

mender Ringströme in den Ringen beruhen oder auf der Anwesenheit eines induzierten paramagnetisch abschirmenden Ringstromes im viergliedrigen Ring. Solche „umgekehrten“ Ringströme wurden tatsächlich bei monocyclischen Annulenen und Dehydroannulenen mit  $4n$   $\pi$ -Elektronen beobachtet<sup>[3]</sup>.

Wir konnten experimentelle Beweise für die zweite Hypothese aus dem NMR-Spektrum des Benzo[*b*]biphenyls (1) gewinnen.

Das breite Singulett bei 6,90 ppm wurde durch Vergleich mit den Spektren substituierter Derivate<sup>[2]</sup> den Protonen 1 bis 5 und 10 zugeordnet. Die Protonen 6 bis 9 geben ein bei etwa 7,30 ppm zentriertes  $A_2B_2$ -Multipllett. Nach der Hypothese der entsprechenden Ringströme sollte  $\delta H^1$  jedoch bei tieferem Feld also  $\delta H^2$  erscheinen, unabhängig von den relativen Werten der individuellen Ringströme, und zwar aufgrund der größeren Nähe der Ringe II, III und IV. Die einzige Möglichkeit zur Deutung der Beobachtungen ist die Annahme eines abschirmenden Ringstroms im viergliedrigen Ring. Dabei wird die Differenz an abschirmender Wirkung auf die Protonen 1 und 2 fast genau durch die Differenz an entschirmender Wirkung der Ringe III und IV kompensiert.

Die Berechnung der Ringströme im Biphenyl und in Benzobiphenylen nach McWeeny<sup>[4]</sup> ergab, daß in den viergliedrigen Ringen aller dieser Verbindungen paramagnetische Ringströme induziert werden. Die Kondensation eines Benzolrings an Biphenyl (2) in Richtung der Längsachse des Moleküls führt zu einer Verringerung des abschirmenden Ringstroms, während eine Kondensation an anderer Stelle das Gegenteil bewirkt. Interessant ist ferner der sehr niedrige Ringstrom in den Benzolringen rechts und links vom Vierling. Diese beiden Eigenheiten sind also für die Lage des Multiplletts bei hohem Feld verantwortlich.

Das Vorhandensein eines abschirmenden Ringstroms im viergliedrigen Ring des Biphenyls wirft die Frage nach den Eigenschaften der individuellen Resonanzfrequenzen der Protonen 1 und 2 von (2) auf. Die Beiträge  $\delta_{\text{Ringstrom}}$  der Ringe zu den berechneten chemischen Verschiebungen sind in der Tabelle zusammengestellt.

Die berechneten chemischen Verschiebungen stimmen gut mit den gemessenen überein: 6,598 bzw. 6,702 ppm in  $CDCl_3$ <sup>[6]</sup>, 6,47 bzw. 6,60 ppm in  $CCl_4$ <sup>[1]</sup>. Nach theoretischen Überlegungen ist das Proton 2 weniger abgeschirmt als das Proton 1. Diese Zuordnungen wurden durch die Analyse der NMR-Spektren von [1-D]- und [2-D]-Biphenyl bestätigt, die nach eindeutigen Verfahren synthetisiert wurden<sup>[\*\*]</sup>. Die Spektren dieser beiden Verbindungen stimmen ausgezeichnet mit den 7 H-Spektren überein, die mit dem LAOCOON-Computer-Programm nach Castellano und Bothner-By berechnet wurden<sup>[7]</sup>.

Es scheint, daß bei den untersuchten Molekülen der abschirmende Ringstrom abnimmt, wenn der Vierring von der „cyclobutadien-ähnlichen“ in die „tetramethylen-cyclobutan-ähnliche“ Struktur übergeht.

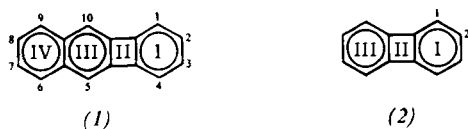


Tabelle. Beiträge der einzelnen Ringe zu den berechneten chemischen Verschiebungen der Protonen 1 und 2 des Biphenyls (2).

(2), Proton	$\delta$ Ringstrom (ppm) [a]			Chem. Verschiebung (ppm) (ber.)
	Ring I	Ring II	Ring III	
1	+ 0,648	- 0,165	+ 0,050	6,662
2	+ 0,648	- 0,040	+ 0,019	6,756

[a] Erhalten unter der Annahme, daß  $\delta_{\text{Ringstrom}}$  bei Benzol 1,15 ppm beträgt [5].

[\*] Dr. H. P. Figeys  
Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences,  
Service de Chimie Organique  
Bruxelles 5 (Belgien), 50, Av. F. D. Roosevelt

[\*\*] In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. J. F. W. McOmie, Universität Bristol.

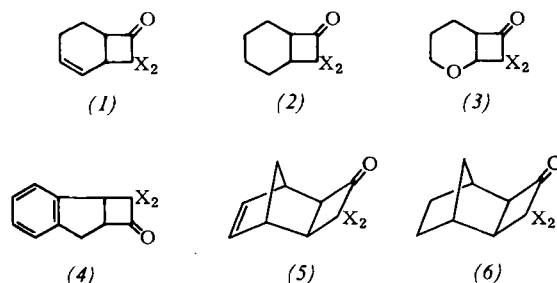
- [1] A. R. Katritzky u. R. E. Reavill, *Recueil Trav. chim. Pays-Bas* 83, 1230 (1964).
- [2] R. H. Martin, J. P. van Trappen, N. Defay u. J. F. W. McOmie, *Tetrahedron* 20, 2373 (1964).
- [3] J. A. Pople u. K. G. Untch, *J. Amer. chem. Soc.* 88, 4811 (1966); G. Schröder u. J. F. M. Oth, *Tetrahedron Letters* 1966, 4043; F. Sondheimer, I. C. Calder, J. A. Elix, Y. Gaoni, P. J. Garratt, K. Grohmann, G. di Maio, J. Mayer, M. S. Sargent u. R. Wolovsky, *Special Publ. No. 21* (chem. Soc., London), S. 75; I. C. Calder u. F. Sondheimer, *Chem. Commun.* 1966, 904.
- [4] R. C. McWeeny, *Molecular Physics* 1, 311 (1958); A. Veillard, *J. Chim. physique* 59, 1056 (1962); J. D. Memory, *J. chem. Physics* 38, 1341 (1963).
- [5] H. P. Figeys, *Tetrahedron Letters* 1966, 4625.
- [6] G. Fraenkel, Y. Asahi, M. J. Mitchell u. M. P. Cava, *Tetrahedron* 20, 1179 (1964).
- [7] S. Castellano u. A. A. Bothner-By, *J. chem. Physics* 41, 3863 (1964).

## Cycloadditionen von Dichlorketen

Von L. Ghosez (Vortr.), R. Montaigne, H. Vanlierde und F. Dumay<sup>[\*]</sup>

Dichlorketen, in situ aus Dichloracetylchlorid und Triäthylamin in unter Rückfluß siedendem Pentan hergestellt, reagiert schnell mit Cyclopentadien und Cyclopenten<sup>[1]</sup> nach dem Cycloadditionsschema  $2 + 2 = 4$ .

Aus Cyclohexadien, Cyclohexen, Dihydropyran und Inden erhielten wir die 1,2-Cycloaddukte (1) bis (4),  $X = Cl$ , in 40–75 % Ausbeute.



Die *exo*-Addukte (5) und (6),  $X = Cl$ , wurden in 25 bzw. 10 % Ausbeute aus Dichlorketen und Norbornadien bzw. Norbornen gewonnen. Alle Addukte ließen sich in guter Ausbeute durch Kochen mit Cyclohexan, das zwei Äquivalente Tributylzinnhydrid enthielt, unter Rückfluß in die Verbindungen mit  $X = H$  überführen.

Unsere Versuche ergeben, daß chloresubstituierte Verbindungen mit kumulierten Doppelbindungen offensichtlich beträchtlich reaktiver als die unsubstituierten Verbindungen sind (z. B. Dichlorketen – Keten; Tetrachlorallen – Allen). Die Orientierung bei der Cycloaddition ist einheitlich und verträgt sich mit der Vorstellung eines nucleophilen Angriffs des Olefins am mittleren C-Atom des Ketenmoleküls. Selbst mit cisoiden Dienen wie Cyclopentadien oder -hexadien werden keine 1,4-Cycloaddukte gebildet. Außerdem addiert sich Dichlorketen im Gegensatz zu 1,1-Dichlor-2,2-difluoräthylen<sup>[2]</sup> oder Tetracyanäthylen<sup>[3]</sup> nicht an das Homodien-system von Norbornadien.

[\*] Prof. Dr. L. Ghosez, Lic. R. Montaigne, Techn. Chem. H. Vanlierde und Lic. F. Dumay  
Laboratoire de Chimie Organique Biologique  
Université de Louvain  
Louvain (Belgien), Naamsestraat 96

- [1] H. C. Stevens, D. A. Reich, D. R. Brandt, K. R. Fountain u. E. J. Caughan, *J. Amer. chem. Soc.* 87, 5257 (1965); L. Ghosez, R. Montaigne u. P. Mollet, *Tetrahedron Letters* 1966, 135.
- [2] P. D. Bartlett, G. E. H. Wallbillich u. L. K. Montgomery, *J. org. Chemistry* 32, 1290 (1967).
- [3] A. T. Blomquist u. Y. C. Meinwald, *J. Amer. chem. Soc.* 81, 667 (1959).