

strat eingebaut, zusätzliches Reduktionsmittel (Cosubstrat) wird nicht benötigt, und die Reaktion verläuft nur in Gegenwart eines Katalysators.

Eingegangen am 27. Dezember 1976 [Z 643]

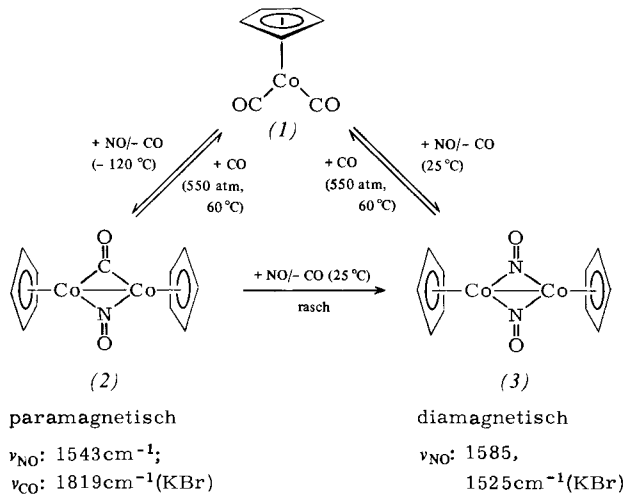
- [1] J. Tsuji, H. Takayanagi, *Tetrahedron Lett.* 1976, 1365.
 [2] O. Hayaishi: *Molecular Mechanisms of Oxygen Activation*. Academic Press, New York 1974, S. 8.
 [3] US-Pat. 3337578; *Chem. Abstr.* 68, P95820h (1968).
 [4] M. Halman, S. Pinchas, *J. Chem. Soc.* 1958, 1703.

Partielle Nitrosylierung von Dicarbonyl(η -cyclopentadienyl)cobalt^[**]

Von Wolfgang A. Herrmann und Ivan Bernal^[*]

Dicarbonyl(η -cyclopentadienyl)cobalt (1) reagiert bei Raumtemperatur mit Stickstoffmonoxid unter vollständiger CO-Substitution; außer dem stabilen zweikernigen Komplex (η -C₅H₅CoNO)₂ (3) können keine weiteren Produkte isoliert werden^[1].

Durch drastische Erniedrigung der Reaktionstemperatur oder bei Verwendung organischer NO-Überträger gelang nun die partielle Nitrosylierung von (1): μ -Carbonyl- μ -nitrosylbis(η -cyclopentadienyl)cobalt(Co—Co) (2)^[2] bildet sich rasch, wenn auf eine *n*-Pentan-Lösung von (1) NO-Gas bei -120°C kurzzeitig einwirkt. Mit überschüssigem NO setzt sich (2) bei -120°C langsam, bei Raumtemperatur in wenigen Sekunden quantitativ zum Dinitrosylkomplex (3) um, woraus wir auf seine Rolle als Zwischenstufe bei der Synthese von (3)^[1] schließen. Beide Verbindungen lassen sich unter Druck (550 atm, 60°C, 3 h in THF) zum einkernigen Ausgangskomplex (1) carbonylieren.



N-Methyl- sowie *N*-Ethyl-*N*-nitrososaharnstoff ergeben, selbst bei Anwendung im doppelten Überschuß, mit (1) in siedendem Benzol ausschließlich das partiell nitrosylierte Produkt (2). Dieser große Reaktivitätsunterschied im Vergleich zu NO läßt für die beiden Nitrososaharnstoffderivate präparative Be-

deutung als sehr milde Nitrosylierungsagentien für Metallcarbonyle erwarten. Sie sind leicht zugänglich und thermisch relativ stabil (Fp/Zers. >100°C). Dies gilt zwar auch für das in der Komplexchemie in ähnlicher Weise benutzte *N*-Nitroso-*p*-toluolsulfonamid, dessen Anwendung im hier beschriebenen Fall jedoch nur zu Gemischen der schwer trennbaren Komplexe (2) und (3) führte.

Dem durch Röntgen-Strukturanalyse^[3] gesicherten Aufbau von (2) als Zweikernkomplex mit Co—Co-Einfachbindung entspricht ein Paramagnetismus (1.86 μ_B ^[2]), den wir auch ESR-spektroskopisch nachweisen konnten. Das in Benzol-Lösung bei +20°C beobachtete 15-Linien-System ($a_{\text{Co}}=47.4$, $a_{\text{N}}\leq 14$ Oe; g-Faktor 2.0539) beweist die gleichmäßige Ladungsverteilung über beide Co-Kerne ($I=7/2$); hielt sich das ungepaarte Elektron wie im μ -Peroxo-bis(pentammincobalt)-Ion^[4] bevorzugt an den Brückenliganden auf, so sollte a_{Co} wesentlich kleiner sein.

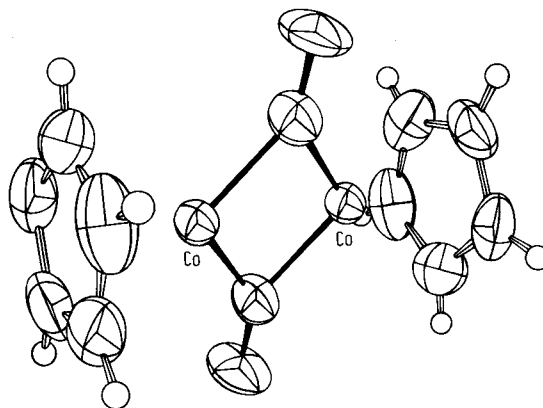


Abb. 1. ORTEP-Darstellung von (2). Das Co₂(NO)(CO)-Fragment ist coplanar (max. Abweichung aus der Ebene ± 0.4 pm). Bindungslängen: Co—Co 237.0 pm (Einfachbindung), Co—CO = Co—NO 182.9 pm; Winkel CoNCo (= \angle CoCCo) 80.7°.

Arbeitsvorschriften^[5]

a) Stickstoffmonoxid-Variante: Bei -120°C leitet man durch eine magnetisch gerührte Lösung von 1.80 g (10 mmol) (1)^[6] in 100 ml *n*-Pentan einen schwachen Strom (0.5-mm-Kapillare) trockenen NO-Gases. Nach 10 min wird im Hochvakuum bei -40°C das Lösungsmittel und bei Raumtemperatur unverbrauchtes (1) abgezogen. Der braune Rückstand kristallisiert aus Diethylether/Methylenchlorid (2:1, -35°C); Ausb. 410 mg (27%) (2).

b) *N*-Alkyl-*N*-nitrososaharnstoff-Variante: 1.80 g (10 mmol) (1) und 15 mmol *N*-Methyl-^[7a] oder *N*-Ethyl-*N*-nitrososaharnstoff^[7b] (1.55 bzw. 1.76 g) werden in 40 ml Benzol 8 h unter Rückfluß erhitzt. Die Lösung wird im Hochvakuum eingedunstet und der Rückstand an Kieselgel (0.063–0.200 mm, Akt. II–III) mit Benzol chromatographiert (20 \times 3 cm; +15°C). Umkristallisation der aus der braunen Zone erhaltenen Substanz (Diethylether/Methylenchlorid 2:1; -35°C) ergibt 918 mg (61%) analysenreines (2).

Eingegangen am 30. November 1976,
ergänzt am 13. Januar 1977 [Z 618]

CAS-Registry-Nummern:

(1): 12078-23-8 / (2): 58071-48-0 / (3): 51862-20-5 /
N-Methyl-*N*-nitrososaharnstoff: 684-93-5 /
N-Ethyl-*N*-nitrososaharnstoff: 759-73-9.

[*] Dr. W. A. Herrmann
 Chemisches Institut der Universität
 Universitätsstraße 31, D-8400 Regensburg 1
 Prof. Dr. I. Bernal
 Chemistry Department, University of Houston
 Houston, Texas 77004 (USA)

[**] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Alexander-von-Humboldt-Stiftung, der Welch Foundation und der US National Science Foundation unterstützt.

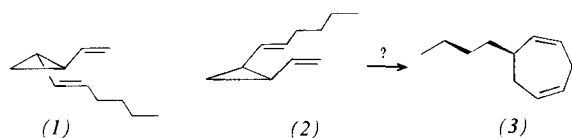
- [1] H. Brunner, *J. Organomet. Chem.* 12, 517 (1968).
 [2] wurde zuerst durch photoinduzierte Reaktion von (3) mit (1) erhalten: J. Müller, S. Schmitt, *J. Organomet. Chem.* 97, C 54 (1975).
 [3] (2) kristallisiert monoklin; Raumgruppe P2₁/c, Z=2. 1158 von Null verschiedene, absorptionskorrigierte Reflexe (MoK α -Strahlung; Diffraktometer CAD-4). Eine detaillierte Strukturbeschreibung von (2) und (3) folgt: I. Bernal, J. Korp, M. G. Reisner, W. A. Herrmann, *J. Organomet. Chem.*, im Druck.

- [4] I. Bernal, E. A. V. Ebsworth, J. A. Weil, Proc. Chem. Soc. London 1959, 57; J. A. Weil, J. K. Kinnaird, J. Phys. Chem. 71, 3341 (1967).
 [5] Alle Arbeiten unter N₂-Schutz und Feuchtigkeitsausschluß.
 [6] Dargestellt nach M. D. Rausch, R. A. Genetti, J. Org. Chem. 35, 3888 (1970).
 [7] a) Organikum, 12. Aufl. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1973, S. 584; b) Präparat der Fa. Fluka-Finechemikalien. – Die zur Stabilisierung zugesetzte Essigsäure wird durch Waschen mit Wasser entfernt. Die Verbindung ist bei –35°C monatelang unzersetzt haltbar.

Modelle für die Biosynthese natürlich vorkommender Divinylcyclopropane und Cycloheptadiene^[**]

Von Manfred Schneider und Angelika Erben^[*]

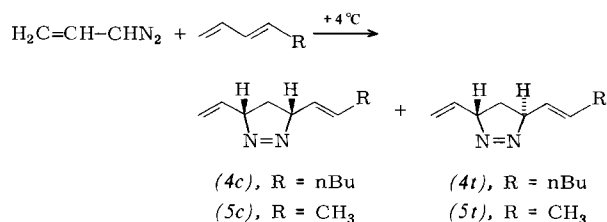
Aus Gameten von Braunalgen (Dictyopteris) wurden die Dictyoptere A (1) und C' (3) isoliert^[1]. Vermutlich verläuft die Biosynthese von (3) über das (nicht natürlich vorkommen-



de) *cis*-Divinylcyclopropan (2). (1) und (2) entstehen dabei wahrscheinlich durch Einführung einer Methylengruppe aus aktivem Methyl (*S*-Adenosylmethionin)^[2] in die entsprechenden 1,3,5-Decatriene (aus Fettsäuren), wobei (2) unter den Bedingungen der Biosynthese (ca. +15°C) durch Cope-Umlagerung in (3) übergeht. (1) kommt als Vorstufe für (3) auf diesem Wege nicht in Betracht, da es bis 150°C thermostabil ist^[3].

Monosubstituierte *cis*-Divinylcyclopropane vom Typ (2) sollten durch Zersetzung geeignet substituierter 3,5-Divinyl-1-pyrazoline ebenso wie (1) und (3) leicht zugänglich sein^[4]. Die Beteiligung der Cope-Umlagerung bei der Biosynthese von (3) könnte so am Modell studiert werden.

Die 1,3-dipolare Cycloaddition von 3-Diazo-1-propen an *trans*-1,3-Octadien^[5] liefert die *cis*- und *trans*-3-(*trans*-1-Hexenyl)-5-vinyl-1-pyrazoline (4c) und (4t). Analog entstehen durch Addition an *trans*-1,3-Pentadien die *cis*- und *trans*-3-(*trans*-1-Propenyl)-5-vinyl-1-pyrazoline (5c) und (5t). Die Cycloaddition verläuft ausschließlich in der angegebenen Weise und liefert die 1-Pyrazoline im Isomerenverhältnis 1:1 (NMR-Integration).

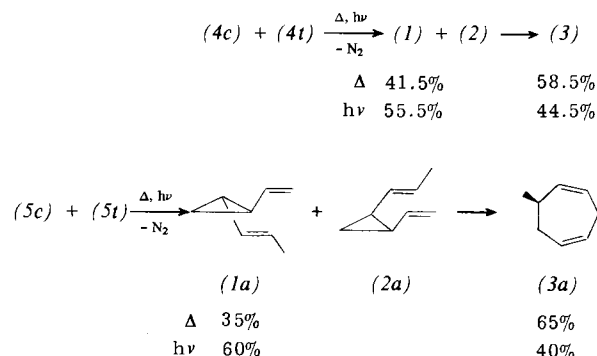


(4c) + (4t) zerfallen thermisch (30–60°C) und photochemisch (0°C, *n*-Pentan, Pyrexfilter, Hanau TQ 150) unter Bildung von *trans*-1-(*trans*-1-Hexenyl)-2-vinylcyclopropan (1) und 6-Butyl-1,4-cycloheptadien (3). Analog erhält man aus (5c) + (5t) *trans*-1-(*trans*-1-Propenyl)-2-vinylcyclopropan (1a) und 6-Methyl-1,4-cycloheptadien (3a).

[*] Dr. M. Schneider, A. Erben
 Institut für Chemie der Universität Hohenheim
 Postfach 106, 7000 Stuttgart 70

[**] Wir danken Dr. W. Pickenhagen (Fa. Firmenich & Cie., Genf) für Spektren von (1) und (3). – Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

Die auf diese Weise leicht zugänglichen Naturstoffe (1) und (3) waren in allen spektroskopischen Daten identisch mit den isolierten und durch mehrstufige Synthesen gewonnenen Verbindungen^[6]. (1a) und (3a) wurden eindeutig identifiziert^[4].



Tieftemperaturphotolyse von (4c) + (4t) bei –45°C^[7] liefert ausschließlich (1) und *cis*-1-(*trans*-1-Hexenyl)-2-vinylcyclopropan (2). Auf analoge Weise führt die Tieftemperaturphotolyse von (5c) + (5t) zu (1a) und *cis*-1-(*trans*-1-Propenyl)-2-vinylcyclopropan (2a). Die neuen Verbindungen (2) und (2a) sind bis –20°C mehrere Stunden haltbar und lagern sich bei 0–20°C quantitativ in die 1,4-Cycloheptadiene (3) bzw. (3a) um. Beide Reaktionen lassen sich ¹H-NMR-spektroskopisch durch Beobachtung der allylischen Protonen von (3) (δ = 2.18 und 2.86 ppm) und (3a) (δ = 2.25 und 2.83 ppm) direkt verfolgen.

Arbeitsvorschrift

Zu einer Lösung von 6 g Natrium in 100 ml Triethylenglykol tropft man unter Rühren bei 20°C und 15 Torr 6 g *N*-Allyl-*N*-nitrosoharnstoff in 50 ml Triethylenglykol. Das gebildete 3-Diazo-1-propen (ca. 10 mmol, 0.7 g) wird in einer Kühlfalle bei –78°C kondensiert, die mit 30 mmol *trans*-1,3-Octadien oder -Pentadien beschickt war. Die tiefrote Mischung wird bis zur vollständigen Entfärbung bei +4°C aufbewahrt (ca. 4 Tage), in *n*-Pentan aufgenommen und zur Entfernung des Pyrazols mit Eiswasser gewaschen. Nach dem Trocknen werden alle flüchtigen Bestandteile bei 0°C/15 Torr abkondensiert. Die so erhaltenen Pyrazoline (4c) + (4t) (1.5 mmol) oder (5c) + (5t) (1.4 mmol) werden ohne weitere Reinigung in einer Zwangsumlaufanlage (Hanau TQ 150, Pyrexfilter) bei 0°C photolytisiert oder in *n*-Heptan bei 30–60°C thermolysiert. Die Produkte (1) und (3) bzw. (1a) und (3a) werden nach destillativer Aufarbeitung gaschromatographisch (3 m 10% OV 17 auf Chromosorb W) isoliert.

Eingegangen am 17. Januar 1977 [Z 651]

- [1] L. Jaenicke, D. G. Müller, Fortschr. Chem. Org. Naturst. 30, 61 (1973).
 [2] J. H. Law, Acc. Chem. Res. 4, 199 (1971).
 [3] Photochemisch ist die Umwandlung nur durch photosensibilisierte Bestrahlung mit kurzwelligem UV zu erreichen: W. Pickenhagen, F. Näf, G. Ohloff, P. Müller, J.-C. Perleberger, Helv. Chim. Acta 56, 1868 (1973).
 [4] M. Schneider, J. Rebell, J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1975, 283; M. Schneider, Angew. Chem. 87, 717 (1975); Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 14, 707 (1975).
 [5] Dargestellt durch Dehydratisierung (KHSO₄, 160°C) von 3-Octen-1-ol (aus Acrolein und *n*-Pentylmagnesiumbromid) und folgende fraktionierende Destillation. Kleine Mengen der *cis*-Form werden durch I₂-katalysierte Belichtung zur *trans*-Form isomerisiert.
 [6] R. E. Moore, J. A. Pettus, Jr., J. Mistysyn, J. Org. Chem. 39, 2201 (1974); G. Ohloff, W. Pickenhagen, Helv. Chim. Acta 52, 880 (1969).
 [7] Die Bestrahlung erfolgt über einen Quarz-Lichtleiter direkt im NMR-Gerät (Bruker HX 90 R mit modifiziertem Probenkopf); Lampe: Philips SP1000W; Filter: UG1.