: Österreichische Akademie der Wissenschaften, Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien. — Herausgeber: Österreichische Akademie der Wissenschaften, Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien, und Verein Österreichischer Chemiker, Eschenbachgasse 9, A-1010 Wien. — Verlag: Springer-Verlag, Mölkerbastei 5, A-1011 Wien. — Für den Textteil verantwortlich: Dr. Otmar Hofer, Währinger Straße 38, A-1090 Wien. — Für den Anzeigenteil verantwortlich: Mag. Bruno Schweder, Mölkerbastei 5, A-1011 Wien. — Druck: Adolf Holzhausens Nachfolger, Kandlgasse 19-21, A-1070 Wien.

Printed in Austria