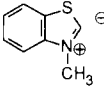

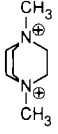
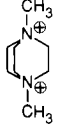
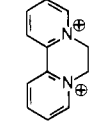
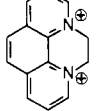


Tabelle 1. Radikalanionensalze mit **1**.

Verbindung	Zusammensetzung [a]	Leitsalz XY oder XY ₂	Leitfähigkeit σ [S cm ⁻¹] Pulverpreßling [b] (Kristall [c])
3a	X ⁺ 1 ^{•-}	[N(CH ₃) ₄](OSO ₂ OCH ₃)	1.2 × 10 ⁻⁴
3b	X ⁺	 ⁺ OSO ₂ OCH ₃ ⁻	5.7 × 10 ⁻⁴
3c	X ⁺ 1 ^{•-}	 BF ₄ ⁻	4.0 × 10 ⁻³
3d	X ²⁺ 2(1 ^{•-})	A (BF ₄) ₂ [d]	3.0 × 10 ⁻⁵ (5.0 × 10 ⁻³)
3e	X ²⁺ 1 ^{•-} Y ⁻	A (OSO ₂ OCH ₃) ₂ [d]	4.0 × 10 ⁻³
3f	X ²⁺	 2 BF ₄ ⁻	3.7 × 10 ⁻⁵
3g	X ²⁺ 1 ^{•-} Y ⁻	 2 ⁻ OSO ₂ OCH ₃ ⁻	4.2 × 10 ⁻³ (5.0 × 10 ⁻¹)
3h	2X ²⁺ (5 1) ⁴⁺	 2 BF ₄ ⁻	5.0 × 10 ⁻² (7.5–10)
3i	2X ²⁺ (5 1) ⁴⁺	 2 BF ₄ ⁻	3.0 × 10 ⁻²

[a] Aus Elementaranalysen, die mit den berechneten Werten ($\pm 0.3\%$) übereinstimmen. [b] Leitfähigkeitsmessung unter einem Druck von 17.64 kN cm⁻² durch Vierpunktkontaktierung. [c] Kristallnadeln von mindestens 1 mm Länge wurden mit vier ausgeglühten 20 μ m-Golddrähten über Leitsilber kontaktiert und vermessen. [d] A = (CH₃)₃NCH₂CH₂N(CH₃)₃.

Die Leitfähigkeiten der Salze **6**, die wegen der sterisch anspruchsvollen Trimethylammonio-Substituenten nicht die für organische Leiter geforderte Planarität^[7] aufweisen, sind überraschend hoch (**6a**: 7×10^{-3} S cm⁻¹; **6b**: 3.5×10^{-4} S cm⁻¹).

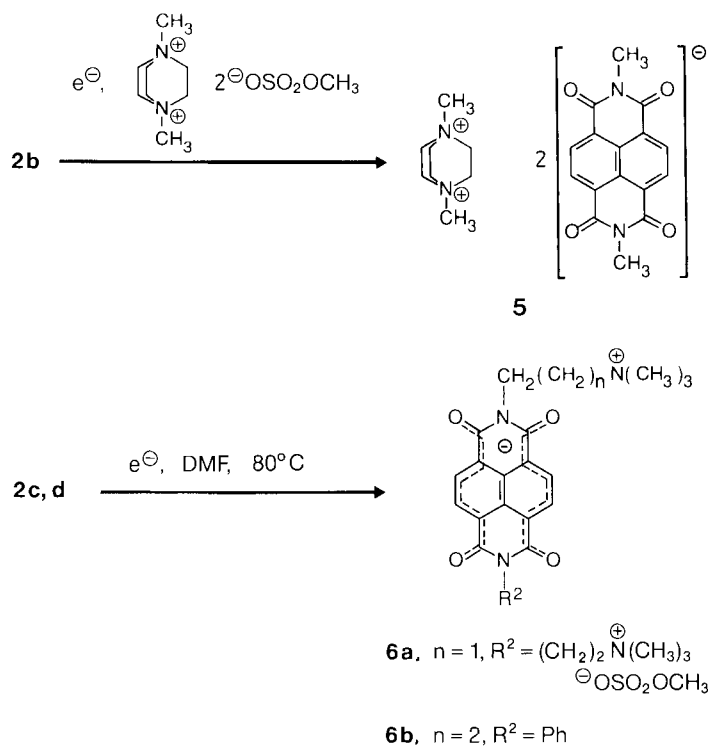
Arbeitsvorschrift

3h: In einer 100 mL-Elektrolysezelle mit zwei 16 cm²-Platinelektroden (Abstand: 1 cm) wird eine Lösung von 268 mg (1 mmol) **1** und 1.77 g (5 mmol) 5,6-Dihydro-4a,6a-phenanthroliindium-bis(tetrafluoroborat) in 100 mL Dimethylformamid (DMF) bei 20 °C und einer Stromstärke von 1.5 mA 21.5 h elektrolysiert, wobei sich eine Zellspannung von 1.8 V einstellt. An der Kathode bilden sich 249 mg (73%, Stromausbeute 48.5%) des Radikalanionensalzes **3h** in Form blauschwarzer, metallisch glänzender Nadeln, die sich bei 360 °C ohne zuerst zu schmelzen zersetzen; befriedigende C, H, N-Analyse. IR-Spektrum: sehr breite Banden mit geringer Intensität, $\tilde{\nu}_{\text{CO}} = 1678, 1720$ cm⁻¹; ESR-Spektrum: $g = 2.0036$, 0.6 Spins/Komplex (Vergleichsstandard „strong pitch“ der Fa. Bruker).

Eingegangen am 5. September 1988 [Z2955]
Auf Wunsch der Autoren erst jetzt veröffentlicht.

CAS-Registry-Nummern:

1: 81-30-1/**2a**: 24259-89-0/**2b**: 20958-66-1/**2c**: 30840-04-1/**2d**: 119298-32-7/**3a**: 119298-33-8/**3b**: 119298-34-9/**3c**: 111220-14-5/**3d**: 111220-09-8/**3e**: 119298-35-0/**3f**: 111220-10-1/**3g**: 111220-00-9/**3h**: 119298-37-2/**3i**: 119298-36-1/**4a**: 119298-39-4/**4b**: 119298-41-8/**4c**: 111220-07-6/**5**: 111220-16-7/**6a**: 119298-43-0/**6b**: 119326-15-7.



- [1] J. B. Torrance, *Acc. Chem. Res.* 12 (1979) 79.
- [2] W. E. Hatfield: *Molecular Metals*, Plenum, New York 1979.
- [3] S. F. Nelson, *J. Am. Chem. Soc.* 89 (1967) 5925.
- [4] Kristallstrukturdaten von **3h**: Enraf-Nonius-CAD4-Diffraktometer, Cu_{K α} -Strahlung, Graphitmonochromator, $T = 296$ K, triklin, Raumgruppe $P1$, $a = 8.935(1)$, $b = 12.785(2)$, $c = 15.995(2)$ Å, $\alpha = 112.38(2)$, $\beta = 92.03(1)$, $\gamma = 93.68(1)^\circ$, fünf Moleküle **1** und zwei Moleküle 5,6-Dihydro-4a,6a-phenanthroliindium in der Elementarzelle mit einem Molekül **1** auf einem Symmetriezentrum. $\rho_{\text{ber.}} = 1.687$ g cm⁻³. R_1 (3192 Reflexe, 666 Variable) = 0.032. Eine ausführliche Beschreibung (Meß- und Strukturbestimmungsmethoden, Atomkoordinaten, Bindungsdaten und weitere Zeichnungen) wird in *Z. Kristallogr.* veröffentlicht werden.
- [5] a) TTF-TCNQ: T. J. Kistenmacher, T. E. Phillips, D. O. Cowan, *Acta Crystallogr. Sect. B* 30 (1974) 763; b) zum Beispiel Diphosphonium-TCNQ-Salze: P. Batail, L. Ouahab, J.-F. Halet, J. J. Padiou, M. Lequan, R. M. Lequan, *Synth. Met.* 10 (1985) 415.
- [6] Beispielsweise F. Denoyer, R. Comès, A. F. Garito, A. J. Heeger, *Phys. Rev. Lett.* 35 (1975) 445.
- [7] A. F. Garito, A. J. Heeger, *Acc. Chem. Res.* 7 (1974) 232.

Synthese, Struktur und Diskussion der Bindungsverhältnisse des Kations [(C₆H₅)₃PAu]⁺

Von Franz Scherbaum, Andreas Grohmann, Gerhard Müller und Hubert Schmidbaur*

Nach mannigfaltigen Beobachtungen über unerwartet starke Metall-Metall-Wechselwirkungen in mehrkernigen Gold(t)-Verbindungen, die einerseits zu Molekülkonforma-

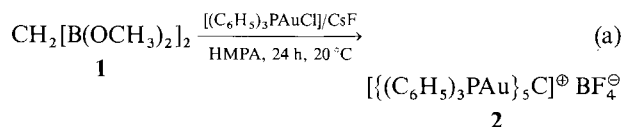
[*] Prof. Dr. H. Schmidbaur, Dipl.-Chem. F. Scherbaum, Dipl.-Chem. A. Grohmann[*], Dr. G. Müller[*]
Anorganisch-chemisches Institut der Technischen Universität München
Lichtenbergstraße 4, D-8046 Garching

[**] Diese Arbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Leibniz-Programm) und dem Fonds der Chemischen Industrie gefördert. Wir danken Herrn J. Riede für die Erstellung des kristallographischen Datensatzes.

[+] Röntgenstrukturanalyse

tionen mit engen Au...Au-Kontakten führen^[1-3] und andererseits diskrete Au-Au-Bindungen ermöglichen^[4-6], interessieren in jüngster Zeit speziell *polyaurierte Organogoldverbindungen*. In diesen Verbindungen kommt es durch die Häufung von Goldatomen an ein und demselben Kohlenstoffatom besonders eindrucksvoll zu dem nur teilweise verstandenen Phänomen der „sekundären“ Au...Au-Bindungsbeziehung, so vor allem in dem kürzlich erstmals vorgestellten Dikation $[(C_6H_5)_3PAu]_6C^{2+}$, in dem das zentrale C-Atom oktaedrisch von sechs Goldatomen umgeben ist^[7]. Die Salze dieses Dikations sind wegen ihrer verblüffend hohen Bildungstendenz und Stabilität überraschend leicht und in hohen Ausbeuten zugänglich. Eine Polyauro-methanverbindung mit Koordinationszahl 5 am C-Atom fand sich in einem kompliziert zusammengesetzten (Triauriomethyl)oxazolin-Komplex^[8]. Die tetragonal-pyramidale erste Koordinationssphäre enthält hier neben vier Goldatomen auch einen organischen Rest. Gestützt auf Strukturanalysen konnten für beide Elektronendefizit-Spezies plausible Bindungsbeschreibungen mit Hilfe einfacher MO-Diagramme gegeben werden. In Fortführung dieser Studien gelangen jetzt Synthese und Bestimmung der Struktur des Kations $[(C_6H_5)_3PAu]_5C^{+}$, in dem das zentrale C-Atom von fünf Goldatomen umgeben ist.

Ausgangsmaterial für dieses neue Kation ist Bis(dimethoxyboryl)methan **1**^[9], das mit Triphenylphosphangold(I)-chlorid in Gegenwart von Cäsiumfluorid in Hexamethylphosphorsäuretriamid nach bewährtem Muster^[7,8] umgesetzt wurde. War die Stöchiometrie in früheren Beispielen noch einigermaßen transparent^[7], so ist sie hier wegen der Bildung mehrerer Nebenprodukte weitgehend unklar. Gleichung (a) gibt daher keine vollständige Stoffbilanz wieder. Erfreulicherweise ist jedoch die Ausbeute an **2** (84%!) sehr zufriedenstellend. In sehr kleinen Anteilen tritt im Reaktionsgemisch auch das Dikation $[(C_6H_5)_3PAu]_6C^{2+}$ auf, das bei sehr langen Reaktionszeiten allmählich zum Hauptprodukt wird.



2 fällt aus CH_2Cl_2 /Benzol oder CH_2Cl_2 /Diethylether in gelben, rhombischen Kristallen (mit drei Molekülen Dichlormethan pro Formeleinheit) an, die in Halogenkohlenwasserstoffen gut, in Benzol wenig und in Diethylether und Petrolether nicht löslich sind. Die Substanz wird beim Erwärmen ab 202 °C braun und schmilzt bei 243–245 °C. Die Lösungen von **2** in CD_2Cl_2 zeigen im Temperaturbereich –45 bis +45 °C nur ein scharfes $^{31}P\{^1H\}$ -NMR-Signal, dessen chemische Verschiebung mit $\delta = 32.1$ deutlich von der des $[(LAu)_6C]^{2+}$ -Ions verschieden ist ($L = Ph_3P$; $\delta = 27.7$). Das 1H -NMR-Spektrum von **2** zeigt zwar nur ein Multiplett bei $\delta = 7.0$ – 7.6 , aber das $^{13}C\{^1H\}$ -NMR-Spektrum ist so gut aufgelöst, daß vor allem in den Resonanzsignalen von C_{ipso} ($\delta = 132.4$, $^1J = 50.4$ Hz) und C_{ortho} ($\delta = 134.4$, $N = 14.7$) eine Aufspaltung nach höherer Ordnung zu erkennen ist, die eine Fernkopplung $^4J(PP')$ andeutet. Dies entspricht den Verhältnissen bei $[(LAu)_6C]^{2+}$, bei dem AXX_4X'' -Spinsysteme diagnostizierbar waren. Das NMR-Signal des zentralen C-Atoms konnte bei **2** wiederum nicht lokalisiert werden. Das Anion BF_4^{-} gibt sich durch die bekannten Resonanzen zu erkennen. Alle NMR-Spektren deuten Diamagnetismus der Proben an.

Die Röntgenstrukturanalyse^[10] bestätigte die Zusammensetzung aus Kationen $[(C_6H_5)_3PAu]_5C^{+}$ und Anionen BF_4^{-} und wies darüber hinaus für die aus CH_2Cl_2 /Diethyl-

ether gezüchteten rhombischen Kristalle (Raumgruppe $R\bar{3}$) das Vorliegen von drei Solvatmolekülen CH_2Cl_2 pro Formeleinheit nach. Das Kation hat kristallographische C_3 -Symmetrie. Die fünf Goldatome besetzen die Ecken einer leicht verzerrten, kohlenstoff-zentrierten trigonalen Bipyramide (Abb. 1). Dieses Gerüst ist durch enge axial-äquatoriale Kontakte $Au_{ax} \cdots Au_{eq}$ von 2.987 (1) und 2.903 (1) Å und längere $Au_{eq} \cdots Au_{eq}$ -Abstände von 3.600 (1) Å gekennzeichnet. Die Abstände Au-C1 unterscheiden sich kaum und betragen 2.079 (5), 2.080 (5) und 2.093 (5) Å. Jedes Goldatom ist an einen $(C_6H_5)_3P$ -Liganden gebunden. Die Winkel C1-Au-P sind für Au_{eq} 173.0 (3), für Au_{ax} nach der vorgegebenen Symmetrie 180°.

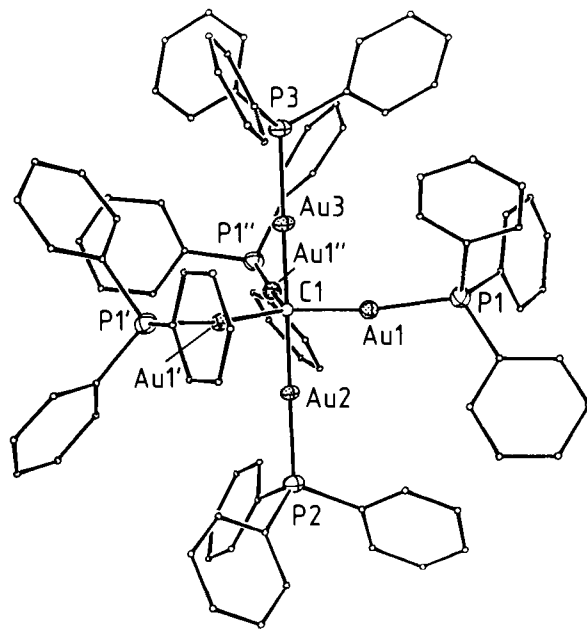


Abb. 1. Struktur des Kations von **2** im Kristall mit Atomnumerierung. Ausgewählte Abstände [Å] und Winkel [°]: Au1-Au2 2.987 (1), Au1-Au3 2.903 (1), Au1-Au1' 3.600 (1), C1-Au1 2.079 (5), C1-Au2 2.080 (5), C1-Au3 2.093 (5), Au1-P1 2.290 (2), Au2-P2 2.264 (3), Au3-P3 2.261 (3); Au1-C1-Au2 91.8 (3), Au1-C1-Au3 88.2 (3), Au1-C1-Au1' 119.9 (1); P1-Au1-C1 173.0 (3).

Zur Beschreibung der Bindungsverhältnisse kann auch für das Kation von **2** ein einfaches MO-Schema verwendet werden (Abb. 2). Unter Annahme der idealisierten Punktgruppe D_{3h} entstehen aus den fünf C1-orientierten Goldorbitalen (sp -Hybridorbitale) und den C1-Atomorbitalen nach Symmetriekriterien vier bindende MO's, die durch die verfügbaren acht Valenzelektronen gerade zu einem diamagnetischen Grundzustand gefüllt werden können. Das LUMO ist ein nichtbindendes Orbital, auf dessen relativ geringen energetischen Abstand zum HOMO vermutlich die Lichtabsorption im sichtbaren Bereich zurückzuführen ist. Das Schema in Abbildung 2 vernachlässigt die aus Au...Au-Wechselwirkungen zu erwartenden Energiebeiträge, die wahrscheinlich für die Stabilität der Spezies $[(LAu)_5C]^{+}$ und für die spontane Anlagerung von LAu^{+} -Fragmenten an das Tetraauriomethan $(LAu)_4C$ entscheidend sind („Aurophilie“)^[11]. Auf die Bedeutung relativistischer Effekte wurde bereits mehrfach hingewiesen^[12]. Für Systeme mit einer Elektronencharakteristik gemäß Abbildung 2 kann durch Symmetrierniedrigung von D_{3h} nach C_{3v} ein Energiegewinn erwartet werden. Es muß derzeit offen bleiben, ob die gefundene leichte Verzerrung im Kation von **2** auf dieser Basis interpretiert werden kann, oder ob einfache Ligand-Ligand-Repulsion oder Packungseffekte die Symmetrierniedrigung mitbedingen.

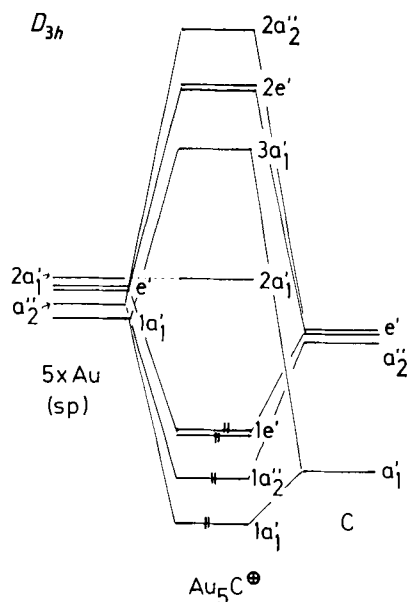


Abb. 2. MO-Schema zur Beschreibung der Bindungsverhältnisse im Kation $[(C_6H_5)_3PAu]_5C^+$. Unter Zugrundelegung der idealisierten Punktgruppe D_{3h} werden die Orbitale des zentralen C-Atoms und fünf σ -Orbitale (sp-Hybridorbitale) der Au-Atome nach Symmetriekriterien zusammengefaßt.

Aus ab-initio-Rechnungen wurde für Li_5C^+ , das auch massenspektrometrisch beobachtet werden konnte, eine „globale“ Stabilität vorhergesagt und dabei eine trigonalbipyramidale Struktur angenommen^[13]. Für H_5C^+ lauten die Vorhersagen dagegen vorwiegend auf eine niedrigsymmetrische Struktur (Punktgruppe C_s). Es sei betont, daß die Kationen $[(LAu)_5C]^+$, Li_5C^+ und H_5C^+ nicht unter die Verbindungen mit 'hypervalenten' Atomen^[14] einzuordnen sind, sondern zu den Elektronenmangel-Systemen gehören (electron deficient), denn die Au—C-Bindungen von **2** haben laut MO-Schema die Bindungsordnung $4/5 = 0.8$. Ihre hohe Stabilität muß also tatsächlich stark durch die Au...Au-Wechselwirkungen mitbestimmt sein.

Arbeitsvorschrift

Zu einer Suspension von 7.4 g (48.7 mmol) CsF in einer Lösung von 1.87 g (3.78 mmol) $[Ph_3PAuCl]$ in 40 mL HMPA wird langsam unter Rühren bei Raumtemperatur eine Lösung von 0.3 g (1.88 mmol) **1** in 10 mL HMPA getropft. Nach 24 h Rühren bei 20 °C wird filtriert und der Filterkuchen mit 5 mL CH_2Cl_2 ausgewaschen. Die vereinigten Filtrate ergeben nach Verdünnen mit 20 mL Benzol auf Zusatz von Pentan einen gelben Niederschlag, der zweimal aus CH_2Cl_2 /Benzol und dreimal aus CH_2Cl_2 /Diethylether umgefällt wird. Ausbeute 1.52 g (84% bezogen auf $[Ph_3PAuCl]$), $F_p = 243-245^\circ C$; korrekte Elementaranalyse.

Eingegangen am 19. Dezember 1988 [Z 3091]

CAS-Registry-Nummern:

1: 17936-82-2/2; 119596-35-9/2 · 3 CH_2Cl_2 ; 119596-37-1/ $[(C_6H_5)_3PAu]_5C^+$; 119596-36-0/ $(C_6H_5)_3PAuCl$; 14243-64-2/CsF; 13400-13-0.

- [1] H. Schmidbaur in: *Gmelin, Handbuch der Anorganischen Chemie, Organogold Compounds*, Springer, Berlin 1980; P. G. Jones, *Gold Bull.* 19 (1986) 46; R. J. Puddephatt: *The Chemistry of Gold*, Elsevier, Amsterdam 1979.
- [2] H. Schmidbaur, W. Graf, G. Müller, *Angew. Chem.* 100 (1988) 439; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 27 (1988) 417; *Helv. Chim. Acta* 69 (1986) 1748; H. Schmidbaur, A. Schier, G. Reber, G. Müller, *Inorg. Chim. Acta* 147 (1988) 143.
- [3] H. Schmidbaur, C. Hartmann, G. Reber, G. Müller, *Angew. Chem.* 99 (1987) 1189; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 26 (1987) 1146; zit. Lit.
- [4] H. Schmidbaur, R. Franke, *Inorg. Chim. Acta* 13 (1975) 84; H. Schmidbaur, J. R. Mandl, A. Frank, G. Huttner, *Chem. Ber.* 109 (1976) 466.
- [5] H. Schmidbaur, A. Wohlleben, F. E. Wagner, D. F. van de Vondel, G. P. van der Kelen, *Chem. Ber.* 110 (1977) 2758.

- [6] H. Schmidbaur, C. Hartmann, J. Riede, B. Huber, G. Müller, *Organometallics* 5 (1986) 1652.
- [7] F. Scherbaum, A. Grohmann, B. Huber, C. Krüger, H. Schmidbaur, *Angew. Chem.* 100 (1988) 1602; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 27 (1988) 1544.
- [8] F. Scherbaum, B. Huber, G. Müller, H. Schmidbaur, *Angew. Chem.* 100 (1988) 1600; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 27 (1988) 1542.
- [9] D. S. Matteson, R. B. Castle, *J. Am. Chem. Soc.* 92 (1970) 231, und frühere Arbeiten.
- [10] Kristallstrukturdaten: $C_{91}H_{75}Au_5BF_4P_5 \cdot 3 CH_2Cl_2$, $M_r = 2649.92$, rhomboedrisch, Raumgruppe $R\bar{3}$ (Nr. 148), $a = b = 18.469(2)$, $c = 46.090(4)$ Å, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$ (in hexagonaler Aufstellung), $V = 13615.2$ Å³, $Z = 6$, $\rho_{\text{ber}} = 1.939$ g cm⁻³, $\mu(MoK\alpha) = 83.5$ cm⁻¹, $F(000) = 7620$, $T = -50^\circ C$. 4719 unabhängige Reflexe bis $(\sin \theta / \lambda)_{\text{max}} = 0.572$ Å⁻¹, davon 3997 mit $F_0 \geq 4.0 \sigma(F_0)$ 'beobachtet'. Empirische Absorptionskorrektur (rel. Transmission: 0.55–1.00), $R(R_w) = 0.035$ (0.031), $w = 1/\sigma^2(F_0)$ (346 verfeinerte Parameter, anisotrop, H konstant). Die Restelektronendichte zeigte keine Besonderheiten ($\Delta \rho_{\text{min}} = +1.05/-0.92$ e Å⁻³, Maxima an CH_2Cl_2). Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-53707, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.
- [11] Vgl. [7]. Mit Aurophilie wird die Aggregationstendenz von LAu^+ an mehrkernige Gold(t)-Verbindungen bezeichnet. Sie unterscheidet sich grundlegend von der Aggregation null- oder niederwertiger Goldatome zu Gold-Clustern mit mittleren Oxidationsstufen kleiner +1.
- [12] P. Pyykkö, *Chem. Rev.* 88 (1988) 563; R. Arriata-Perez, G. L. Malli, *Chem. Phys. Lett.* 125 (1986) 143; vgl. auch bei [2, 3, 7, 8].
- [13] E. D. Jemmis, J. Chandrasekhar, E.-U. Würthwein, P. von R. Schleyer, J. W. Chinn, Jr., F. J. Landro, R. J. Lagow, B. Luke, J. A. Pople, *J. Am. Chem. Soc.* 104 (1982) 4275.
- [14] 'Hypervalente' Moleküle (J. I. Musher) haben am Zentralatom in der Regel 2-Zentren-2-Elektronen-Bindungen.

2'-Aminomethylbiphenyl-2-carbonsäure als Bestandteil eines Cyclopeptids; Struktur im Kristall und Konformation in Lösung**

Von Volker Brandmeier, Martin Feigel* und Matthias Bremer

Ein Ziel in der Peptidchemie ist es, durch den Einbau von Pseudoamino-säuren in einen Peptidverband gezielt Vorzugskonformationen zu erzeugen^[1-3]. Da relativ starre natürliche Peptide Arylgruppen als „Spacer“ enthalten^[4], ist es naheliegend, darauf auch bei Synthesen mit Pseudoamino-säuren zurückzugreifen. Mit Arenen scheint sogar die Fixierung antiparalleler Peptidketten zu einem β -Faltblatt möglich, wobei die Brückenmoleküle als Ersatz für den „ β -Turn“ dienen^[14]. Wir berichten hier über den Einbau von 2'-Aminomethyl-biphenyl-2-carbonsäure **1** in ein Cyclopeptid.

Bildet man eine cyclische Verbindung aus zwei Einheiten **1** und zwei L-Aminosäuren, so gelangt man z. B. zur Verbindung **3**. Diese ist ein Analogon eines Cyclohexapeptids, wenn man **1** als Ersatz für die zwei zentralen Aminosäuren eines β -Turns betrachtet. In Cyclohexapeptiden findet man oft eine durch zwei β -Turns bestimmte Struktur, die sowohl im Festkörper als auch in Lösung beibehalten wird^[5]. Ist auch mit **1** im Ring eine ähnliche Struktur bevorzugt?

Für den Cyclus **3** erwartet man drei Diastereomere, die unterschiedliche Atropisomere der Biphenyleinheiten enthalten. Die beiden mit Biphenyleinheiten gleicher Konfiguration (*R,R* oder *S,S*) haben C_2 -Symmetrie, während das Isomer mit *R,S*-konfigurierten Biphenyleinheiten C_1 -symmetrisch ist.

[*] Dr. M. Feigel, Dipl.-Chem. V. Brandmeier, Dipl.-Chem. M. Bremer Institut für Organische Chemie der Universität Erlangen-Nürnberg Henkestraße 42, D-8520 Erlangen

[**] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Wir danken der Firma Hoechst AG für Analysen.