

	X	Fp [°C]	Ausb. [%]
(a)	N—NH ₂	176 (aus Benzol)	45
(b)	N—N(CH ₃) ₂	89 (aus Petroläther)	70
(c)	N—NHC ₆ H ₅	136 (aus Cyclohexan)	69

Ausbeute nach Kristallisation aus Methanol 60 %. (1d) ist damit besser zugänglich als Tetrabrom-diazo-cyclopentadien [3]. (1d) reagiert wie Diazo-cyclopentadien [4] mit Verbindungen des dreiwertigen Phosphors und liefert in Cyclohexan bei 20 °C die Addukte (1e), X = N—N=P(C₆H₅)₃, Fp = 132 °C (Zers.), und (1f), X = N—N=P[N(CH₃)₂]₃, Fp = 113 °C, in 76- bzw. 98-proz. Ausbeute.

Die Lösung von (1d) in Essigsäure ist bis gegen 80 °C ziemlich stabil, oberhalb 100 °C erfolgt zügige Stickstoff-Abspaltung. Mit Chloral entsteht bei 100–120 °C unter zusätzlicher Kohlenoxyd-Abspaltung ein kristallines Produkt (Kp = 80 bis 85 °C/0,1 Torr; Fp = 62 °C) in 48-proz. Ausbeute. Nach dem Kernresonanzspektrum scheint es 5-Trichlormethyl-1,2,3,5-tetrachlorcyclopenta-1,3-dien oder die 1,2,4,5-Tetrachlor-Verbindung zu sein.

Eingegangen am 4. März 1964 [Z 699]
Auf Wunsch des Autors erst jetzt veröffentlicht

[1] (1a) ist unabhängig von A. Hausweiler erhalten worden (persönliche Mitteilung).

[2] A. Roedig u. L. Hörmig, Chem. Ber. 88, 2003 (1955).

[3] D. J. Cram u. R. D. Partos, J. Amer. chem. Soc. 85, 1273 (1963); W. v. E. Doering u. C. H. De Puy, J. Amer. chem. Soc. 75, 5955 (1953).

[4] F. Ramirez u. St. Levy, J. org. Chemistry 23, 2036 (1958).

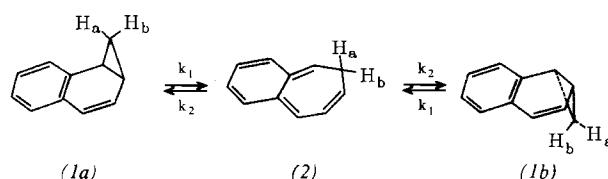
Nachweis einer Norcaradien-Cycloheptatrien-Valenztautomerie durch Kernresonanz-Spektroskopie

Von Prof. Dr. Emanuel Vogel, cand. chem. D. Wendisch und Dr. W. R. Roth

Institut für Organische Chemie der Universität Köln

Herrn Professor H. Meerwein zum 85. Geburtstag gewidmet

Die Höhe der Norcaradien [1] und Cycloheptatrien trennenden Energieschwelle ist noch unbekannt und die Annahme einer Valenztautomerie zwischen den beiden Isomeren somit hypothetisch. Beim Benzo-norcaradien ermöglichte die Temperaturabhängigkeit des NMR-Spektrums, die gesuchte Energiebarriere zu ermitteln. Benzo-norcaradien* (1) [2] entsteht bei der Addition von Methylen an Naphthalin als stabiles Produkt. Sein NMR-Spektrum zeigt außer den Signalen der vier aromatischen Protonen ein Dublett bei 3,83 τ (zwei olefinische Protonen), ein Multiplett bei 7,83 τ (Benzylproton), ein komplexes Multiplett bei 8,33 τ (Allylproton) und den bei-



den Methylenprotonen zuzuordnende Multipletts bei 8,70 und 10,35 τ. Beim Erhitzen verlieren die Methylen signale zunächst ihre Feinstruktur, verbreitern sich dann mehr und mehr, um bei 180 °C zu einer einheitlichen flachen Absorp-

tionsbande zu verschmelzen, die in der Mitte (9,54 τ) zwischen den ursprünglich vorhandenen Signalen angeordnet ist. Weitere Temperatursteigerung verleiht der zwei Protonen entsprechenden neuen Bande zunehmende Schärfe. Die übrigen Signale behalten ihre Lage bei.

Diese Veränderungen im Spektrum sind völlig reversibel und lassen sich durch ein Gleichgewicht zwischen den Antipoden (1a) und (1b) erklären, das sich schnell einstellt. Dabei tauschen die Protonen H_a und H_b formal ihre Plätze. Die Lage der NMR-Signale von H_a und H_b ist von der Geschwindigkeit der Inversion (1a) ↔ (1b) abhängig.

Nach Gutowsky und Holm [3] erhält man die Geschwindigkeitskonstante eines solchen Protonenaustausches durch die Gleichung

$$k = \pi (\delta - \Delta) / V^2$$

wobei δ die chemische Verschiebung der beiden Protonen bei unendlich kleiner Austauschgeschwindigkeit und Δ den Frequenzabstand ihrer Signale bei der Beobachtungstemperatur bedeutet. Auf diese Weise wurden die Geschwindigkeitskonstanten der Isomerisierung (1a) ≥ (1b) zwischen 150 und 180 °C bestimmt; Auswertung nach der Arrhenius-Gleichung lieferte die Aktivierungsparameter E_a = 19,4 kcal/Mol und A = 6,2 · 10¹¹ sec⁻¹ [4].

Die Isomerisierung (1a) ↔ (1b) ist als Folge eines Norcaradien-Cycloheptatrien-Gleichgewichts zu betrachten, das seine Existenz in der Interkonvertierbarkeit der Antipoden (1a) und (1b) offenbart [5]. Unter der begründeten Annahme, daß k₂ ≥ k₁ (die Konzentration von (2) bleibt unter der durch NMR-Spektroskopie nachweisbaren Menge), beträgt die Energiebarriere für die Norcaradien-Cycloheptatrien-Umlagerung (1) → (2) 19,4 kcal/Mol und der Häufigkeitsfaktor A = 1,2 · 10¹² sec⁻¹.

Eingegangen am 23. März 1964 [Z 702]

[1] Zur Synthese stabiler Norcaradiene vgl.: E. Vogel, W. Wiedemann, H. Kiefer u. W. F. Harrison, Tetrahedron Letters 1963, 673; R. Darms, T. Threlfall, M. Pesaro u. A. Eschenmoser, Helv. chim. Acta 46, 2893 (1963).

[2] W. v. E. Doering u. M. J. Goldstein, Tetrahedron 5, 53 (1959).

[3] H. S. Gutowsky u. C. H. Holm, J. chem. Physics 25, 1228 (1956).

[4] Spin-Spin-Wechselwirkungen wurden nicht berücksichtigt, obwohl obiger Ausdruck nur streng gültig ist, wenn (bei k = 0) Kopplungskonstanten und Linienbreiten gleich null sind; siehe S. Alexander, J. chem. Physics 37, 967 (1962).

[5] Substitution eines H-Atoms der CH₂-Gruppe in (1) durch einen Rest R sollte die Geschwindigkeit der Isomerisierung zum entsprechenden (2) nicht wesentlich beeinflussen. Da jedoch bei derart substituierten Benzo-norcaradienen die Gleichgewichtskonzentration von (1a) und (1b) (jetzt exo-endo-Isomere) im allgemeinen sehr verschieden sein dürfte, lässt sich das „Umklappen“ des Dreirings nicht mehr durch NMR-Spektroskopie verfolgen. Daher ist das NMR-Spektrum des Benzo-norcaradien-carbonsäureesters nicht temperaturabhängig.

Bicyclo[4.2.0]octa-2,4,7-trien

Von Prof. Dr. Emanuel Vogel, Dr. H. Kiefer und Dr. W. R. Roth

Institut für Organische Chemie der Universität Köln

Herrn Professor H. Meerwein zum 85. Geburtstag gewidmet

Für die Existenz einer Valenztautomerie zwischen Cyclooctatetraen (3) und Bicyclo[4.2.0]octa-2,4,7-trien (2) wurden kürzlich von Huisgen und Mietzsch [1] überzeugende kinetische Argumente erbracht.

Wie wir fanden, entsteht Bicyclo[4.2.0]octa-2,4,7-trien in guter Ausbeute, wenn 7,8-Dibrom-bicyclo[4.2.0]octa-2,4-dien („Cyclooctatetraen-dibromid“) (1) [2] bei −78 °C mit Phenanthren-dinatrium in Dimethyläther [3] enthalogeniert wird. (2) wurde in bis zu 95 % Reinheit erhalten; der Rest ist