

Untersuchungen in der Cyclobutanreihe, XLII¹⁾

Umsetzung des 1-*tert*-Butylbenzocyclobutadien-Dimeren mit Perameisensäure

Oana Constantinescu-Simon, Filip Chiraleu und Margarete Avram*

Centrul de Chimie Organică, Splaiul Independenței 202 B,
7000 Bukarest 15, Rumänien

Eingegangen am 2. Juli 1976

Die Umsetzung des Dimeren **1** mit Perameisensäure liefert den Epoxyalkohol **12**, welcher in saurem Medium in das Keton **19** umgewandelt wird. Beide Reaktionen sind von Umlagerungen der C-5-Substituenten begleitet.

Investigations in the Cyclobutane Series, XLII¹⁾

Reaction of the Dimer of 1-*tert*-Butylbenzocyclobutadiene with Performic Acid

The dimer **1** reacts with performic acid to afford the epoxyalcohol **12**, which in acidic media yields the ketone **19**. Both reactions are accompanied by rearrangement of the substituent at C-5.

Wie früher gezeigt wurde¹⁾, liefert die Umsetzung des 1-*tert*-Butylbenzocyclobutadien-Dimeren **1** mit Perbenzoesäure das *endo*-Epoxid **2**, dessen Ringöffnung mittels Ameisensäure zum Formiat **5a** mit umgelagerter 5-*tert*-Butylgruppe führt. **5a** läßt sich mit Lithiumalanat zum Alkohol **5** reduzieren.

Setzt man **1** mit Perameisensäure bei 50°C um, so entsteht ein Gemisch eines Epoxyalkohols C₂₃H₂₆O₂ (**12**) und dessen Formiat (**12a**). Bei der alkalischen Hydrolyse oder beim Reduzieren (mit Lithiumalanat) geht **12a** in **12** über. Mit Acetanhydrid liefert **12** ein Acetylderivat **12b**. Wie aus den NMR-Spektren dieser Verbindungen hervorgeht, findet bei der Bildung von **12** eine Umlagerung der 5-ständigen *tert*-Butylgruppe statt.

Aus der Elementaranalyse und dem Vergleich der IR- und NMR-Spektren des Epoxyalkohols **12** mit den Daten von **5** wurde festgestellt, daß **12** bzw. seine funktionellen Derivate eine CH₂-Gruppe weniger und ein Sauerstoffatom mehr (als Epoxid gebunden) als **5** enthält.

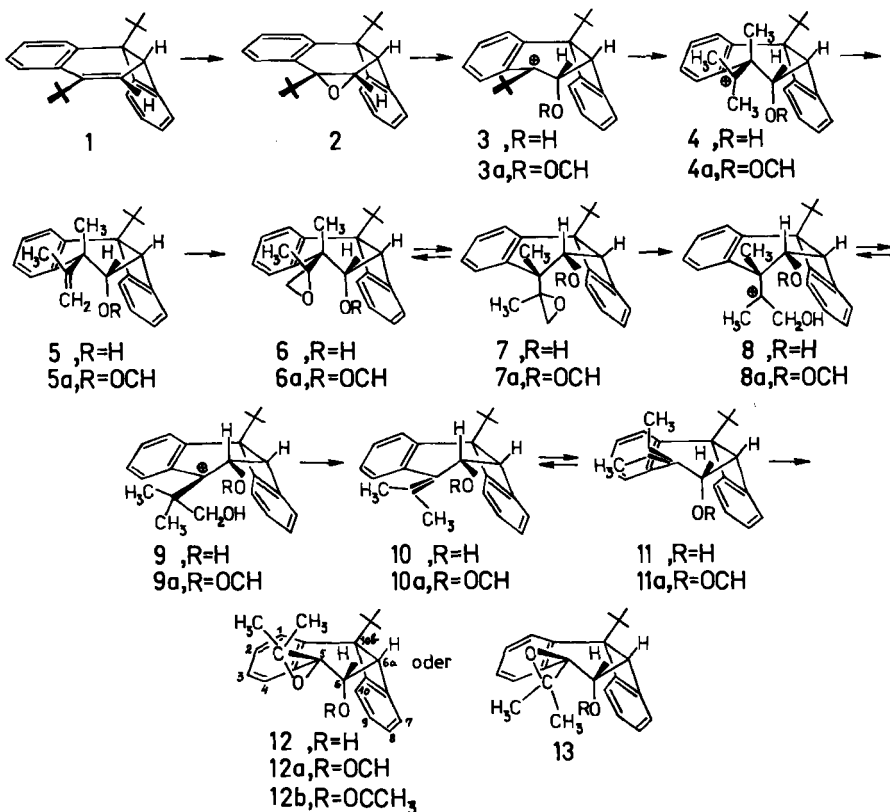
Im NMR-Spektrum von **12** wurden die drei Singulets bei $\delta = 1.01$ (9H), 1.34 (3H) und 1.70 ppm (3H) der 10b-*tert*-Butylgruppe und zwei nichtäquivalenten Methylgruppen zugeschrieben. Das Signal des mit 6a-H und 6-OH koppelnden 6-H tritt als Triplett bei $\delta = 4.52$ ppm ($J_{6,\text{OH}} = 6.5$ Hz) auf, während das Dublett bei 4.13 ppm ($J_{6,6a} = 7$ Hz) 6a-H entspricht.

Im IR-Spektrum zeigt die νOH -Frequenz (3585 cm⁻¹, unverändert beim Verdünnen) eine mit dem Benzolring intramolekular assoziierte H–O-Bindung gleichartig mit der von **5** (νOH 3590 cm⁻¹)¹⁾.

¹⁾ XLI. Mitt.: O. Constantinescu-Simon, I. G. Dinulescu, F. Chiraleu und M. Avram, Chem. Ber. 109, 1301 (1976).

Aus den obigen Daten folgt für 12 eine zu 5 ähnliche Struktur, nämlich ein Tetrahydrobenzo[*a*]biphenylengerüst mit einem Spiro-Dimethyloxiranring an C-5.

Schema 1

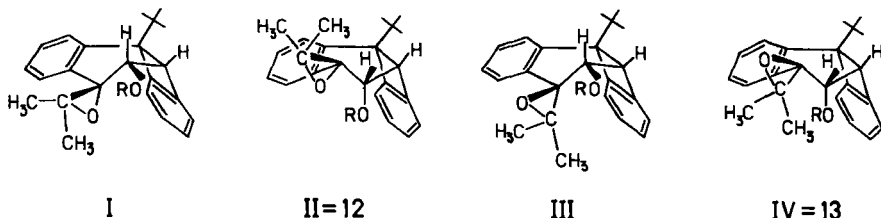


Aus den in Betracht gezogenen Konstitutionen (s. Formelschema 2) scheiden die Strukturen I und III auf Grund der Kopplungskonstante $J_{6,6a} = 7.0$ Hz aus. Dem an Dreiding-Modellen für diese Strukturen beobachteten Torsionswinkel von 60° entspricht theoretisch eine wesentlich kleinere Kopplungskonstante (3–4 Hz). Für die Stereoisomeren II und IV wurde dagegen ein Torsionswinkel von 0° , d. h. $J = 7.0$ Hz, geschätzt, was mit dem gefundenen Wert im Einklang steht.

Ein schwerwiegendes Argument zugunsten der Konstitution II (bzw. 12) liefert die Lage des 10b-*tert*-Butyl-Signals im NMR-Spektrum ($\delta = 1.01$ in 12, 0.94 in 12a und 0.97 ppm in 12b). Sollte der Alkohol die Struktur 13 haben, so müßte der *exo*-orientierte Epoxidsauerstoff eine Hochfeldverschiebung des Signals der benachbarten 10b-*tert*-Butylgruppe bewirken, wie es bei 11a ($\delta = 0.87$ ppm) der Fall ist.

Auf Grund der obigen Überlegungen wurde dem Epoxyalkohol 12 bzw. seinen Derivaten die Struktur (5*R*)-10b-*tert*-Butyl-6-*endo*-hydroxy-3',3'-dimethyl-5,6,6a,10b-tetrahydrospiro[benzo[*a*]biphenylen-5,2'-oxiran] zugeschrieben.

Schema 2



Das Entstehen der Verbindungen 12 und 12a aus 1 kann wie folgt erklärt werden: Infolge des *endo*-Angriffs¹⁾ der Perameisensäure an 1 bildet sich zuerst 5 (s. Formelschema 1), dessen Isopropenyl-Bindung eine Epoxidierung erleidet, welche zu 6 (bzw. 6a) oder 7 (bzw. 7a) führen kann. Der anwesende Überschuß an Ameisensäure bewirkt das Auftreten des Kations 8 (bzw. 8a), das sich im Gleichgewicht mit 9 (bzw. 9a) befindet. Letzteres stabilisiert sich durch Proton- und Formaldehyd-Eliminierung zum Isopropylidenderivat 10 (bzw. 10a) oder 11 (bzw. 11a), dessen Epoxidierung zu 12 bzw. 12a führt.

Der vorgeschlagene Mechanismus wurde schrittweise durch die Synthese der stabilen Zwischenstufen 5 und 7 und dessen Umwandlung in das Endprodukt 12 (bzw. 12a) bestätigt: Die Behandlung von 5 mit Perameisensäure unter denselben Reaktionsbedingungen wie bei 1 liefert ein Gemisch aus 12 und 12a. Andererseits führt die Umsetzung von 5 mit Perbenzoesäure zu einem Epoxyalkohol, dem die Struktur 7 zugeordnet wurde. Im IR-Spektrum von 7 deutet die ν_{OH} -Frequenz (3565 cm^{-1}) auf eine intramolekulare $\text{OH} \cdots \text{O}$ -Assoziation²⁾. Im NMR-Spektrum läßt sich die chemische Verschiebung der an den Oxiranring gebundenen CH_3 -Gruppe ($\delta = 0.96\text{ ppm}$) wie auch der CH_2 -Gruppe (2.55 und 3.05 ppm, $J = 5.0\text{ Hz}$) durch die *endo*-axiale Orientierung dieser sich im Abschirmungskegel des benachbarten Benzolrings befindenden Gruppen erklären. In 6 dagegen sollten diese Gruppen eine äquatoriale Stellung einnehmen.

Setzt man 7 mit Ameisensäure um, so wird das Isopropylidenderivat 11a isoliert. Das NMR-Spektrum dieser Verbindung weist drei Singulets für die 10b-*tert*-Butylgruppe und die an der Doppelbindung stehenden Methylgruppen (bei $\delta = 0.87$ bzw. 1.95 und 2.05 ppm) auf. 6a-H (4.05 ppm) und 6-H (6.6 ppm) treten als Dubletts ($J_{6a,6} = 7.0\text{ Hz}$) auf. Sowohl die Hochfeldverschiebung des 10b-*tert*-Butyl-Signals als auch die kleine Differenz der chemischen Verschiebungen der CH_3 -Gruppen-Signale lassen sich durch die Nachbarschaft der *exo*-orientierten Doppelbindung erklären und stellen Beweise zugunsten der Struktur 11a dar. Die Behandlung von 11a mit Perameisensäure lieferte das Formiat 12a.

Das Entstehen der Verbindung 12 aus 1 bestätigt die Annahme³⁾, daß die 10b-*tert*-Butylgruppe aus 1 einen Abschirmungseffekt auf das ganze Molekül ausübt, so daß der Angriff von Elektrophilen ausschließlich von der *endo*-Seite der Doppelbindung erfolgt, was die Umlagerung der 5b-ständigen *tert*-Butylgruppe zur Folge hat. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß in saurem Medium die C-5-Substituenten von 12 weiteren Umlagerungen unterliegen.

²⁾ M. Avram, E. Avram, M. Elian, F. Chiraleu, I. G. Dinulescu und C. D. Nenitzescu, Chem. Ber. 104, 3486 (1971).

³⁾ O. Constantinescu-Simon, I. G. Dinulescu, F. Chiraleu, D. Constantinescu und M. Avram, Chem. Ber. 109, 1294 (1976).

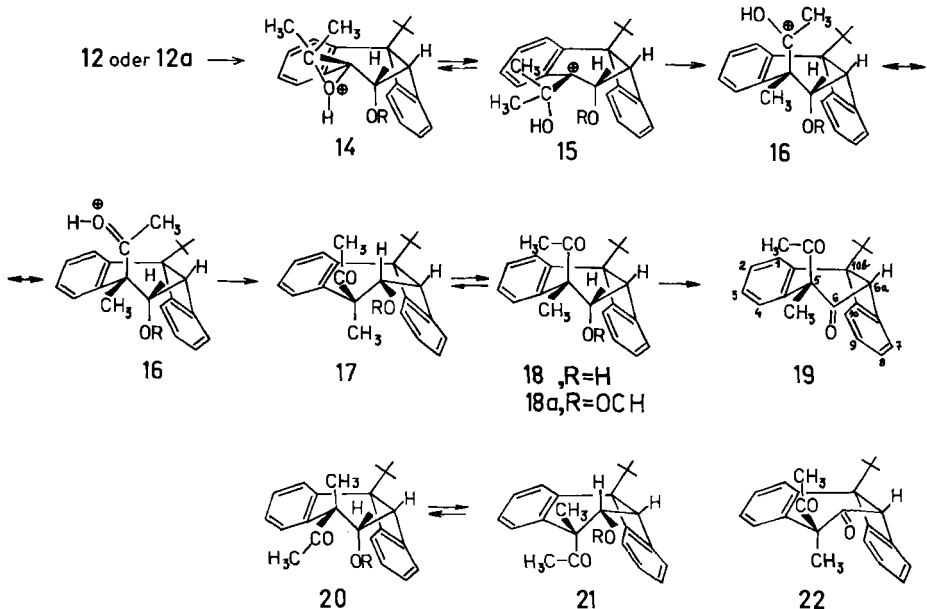
Bei der Umsetzung von **12** oder von **12a** mit Ameisensäure in Gegenwart katalytischer Mengen Schwefelsäure bildet sich eine mit **12a** isomere Verbindung **18a**. Das IR-Spektrum zeigt außer der Frequenz der Formylgruppe (ν_{CO} 1725 cm^{-1}) auch eine ν_{CO} -Frequenz bei 1705 cm^{-1} . Letztere wurde infolge des chemischen Verhaltens von **18a** sowie anhand des NMR-Spektrums einer Acetylgruppe zugeordnet. Die alkalische Hydrolyse von **18a** liefert den Keto-Alkohol **18**, während die Oxidation zu einem Diketon (**19**) führt.

Die Konfigurationszuordnung des Produkts **18a** an C-5 mit *exo*-axialer Acetyl- und *endo*-äquatorialer Methylgruppe beruht auf dem NMR-Spektrum ($\delta = 0.87$, *tert*-Butyl; 1.60, 5- CH_3 ; 2.25, CH_3CO ; 4.43, d, 6a-H, $J_{6,6a} = 6.0$ Hz, und 6.42 ppm, d, 6-H).

Die Strukturen **21** und **17** mit *endo*-axial orientierten, im Abschirmungskegel des Benzolrings befindlichen Methylgruppen (Acetylgruppe in **21**, 5- CH_3 in **17**) scheiden damit aus. Bekanntlich³⁾ sollten deren NMR-Signale bei höheren Feldstärken liegen. Im Gegenteil, die leichte Abschirmung der 10b-*tert*-Butylgruppe ($\delta = 0.87$ ppm) in Nachbarschaft zur Acetylgruppe (vgl. auch **11a** mit **12** und bei **5**, $\delta = 0.94$ ppm) sowie auch die chemische Verschiebung der 5- CH_3 -Gruppe sprechen zugunsten der Struktur **18a**. Auch der Vergleich der chemischen Verschiebung von 5- CH_3 in **18a** ($\delta = 1.60$ ppm) bzw. in **18** ($\delta = 1.75$ ppm) und in **5** deutet auf die verschiedene Orientierung dieser Gruppe in den beiden diskutierten Verbindungen hin. Die Tatsache, daß das Signal dieser Gruppe in **18a** zu höheren Feldstärken als in **18** verschoben ist, beruht auf der Nachbarschaft des Formylsauerstoffs.

Demnach entspricht das Formyl-Keton **18a** dem Konformeren mit *exo*-axialer Acetyl- und *endo*-axialer Formylgruppe. Erwähnt sei, daß die Methylwanderung in **15** aus der *endo*-Richtung stattfindet.

Schema 3



Für die Bildung von **18a** aus **12** bzw. **12a** schlagen wir folgenden Weg vor (Schema 3): In dem durch Epoxidringöffnung des protonierten Epoxids **14** entstandenen benzylicischen Kation **15** wird eine Methylgruppe umgelagert, was zum konjugierten Ion des protonierten Keton **16** führt. Letzteres liefert durch Proton-Eliminierung **18a**. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß **17** als primäres Reaktionsprodukt auftritt. Dieses, mit den beiden äquatorial orientierten raumerfüllenden Gruppen – wie in anderen von uns studierten Fällen – könnte sich zu **18a** stabilisieren.

Im NMR-Spektrum des Ketons **19** zeigen die chemischen Verschiebungen von 5-CH₃ ($\delta = 1.66$) und 5-COCH₃ (2.19 ppm) die Erhaltung der Stereochemie von **18a** und **18** auf. Die Tieffeldverschiebung des 10b-*tert*-Butyl-Signals ($\delta = 1.00$ ppm) ist auf eine schwache Deformation des mittleren Sechsrings durch die 6-CO-Gruppe zurückzuführen. Durch diese ist auch die Lage der chemischen Verschiebung der 5-COCH₃-Gruppe ($\delta = 2.19$ ppm) im Vergleich zu **18a** ($\delta = 2.25$ ppm) und **18** ($\delta = 2.23$ ppm) bedingt.

Experimenteller Teil

Die Elementaranalysen wurden von Fräulein *E. Sliam* und Frau *V. Daniel* ausgeführt. – IR-Spektren: UR-20 Spektrophotometer Zeiss-Jena. – NMR-Spektren: Varian A-60 A (TMS innerer Standard). – Als Perameisensäure wurde ein 3:1 (v/v)-Gemisch aus 98proz. Ameisensäure und 30proz. Wasserstoffperoxid benützt. – Für die Säulenchromatographie wurde Al₂O₃ neutral, Merck (Aktivitätsstufe II), und Kieselgel 0.05–0.2 mm (70–325 mesh ASTM), Merck (Aktivitätsstufe II–III), benützt.

(5*R*)-10b-*tert*-Butyl-6-endo-hydroxy-3',3'-dimethyl-5,6,6a,10b-tetrahydrospiro[benzo[*a*]biphenylen-5,2'-oxiran] (**12**)

a) *Aus 1*: 1.00 g (3.16 mmol) **1** in 12 ml Ether wurde mit 13.5 ml Perameisensäure 6 h auf 50°C erwärmt. Der nach Eindampfen i. Vak. bis zur Trockene hinterbleibende Rückstand wurde mit 30 ml Ether aufgenommen, die Lösung mit Wasser neutralgewaschen, die organische Phase getrocknet und das Lösungsmittel i. Vak. abgezogen. Es hinterblieb 1.00 g Rohprodukt, das an Kieselgel chromatographiert wurde. Nach Eluieren mit Methylenchlorid Ausb. 0.35 g (31%) Formiat **12a**, Schmp. 202°C (aus Ethanol).

NMR (CDCl₃, δ in ppm): 0.94 (s, 9H, tBu), 1.28 (s, 3H, CH₃), 1.70 (s, 3H, CH₃), 4.18 (d, 1H, 6a-H, $J_{6,6a} = 7.0$ Hz), 5.89 (d, 1H, 6-H), 7.0–8.0 (m, 9H, arom. H und CHO). – IR (CCl₄, cm⁻¹): ν CO 1725 (CHO).

C₂₄H₂₆O₃ (362.4) Ber. C 79.53 H 7.23 Gef. C 79.43 H 7.33

Weiteres Eluieren mit Ether lieferte 0.30 g (28%) **12**, Schmp. 125°C (aus Methanol).

NMR (CDCl₃, δ in ppm): 1.01 (s, 9H, tBu), 1.12 (d, 1H, 6-OH, $J_{6,OH} = 6.5$ Hz), 1.34 (s, 3H, CH₃), 1.70 (s, 3H, CH₃), 4.13 (d, 1H, 6a-H, $J_{6,6a} = 7.0$ Hz), 4.52 (t, 1H, 6-H), 7.0–8.0 (m, 8H, arom. H). – IR (CCl₄, cm⁻¹): ν OH 3585.

C₂₃H₂₆O₂ (334.4) Ber. C 82.60 H 7.83 Gef. C 82.68 H 8.05

b) *Aus 5*: 0.20 g (0.60 mmol) **5** in 15 ml Ether wurden mit 12 ml Perameisensäure 8 h auf 50°C erwärmt. Nach der obigen Aufarbeitung wurden 0.2 g öliges Rohprodukt **12** erhalten (IR- und NMR-Vergleich).

c) *Aus 12a durch Hydrolyse*: 0.10 g (0.276 mmol) **12a** wurden mit 10 ml 5proz. ethanolischer Kaliumhydroxidlösung 8 h auf 50°C erwärmt. Nach üblicher Aufarbeitung 80 mg (87%) **12**, farblose Kristalle, Schmp. 125°C (aus Methanol).

d) *Aus 12a durch Reduktion*: 0.35 g (0.96 mmol) **12a** in 20 ml absol. Ether wurden zu einer Suspension von 0.35 g (9.20 mmol) LiAlH_4 in 10 ml absol. Ether getropft. Nach 4stdg. Rückflußerhitzen und üblicher Aufarbeitung 0.20 g (62%) **12**, Schmp. 125°C (aus Methanol).

e) *Aus 5a*: 0.15 g (0.415 mmol) **5a** in 10 ml Ether wurden mit 6.5 ml Perameisensäure 8 h bei 50°C gehalten. Nach der unter a) beschriebenen Aufarbeitung wurde der Rückstand an Al_2O_3 chromatographiert. Mit Petrolether/Ether (1:1) als Laufmittel isolierte man 20 mg Nebenprodukte und mit Methylenchlorid 80 mg (58%) **12**.

Formiat 12a aus 11a: 0.20 g (0.579 mmol) **11a** (s. unten) in 6 ml Ether wurden mit 7 ml Perameisensäure 8 h auf 50°C erwärmt. Nach Aufarbeitung wie unter a) Ausb. 0.150 g (71%) **12a**, Schmp. 202°C (aus Ethanol), identisch mit der unter a) beschriebenen Verbindung.

(5*R*)-6-endo-Acetoxy-10b-tert-butyl-3',3'-dimethyl-5,6,6a,10b-tetrahydrospiro[benzo[a]biphenylen-5,2'-oxiran] (**12b**): 0.20 g (0.598 mmol) **12** wurden mit 4 ml Acetanhydrid und 4 Tropfen Pyridin 24 h bei Raumtemp. aufbewahrt. Nach der Aufarbeitung Ausb. 0.20 g (89%), Schmp. 163°C (aus Methanol).

NMR (CDCl_3 , δ in ppm): 0.97 (s, 9H, tBu), 1.26 (s, 3H, CH_3), 1.47 (s, 3H, 6- OCOCH_3), 1.68 (s, 3H, CH_3), 4.13 (d, 1H, 6a-H, $J_{6,6a} = 6.5$ Hz), 5.70 (d, 1H, 6-H), 7.0–8.0 (m, 8H, arom. H). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): νCO 1734.

$\text{C}_{25}\text{H}_{28}\text{O}_3$ (376.5) Ber. C 79.76 H 7.49 Gef. C 80.12 H 7.70

10b-tert-Butyl-5-exo-methyl-5-endo-(2-methyl-2-oxiranyl)-5,6,6a,10b-tetrahydrobenzo[a]biphenylen-6-endo-ol (**7**): 0.180 g (0.54 mmol) **5** wurden mit 0.149 g (1.08 mmol) Perbenzoesäure (3 ml Chloroform-Lösung mit 0.056 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}/\text{ml}$) 48 h bei Raumtemp. aufbewahrt. Die organische Phase wurde dann mit Wasser, 10proz. Natronlauge und nochmals mit Wasser gewaschen, getrocknet und i. Vak. eingeengt. Ausb. 0.150 g gelber ölgiger Rückstand. Nach Lösen in Ether, Entfärben mit A-Kohle, Filtrieren und Eindampfen Ausb. 0.120 g (64%) zähes, farbloses Öl.

NMR (CCl_4 , δ in ppm): 0.96 (s, 3H, CH_3), 1.13 (s, 9H, tBu), 1.33 (s, 3H, 5- CH_3), 2.25 (s, 1H, OH), 2.55 und 3.05 (zwei d, 2H, 3'-H, $J = 5.0$ Hz), 4.43 (q, 2H, 6-, 6a-H, $J_{6,6a} = 6.5$ Hz), 7.0–7.8 (m, 8H, arom. H). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): νOH 3565.

10b-tert-Butyl-6-endo-formyloxy-5-isopropyliden-5,6,6a,10b-tetrahydrobenzo[a]biphenylen (**11a**): 0.20 g (0.57 mmol) **7** in 10 ml Ether wurden mit 5 ml 98proz. Ameisensäure 8 h auf 50°C erwärmt. Nach Eindampfen zur Trockne wurde mit 50 ml Ether versetzt, mit Wasser neutralgewaschen, getrocknet und i. Vak. eingeengt. Ausb. 0.2 g zähes, gelbliches Öl. Nach Reinigung mit A-Kohle wie oben Ausb. 0.150 g (75%) ölige Flüssigkeit.

NMR (CCl_4 , δ in ppm): 0.87 (s, 9H, tBu), 1.95 (s, 3H, CH_3), 2.05 (s, 3H, CH_3), 4.05 (d, 1H, 6a-H, $J_{6,6a} = 7.0$ Hz), 6.59 (d, 1H, 6-H, $J_{6,6a} = 7.0$ Hz), 7.0–7.5 (m, 9H, arom. H und CHO). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): νCO 1725 (CHO).

5-exo-Acetyl-10b-tert-butyl-6-endo-formyloxy-5-endo-methyl-5,6,6a,10b-tetrahydrobenzo[a]biphenylen (**18a**): 2.00 g rohes Gemisch **12a/12** wurden mit 10 ml 98proz. Ameisensäure und einem Tropfen konz. Schwefelsäure 6 h auf 80°C erwärmt. Nach Eindampfen zur Trockne und Chromatographieren des Rückstandes (1.84 g) an Al_2O_3 (Laufmittel Ether) Ausb. 1.00 g farblose Kristalle, Schmp. 244–245°C (aus Ethanol).

NMR (CDCl_3 , δ in ppm): 0.87 (s, 9H, tBu), 1.60 (s, 3H, 5- CH_3), 2.25 (s, 3H, COCH_3), 4.43 (d, 1H, 6a-H, $J_{6,6a} = 6.0$ Hz), 6.42 (d, 1H, 6-H), 7.00–8.00 (m, 9H, arom. H und CHO). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): νCO 1705 (Acetyl) und 1725 (Formyl).

$\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{O}_3$ (362.5) Ber. C 79.53 H 7.23 Gef. C 79.51 H 7.45

5-exo-Acetyl-10b-tert-butyl-5-endo-methyl-5,6,6a,10b-tetrahydrobenzo[a]biphenylen-6-endo-ol (**18**): 0.20 g (0.55 mmol) **18a** und 10 ml 5proz. ethanolische Kaliumhydroxidlösung wurden 8 h

bei 50°C gehalten. Nach der Aufarbeitung wurde der Rückstand an Al_2O_3 mit Ether chromatographiert. Ausb. 0.12 g (65%) farblose Kristalle, Schmp. 208°C.

NMR (CDCl_3 , δ in ppm): 0.67 (d, 1 H, OH, $J_{6,\text{OH}} = 7.0$ Hz), 0.87 (s, 9 H, tBu), 1.75 (s, 3 H, 5- CH_3), 2.23 (s, 3 H, COCH_3), 4.42 (d, 1 H, 6a-H, $J_{6,6a} = 6.0$ Hz), 4.82 (t, 1 H, 6-H), 7.0–8.0 (m, 8 H, arom. H). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): ν_{CO} 1705, ν_{OH} 3585.

$\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{O}_2$ (334.5) Ber. C 82.60 H 7.83 Gef. C 82.78 H 8.00

5-exo-Acetyl-10b-tert-butyl-5-endo-methyl-6a,10b-dihydrobenzo[a]biphenyl-6(5H)-on (19): 0.15 g (0.44 mmol) **18** in 2.5 ml Pyridin wurden mit $\text{CrO}_3 \cdot \text{Py}$ [aus 0.15 g (1.5 mmol) CrO_3 in 3 ml Pyridin] oxidiert. Nach üblicher Aufarbeitung und Chromatographie an Al_2O_3 mit Ether Ausb. 0.12 g (81%) farblose Kristalle, Schmp. 221°C.

NMR (CDCl_3 , δ in ppm): 1.00 (s, 9 H, tBu), 1.66 (s, 3 H, 5- CH_3), 2.19 (s, 3 H, COCH_3), 4.6 (s, 1 H, 6a-H), 7.00–8.00 (m, 8 H, arom. H). – IR (CCl_4 , cm^{-1}): ν_{CO} 1705 (Acetylgruppe) und 1724 (6-on).

$\text{C}_{23}\text{H}_{24}\text{O}_2$ (332.4) Ber. C 83.10 H 7.28 Gef. C 83.20 H 7.39

[304/76]