

Schema 3. Postulierter Mechanismus der Reaktion von **1** mit  $O_2$ . Der erste Schritt, die Freisetzung einer Koordinationsstelle durch Abspaltung des Chloridliganden aus **1**, ist nicht gezeigt.

graphischen<sup>[16–18]</sup> Untersuchungen erhaltenen Strukturdetails des aktiven Zentrums extradiolsplaltender Dioxygenasen zufolge weist der Enzym-Substrat-Komplex ein fünffach koordiniertes aktives Eisenzentrum mit zweizählig gebundenem Catecholat auf, was die Schlußfolgerungen unserer biomimetischen Untersuchungen stützt.

### Experimentelles

**1** wurde nach Literaturvorschrift synthetisiert [11]. Die Oxygenierungen wurden mit 50 mg (0.1 mmol) **1**, gelöst in 10 mL Solvens, unter  $O_2$  in 12 h durchgeführt. Nach Reaktionsende wurden die Produkte mit Ether extrahiert und gaschromatographisch untersucht (Hewlett-Packard-5890-Serie-II-Chromatograph mit DB-1-Säule der Fa. J & W Scientific, Injektionstemperatur 250 °C, Säulentemperatur zu Beginn 200 °C, nach 1 min Erhöhung mit 2 °C min<sup>-1</sup> bis auf die Endtemperatur von 260 °C, die 10 min beibehalten wurde); die Retentionszeiten betrugen 7.5 min für **3**, 8.4 min für **4**, 9.7 min für 3,5-Di-*tert*-butylmuconsäureanhydrid und 10.8 min für **2**. Das 3,5-Isomer **4** wurde durch unabhängige Synthese identifiziert [13]. Das 4,6-Isomer **3** lieferte ähnliche NMR- und Massenspektren, konnte aber anhand der GC-Retentionszeiten von **4** unterschieden werden. Massenspektren wurden auf einem Hewlett-Packard-5989B-Massenspektrometer aufgenommen.

Eingegangen am 21. Januar 1997 [Z 10015]

**Stichworte:** Bioanorganische Chemie • Biomimetische Komplexe • Dioxygenasen • Eisen • Extradiolsplaltungen

- [1] *Microbial Degradation of Organic Molecules* (Hrsg.: D. T. Gibson), Marcel Dekker, New York, 1984.
- [2] J. D. Lipscomb, A. M. Orville, *Metal Ions Biol. Syst.* **1992**, 28, 243–298.
- [3] L. Que, Jr. in *Iron Carriers and Iron Proteins* (Hrsg.: T. M. Loehr), VCH, New York, 1989, S. 467–524.
- [4] L. Que, Jr., J. D. Lipscomb, E. Münck, J. M. Wood, *Biochim. Biophys. Acta* **1977**, 485, 60–74.
- [5] a) H. G. Jang, D. D. Cox, L. Que, Jr., *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 9200–9204; b) D. D. Cox, L. Que, Jr., *ibid.* **1988**, 110, 8085–8092.
- [6] L. Shu, Y.-M. Chiou, A. M. Orville, M. A. Miller, J. D. Lipscomb, L. Que, Jr., *Biochemistry* **1995**, 34, 6649–6659.
- [7] M. Fujiwara, L. A. Golovleva, Y. Saeki, M. Nozaki, O. Hayaishi, *J. Biol. Chem.* **1975**, 250, 4848–4855.

- [8] L. Que, Jr., *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **1978**, 84, 60–66.
- [9] W. O. Koch, H.-J. Krüger, *Angew. Chem.* **1995**, 107, 2928–2931; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, 34, 2671–2674.
- [10] T. Funabiki, A. Mizoguchi, T. Sugimoto, S. Tada, M. Tsuji, H. Sakamoto, S. Yoshida, *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, 108, 2921–2932.
- [11] A. Dei, D. Gatteschi, L. Pardi, *Inorg. Chem.* **1993**, 32, 1389–1395.
- [12] T. Jüstel, T. Weyhermüller, K. Wieghardt, E. Bill, M. Lengen, A. X. Trautwein, P. Hildebrandt, *Angew. Chem.* **1995**, 107, 744–747; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, 34, 669–672.
- [13] Y. Tatsuno, M. Tatsuda, S. Otsuka, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* **1982**, 1100–1101.
- [14] M. Matsumoto, K. Kuroda, *J. Am. Chem. Soc.* **1982**, 104, 1433–1434.
- [15] P. A. Mabrouk, A. M. Orville, J. D. Lipscomb, E. I. Solomon, *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 4053–4061.
- [16] S. Han, L. D. Eltis, K. N. Timmis, S. W. Muchmore, J. T. Bolin, *Science* **1995**, 270, 976–980.
- [17] K. Sugiyama, T. Senda, H. Narita, T. Yamamoto, K. Kimbara, M. Fukuda, K. Yano, Y. Mitsui, *Proc. Jpn. Acad.* **1995**, 70, 32–35.
- [18] T. Senda, K. Sugiyama, H. Narita, T. Yamamoto, K. Kimbara, M. Fukuda, M. Sato, K. Yano, Y. Mitsui, *J. Mol. Biol.* **1996**, 255, 735–752.

## Das bisher iodreichste Polyiodid: Herstellung und Struktur von $Fc_3I_{29}$ \*\*

Karl-Friedrich Tebbe\* und Rita Buchem

Polyiodid-Ionen der allgemeinen Formel  $I_{2m+n}^{2-}$  (oder  $I_{1+2i+2i'/n}^{2-}$  mit  $i, i', n$  ganzzahlig,  $0 \leq i, 0 < i' \leq n$ ,  $n$  Ionenladung,  $i'$  kennzeichnet eine unabhängige Verbindungsreihe bei gegebener Ionenladung,  $i$  eine Verbindung innerhalb einer solchen Reihe,  $m$  den Iodüberschuß) entstehen durch Zusammenfügen von  $m$  Iodmolekülen und  $n$  Iodid-Ionen.<sup>[1]</sup> Die Zahl bekannter Verbindungen mit niedrigem und mittlerem Iodgehalt, insbesondere der Triiodide ist beträchtlich: Zur Zeit gibt es 329 Eintragungen in den kristallographischen Datenbanken.<sup>[2]</sup> Hingegen treten die sich durch vielfältige Vernetzungsmuster auszeichnenden iodreicheren Verbindungen mit den Ionen  $I_x^-$  für  $x > 3$  (bisher  $x = 8/2, 13/3, 5, 22/4, 12/2, 26/4, 7, 16/2, 9$ )<sup>[3]</sup> wegen abnehmender Stabilität zunehmend seltener auf. Das Ferrocenium-Ion  $[(C_5H_5)_2Fe]^+$  oder  $Fc^+$  ist zur Bildung einer Reihe kristalliner Polyiodide fähig. Bereits kurz nach der Entdeckung des Ferrocens sind Polyiodide  $FcI_x$  mit  $3 \leq x \leq 15$  beschrieben worden,<sup>[4]</sup> deren Strukturen mit Ausnahme der des Triiodids  $FcI_3$  damals nicht charakterisiert wurden. Das einfache Ferroceniumiodid  $FcI$  gibt es überraschenderweise nicht. Das Triiodid  $FcI_3$  kann in der Raumgruppe  $R\bar{3}m$  mit rotatorischer Fehlordnung der Cyclopentadienylringe beschrieben werden.<sup>[5]</sup> Kürzlich haben wir ein völlig geordnetes Heptaoidid  $FcI_7$ ,<sup>[6]</sup> und ein Hexadecaiodid  $Fc_2I_{16}$ <sup>[7]</sup> mit Stapelfehlordnung im kationischen Bereich untersucht. Wir berichten hier über die Herstellung der offensichtlich iodreichsten Verbindung dieser Reihe,  $Fc_3I_{29}$ , dessen Iodgehalt mit  $I_{9.67}$  den von Nonaoididen  $I_9^-$ <sup>[8]</sup> noch übertrifft. Gemäß der Formel

[\*] Prof. Dr. K.-F. Tebbe, Dipl.-Chem. R. Buchem  
Institut für Anorganische Chemie der Universität  
Greinstraße 6, D-50939 Köln  
Telefax: Int. + 221/470-5196  
E-mail: tebbe@rrz.uni-koeln.de

[\*\*] Untersuchungen an Polyhalogeniden, 29. Mitteilung. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Graduiertenkollegs „Klassifizierung von Phasenumwandlungen kristalliner Stoffe aufgrund struktureller und physikalischer Anomalien“ durchgeführt und vom Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. – 28. Mitteilung: H. Stegemann, A. Oprea, K. Nagel, K.-F. Tebbe, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **1996**, 622, 89.

$\text{I}_{29}^{3-}$  ist die Verbindung das erste Beispiel in der Reihe der formal dreifach geladenen Ionen  $\text{I}_{6i-1}^{3-}$  mit  $i=5$ . Von der Reihe  $\text{I}_{6i+1}^{3-}$  kennt man dagegen  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{I}_7^{[9]}$  mit  $i=1$  und  $(\text{Me}_2\text{Ph}_2\text{N})_3\text{I}_{13}^{[10]}$  sowie  $[\{\text{Pb}(\text{phen})_2\}_2\text{I}]_{13}$  mit  $i=2$  ( $\text{phen} = 1,10\text{-Phenanthrolin}$ ).<sup>[11]</sup> Aus dem durch Oxidation von Ferrocen mit Iod in Ethanol erhaltenen  $\text{FcI}_3$  wird die neue Verbindung  $\text{FcI}_{9,67}$  bei Iodüberschuß (Molverhältnis 1:45) in Acetonitril in Form von Einkristallen erhalten. Die Oberfläche der schwarzen, zunächst glänzenden Polyeder wird an Luft unter Iodabgabe schnell matt. Durch die Elementaranalyse wird die Zusammensetzung bestätigt,<sup>[12]</sup> durch Vergleich der Pulveraufnahme (Debye-Scherrer,  $\text{CuK}\alpha$ ) mit dem aus den Strukturdaten berechneten Diagramm<sup>[13]</sup> die Verbindung abgesichert. Die Schwingungsspektren sind wegen des hohen Iodgehalts und der komplizierten Vernetzung der Verbindung nicht aussagekräftig.<sup>[14]</sup> Gemäß Kristallstrukturanalyse<sup>[15]</sup> liegt ein aus den komplexen Kationen und einem anionischen Iodraumnetz aufgebautes Salz vor, das die üblichen Strukturmerkmale aufweist (Abb. 1).

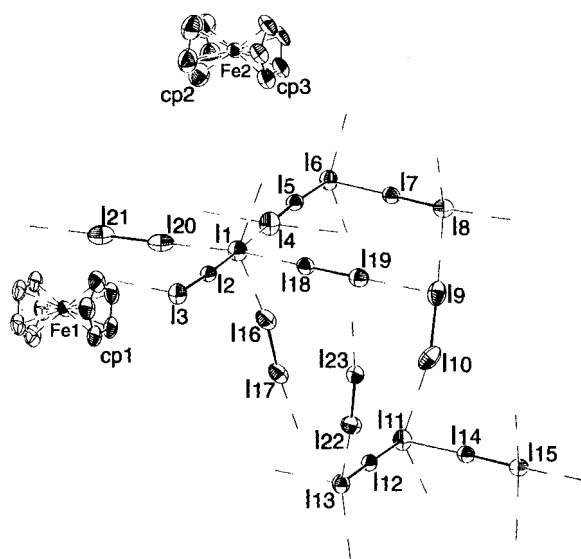


Abb. 1.  $\text{Fe}_3\text{I}_{29}$ : Baugruppen mit Bezeichnungsschema für die Atome (ORTEP-Darstellung mit Ellipsoiden, die auf 50% Aufenthaltswahrscheinlichkeit skaliert sind). Die Wasserstoffatome des Kations wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen.

Die Bindungslängen und -winkel von Polyiodiden weisen innerhalb der anionischen Teilstruktur häufig charakteristische Werte auf, so betragen die Abstände von „aufgeweiteten“ Iodmolekülen, welche meist in vernetzenden Iodbrücken vorliegen, 270 bis 280 pm, die der gestreckt-symmetrischen Triiodid-Einheit  $\text{I}_3^-$  dagegen ca. 292 pm. Eine V-förmige Pentaiodid-Einheit  $\text{I}_5^-$  setzt sich häufig aus einem verzerrten Triiodid-Ion und einem Iodmolekül zusammen, das in einem Abstand von ca. 320 pm an ersteres gebunden ist. Vernetzend wirkende sekundären Wechselwirkungen<sup>[16]</sup> überdecken den Bereich bis zum van-der-Waals-Abstand des Iodatoms von 430 pm mit weniger scharfen Maxima bei 340, 360 und 380 pm. Die Bindungswinkel liegen bevorzugt um 90 und 180°, wobei mit den Abständen auch die Abweichungen zunehmen können. Gemäß dieser Merkmale kann das hochvernetzte Polyiodid-Ion  $\text{I}_{29}^{3-}$  aus Triiodid- und Pentaiodid-Einheiten sowie verbrückenden Iodmolekülen aufgebaut werden.

Die unübersichtliche anionische Teilstruktur zerfällt in Iodatome, die auf den Spiegelebenen mit  $y = 1/4, 3/4$  und zwischen

diesen liegen. In einer Spiegelebene befindet sich eine aus Pentaoidid-Einheiten (I11 bis I15) aufgebaute, nach  $[1\ 0\ 0]$  verlaufende Zickzack-Kette  $\frac{1}{2}(\text{I}_5^-)$  (Abb. 2a), die aus den Strukturen der Verbindungen  $(\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N})\text{I}_5$ ,<sup>[17]</sup>  $(\text{C}_{20}\text{H}_{27}\text{O}_4\text{N}_2)\text{I}_5$ <sup>[18]</sup> und

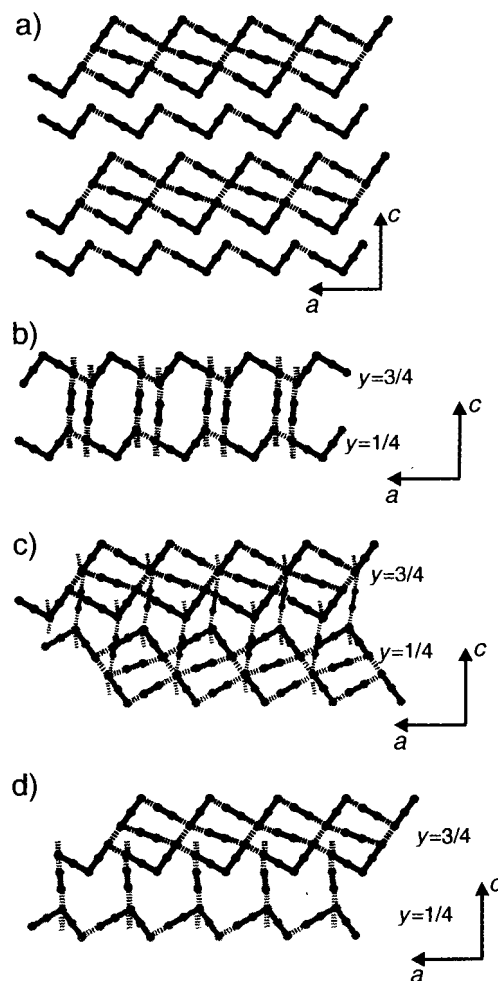


Abb. 2.  $\text{Fe}_3\text{I}_{29}$ : Vernetzungsmuster innerhalb der Iodteilstruktur. a) Pentaoididkette und Dodecaoididband; b) Verknüpfung der Pentaoididkette zu einem Heptaoididnetz; c) Verknüpfung des Dodecaoididbandes zu einer Hexadecaoididschicht; d) räumliche Vernetzung zwischen der Pentaoididkette und dem Dodecaoididband.

$(\text{C}_{34}\text{H}_{28}\text{Br}_2\text{Fe}_3)\text{I}_5$ <sup>[19]</sup> bekannt ist. Parallel zur Kette liegt ein Iodband  $\frac{1}{2}(\text{I}_{12}^{2-})$  der Zusammensetzung eines Dodecaiodids vor, das ähnlich wie treppenartig gelegte Dominosteine aufgebaut ist. Dieses neuartige Baumuster beinhaltet ein gestreckt-unsymmetrisches Triiodid-Ion (I1, I2, I3), das eine V-förmige Pentaoidid-Einheit (I4 bis I8) längs eines Schenkels (I4) fortsetzt und dadurch eine einzigartige hakenförmige, an Eishockeyschläger erinnernde Octaoidid-Einheit liefert. Nebeneinander liegende Octaoididhaken werden über zwei Iodmoleküle (I18-I19; I20-I21) verbrückt und zum neuartigen Dodecaoididband ergänzt. Die Pentaoididkette wird über ein zwischen den Spiegelebenen liegendes Iodmolekül (I22-I23) zu einer Schicht vernetzt (Abb. 2b).

Eine weitere zwischen den Spiegelebenen liegende Iodbrücke (I16-I17), die die Bänder zwischen den Iodatomen I1 und I6 zu einer zur vorigen parallelen Schicht verbindet, liefert ein sechsfach koordiniertes Iodatom I1 (Abb. 2c), wie es bislang nur für die Struktur von  $\frac{1}{2}[\{\text{Ag}(\text{I}8)\text{anS}_6\}_2\text{I}_7]$ <sup>[20]</sup> im Kristall beschrieben wurde ( $[\text{I}8]\text{anS}_6 = 1,4,7,10,13,16\text{-Hexathiacyclooctadecan}$ ).

Die Kette und das Band werden über eine dritte Iodbrücke (I9-I10) miteinander verknüpft (Abb. 2d). Dadurch entsteht ein Raumnetz mit den Merkmalen einer anionischen Käfigstruktur  $(\text{I}_5^- \cdot \text{I}_{12}^-)_{1/2} \cdot 3\text{I}_2$  oder genauer  $[(\text{I}_5^-)_{1/2} \cdot \text{I}_2] \cdot [(\text{I}_{12}^-)_{1/2} \cdot \text{I}_2] \cdot \text{I}_2$ , in deren Hohlräumen die völlig geordneten Kationen eingelagert sind (Abb. 3).

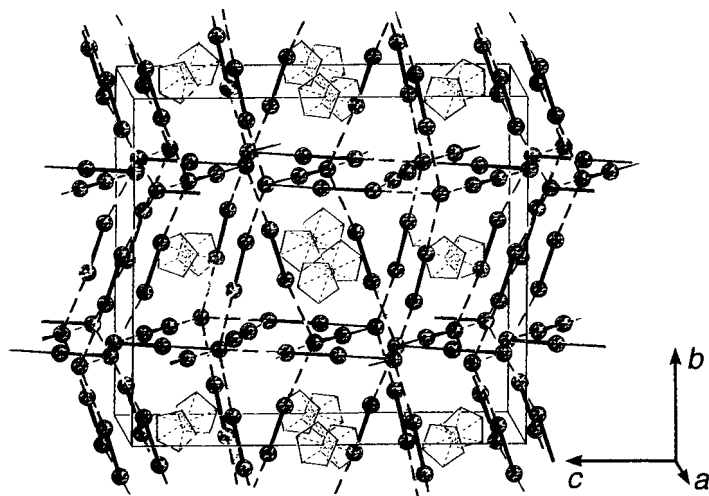


Abb. 3. Elementarzelle von  $\text{Fe}_3\text{I}_{29}$ ; Ansicht (annähernd) längs der Spiegelebenen; anionisches Iodnetz (dunkel schattiert), darin eingeschlossene komplexe Kationen (gestrichelt dargestellt).

Es liegen zwei kristallographisch voneinander unabhängige Ferrocenium-Ionen  $\text{Fc}^+$  der Punktsymmetrie  $\bar{1}$  und 1 vor. Das Inversionszentrum führt zu paralleler Anordnung der beiden Liganden, so daß in ausgezeichneter Näherung  $D_{5d}$ -Symmetrie vorliegt. Die Liganden des zweiten Kations, das um  $14.70^\circ$  gegenüber dem ersten geneigt ist, sind nahezu parallel (Abweichung  $1.52^\circ$ ). Die Liganden nehmen dabei die gestaffelte Anordnung mit einer Verdrehung um etwa  $15^\circ$  ein. Die Abstände der Kohlenstoffatome zueinander innerhalb der Ringe und zum Eisenatom entsprechen den Erwartungen. Weniger wichtige Wechselwirkungen innerhalb der anionischen Teilstruktur und mit dem Kation weisen Abstände von  $d(\text{I} \cdots \text{H}) = 309$ ,  $d(\text{I} \cdots \text{C}) = 378$  und  $d(\text{I} \cdots \text{I}) = 405.7$  pm auf. Die Auslenkungsparameter sämtlicher Atome scheinen normal zu sein.

### Experimentelles

Ein Gemisch aus  $\text{FeCl}_3$  (1.2 g, 2.1 mmol) und Iod (11.2 g, 88 mmol) wird in Acetonitril (ca. 80 mL) bei 50 bis  $60^\circ\text{C}$  unter Rühren gelöst (3 bis 4 h). Nach dem Abkühlen auf RT und beim anschließenden Eindampfen bilden sich schwarze polyedrische Kristalle (Schmp.  $352\text{ K}$ ). Die Verbindung ist in Nitromethan und Aceton löslich. Beim Umkristallisieren erhält man allerdings nur die iodärmeren Phasen  $\text{Fe}_2\text{I}_{16}$  oder  $\text{FeI}$ , zurück.

Eingegangen am 27. Juni 1996 [Z9261]

**Stichworte:** Eisen · Iod · Käfigverbindungen · Polyanionen · Sandwichkomplexe

- [1] K.-F. Tebbe, *Z. Kristallogr. Suppl.* **1996**, *11*, 52.  
 [2] F. H. Allen, O. Kennard, R. Taylor, *Acc. Chem. Res.* **1983**, *31*, 187; G. Bergerhoff, R. Hundt, R. Sievers, I. D. Brown, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **1983**, *23*, 66.  
 [3] K.-F. Tebbe in *Rings, Chains and Macromolecules of Main-Group Elements* (Hrsg.: A. L. Rheingold), Elsevier, Amsterdam, **1977**, S. 551; K.-F. Tebbe, B. Freckmann, *Z. Naturforsch. b* **1982**, *37*, 542; K.-F. Tebbe, W. Lindenthal,

- T. Farida, *Z. Kristallogr. Suppl.* **1991**, *4*, 203; K.-F. Tebbe, A. Kavosian, *Z. Naturforsch. b* **1993**, *48*, 438; K.-F. Tebbe, T. Gilles, *Acta Crystallogr. Sect. C* **1993**, *49*, 2042; K.-F. Tebbe, T. Farida, *Z. Naturforsch. b* **1995**, *50*, 1440; *ibid.* **1995**, *50*, 1685; K.-F. Tebbe, M. Bittner, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **1995**, *621*, 218; H. Stegmann, K.-F. Tebbe, L. A. Bengtsson, *ibid.* **1995**, *621*, 165.  
 [4] S. A. Miller, J. A. Tebbboth, J. F. Tremain, *J. Chem. Soc.* **1952**, 632; T. J. Kearly, P. L. Pauson, *Nature* **1950**, *168*, 1039; A. N. Nesmeyanov, E. G. Perevalova, N. Nesmeyanova, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* **1955**, *100*, 1099; E. W. Neuse, M. S. Loonat, *J. Organomet. Chem.* **1985**, *286*, 329; K.-F. Tebbe, R. Buchem, *Z. Kristallogr. Suppl.* **1995**, *9*, 353.  
 [5] T. Bernstein, F. H. Herbstein, *Acta Crystallogr. Sect. B* **1968**, *24*, 1640.  
 [6] K.-F. Tebbe, R. Buchem, *Z. Kristallogr.* **1995**, *210*, 438.  
 [7] K.-F. Tebbe, R. Buchem, *Z. Kristallogr.* **1996**, *211*, 689.  
 [8] W. J. James, R. J. Hach, D. French, R. E. Rundle, *Acta Crystallogr.* **1955**, *8*, 814; K.-F. Tebbe, *Z. Kristallogr.* **1988**, *185*, 496.  
 [9] K.-F. Tebbe, *Acta Crystallogr. Sect. C* **1983**, *39*, 154.  
 [10] K.-F. Tebbe, T. Gilles, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **1996**, *622*, 138.  
 [11] W. Crump, K.-F. Tebbe, *Z. Kristallogr. Suppl.* **1991**, *3*, 44.  
 [12] Analytische (berechnete) Daten für  $\text{Fe}_3\text{I}_{29}$ :  $M_r = 84.25$  (86.83), argentometrische Titration nach Reduktion mit Zinkpulver in Essigsäure (Mettler, Greifensee, Schweiz, 1978); C 8.59 (8.50), H 0.79 (0.71), Verbrennungsanalyse (Leybold-Heraeus, Hanau); Fe 3.99 (3.95), AAS (Varian).  
 [13] K. Yvon, W. Jeitschko, E. Parthé, *J. Appl. Crystallogr.* **1977**, *10*, 73.  
 [14] FT-IR:  $\tilde{\nu} = 139$  (s), 133 (s), 106 (s), 87 (s)  $\text{cm}^{-1}$  (Nicolet); Raman:  $\tilde{\nu} = 428.5$  (w), 213 (w), 172.5 (m), 115.5 (m), 74 (s)  $\text{cm}^{-1}$  (Spectr Physics,  $\lambda = 514.5$  nm).  
 [15] Daten zur Strukturanalyse von  $\text{Fe}_3\text{I}_{29}$ :  $M_r = 4238.19$   $\text{g mol}^{-1}$ , monoklin, Raumgruppe  $P2_1/m$ ,  $a = 1063.1(5)$ ,  $b = 1816.3(3)$ ,  $c = 2037.7(3)$  pm,  $\beta = 91.31(3)^\circ$ ,  $V = 3.933(2)$   $\text{nm}^3$  (24 Reflexe mit  $5.68^\circ \leq \theta \leq 13.49^\circ$ ),  $\lambda = 71.069$  pm,  $T = 293$  K,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{ber.}} = 3.578$   $\text{Mg m}^{-3}$ ,  $\mu(\text{Mo K}\alpha) = 11.949$   $\text{mm}^{-1}$ . Schwarzes Polyeder ( $0.20 \times 0.18 \times 0.11$  mm), Aufbau des Zersetzungsdrucks durch nachgestopft und miteingeschlossenes Substanzpulver. 8866 Lp- und über Psi-Scans empirisch absorptionskorrigierte Reflexe ( $2.00 \leq \theta \leq 24.97^\circ$ , max./min. Transmission: 62.62/99.92%) mit Intensitätsverlusten von max. 0.4% in 81.3 h, 7142 symmetrieunabhängige Daten ( $R_{\text{int}} = 0.0483$ );  $R_1 = 0.0595$  (3005 Reflexe mit  $|F_o| \geq 4\sigma(F_o)$ ),  $wR_2 = 0.0808$  ( $|F|^2$ , alle Reflexe),  $S(|F|^2) = 1.136$  (306 Parameter), Restelektronendichte 0.991 e  $\text{\AA}^{-3}$ ; Enraf-Nonius-CAD4-Diffraktometer; Strukturlösung bei Iodatomen mit Direkten Methoden (SHELXS-86) [21]; Verfeinerung gegen  $|F|^2$ , Eisen- und Kohlenstoffatome: Differenz-Elektronendichte mit SHELXL-93 [22]; I, Fe: anisotrope Auslenkungsparameter, C: ISOR, H: berechnet mit HFIX. Kleinere Abstände innerhalb der Iodteilstruktur [pm]: I13-I15 365.1, I1-I4 364.3, I1-I20 342.7, I1-I18 344.9, I3-I19 347.7, I4-I21 371.1, I4-I8 369.9, I1-I16 357.1, I6-I17 341.7, I13-I22 377.9, I15-I23 351.9, I8-I9 363.0. Die kristallographischen Daten (ohne Strukturfaktoren) der in dieser Veröffentlichung beschriebenen Struktur wurden als „supplementary publication no. CCDC-100216“ beim Cambridge Crystallographic Data Centre hinterlegt. Kopien der Dateien können kostenlos bei folgender Adresse in Großbritannien angefordert werden: The Director, CCDC, 12 Union Road, Cambridge CB2 1EZ (Telefax: Int. +1223/336-033; E-mail: deposit@chemcrs.cam.ac.uk).  
 [16] N. Alcock, *Adv. Inorg. Chem. Radiochem.* **1972**, *15*, 1.  
 [17] F. H. Herbstein, G. M. Reisner, W. Schwotzer, *J. Inclusion Phenom.* **1985**, *3*, 173.  
 [18] F. H. Herbstein, M. Kapon, *Philos. Trans. R. Soc. London A* **1979**, *291*, 199.  
 [19] T.-Y. Dong, C.-C. Schei, M.-Y. Hwang, T.-Y. Lee, S.-K. Yeh, Y.-S. Wen, *Organometallics* **1992**, *11*, 573.  
 [20] A. J. Blake, R. O. Gould, S. Parsons, C. Radek, M. Schröder, *Angew. Chem.* **1995**, *107*, 2563; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, *34*, 2374.  
 [21] G. M. Sheldrick, *Acta Crystallogr. Sect. A* **1990**, *46*, 467.  
 [22] G. M. Sheldrick, Universität Göttingen, **1993**, unveröffentlicht.