

dungsisomer **B** (Tabelle 1). Auch bei 150°C sind im ^1H -NMR-Spektrum lediglich die beiden Valenzisomere **8bA** und **8bB** (1:1) nachweisbar. Für die Isomerisierung **8bA** \rightarrow **8bB** wurde bei 33°C in $[\text{D}_6]\text{DMSO}$ eine freie Aktivierungsenthalpie von 24.1 kcal·mol $^{-1}$ bestimmt.

Diese experimentellen Ergebnisse stehen in Einklang mit π -SCF-Kraftfeldberechnungen^[10] für die Dynamik des 1,2,12-Trimethylcyclohepta[ef]heptalens **9**. Danach hat das π -Bindungsisomer **9C**, bei dem die zentrale Doppelbindung eine teilweise Einebnung der Substituenten-tragenden Kohlenstoffatome bedingt, eine um ca. 5 kcal·mol $^{-1}$ höhere Bildungsenthalpie als die beiden anderen. Während die direkte Umwandlung von **9A** in **9B** eine Aktivierungsenthalpie von 38 kcal·mol $^{-1}$ erfordern sollte, beträgt diese für die Isomerisierung von **9A** zu **9C** nur 28 kcal·mol $^{-1}$ und von **9C** zu **9B** nur 18 kcal·mol $^{-1}$. Somit dürfte die beobachtete Umwandlung von **8bA** in **8bB** über das thermodynamisch instabilere Isomer **8bC** verlaufen. Für eine Einebnung des Tricyclus **9**, d.h. für die Übergangszustände der Ringinversion, wurden dagegen Aktivierungsenergien von ca. 70 kcal·mol $^{-1}$ berechnet. Eine Ringinversion von **7b** und **8b** dürfte danach Temperaturen erfordern, bei denen diese Verbindungen vermutlich nicht mehr beständig sind.

Eingegangen am 20. Februar 1986 [Z 1677]

CAS-Registry-Nummern:

3a: 51381-34-1 / **3b**: 51381-54-5 / **4a**: 7140-38-7 / **4b**: 101998-79-2 / **5a**: 101998-80-5 / **5b**: 101998-81-6 / **6a**: 101998-82-7 / **6b**: 101998-83-8 / **7a**: 101998-84-9 / **7b**: 101998-85-0 / **8b**: 102046-58-2 / $\text{Cl}(\text{CH}_2)_2\text{CONMe}_2$: 17268-49-4 / $\text{MeO}_2\text{CC}\equiv\text{CCO}_2\text{Me}$: 762-42-5.

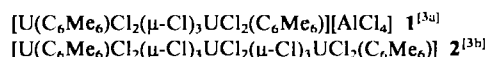
ein Sauerstoffatom mit Besetzungszahlen 0.9 und 0.1), $R_1=0.045$, $R_2=0.042$ für 1862 Strukturaktoren ($|F_0|\geq 2\sigma_F$). Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-51912, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.

[10] H. J. Lindner, *Tetrahedron* 30 (1974) 1127; Programm PIMM 82, unveröffentlicht, Technische Hochschule Darmstadt 1982.

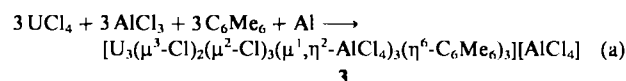
$[\text{U}_3(\mu^3\text{-Cl})_2(\mu^2\text{-Cl})_3(\mu^1, \eta^2\text{-AlCl}_4)_3(\eta^6\text{-C}_6\text{Me}_6)_3][\text{AlCl}_4]$ – ein dreikerniger U^{III} -Arenkomplex**

Von F. Albert Cotton*, Willi Schwotzer und Charles Q. Simpson II

Die Umsetzung von Halogeniden früher Übergangsmetalle unter reduzierenden Friedel-Crafts-Bedingungen wurde von E. O. Fischer et al. zur Synthese dreikerniger Clusterverbindungen vom Typ $[\text{M}_3(\eta^6\text{-C}_6\text{Me}_6)_3(\mu^2\text{-Cl})_6]^n+$ genutzt^[1]. Röntgenkristallographische sowie physikochemische Untersuchungen ergaben^[2], daß derartige Cluster Metall-Metall-Bindungen haben. Wir übertrugen diesen allgemeinen Reaktionstyp auf die Chemie des Urans, wobei uns die Synthese der beiden ersten U^{IV} -Arenkomplexe **1** und **2** gelang^[3]. **1** und **2** erinnern an die Arenkomplexe von Elementen der dritten und vierten Hauptgruppe in niedrigen Oxidationsstufen^[4].



Wir berichten nun über die Synthese des dreikernigen U^{III} -Komplexes **3** unter reduzierenden Friedel-Crafts-Bedingungen [Reaktion (a)].



Die Struktur des Komplexkations von **3** ist in Abbildung 1^[5] wiedergegeben. Die drei Uranatome bilden ein annähernd gleichseitiges Dreieck. Drei Chloratome überbrücken die Kanten des Dreiecks, während zwei weitere Chloratome als μ^3 -Liganden die U_3 -Ebene auf beiden Seiten überdachen. Am besten läßt sich das Koordinationspolyeder jedes Uranatoms als verzerrte pentagonale Bipyramide beschreiben. Dabei bilden zwei Brücken-Chloratome, zwei Chloratome von AlCl_4 und ein μ^3 -Chloratom die äquatoriale Ebene, und die apicalen Positionen werden von dem zweiten μ^3 -Chloratom sowie von C_6Me_6 besetzt. In Tabelle 1 sind wichtige Abstände und Winkel der Struktur von **3** zusammengestellt. Zum Vergleich sind in Tabelle 2 ausgewählte Strukturdaten aller bekannten Arenuran-Komplexe sowie einiger Uranverbindungen mit anionischen π -Liganden aufgeführt. Die U-C-Abstände in Komplexen mit neutralen π -Liganden sind länger als die in Verbindungen mit anionischen π -Liganden. Dies spricht dafür, daß an der Bindung von Cyclopentadienyl-Allyl- oder Cyclooctatetraen-Liganden bedeutende ionische Beiträge beteiligt sind, doch dürfen, wie unsere Ergebnisse demonstrieren, kovalente Bindungsanteile nicht vernachlässigt werden^[1]. Zwar gibt es keine einfache Beziehung zwi-

- [1] a) H. Irgartinger, M. Nixdorf, *Angew. Chem.* 95 (1983) 415; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 22 (1983) 403; G. Maier, H.-O. Kalinowski, K. Euler, *ibid.* 94 (1982) 706 bzw. 21 (1982) 693; b) J. F. M. Oth, *Pure Appl. Chem.* 25 (1971) 573, zit. Lit.; L. A. Paquette, *ibid.* 54 (1982) 982, zit. Lit.; c) K. Hafner, H. U. Süss, *Angew. Chem.* 85 (1973) 626; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 12 (1973) 575; B. Kitschke, H. J. Lindner, *Tetrahedron Lett.* 1977, 2511; P. Bischof, R. Gleiter, K. Hafner, K. H. Knauer, J. Spanget-Larsen, H. U. Süss, *Chem. Ber.* 111 (1978) 932; d) E. Vogel, J. Wassen, H. Königshofen, K. Müllen, J. F. M. Oth, *Angew. Chem.* 86 (1974) 777; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 13 (1974) 732; L. A. Paquette, *Isr. J. Chem.* 20 (1980) 233; K. Hafner, H. Diehl, H. U. Süss, *Angew. Chem.* 88 (1976) 121; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 15 (1976) 104.

[2] D. Lloyd: *Nonbenzenoid Conjugated Carbocyclic Compounds*, Elsevier, Amsterdam 1984, zit. Lit.

[3] Theoretische Studien: A. Streitwieser, Jr.: *Molecular Orbital Theory for Organic Chemists*, Wiley, New York 1961, S. 290f; T. Nakajima: *Molecular Orbitals in Chemistry, Physics, and Biology*, Academic Press, New York 1964, S. 451; R. Zahradnik in J. P. Snyder (Hrsg.): *Nonbenzenoid Aromatics, Vol. 2*, Academic Press, New York 1971, S. 1; B. A. Hess, Jr., L. J. Schaad, *J. Org. Chem.* 36 (1971) 3418; F. Tomas, J. I. Fernandez-Alonso, *An. Quim.* 72 (1976) 122; I. Gutman, M. Milun, N. Trinajstić, *J. Am. Chem. Soc.* 99 (1977) 1692; J. P. Gastmans, D. F. Gastmans, M. H. Mendes Ferraz, *Tetrahedron* 33 (1977) 2205.

[4] Vergleichliche Synthesversuche: R. B. Woodward, T. Fukunaga, R. C. Kelly, *J. Am. Chem. Soc.* 86 (1964) 3162; H. Butenschön, A. de Meijere, *Tetrahedron Lett.* 25 (1984) 1693.

[5] K. Hafner, G. L. Knaup, H. J. Lindner, H.-C. Flöter, *Angew. Chem.* 97 (1985) 209; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24 (1985) 212; W. Bernhard, P. Brügger, J. F. Daly, P. Schönholzer, R. H. Weber, H.-J. Hansen, *Helv. Chim. Acta* 68 (1985) 415; W. Bernhard, P. Brügger, P. Schönholzer, R. H. Weber, H.-J. Hansen, *ibid.* 68 (1985) 429.

[6] K. Hafner, H. Pelster, H. Patzelt, *Justus Liebigs Ann. Chem.* 650 (1961) 80; K. Hafner, *Pure Appl. Chem.* 28 (1971) 153; K. Hafner, K.-P. Meinhardt, W. Richarz, *Angew. Chem.* 86 (1974) 235; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 13 (1974) 204.

[7] Von allen beschriebenen Verbindungen wurden korrekte Elementaranalysen erhalten.

[8] G. L. Knaup, *Dissertation*, Technische Hochschule Darmstadt 1985.

[9] **7a**: Monoklin, Raumgruppe $P2_1/n$, $Z=4$, $a=1442.4(4)$, $b=785.6(2)$, $c=1462.4(4)$ pm, $\beta=95.56(1)^\circ$, $V=1.649 \cdot 10^6$ pm 3 , $\rho_{\text{ber}}=1.290$ g/cm 3 ; $3^\circ \leq 2\theta \leq 45^\circ$; ($\text{MoK}\alpha$, $\lambda=71.07$ pm); 2009 unabhängige Reflexe, Lorentz- und Polarisationskorrektur, Lage der Wasserstoffatome verfeinert; Fehlordnung im Bereich der Estergruppe an Cl (zwei Lagen für

[*] Prof. Dr. F. A. Cotton, Dr. W. Schwotzer, C. Q. Simpson II
Department of Chemistry and Laboratory for Molecular Structure and Bonding, Texas A & M University
College Station, TX 77843 (USA)

[**] Diese Arbeit wurde von der Robert A. Welch Foundation (Grant No. A-494) gefördert.

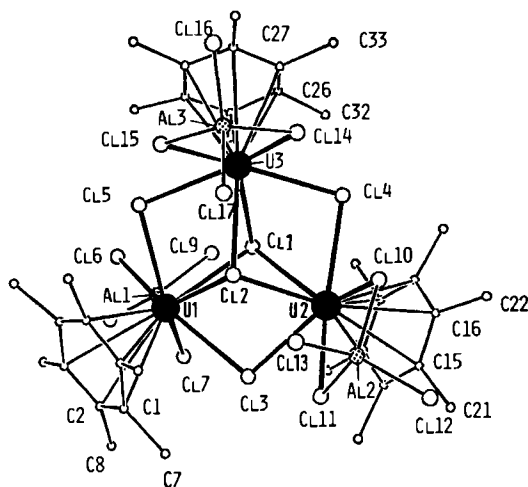


Abb. 1. Perspektivische Zeichnung der Struktur des Kations von **3** im Kristall.

Tabelle 1. Wichtige Abstände und Winkel von **3** im Kristall.

Abstände [Å]					
U1-U2	4.216(3)	U2-U3	4.199(3)	U3-C11	3.054(14)
U1-U3	4.270(3)	U2-C11	2.99(2)	U3-C12	2.89(2)
U1-C11	2.850(15)	U2-C12	2.854(15)	U3-C14	2.792(14)
U1-C12	3.05(2)	U2-C13	2.782(15)	U3-C15	2.801(15)
U1-C13	2.76(2)	U2-C14	2.76(2)	U3-C114	2.95(2)
U1-C15	2.758(14)	U2-C110	2.92(2)	U3-C115	2.92(2)
U1-C16	2.93(2)	U2-C111	2.90(2)	U3-C(hmb)[a]	2.90(6)
U1-C17	3.01(2)	U2-C(hmb)[a]	2.93(5)		
U1-C(hmb)[a]	2.94(9)				
Winkel [°]					
U-U-U					59.3-61
C11-U1-hmb(1)-Zentrum					171.6
C11-U1-C12					68.1
C11-U1-C1-3(5,6,7)					75.4-84.3
hmb(1)-Zentrum-U1-C1-2(3,5,6,7)					101.8-103.5
C12-U2-hmb(2)-Zentrum					172.7
C12-U2-C11					68.9
C12-U2-C1-3(4,10,11)					74.9-80.7
hmb(2)-Zentrum-U2-C1-1(3,4,10,11)					100.1-106.5
C12-U3-hmb(3)-Zentrum					171.4
C12-U3-C11					67.6
C12-U3-C1-4(5,14,15)					72.6-81.0
hmb(3)-Zentrum-U3-C1-4(5,14,15)					101.5-105.0

[a] hmb = Hexamethylbenzol; Mittelwerte.

Tabelle 2. Strukturdaten von Uran- π -Komplexen.

Verbindung	U-Cl [Å]	U-C [Å]	Lit.
[U(η^6 -C ₆ H ₆)(η^2 -AlCl ₃) ₂]	2.88 [a]	2.91	[7]
1	2.75 [b]	2.92	[3a]
	2.58 [c]		
2	2.78 [b]	2.94	[3b]
	2.53 [c]		
3	2.78 [b]		
	2.99 [d]	2.92	
	2.94 [a]		
[U(η^6 -C ₆ H ₆) ₂] (Uranocen)		2.56	[8]
[U(C ₂ H ₅) ₄]		2.81	[9]
[U(η^3 -C ₃ H ₅) ₂ (O η -Pr) ₂]		2.68	[10]

[a] η^2 -AlCl₃. [b] Kantenüberbrückend. [c] Endständig. [d] Flächenüberbrückend.

schen Bindungslänge und Bindungsstärke, doch geht mit langen U-C-Bindungen nach unseren Erfahrungen einher, daß die Arenliganden leicht durch σ -Donormoleküle ersetzt werden können – auch wenn die Arenkomplexe

thermodynamisch stabil sind. Die U-Cl-Abstände variieren entsprechend den unterschiedlichen Bindungssituationen (terminal, kanten- oder flächenüberbrückend), liegen aber in dem Bereich, der für viele andere Uranchloride beobachtet wird.

Die relative Orientierung der Hexamethylbenzol-Liganden bezüglich der Dreiecksfläche ist *anti* für die Liganden an U1 und U2 sowie U1 und U3, aber *syn* für das Paar U2/U3. Dies könnte sterische Gründe haben, wenn man annimmt, daß Hexamethylbenzol und AlCl₃ in Lösung rasch ihre Position wechseln, wobei das Diastereomer mit der sterisch günstigsten Anordnung selektiv auskristallisiert. Auch Packungseffekte könnten eine Rolle spielen. Es gibt allerdings auch eine alternative Erklärung: Die Substrukturen mit der *anti*-Anordnung, z. B. das Fragment [(C₆Me₆)(AlCl₃)U1(μ^2 -Cl)₂U2(C₆Me₆)(AlCl₃)], haben eine ähnliche Struktur wie der Zweikernkomplex **1**. Um den Dreikernkomplex **3** mit der korrekten Stereochemie zu vervollständigen, muß lediglich das Fragment [(C₆Me₆)(AlCl₃)U3(Cl)₂] addiert werden, wobei zwei der Brücken-Chloratome μ^3 -Liganden werden. Aufgrund von paramagnetischer Linienverbreiterung können Isomerisierungen von **3** NMR-spektroskopisch nicht nachgewiesen werden. Der U-U-Abstand (>4.2 Å, Tabelle 1) schließt eine direkte M-M-Wechselwirkung aus^[12]. Demnach sind die Uranatome f³-konfiguriert, und der Komplex sollte paramagnetisch sein. Dies ist in Einklang damit, daß im Festkörper-¹³C-NMR-Spektrum von **3** nur sehr breite Linien beobachtet werden – im Gegensatz zu der ebenfalls paramagnetischen Verbindung **2** (f²-Konfiguration)^[3b].

Über modifizierte Friedel-Crafts-Reaktionen sind somit Komplexe von U^{III} und U^{IV} zugänglich^[1,3,7], bei denen es sich um die ersten Beispiele für Komplexe eines Actinoidmetalls mit neutralen π -Liganden handelt. In der Zwischenzeit gelang uns auch die Synthese eines Hexamethylbenzol-Komplexes von Samarium^[13]. Derartigen Donor-Acceptor-Komplexen der f-Block-Elemente wird steigendes Interesse entgegengebracht: In jüngster Zeit wurde über Verbindungen mit anderen π -Liganden, besonders erwähnenswert sind CO^[14] und Olefine^[15], und über Mehrkernkomplexe mit elektronenreichen Übergangsmetallen berichtet^[16].

Arbeitsvorschrift

Alle Operationen werden unter strengem Ausschluß von Luft und Feuchtigkeit durchgeführt, alle Lösungsmittel werden unter N₂ destilliert und getrocknet. UCl₄ wird nach bekannten Methoden dargestellt [6]. – **3**: Eine Mischung von 380 mg (1 mmol) UCl₄, 150 mg AlCl₃ und 200 mg C₆Me₆ wird 30 min in Toluol unter Rückfluß und Rühren erhitzt. Es entsteht eine grüne Lösung, die wenig Niederschlag enthält. Nach Filtration kristallisiert beim langsamen Abkühlen grünes **1**. Ohne **1** zu isolieren, kann man zu seiner Lösung direkt Aluminiumpulver im Überschuß (ca. 100 mg) zugeben. Die Lösung wird rotbraun. Sie wird 4 h unter Rückfluß erhitzt und dann heiß filtriert; der Rückstand wird zweimal mit heißem Toluol extrahiert. *Sehr langsam* Abkühlen der vereinigten Extrakte liefert **3**: Ausbeute: 410 mg (55%). Mitunter bilden sich ölige Niederschläge, die beim Waschen mit Hexan braune Pulver ergeben. Der so einmal gebildete Niederschlag löst sich nicht mehr in heißem Toluol oder in halogenierten Kohlenwasserstoffen. Er ist in polaren Donorsolventien löslich, wobei anscheinend eine Umwandlung stattfindet. Aus Acetonitril konnten kristalline Produkte isoliert werden, deren Untersuchung noch im Gange ist. **3** ist extrem luft- und feuchtigkeitsempfindlich. Erhitzen im Vakuum (10⁻⁴ Torr) führt bei etwa 160°C zur Zersetzung und Sublimation von C₆Me₆.

Eingegangen am 24. Februar, ergänzte Fassung am 15. April 1986 [Z 1679]

- [1] a) E. O. Fischer, F. Röhrschied, *J. Organomet. Chem.* 6 (1966) 53; b) F. Stollmaier, U. Thewalt, *ibid.* 208 (1981) 327; c) S. Z. Goldberg, B. Spivack, G. Stanley, R. Eisenberg, D. M. Braitsch, J. S. Miller, M. Abkowitz, *J. Am. Chem. Soc.* 99 (1977) 110.
[2] F. A. Cotton, R. Jostes, A. Müller, *Angew. Chem.* 92 (1980) 921; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 19 (1980) 875.

- [3] a) F. A. Cotton, W. Schwotzer, *Organometallics* 4 (1985) 942; b) G. C. Campbell, J. F. Haw, F. A. Cotton, W. Schwotzer, *ibid.* 5 (1986) 274.
- [4] H. Schmidbaur, *Angew. Chem.* 97 (1985) 893; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24 (1985) 893.
- [5] Kristalldaten: dunkelrotbraune Kristalle; monoklin, $P2_1/n$; $a = 12.566(3)$, $b = 23.224(7)$, $c = 27.141(7)$ Å, $\beta = 102.47(3)^\circ$; $R = 0.072$ ($R_w = 0.065$); 331 Parameter aus 2107 Daten. Die Hexamethylbenzol-Moleküle wurden während der letzten Verfeinerungszyklen als starre Gruppen angenommen. Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-51874, der Autoren und des Zeitschriftentitels angefordert werden.
- [6] T. A. Herman, J. F. Suttle, *Inorg. Synth.* 5 (1957) 143.
- [7] M. Cesari, U. Pedretti, A. Zazetta, G. Lugli, W. Marconi, *Inorg. Chim. Acta* 5 (1971) 439.
- [8] A. Zalkin, K. N. Raymond, *J. Am. Chem. Soc.* 91 (1969) 5667.
- [9] H. J. Burns, *J. Organomet. Chem.* 69 (1974) 225.
- [10] M. Brunelli, G. Perego, G. Lugli, A. Mazzei, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* 1979, 861.
- [11] K. Tatsumi, R. Hoffmann, *Inorg. Chem.* 23 (1984) 1633.
- [12] In Kenntnis von M-M-Abständen und Bindungsverhältnissen in ähnlichen d-Übergangsmetall-Clustern [1b, 2] halten wir einen U-U-Abstand von 3.5 Å für die obere Grenze für eine bindende Wechselwirkung zwischen zwei Uranatomen. In einem U_2 -Alkoxid mit einem U-U-Abstand von 3.63 Å liegt eindeutig eine repulsive Wechselwirkung vor (F. A. Cotton, D. O. Marler, W. Schwotzer, *Inorg. Chem.* 23 (1984) 4211).
- [13] F. A. Cotton, W. Schwotzer, *J. Am. Chem. Soc.*, im Druck.
- [14] J. G. Brennan, R. A. Andersen, J. L. Robbins, *J. Am. Chem. Soc.* 108 (1986) 335.
- [15] G. M. Smith, H. Suzuki, D. C. Sonnenberger, V. W. Day, T. J. Marks, *Organometallics* 5 (1986) 549.
- [16] a) J. M. Ritchey, A. J. Zozulin, D. A. Wroblewski, R. R. Ryan, H. J. Wasserman, D. C. Moody, R. T. Paine, *J. Am. Chem. Soc.* 107 (1985) 501; b) P. J. Hay, R. R. Ryan, K. V. Salazar, D. A. Wroblewski, A. L. Sattelberger, *ibid.* 108 (1986) 313; c) R. S. Sternal, C. P. Brock, T. J. Marks, *ibid.* 107 (1985) 8270.

Bemerkungen zum Aufsatz „Replikation und Evolution in anorganischen Systemen“ von Armin Weiss^[1]

Von Gustaf Arrhenius*, Alexander G. Cairns-Smith*,
Hyman Hartman*, Stanley L. Miller* und Leslie E. Orgel*

In einem Aufsatz in dieser Zeitschrift berichtete Armin Weiss 1981 über Beobachtungen, die möglicherweise für die Erklärung des Ursprungs und der frühen Evolution des Lebens von Bedeutung sind^[1]. Die Veröffentlichung wurde häufig zitiert, da in ihr behauptet wird, die Replikation von Tonmineralen (Schichtsilicaten), die mutationsartige Variabilität in replizierenden, kristallinen Tonmineralen und

spezifische katalytische Effekte in diesen Systemen seien experimentell bewiesen. Die Ergebnisse wurden angeführt, um die Hypothese zu stützen, daß eine auf natürlicher Selektion beruhende Evolution in anorganischen Systemen der Evolution organischen Lebens vorausgegangen sei.

Die Informationen in dem Aufsatz selbst reichen nicht aus, um anderen Forschern eine erfolgreiche Wiederholung derjenigen Experimente zu ermöglichen, die den „Beweis für die Replikation“ liefern. Die einzige Fußnote im betreffenden Kapitel lautet: „Unveröffentlicht; Teilergebnisse in G. Mai, Dissertation, Universität München 1969; P. Brunner, *ibid.* 1979; S. Fritz, *ibid.* 1978“.

Die erste und letzte der drei Dissertationen konnten nicht erhalten werden, die zweite enthält nach unserer Ansicht nichts von besonderer Bedeutung für die Tonmineral-Replikation. Wiederholte Versuche, detaillierte Protokollaufzeichnungen von Professor Armin Weiss zu erhalten, blieben erfolglos.

Wir fordern Professor Armin Weiss auf, uns einen veröffentlichten Bericht mit den Arbeitsvorschriften zur Verfügung zu stellen, die den wichtigen, 1981 publizierten Befunden zugrundeliegen, damit sie unabhängig bestätigt oder widerlegt werden können. Bis dahin sollten die von Armin Weiss gezogenen Schlüsse^[1] nur mit Vorbehalt akzeptiert werden.

Eingegangen am 14. März 1986 [Z 1721]

[*] Prof. Dr. G. Arrhenius
A-020 Scripps Institution of Oceanography
University of California, San Diego
La Jolla, CA 92093 (USA)

Dr. A. G. Cairns-Smith
Chemistry Department, The University
Glasgow G12 8QQ (Großbritannien)

Prof. Dr. H. Hartman
Department of Earth Sciences, 54-1820
Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, MA 02139 (USA)

Prof. Dr. S. L. Miller
B-017 Department of Chemistry
University of California, San Diego
La Jolla, CA 92093 (USA)

Prof. Dr. L. E. Orgel
Salk Institute for Biological Studies
P.O. Box 85800, San Diego, CA 92138 (USA)

[1] Armin Weiss, *Angew. Chem.* 93 (1981) 843; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 20 (1981) 850.