

Die *N*-Acylgruppe von **5** erweist sich aufgrund ihrer Position (tertiär allylisch) als hinreichend gute Abgangsgruppe, so daß über eine Retro-Michael-Addition leicht ein ungesättigtes Fünfringketon entstehen kann, was zu Verlusten bei der chromatographischen Reinigung von **5** führt. Es ist daher sinnvoll, **5** ungereinigt in Folgereaktionen einzusetzen (Eintopfverfahren). So wurde es für Studien zur Synthese von Terpenen mit H_2 in Gegenwart von Pd auf $BaSO_4$ hydriert, wobei ausschließlich die geringer substituierte Doppelbindung angegriffen wurde. Zur Amidabspaltung wurde über neutrales Al_2O_3 filtriert. Aus **5a** entstand so **7**^[6] in einem Eintopfverfahren mit 65% Gesamtausbeute bezogen auf **1**.

Bringt man gereinigtes **5b** auf eine Kieselgeloberfläche auf und erhitzt 5–10 min auf 100 °C, so erhält man nach dem Eluieren mit Diethylether als Retro-Michael-Produkt praktisch quantitativ **6**^[6, 7], das als leicht zugängliches Derivat des instabilen 3a-Methyl-3a*H*-indens von Interesse sein sollte^[8]. Retro-Michael-Reaktionen von **5** können zwar auch durch Erhitzen in einem Lösungsmittel durchgeführt werden, Indenderivate des Typs **6** dimerisieren jedoch sehr rasch und sind in Lösung selbst bei Raumtemperatur nur wenige Minuten handhabbar.

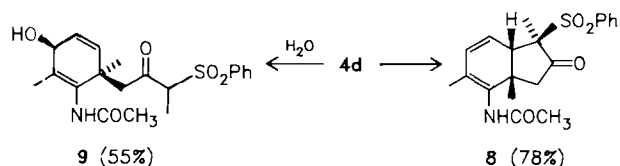
Tabelle 1. Ausgewählte spektroskopische Daten der Verbindungen **5a**, **6** und **7**. 200 MHz- 1H -NMR in $CDCl_3$, J in Hz.

5a: IR ($CHCl_3$): $\tilde{\nu}[cm^{-1}] = 3380, 1750, 1700$. – 1H -NMR: $\delta = 7.9$ (dd, $J = 7.5, 2.0$, 2 H), 7.4–7.7 (m, 3 H), 7.39 (br s, 1 H), 5.9 (m, 2 H), 5.35 (dd, $J = 7.5, 2.0$, 1 H), 4.2 (s, 1 H), 3.0 (d, $J = 16.5$, 1 H), 2.8 (d, $J = 16.5$, 1 H), 2.19 (s, 3 H), 2.15 (s, 3 H), 1.2 (s, 3 H)

6: UV (CH_3OH): $\lambda_{max} = 354$ nm. – IR ($CHCl_3$): $\tilde{\nu}[cm^{-1}] = 1725, 1635, 1600$. – 1H -NMR: $\delta = 6.43$ (dd, $J = 9.0, 1.5$, 1 H), 6.35 (dd, $J = 6.0, 1.5$, 1 H), 6.11 (dd, $J = 9.0, 6.0$, 1 H), 2.58 (s, 2 H), 2.35 (s, 3 H), 1.36 (s, 3 H)

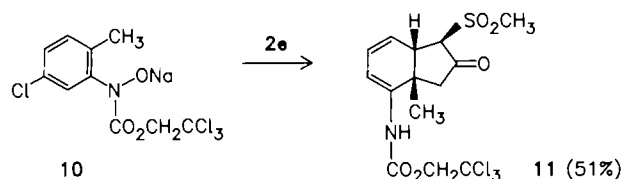
7: IR ($CHCl_3$): $\tilde{\nu}[cm^{-1}] = 1720, 1620$. – 1H -NMR: $\delta = 8.05$ (dd, $J = 8.0, 1.5$, 2 H), 7.55 (m, 3 H), 6.25 (br s, 1 H), 2.44 (d, $J = 8.0$, 1 H), 2.43 (d, $J = 8.0$, 1 H), 2.35 (s, 3 H), 2.34 (dt, $J = 8.0, 4.0$, 2 H), 1.80 (t, $J = 8.0$, 2 H), 1.18 (s, 3 H)

Die durch Hetero-Claisen-Umlagerung gebildeten konjugierten, *N*-acylierten Imine **4** können auch durch einen vinylogenen Angriff abgefangen werden und so zu Hydrindanonderivaten mit einem anderen Substitutionsmuster führen. Dieses Ziel ist mit sterisch anspruchsvollen Carbanionen wie **4d** leicht zu erreichen. Anstelle einer direkten Cyclisierung mit der Imin-Einheit, die zu drei benachbarten quartären Zentren führen würde, beobachtet man die stereochemisch einheitliche Bildung von **8**^[6, 7] (78% Ausbeute nach chromatographischer Reinigung an Kieselgel). Wegen der geringeren Nucleophilie des Carbanionenzentrums vor **4d** kann Wasser als Konkurrenz-nucleophil die Imingruppe vinylog angreifen: Setzt man **1** mit **2d** bei 40 °C in Gegenwart geringer Anteile Wasser um, so erhält man als Hauptprodukt (55% Ausbeute) den diastereomerenreinen Allylalkohol **9**^[6], der instabil ist und sich leicht in **8** umwandelt.



Hetero-Claisen-Umlagerungen mono-*ortho*-substituierter Arene können zu cyclischen Olefinen oder zu Arenen führen. Wir suchten nach Möglichkeiten, die Regioselektivität der Umlagerung zu steuern, um so gezielt Hydrindanonderivate herzustellen^[9]. Diese Regioselektivitätsstudien ergaben unter anderem einen ausgeprägten sterischen Einfluß von Substituenten am Aren sowie am Stickstoffatom.

Dies kann in einigen Fällen zur Lenkung der Regioselektivität bei der Umlagerung und nachfolgenden Cyclisierung herangezogen werden. Das durch Umsetzung von **10** und **2e** erzeugte Hetero-Claisen-System lagert bevorzugt unter Beteiligung der methylsubstituierten Position um; dadurch wird die Bildung des offensichtlich sterisch ungünstigeren tetrasubstituierten Arens vermieden. Die vinyloge Abfangreaktion des Imins ist stereochemisch eindeutig und liefert nach Chromatographie an Kieselgel das funktionalisierte ungesättigte Hydrindanonderivat **11**^[6, 7].



Arbeitsvorschrift

5, **8**, **11**: 2 mmol Hydroxamsäure werden in 10 mL wasserfreiem Tetrahydrofuran mit 2 mmol NaH als 50proz. Suspension in Öl deprotoniert. Man gibt 2.5 mmol wasserfreies Lithiumfluoracetat sowie 2.2 mmol Allen **2** zu. Nach beendeter Reaktion (20 min, DC-Kontrolle) neutralisiert man mit Ameisensäure, gießt auf 60 mL Wasser und extrahiert mit 60 mL Dichlormethan. Nach Abdestillieren des Lösungsmittels wird das Rohprodukt weiterverarbeitet oder zur Charakterisierung durch Flash-Chromatographie gereinigt.

Eingegangen am 11. November 1987 [Z 2497]

- [1] a) G. B. Bennett, *Synthesis* 1977, 589; b) S. Jolidon, H.-J. Hansen, *Helv. Chim. Acta* 60 (1977) 978.
- [2] S. Blechert, *Helv. Chim. Acta* 68 (1985) 1835.
- [3] Übersichten zu Cyclopentananelierungen: a) M. Ramaiah, *Synthesis* 1984, 529; b) B. M. Trost, *Angew. Chem.* 98 (1986) 1; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 25 (1986) 1.
- [4] **3** ist ein ambidentes Hetero-Claisen-System [2]. Die Verwendung von Na- oder K-Salzen kann in einigen Fällen zu anderen Umlagerungsprodukten führen.
- [5] L. Brandsma, H. D. Verkruijsse: *Synthesis of Acetylenes, Allenes and Cumulenes*. Elsevier, Amsterdam 1981.
- [6] Alle neuen Verbindungen gaben korrekte Elementaranalysen und/oder Molekülmassen im hochaufgelösten Massenspektrum.
- [7] Die Konfigurationen wurden aufgrund von NOE-Differenzspektren, C–H-Korrelationen sowie COSY- und NOESY-Experimenten festgelegt. Wir danken Dr. B. Steffan für die NMR-Untersuchungen.
- [8] Beispielsweise A. C. Gibbard, C. J. Moody, C. W. Rees, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1* 1986, 145.
- [9] S. Blechert, unveröffentlicht.

Ein redoxaktives Thieno[3,2-*b*]thiophen als neues, dreifarbiges elektrochromes System

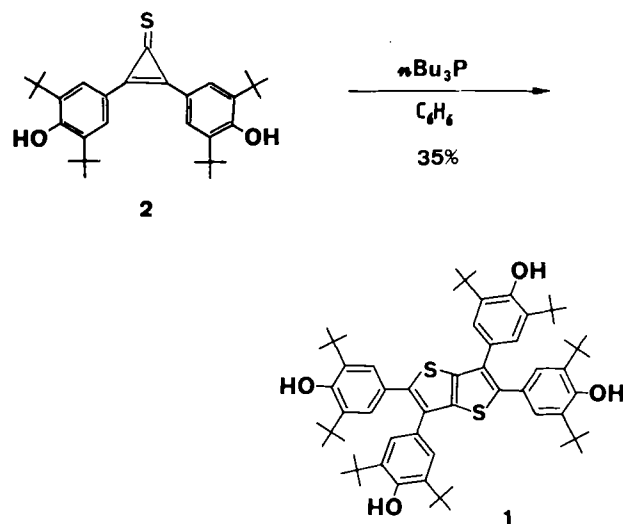
Von Toyonari Sugimoto, Toshio Nagatomi, Hiroshi Ando und Zen-ichi Yoshida*

Auf großes Interesse stoßen zur Zeit organische Verbindungen, die das Phänomen der Elektrochromie zeigen, einer reversiblen Farbänderung, die durch elektrochemische Redoxreaktionen hervorgerufen wird^[1]. Sie könnten zur Entwicklung organischer elektrochromer optischer Bauteile führen, die eine niedrige Arbeitsspannung (0.5–5 V) hätten, das Ablesen aus sehr unterschiedlichen Blickrichtungen ermöglichen sowie mehrere und kräftige Farben aufweisen. Bisher sind solche elektrochromen Systeme allerdings auf Phthalocyaninlanthanoid^[2] und Tris(bipyridyl)ruthenium (II)-Komplexe^[3] beschränkt. Eine Ausnahme sind lediglich Viologene^[4]. Wir synthetisierten nun

[*] Prof. Dr. Z. Yoshida, Dr. T. Sugimoto, T. Nagatomi, H. Ando
Department of Synthetic Chemistry, Kyoto University
Yoshida, Kyoto 606 (Japan)

ein metallfreies, dreifarbiges, organisches elektrochromes System von großer Stabilität, das aus 2,3,5,6-Tetrakis(3,5-di-*tert*-butyl-4-hydroxyphenyl)-thieno[3,2-*b*]thiophen **1** sowie dessen Partnern mit zwei und vier Elektronen weniger besteht.

Eine Lösung von Bis(3,5-di-*tert*-butyl-4-hydroxyphenyl)-cyclopropenthion **2**^[5] und 1.1 Äquivalenten Tri-*n*-butylphosphan in Benzol wurde in einer Argonatmosphäre 4 h unter Rückfluß erhitzt. Nach Entfernen des Lösungsmittels wurde der Rückstand an Silicagel mit CH₂Cl₂/Hexan (1/4) chromatographiert und anschließend aus Benzol/Hexan umkristallisiert. Wir erhielten **1** in 35% Ausbeute als schwachgelbe Kristalle (Fp > 300°C)^[6]. Dies ist die er-



ste Bildung eines Thieno[3,2-*b*]thiophens durch thermische Dimerisierung eines Cyclopropenthions, während die photochemische Dimerisierung von Cyclopropenthionen bereits bekannt war^[7]. Mit anderen Phosphanen wie Triphenylphosphan, Trimethylphosphit und Tris(dimethylamino)phosphan gelang die Synthese von **1** nicht^[8]. Die Struktur von **1** wurde anhand der ¹H- und ¹³C-NMR-Spektren bestimmt (Tabelle 1)^[9]. Das ¹H-NMR-Spektrum zeigt, daß zwei Paare magnetisch nicht äquivalenter Arylgruppen vorliegen. Das ¹³C-NMR-Spektrum enthält 15 Signale,

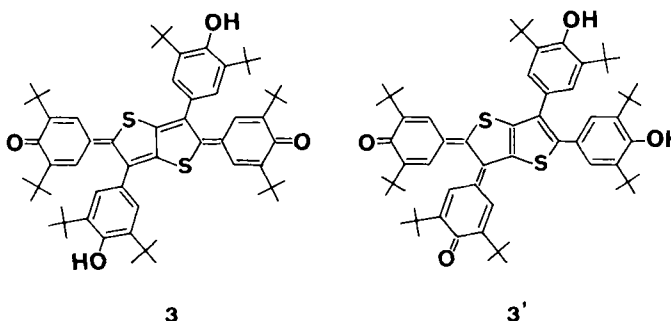
Tabelle 1. Charakteristische spektroskopische Daten von **1**, **3** und **4**.

Verb.	λ_{max} [nm] (lg ϵ) (CH ₂ Cl ₂)	IR (KBr) $\tilde{\nu}$ [cm ⁻¹]	¹ H-NMR (CDCl ₃) δ -Werte
1 [a]	263 (4.41) 303 (4.31) 348 (4.42)	3620, 2940, 2900, 2850, 1425, 1360 1310, 1230, 1150, 1110, 895	7.24 (s, 4H), 7.13 (s, 4H), 5.17 (s, 2H), 5.16 (s, 2H), 1.35 (s, 36H), 1.33 (s, 36H)
3	279 (3.78) 304 (3.52) 395 (3.47) 634 (4.71)	3620, 2950, 2910, 2850, 1740, 1580, 1450, 1360, 1340, 1130	7.25 (d, $J = 2.7$ Hz, 2H), 7.24 (s, 4H), 7.01 (d, $J = 2.7$ Hz, 2H), 5.52 (s, 2H), 1.47 (s, 36H), 1.29 (s, 18H), 0.94 (s, 18H)
4	266 (4.54) 398 (4.78) 516 (4.77) 620 (4.28) 782 (4.54)	2980, 2940 2900, 2850, 1590, 1570, 1480, 1450, 1390, 1360, 1250, 1120, 1090, 1030	7.29 (br.s, 8H), 1.33 (br.s, 36H), 1.28 (br.s, 36H)

[a] $\delta(^{13}\text{C}) = 153.29, 152.92, 138.41, 137.85, 135.99, 135.92, 131.12, 126.64, 126.56, 126.48, 125.91, 34.38, 34.25, 30.35, 30.21$

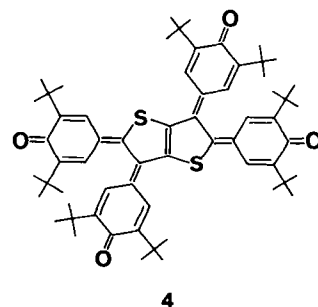
von denen wir die bei $\delta = 138.41, 137.85$ und 131.12 dem Thieno[3,2-*b*]thiophen-Gerüst zuordnen^[10].

Abhängig vom Oxidationsmittel konnten aus **1** zwei verschiedene Oxidationsprodukte erhalten werden, die beide isoliert und charakterisiert wurden. Mit Iod, Kupfer(II)-chlorid oder Silberoxid in CH₂Cl₂, das Triethylamin enthält, entstand nahezu quantitativ das zwei chinoide Gruppen enthaltende Thieno[3,2-*b*]thiophen **3** (Fp > 300°C),



das aus Ether umkristallisiert wurde (dunkelgrüne Kristalle). Die alternative Struktur **3'** konnte aufgrund der ¹H-NMR-Daten (Tabelle 1) ausgeschlossen werden: Für die vier Arylprotonen beobachtet man nur ein Signal (Singulett) und für die vier Protonen beider 4-Oxocyclohexadienylidengruppen nur zwei Signale (Dubletts bei $\delta = 7.25$ und 7.01)^[11]. Das erste Dublett ist relativ zum zweiten tieffeldverschoben, was auf den Anisotropieeffekt der benachbarten Phenylgruppe zurückzuführen ist. Umgekehrt bewirkt dieser Effekt die Hochfeldverschiebung des Signals der *tert*-Butyl-Protonen in Nachbarschaft zur Phenylgruppe.

Bei der Oxidation von **1** in Benzol oder CH₂Cl₂ mit K₃Fe(CN)₆ im Überschuß in wäßriger 0.1 N NaOH isolierten wir 2,3,5,6-Tetrakis(3,5-di-*tert*-butyl-4-oxocyclohexadienyliden)thieno[3,2-*b*]thiophen **4** nahezu quantitativ als dunkelbraunen Feststoff (Fp $\approx 260^\circ\text{C}$ (Zers.)). Das Redoxverhalten von **4** bestimmten wir cyclovoltammetrisch^[12].



Zwei Paare quasi-reversibler Wellen erscheinen bei +0.42 und +0.95 V vs Ag/AgCl^[13], und beide sind durch die gleichzeitige Übertragung zweier Elektronen bedingt^[14]. Weiterhin konnten wir zeigen, daß sich durch chemische Reduktion, z. B. mit *p*-Hydrochinon in Benzonitril, **4** in **3** und **3** in **1** quantitativ zurückverwandeln lassen.

Die Elektronenspektren von **1**, **3** und **4** wurden in CH₂Cl₂ gemessen (Tabelle 1). Die Lösung von **1** ist in Einklang mit der Lage der Absorptionsmaxima schwach gelb, die von **3** intensiv blau (längstwellige Absorption bei 634 nm). Die Lösung von **4** dagegen zeigt nur eine matte braunrote Farbe, obwohl die längstwellige Absorption bei 782 nm auftritt, dies ist auf eine starke Absorption bei 516 nm zurückzuführen. Wichtig erscheint uns jedoch die Tatsache, daß sich die Farben von **1**, **3** und **4** deutlich unterscheiden. Mit diesem stabilen und reversiblen Redoxsystem wurden die grundlegenden Voraussetzungen geschaf-

fen, um eine neue Art von dreifarbigem, elektrochromen optischen Bauteilen zu entwickeln.

Eingegangen am 17. November 1987 [Z 2503]

- [1] J. R. Platt, *J. Chem. Phys.* 34 (1961) 862.
- [2] I. S. Kirin, P. N. Moskalev, Yu. A. Makashev, *Russ. J. Inorg. Chem. (Engl. Transl.)* 10 (1965) 1065; M. M. Nicholson, F. A. Pizzarello, *J. Electrochem. Soc.* 126 (1979) 1490.
- [3] C. M. Elliott, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1980, 261; C. M. Elliott, J. G. Redepenning, *J. Electroanal. Chem.* 197 (1986) 219.
- [4] C. J. Schoot, J. J. Ponjeet, H. T. van Dam, R. A. van Doorn, P. T. Bolwijn, *Appl. Phys. Lett.* 23 (1973) 64; D. C. Bookbinder, M. S. Wrighton, *J. Electrochem. Soc.* 130 (1983) 1080.
- [5] Das 2 entsprechende Cyclopropenon wurde nach der Methode von Vest et al. (R. West, D. C. Zecher, K. Koster, D. Eggerding, *J. Org. Chem.* 40 (1975) 2295) synthetisiert. Durch Reaktion dieses Cyclopropenons mit Phosphor(V)-sulfid in Benzol unter Rückfluß erhielten wir schwachgelbe Kristalle von 2 in 80% Ausbeute (Fp = 221–222°C). IR (KBr): $\tilde{\nu}$ = 3620, 2950, 1595, 1340, 1255, 1240, 1120, 1025, 890 cm^{-1} ; $^1\text{H-NMR}$ (60 MHz, CDCl_3): δ = 1.53 (s, 36 H, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 5.92 (s, 2 H, OH), 8.03 (s, 4 H, $\text{H}_{2,3,4,5}$).
- [6] Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zur ausschließlichen Bildung eines isomeren Thieno[3,4-c]thiophens bei der Reaktion von Bis(*tert*-butylthio)cyclopropenthion mit Tri-*n*-butyl- oder Triphenylphosphan: S. Yoneda, K. Ozaki, T. Inoue, A. Sugimoto, K. Yanagi, M. Minobe, *J. Am. Chem. Soc.* 107 (1985) 5801.
- [7] A. Schönberg, M. Mamluk, *Tetrahedron Lett.* 1971, 4993; S. Singh, M. M. Bhadbhade, K. Venkatesan, *J. Org. Chem.* 47 (1982) 3550.
- [8] Mit Triphenylphosphan fand keine Reaktion statt. Mit Trimethylphosphit wurde nur nicht charakterisiertes, tertiäres Material erhalten. Die Reaktion von 2 mit Hexamethylphosphorsäuretriämid lieferte ein relativ instabiles, blaues Material, dessen Struktur wir zur Zeit versuchen aufzuklären.
- [9] Das Massenspektrum und die Elementaranalyse lieferten befriedigende Ergebnisse.
- [10] Zu den $^{13}\text{C-NMR}$ -Daten von Thieno[3,2-*b*]thiophen und seinen Derivaten siehe S. Gronowitz, I. Johnson, A. Bugge, *Acta Chem. Scand. Ser. B* 30 (1976) 417.
- [11] Bei 3' sollten die *ortho*-Protonen im $^1\text{H-NMR}$ -Spektrum zu insgesamt sechs Signalen Anlaß geben.
- [12] Die Messung wurde bei 20°C in Benzonitril durchgeführt: 0.1 M (*n*Bu) $_4\text{NClO}_4$ als Hilfselektrolyt, Platin-Arbeits- und -Gegenelektrode, Standard-Ag/AgCl-Referenzelektrode (Scan-Geschwindigkeit: 100 mV/s).
- [13] Diese beiden Zweielektronen-Redoxpotentiale von 4 sind recht positiv, wenn man sie mit den Redoxpotentialen anderer organischer Verbindungen vergleicht: So ist das erste fast identisch mit dem der ersten Einelektronen-Reduktion (+0.47 V vs Ag/AgCl) von 2,3-Dichlor-5,6-dicyan-*p*-benzochinon, einem häufig verwendeten Elektronenakzeptor (M. E. Peover, *J. Chem. Soc.* 1962, 4540), und das zweite ist mit den ersten Einelektronen-Reduktionspotentialen des *p*-Benzochinodimethans mit acht Cyansubstituenten (+1.19 V vs SCE) (L. Bucsis, K. Friedrich, *Chem. Ber.* 109 (1976) 2469), des [3]Radialens mit sechs Cyansubstituenten (+1.13 V vs SCE) (T. Fukunaga, *J. Am. Chem. Soc.* 98 (1976) 610; T. Fukunaga, M. D. Gordon, P. J. Krusic, *J. Am. Chem. Soc.* 98 (1976) 611) und von Tetracyan-*p*-benzochinon (+1.00 V vs SCE) (K. Wallenfels, G. Bachmann, *Angew. Chem.* 73 (1961) 142) vergleichbar. Daher kann 4 genauso wie 3 als potentes Oxidationsmittel fungieren.
- [14] Die Zahl der in jedem Wellenpaar übertragenen Elektronen wurde aus der Änderung der Spitzenströme in Abhängigkeit von der Konzentration der Probe bestimmt.

Ein einfacher Zugang zu Furo[3,4-*b*]furanen, Verbindungen mit einem neuen Diheteropentalen-System**

Von Wolfgang Eberbach*, Hans Fritz und Norbert Laber
Professor Edward Taylor zum 65. Geburtstag gewidmet

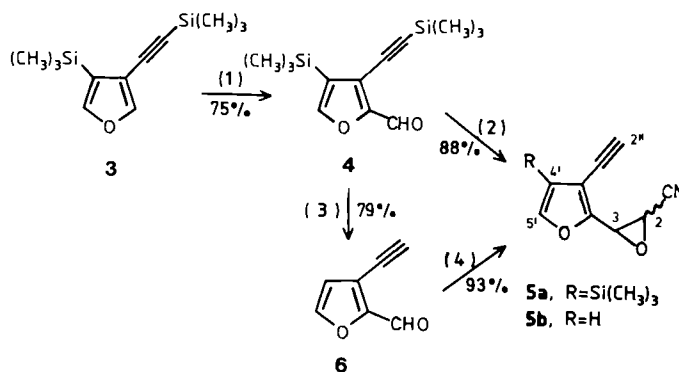
Diheteropentalene 1 sind isoelektronisch mit dem Pentalen-Dianion 2^[1]. Rechnungen zufolge ist die Resonanz-

stabilisierung dieses 10 π -Elektronensystems etwas geringer als die seiner Analoga mit den Heteroatomen in 1,4- und 1,6-Stellung^[2a-c]; auf die daraus zu folgernde höhere Reaktivität gibt es bei Derivaten mit X, Y = S,S oder S,N auch experimentelle Hinweise^[2b-d].



Über die strukturell verwandten 3,4-benzoanellierten Pyrrole^[3], Thiophene^[4] und Furane^[5] ist inzwischen – auch im Hinblick auf präparative Anwendungen – viel bekannt, Untersuchungen mit Derivaten von 1 dagegen sind nur relativ wenige beschrieben^[6]. Nachdem die Reihe der bekannten Diheteropentalene kürzlich um Thieno[3,4-*b*]furan (1, X = O, Y = S)^[7] und ein Thieno[2,3-*c*]furan (1, X = S, Y = O)-Derivat^[8] erweitert wurde, berichten wir nun über die Synthese von zwei Furo[3,4-*b*]furan (1, X = Y = O)-Derivaten.

Für die Synthesen nutzten wir den Befund, daß die thermische Isomerisierung von (*Z*)-1,2-Epoxy-3-hexen-5-inen in zumeist hoher Ausbeute 2-Vinylfurane ergibt^[9]. Ausgangsverbindungen waren die beiden (Alkynylfuryl)oxirane 5a und 5b, die aus 3^[10] über das Zwischenprodukt 4 (und 6) in einer Ausbeute von 66 bzw. 55% zugänglich sind.



Schema 1. Synthese von 5a und 5b. (1) a) *n*BuLi, THF; b) *N*-Formylmorpholin. (2) Chloroacetonitril, NaOH, Triethylbenzylammoniumchlorid, Acetonitril. (3) a) Ethylenglycol, *p*-TosOH, Benzol; b) NaOH, Triethylbenzylammoniumchlorid, Acetonitril; c) Bu_4NF , THF; d) Aceton/ H_2O , *p*-TosOH. (4) Chloroacetonitril, KOtBu, *t*BuOH/Ether.

Erhitzt man 5a oder 5b unter den Bedingungen der Kurzzeit- oder Flashvakuumthermolyse (KZT: 350°C, ca. 10 s; FVT: 450°C, ca. 10⁻⁶ Torr), so besteht das Rohgemisch zu 60–70% aus den beiden *E/Z*-isomeren Furofurylacrylnitrilen 7 und 8 als einzigen monomeren Reaktionsprodukten [Ausbeute nach chromatographischer Trennung: 26% 7a, 23% 8a bzw. 31% 7b, 21% 8b (Durchschnittswerte)]. Die als gelbe Kristalle isolierten und so bei Raumtemperatur stabilen *E*-Isomere 7a und 7b weisen intensive, relativ langwellige UV-Absorptionsmaxima bei 347 (ϵ = 30 100) bzw. 345 nm (27 800) auf (für andere Daten siehe Tabelle 1)^[11].

Der Weg zu 7 und 8 führt vermutlich über das Carbonylylid 9 und dessen 1,7-dipolare Cyclisierung zum Cycloallen-Derivat 10, das über Diradikal- und/oder Carbenzwischenstufen^[9] in die Furo[3,4-*b*]furane übergeht.

* Prof. Dr. W. Eberbach, Dipl.-Chem. N. Laber
Institut für Organische Chemie und Biochemie der Universität
Albertstraße 21, D-7800 Freiburg
Prof. Dr. H. Fritz
Ciba-Geigy AG
CH-4002 Basel (Schweiz)

** Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der Chemischen Industrie gefördert.