

# CHEMISCHE BERICHTE

GEGRÜNDET 1868

115. JAHRGANG

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAG DER  
GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

VON

K. HAFNER · W. KIRMSE · H. MUSSO · H. NÖTH ·  
J. SAUER · E. WINTERFELDT

UNTER MITWIRKUNG VON

H. A. BRUNE · W. LÜTTKE · G. SPITELLER

REDAKTION: H. ZAHN

mit H. SCHILL, J. STREHLOW und A. WIELAND



D-6940 WEINHEIM

1982  
HEFT 8

## BEMERKUNGEN DER REDAKTION

1. Die Chemischen Berichte (zu zitieren als Chem. Ber.) setzen die Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft (zu zitieren als Ber. Dtsch. Chem. Ges.) fort.
2. Die „Berichte“ enthalten Originalmitteilungen aus allen Gebieten der Chemie.
3. Die „Berichte“ erscheinen monatlich; ein Registerheft beschließt jeden Jahrgang.
4. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst. – Der Korrespondenzautor ist durch einen hochgestellten Stern hervorgehoben. Die Zugehörigkeit der Autoren zu den Instituten ist durch hochgestellte Kleinbuchstaben markiert.
5. Es werden grundsätzlich nur Arbeiten aufgenommen, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind.
6. Eine Anweisung zur Abfassung von Manuskripten für die „Berichte“ wird auf Wunsch zugestellt.
7. Manuskripte sind zu senden an Redaktion der Chemischen Berichte. Dr. H. Zahn, Am Klopferspitz, D-8033 Martinsried, Telefon (089) 8 58 58 30.
8. Der Eingang der Abhandlungen wird den Autoren am Tage der Registrierung angezeigt.
9. Es werden nur Manuskripte in deutscher oder englischer Sprache aufgenommen. Allen Beiträgen ist eine knappe Zusammenfassung (summary) in beiden Sprachen voranzustellen, einschließlich Titel in der jeweils zweiten Sprache.
10. Der Autor muß das alleinige Urheberrecht besitzen. Mit der Annahme des Manuskriptes durch die Redaktion überträgt er dem Verlag Chemie das ausschließliche Nutzungsrecht, insbesondere das Recht der Vervielfältigung wie Fotokopie, Mikrofilm – oder mit irgendeinem anderen Verfahren – oder das Manuskript in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache zu übergeben oder zu übersetzen (auch in fremde Sprachen).
11. Den Autoren werden 75 Sonderdrucke unentgeltlich portofrei zugesandt. Wünscht ein Autor mehr als 75 Abzüge, so ist dies auf dem Manuskript oder spätestens bei Rücksendung der Korrektur auf dieser zu vermerken. Den Autoren werden nur die Selbstkosten für die Zahl der die Freixemplare überschreitenden Sonderabzüge berechnet.
12. Anfragen nach dem Verbleib nicht eingetroffener Berichte-Hefte oder Sonderdrucke sind zu richten an: Verlag Chemie GmbH, Pappelallee 3, Postfach 1260/1280, D-6940 Weinheim, Telefon (06201) 602-1.

Die Chemischen Berichte erscheinen monatlich. Der Jahresbezugspreis beträgt 670. – DM zuzügl. Versandgebühren. Einzelheft 76. – DM. In diesem Preis ist die Mehrwertsteuer enthalten. Die Bezugsbedingungen für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Chemiker werden auf Anfrage von der Geschäftsstelle, Carl-Bosch-Haus, Varrentrappstraße 40–42, Postfach 900440, D-6000 Frankfurt 90, mitgeteilt. – Bestellungen richten Sie bitte an Ihre Fachbuchhandlung oder unmittelbar an den Verlag. – Abbestellungen nur bis spätestens 2 Monate vor Ablauf des Kalenderjahres. – Die Lieferung erfolgt auf Rechnung und Gefahr des Empfängers. Gerichtsstand und Erfüllungsort: Weinheim/Bergstr.

Verlag und Anzeigenabteilung: Verlag Chemie GmbH, Pappelallee 3, Postfach 1260/1280, D-6940 Weinheim. Fernsprecher (06201) 602-1, Fernschreiber 4655 16 vchwh d.

### For USA and Canada

Published monthly by Verlag Chemie, GmbH, Weinheim, Federal Republic of Germany. Annual subscription price: \$ 455.00 including postage. Second-class postage paid at Jamaica, N. Y. Printed in the Federal Republic of Germany. Air-freighted and mailed in the United States by Publications Expediting Inc., 200 Meacham Avenue, Elmont, N. Y. 11003. Subscribers in North America should place their order through Verlag Chemie International Inc., Plaza Centre, Suite E, 1020 N. W. Sixth Street, Deerfield Beach, Florida 33441.

U. S. A Postmasters: Send address changes for Chemische Berichte to Verlag Chemie International Inc., Plaza Centre, Suite E, 1020 N. W. 6th Street, Deerfield Beach, FL 33441.

# INHALT VON HEFT 8

115. Jahrgang 1982

## ANORGANISCHE CHEMIE

<i>Fischer</i> Helmut, <i>Fischer</i> Ernst Otto und <i>Cai</i> Ruifang: Übergangsmetall-Carben-Komplexe, CXXII; Kinetische und mechanistische Untersuchungen von Übergangsmetall-Komplex-Reaktionen, XII: Pentacarbonyl[diethylamino(triphenylplumbyl)carben]-chrom und <i>trans</i> -Tetracarbonyl(diethylaminocarbin)(triphenylplumbyl)chrom: Präparative Untersuchungen und Kinetik der C,Cr-Wanderung von $\text{PbPh}_3$ .....	2707
<i>Roesky</i> Herbert W., <i>Schmieder</i> Wilfried, <i>Isenberg</i> Wilhelm, <i>Sheldrick</i> William S. und <i>Sheldrick</i> George M.: Schwefel-Anionen mit der Koordinationszahl 3: Synthese, Struktur und Existenzbereich .....	2714
<i>Patzold</i> Peter und <i>Plotho von</i> Christoph: Über weitere monomere Borimide und ihre Reaktionen .....	2819
<i>Leidinger</i> Walter und <i>Sundermeyer</i> Wolfgang: Zur Chemie des (Trifluormethyl)sulfinylamins, $\text{CF}_3\text{NSO}$ , und verwandter Verbindungen .....	2892
<i>Werner</i> Helmut, <i>Kraus</i> Hans-Jürgen, <i>Schubert</i> Ulrich und <i>Ackermann</i> Klaus: Untersuchungen zur Reaktivität von Metall- $\pi$ -Komplexen, XXXVI: Zweikernige Sandwichkomplexe mit Metall-Metall-Bindung: Synthese und Struktur von $(\mu\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{Pd}_2(\text{PR}_3)_2$ .....	2905
<i>Werner</i> Helmut, <i>Kraus</i> Hans-Jürgen und <i>Thometzek</i> Peter: Untersuchungen zur Reaktivität von Metall- $\pi$ -Komplexen, XXXVII: Brückenaustauschreaktionen an zweikernigen $\mu$ -(Cyclopentadienyl)-dipalladium-Komplexen: Synthese sandwich-artiger heterometallischer $\text{Pd}_2\text{Cr}$ - und $\text{Pd}_2\text{Mo}$ -Cluster .....	2914
<i>Henle</i> Hartmut und <i>Mews</i> Rüdiger: Aminoschwefeldifluorid-Salze .....	2935

## ORGANISCHE CHEMIE

<i>Schill</i> Gottfried, <i>Beckmann</i> Wolfgang und <i>Fritz</i> Hans: Synthese eines [3]-Praecatenans ..	2683
<i>Griesbaum</i> Karl und <i>Neumeister</i> Joachim: Ozonolyse von symmetrisch 1,2-disubstituierten Ethylenen in salzsaurem Methanol: Säurekatalysierte Folgereaktionen von Primärsplaltprodukten .....	2697
<i>Frauenrath</i> Herbert, <i>Runsink</i> Jan und <i>Scharf</i> Hans-Dieter: Carboxonium-Ionen-Reaktionen cyclischer Acetale, VI: Der sterische Verlauf der säurekatalysierten Umlagerung von 4,5-Dihydro-1,3-dioxepinen zu Tetrahydrofuran-3-carbaldehyden .....	2728
<i>Kirmse</i> Wolfgang und <i>Hellwig</i> Georg: Desaminierungsreaktionen, 37: Zerfall von Bicyclo[6.1.0]nonan- und Bicyclo[6.1.0]non-2-en-9-diazonium-Ionen .....	2744
<i>Schaumann</i> Ernst: Thioketen-Synthesen, VI: Stabile Thioketene durch Schwefelung sterisch gehinderter Acylchloride .....	2755
<i>Effenberger</i> Franz, <i>Maier</i> Roland, <i>Schönwälder</i> Karl-Heinz und <i>Ziegler</i> Thomas: Enol-ether, XIII: Die Acylierung von Enothern mit reaktiven Carbonsäurechloriden ...	2766

<i>El-Faragy</i> Ahmed F., <i>Lehnig</i> Manfred und <i>Neumann</i> Wilhelm P.: Über sterisch gehinderte freie Radikale, IX: Zur Gewinnung und Struktur von Stannylradikalen $R_3Sn^{\cdot}$ mit raumfüllenden Gruppen .....	2783
<i>Vilsmaier</i> Elmar, <i>Klein</i> Claus Michael und <i>Tröger</i> Wolfgang: Enaminosulfonium-Salze als Basis für stereoselektive Synthesen von Aminobicyclo[n.1.0]alkanen .....	2795
<i>Metz</i> Hans-Joachim und <i>Neunhoffer</i> Hans: Zur Synthese von 1,2,4-Triazinen, IX: Synthese von Cyclopenta[e]-1,2,4-triazinen .....	2807
<i>Frenking</i> Gernot, <i>Hülskämper</i> Ludwig und <i>Weyerstahl</i> Peter: Reaktivität von 1-Cyclopropen-1-carbonsäurelactonen in Abhängigkeit von der Größe des Lactonringes ....	2826
<i>Hanack</i> Michael, <i>Metz</i> Josef und <i>Pawlowski</i> Georg: Lösliche <i>trans</i> -Di-1-alkinyl- und Poly- <i>trans</i> -ethinyl(tetraalkylphthalocyaninato)metall-IVB-Derivate .....	2836
<i>Heesing</i> Albert und <i>Steinkamp</i> Heinz: Mechanismen bei elektrophilen Reaktionen von reaktiven Stickstoffverbindungen mit Phosphanen .....	2854
<i>Gessner</i> Uwe, <i>Heesing</i> Albert, <i>Keller</i> Ludwig und <i>Kleine Homann</i> Walter: Zur Beweglichkeit im Ionenpaar bei der aromatischen Umlagerung von <i>O</i> -Sulfonyl- <i>N</i> -phenylhydroxylaminen .....	2865
<i>Jackman</i> Lloyd M., <i>Dunne</i> Theresa S., <i>Müller</i> Bodo und <i>Quast</i> Helmut: Konformation von Tetraaryl-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonanen und Tetra- und Pentaaryl-1,3-diazaadamantanen in Lösung. Eine NMR-Studie .....	2872
<i>Neidlein</i> Richard, <i>Tran-Viet</i> Dao, <i>Gieren</i> Alfred, <i>Kokkinidis</i> Michail, <i>Wilckens</i> Rudolf, <i>Geserich</i> Hans-Peter und <i>Ruppel</i> Wolfgang: Synthesen, Konstitutionsaufklärung, Röntgenstrukturanalyse und elektrische Eigenschaften von Di- und Polychalkogendiimiden, 1. Mitteilung .....	2898
<i>Rademacher</i> Andreas, <i>Märkle</i> Suse und <i>Langhals</i> Heinz: Lösliche Perylen-Fluoreszenzfarbstoffe mit hoher Photostabilität .....	2927
<i>Willms</i> Lothar, <i>Günther</i> Dieter und <i>Hüttelmaier</i> Thomas: Darstellung und Umsetzungen von 1,2-Dihalogenalkylsulfonylisocyanaten .....	2943
<i>Böhme</i> Horst, <i>Denis</i> Jean-Pierre und <i>Kämpchen</i> Thomas: Reaktionsprodukte aus <i>N,N</i> -Bis(chlormethyl)carboxamiden und Diaziridinen .....	2947

# CONTENTS OF No. 8

## INORGANIC CHEMISTRY

<i>Fischer</i> Helmut, <i>Fischer</i> Ernst Otto, and <i>Cai</i> Ruifang: Transition Metal Carbene Complexes, CXXII; Kinetic and Mechanistic Investigations of Transition Metal Complex Reactions, XII: Pentacarbonyl[diethylamino(triphenylplumbyl)carbene]chromium and <i>trans</i> -Tetracarbonyl(diethylaminocarbyne)(triphenylplumbyl)chromium: Preparative Investigations and Kinetics of the C,Cr-Migration of $\text{PbPh}_3$ .....	2707
<i>Roesky</i> Herbert W., <i>Schmieder</i> Wilfried, <i>Isenberg</i> Wilhelm, <i>Sheldrick</i> William S., and <i>Sheldrick</i> George M: Anions of Sulfur with the Coordination Number 3: Synthesis, Structure, and Range of Existence .....	2714
<i>Paetzold</i> Peter and <i>Plath</i> von Christoph: New Monomeric Boron Imides and Their Reactions .....	2819
<i>Leidinger</i> Walter and <i>Sundermeyer</i> Wolfgang: On the Chemistry of (Trifluoromethyl)-sulfinylamine, $\text{CF}_3\text{NSO}$ , and Related Compounds .....	2892
<i>Werner</i> Helmut, <i>Kraus</i> Hans-Jürgen, <i>Schubert</i> Ulrich, and <i>Ackermann</i> Klaus: Studies on the Reactivity of Metal $\pi$ -Complexes, XXXVI: Dinuclear Sandwich Complexes Containing a Metal-Metal Bond: Synthesis and Structure of $(\mu\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{Pd}_2(\text{PR}_3)_2$ ...	2905
<i>Werner</i> Helmut, <i>Kraus</i> Hans-Jürgen, and <i>Thometzek</i> Peter: Studies on the Reactivity of Metal $\pi$ -Complexes, XXXVII: Bridge-Exchange Reactions with Dinuclear $\mu$ -(Cyclopentadienyl)-dipalladium Complexes: Synthesis of Sandwich-like Heterometallic $\text{Pd}_2\text{Cr}$ and $\text{Pd}_2\text{Mo}$ Clusters .....	2914
<i>Henle</i> Hartmut and <i>Mews</i> Rüdiger: Aminosulfur Difluoride Salts .....	2935

## ORGANIC CHEMISTRY

<i>Schill</i> Gottfried, <i>Beckmann</i> Wolfgang, and <i>Fritz</i> Hans: Synthesis of a [3]-Pecatenane ...	2683
<i>Griesbaum</i> Karl and <i>Neumeister</i> Joachim: Ozonolysis of Symmetrically 1,2-Disubstituted Ethylenes in HCl/Methanol Solutions: Acid Catalyzed Reactions of Primary Cleavage Products .....	2697
<i>Frauenrath</i> Herbert, <i>Runsink</i> Jan, and <i>Scharf</i> Hans-Dieter: Reactions of Cyclic Acetale Carboxonium Ions, VI: The Stereoselectivity of the Acid-catalysed Rearrangement of 4,5-Dihydro-1,3-dioxepins to Tetrahydrofuran-3-carbaldehydes .....	2728
<i>Kirmse</i> Wolfgang and <i>Hellwig</i> Georg: Deamination Reactions, 37: Decomposition of Bicyclo[6.1.0]nonane- and Bicyclo[6.1.0]non-2-ene-9-diazonium Ions .....	2744
<i>Schaumann</i> Ernst: Thioketene Syntheses, VI: Stable Thioketenes via Thionation of Sterically Hindered Acyl Chlorides .....	2755
<i>Effenberger</i> Franz, <i>Maier</i> Roland, <i>Schönwälder</i> Karl-Heinz, and <i>Ziegler</i> Thomas: Enol Ethers, XIII: Acylation of Enol Ethers with Reactive Carbonyl Chlorides .....	2766
<i>El-Faragy</i> Ahmed F., <i>Lehnig</i> Manfred, and <i>Neumann</i> Wilhelm P.: Sterically Hindered Free Radicals, IX: Generation and Structure of Stannyl Radicals $\text{R}_3\text{Sn}^\bullet$ with Bulky Groups .....	2783

<i>Vilsmaier</i> Elmar, <i>Klein</i> Claus Michael, and <i>Tröger</i> Wolfgang: Enaminosulfonium Salts, Starting Materials for a Stereoselective Synthesis of Aminobicyclo[n.1.0]alkanes ...	2795
<i>Metz</i> Hans-Joachim and <i>Neunhoeffer</i> Hans: Synthesis of 1,2,4-Triazines, IX: Synthesis of Cyclopenta[e]-1,2,4-triazines .....	2807
<i>Frenking</i> Gernot, <i>Hülskämper</i> Ludwig, and <i>Weyerstahl</i> Peter: Reactivity of 1-Cyclopropene-1-carboxylic Acid Lactones Dependent on the Size of the Lactone Ring ....	2826
<i>Hanack</i> Michael, <i>Metz</i> Josef, and <i>Pawlowski</i> Georg: Soluble <i>trans</i> -Di-1-alkynyl- and Poly- <i>trans</i> -ethynyl(tetraalkylphthalocyaninato)metal IVB Derivatives .....	2836
<i>Heesing</i> Albert and <i>Steinkamp</i> Heinz: Mechanisms in Electrophilic Reactions of Reactive Nitrogen Compounds with Phosphanes .....	2854
<i>Gessner</i> Uwe, <i>Heesing</i> Albert, <i>Keller</i> Ludwig, and <i>Kleine Homann</i> Walter: Internal Mobility in the Ion Pairs during Aromatic Rearrangement of <i>O</i> -Sulfonyl- <i>N</i> -phenylhydroxylamines .....	2865
<i>Jackman</i> Lloyd M., <i>Dunne</i> Theresa S., <i>Müller</i> Bodo, and <i>Quast</i> Helmut: Conformation in Solution of Tetraaryl-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonanes and Tetra- and Pentaaryl-1,3-diazaadamantanes. A Nuclear Magnetic Resonance Study .....	2872
<i>Neidlein</i> Richard, <i>Tran-Viet</i> Dao, <i>Gieren</i> Alfred, <i>Kokkinidis</i> Michail, <i>Wilckens</i> Rudolf, <i>Geserich</i> Hans-Peter, and <i>Ruppel</i> Wolfgang: Syntheses, Structures, X-Ray Structure Analyses, and Electric Properties of Di- and Polychalkogen Diimides, Part 1 .....	2898
<i>Rademacher</i> Andreas, <i>Mürkle</i> Suse, and <i>Langhals</i> Heinz: Soluble Perylene Fluorescent Dyes with High Photostability .....	2927
<i>Willms</i> Lothar, <i>Günther</i> Dieter, and <i>Hüttelmaier</i> Thomas: Synthesis and Reactions of 1,2-Dihalogenalkylsulfonyl Isocyanates .....	2943
<i>Böhme</i> Horst, <i>Denis</i> Jean-Pierre, and <i>Kämpchen</i> Thomas: Reaction Products from <i>N,N</i> -Bis(chloromethyl)carboxamides and Diaziridines .....	2947

## AUTORENREGISTER

<i>Ackermann, K. s. Werner, H.</i> . . . . .	2905	<i>Kleine Homann, W. s. Gessner, U.</i> . . . .	2865
<i>Beckmann, W. s. Schill, G.</i> . . . . .	2683	<i>Kokkinidis, M. s. Neidlein, R.</i> . . . . .	2898
<i>Böhme, H., Denis, J.-P. und</i> <i>Kämpchen, T.</i> . . . . .	2947	<i>Kraus, H.-J. s. Werner, H.</i> . . . . .	2905, 2914
<i>Cai, R. s. Fischer, H.</i> . . . . .	2707	<i>Langhals, H. s. Rademacher, A.</i> . . . . .	2927
<i>Denis, J.-P. s. Böhme, H.</i> . . . . .	2947	<i>Lehnig, M. s. El-Farargy, A. F.</i> . . . . .	2783
<i>Dunne, T. S. s. Jackman, L. M.</i> . . . . .	2872	<i>Leidinger, W. und Sundermeyer, W.</i> . . .	2892
<i>Effenberger, F., Maier, R.,</i> <i>Schönwälder, K.-H. und</i> <i>Ziegler, T.</i> . . . . .	2766	<i>Märkle, S. s. Rademacher, A.</i> . . . . .	2927
<i>El-Farargy, A. F., Lehnig, M. und</i> <i>Neumann, W. P.</i> . . . . .	2783	<i>Maier, R. s. Effenberger, F.</i> . . . . .	2766
<i>Fischer, E. O. s. Fischer, H.</i> . . . . .	2707	<i>Metz, H.-J. und Neunhoefffer, H.</i> . . . .	2807
<i>Fischer, H., Fischer, E. O. und Cai, R.</i> .	2707	<i>Metz, J. s. Hanack, M.</i> . . . . .	2836
<i>Frauenrath, H., Runsink, J. und</i> <i>Scharf, H.-D.</i> . . . . .	2728	<i>Mews, R. s. Henle, H.</i> . . . . .	2935
<i>Frenking, G., Hülskämper, L. und</i> <i>Weyerstahl, P.</i> . . . . .	2826	<i>Müller, B. s. Jackman, L. M.</i> . . . . .	2872
<i>Fritz, H. s. Schill, G.</i> . . . . .	2683	<i>Neidlein, R., Tran-Viet, D., Gieren, A.,</i> <i>Kokkinidis, M., Wilckens, R.,</i> <i>Geserich, H.-P. und Ruppel, W.</i> . .	2898
<i>Geserich, H.-P. s. Neidlein, R.</i> . . . . .	2898	<i>Neumann, W. P. s. El-Farargy, A. F.</i> . .	2783
<i>Gessner, U., Heesing, A., Keller, L. und</i> <i>Kleine Homann, W.</i> . . . . .	2865	<i>Neumeister, J. s. Griesbaum, K.</i> . . . . .	2697
<i>Gieren, A. s. Neidlein, R.</i> . . . . .	2898	<i>Neunhoefffer, H. s. Metz, H.-J.</i> . . . . .	2807
<i>Griesbaum, K. und Neumeister, J.</i> . . . .	2697	<i>Paetzold, P. und Plotho, von, C.</i> . . . . .	2819
<i>Günther, D. s. Willms, L.</i> . . . . .	2943	<i>Pawlowski, G. s. Hanack, M.</i> . . . . .	2836
<i>Hanack, M., Metz, J. und</i> <i>Pawlowski, G.</i> . . . . .	2836	<i>Plotho, von, C. s. Paetzold, P.</i> . . . . .	2819
<i>Heesing, A. und Steinkamp, H.</i> . . . . .	2854	<i>Quast, H. s. Jackman, L. M.</i> . . . . .	2872
– s. <i>Gessner, U.</i> . . . . .	2865	<i>Rademacher, A., Märkle, S. und</i> <i>Langhals, H.</i> . . . . .	2927
<i>Hellwig, G. s. Kirmse, W.</i> . . . . .	2744	<i>Roesky, H. W., Schmieder, W.,</i> <i>Isenberg, W., Sheldrick, W. S. und</i> <i>Sheldrick, G. M.</i> . . . . .	2714
<i>Henle, H. und Mews, R.</i> . . . . .	2935	<i>Runsink, J. s. Frauenrath, H.</i> . . . . .	2728
<i>Hülskämper, L. s. Frenking, G.</i> . . . . .	2826	<i>Ruppel, W. s. Neidlein, R.</i> . . . . .	2898
<i>Hüttelmaier, T. s. Willms, L.</i> . . . . .	2943	<i>Scharf, H.-D. s. Frauenrath, H.</i> . . . . .	2728
<i>Isenberg, W. s. Roesky, H. W.</i> . . . . .	2714	<i>Schaumann, E.</i> . . . . .	2755
<i>Jackman, L. M., Dunne, T. S.,</i> <i>Müller, B. und Quast, H.</i> . . . . .	2872	<i>Schill, G., Beckmann, W. und Fritz, H.</i> .	2683
<i>Kämpchen, T. s. Böhme, H.</i> . . . . .	2947	<i>Schmieder, W. s. Roesky, H. W.</i> . . . . .	2714
<i>Keller, L. s. Gessner, U.</i> . . . . .	2865	<i>Schönwälder, K.-H. s. Effenberger, F.</i> .	2766
<i>Kirmse, W. und Hellwig, G.</i> . . . . .	2744	<i>Schubert, U. s. Werner, H.</i> . . . . .	2905
<i>Klein, C. M. s. Vilsmaier, E.</i> . . . . .	2795	<i>Sheldrick, G. M. s. Roesky, H. W.</i> . . . .	2714
		<i>Sheldrick, W. S. s. Roesky, H. W.</i> . . . .	2714
		<i>Steinkamp, H. s. Heesing, A.</i> . . . . .	2854
		<i>Sundermeyer, W. s. Leidinger, W.</i> . . . .	2892
		<i>Thometzek, P. s. Werner, H.</i> . . . . .	2914

<i>Tran-Viet, D. s. Neidlein, R. ....</i>	2898	–, <i>Kraus, H.-J. und Thometzek, P. ..</i>	2914
<i>Tröger, W. s. Vilsmaier, E. ....</i>	2795	<i>Weyerstahl, P. s. Frenking, G. ....</i>	2826
<i>Vilsmaier, E., Klein, C. M. und</i>		<i>Wilckens, R. s. Neidlein, R. ....</i>	2898
<i>Tröger, W. ....</i>	2795	<i>Wilms, L., Günther, D. und</i>	
<i>Werner, H., Kraus, H.-J., Schubert, U.</i>		<i>Hüttelmaier, T. ....</i>	2943
<i>und Ackermann, K. ....</i>	2905	<i>Ziegler, T. s. Effenberger, F. ....</i>	2766



## Lösliche Perylen-Fluoreszenzfarbstoffe mit hoher Photostabilität

Andreas Rademacher<sup>1)</sup>, Suse Märkle<sup>2)</sup> und Heinz Langhals\*

Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg,  
Albertstr. 21, D-7800 Freiburg i. Br.

Eingegangen am 14. Dezember 1981

Die Darstellung einer Reihe von 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäurediimiden **1** wird beschrieben und deren Lichtechtheit quantitativ untersucht und diskutiert. Es läßt sich zeigen, daß durch Einführung von *tert*-Butyl-Substituenten die als sehr schwerlöslich bekannten Perylen-Pigmentfarbstoffe in organischen Solventien leicht löslich werden und mit hohen Quantenausbeuten fluoreszieren.

### Soluble Perylene Fluorescent Dyes with High Photostability

The preparation of several 3,4,9,10-perylenebis(dicarboximides) **1** is described and their photostability quantitatively determined and discussed. It is shown, that substitution of the insoluble perylene dye pigments with *tert*-butyl groups causes solubility in organic solvents leading to high quantum yields of these dyes.

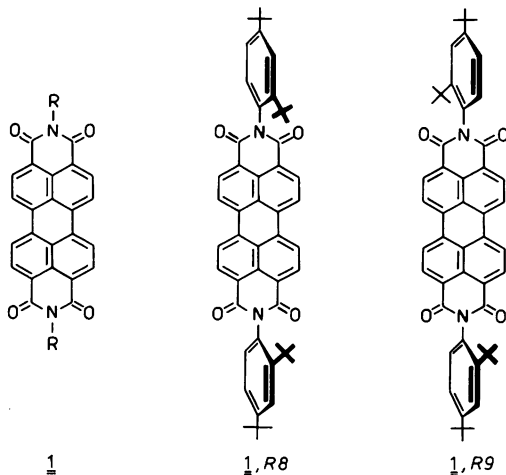
Fluoreszenzfarbstoffe mit extrem großer Photostabilität (Lichtechtheit) werden u. a. für die Gewinnung von Solarenergie benötigt<sup>3)</sup>, so z. B. für den von Götzberger und Greubel<sup>4)</sup> sowie Garvin<sup>5)</sup> entwickelten Fluoreszenz-Solarkollektor.

Es ist bekannt<sup>6,7)</sup>, daß die Perylenfarbstoffe **1**, die 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäurediimide, sehr lichtechte, fluoreszierende<sup>10)</sup> Pigmente bilden. Da für den Fluoreszenzkollektor jedoch nur lösliche Farbstoffe verwendbar sind<sup>3)</sup>, ist zu prüfen, inwieweit durch geeignete Substituenten R in **1** Farbstoffe erhalten werden können, die in organischen Lösungsmitteln gut löslich sind und mit hohen Quantenausbeuten fluoreszieren. In anderem Zusammenhang<sup>3,8,9)</sup> wurde gefunden, daß eine Substitution von Aromaten mit *tert*-Butylgruppen allgemein zur Steigerung der Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln führt (vgl. auch<sup>19,20)</sup>). Um dieses Prinzip auf **1** anzuwenden ohne den Grundchromophor wesentlich zu stören, sollte R in **1** ein mit *tert*-Butyl-Gruppen versehener aromatischer Rest sein. Weiterhin ist zu untersuchen, ob auch mit geeigneten rein aliphatischen Resten R genügend lösliche Farbstoffe erhalten werden können.

### Ergebnisse

Die Perylenfarbstoffe **1** werden durch Kondensation von primären Aminen mit 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäuredianhydrid bei Temperaturen von 180 bis 230°C erhalten, wobei Zinkacetat<sup>10)</sup> oder Dicyclohexylcarbodiimid als wasserabspaltende Mittel Verwendung finden. Letzteres liefert **1** zwar in geringeren Ausbeuten als Zinkacetat, führt jedoch bei empfindlichen Aminen, wie z. B. 1-Aminoadamantan, weniger leicht zu Zersetzung. Die Reindarstellung von **1** erfolgt durch Behandeln des rohen Reaktionsproduktes mit Natriumcarbonatlösung zum Entfernen von unumgesetztem Anhydrid und anschließend durch Chromatographie oder Kristallisation. Ein gutes Rein-

heitskriterium für **1** ist seine Feststoff-Fluoreszenz, die bei hochreinen Produkten bereits im Tageslicht leuchtend rot ist. Die spektroskopischen Eigenschaften der dargestellten Perylenfarbstoffe sind Tab. 1 zu entnehmen.



Die Amine zur Darstellung von **1** wurden nach Lit.-Verfahren erhalten.

### Diskussion der Ergebnisse

Alle in Tab. 1 aufgeführten Farbstoffe zeigen nahezu übereinstimmende, stark strukturierte UV/VIS-Absorptionsspektren, bei denen die Schwingungsteilbanden innerhalb von 3 nm bei  $\lambda_{\max} (\lg \epsilon) = 525 (4.7)$ , 489 (4.5), 458 (4.1) nm liegen. Die Spektren werden nur wenig vom Lösungsmittel beeinflusst. Die Fluoreszenzspektren mit Teilbanden

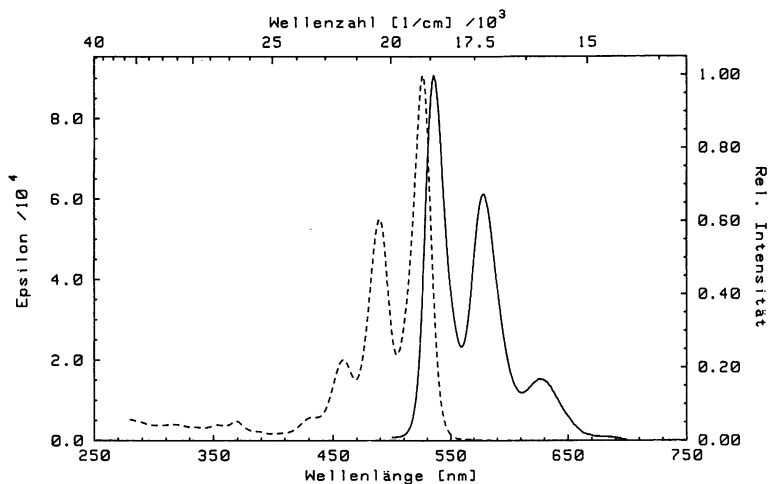


Abb. 1. Korrigiertes UV/VIS-Absorptions- und Fluoreszenz-Spektrum von Farbstoff **1**, R 10, in Chloroform

Tab. 1. Spektroskopische Daten der Perylenfarbstoffe 1

Nr.	Rest R <sup>a)</sup>	Ø <sup>b)</sup>	T <sub>1/2</sub> <sup>c)</sup>	MS [m/e (%)] <sup>d)</sup>	C <sub>s</sub> <sup>e)</sup>
R 1	Phenyl	0.93	24	542 (100%, M <sup>+</sup> )	4
R 2	2,6-Dimethylphenyl	0.98	9.9	598 (100%, M <sup>+</sup> ), 581 (95%, M – OH)	40
R 3	3,5-Dimethylphenyl	0.78	–	598 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 4	2,4,6-Trimethylphenyl	0.92	8.7	626 (100%, M <sup>+</sup> ), 609 (68%, M – OH)	67
R 5	2- <i>tert</i> -Butylphenyl <sup>h)</sup>	0.94	16	654 (9%, M <sup>+</sup> ), 639 (6%, M – CH <sub>3</sub> ) 637 (3%, M – OH), 597 (100%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	60 <sup>h)</sup>
R 6	3- <i>tert</i> -Butylphenyl <sup>h)</sup>	1.00	33	654 (60%, M <sup>+</sup> ), 639 (100%, M – CH <sub>3</sub> )	1
R 7	4- <i>tert</i> -Butylphenyl	0.88	28	654 (59%, M <sup>+</sup> ), 639 (100%, M – CH <sub>3</sub> ) 597 (3%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	2
R 8	<i>cis</i> -2,4-Di- <i>tert</i> -butylphenyl <sup>f)</sup>	1.00	18	766 (3%, M <sup>+</sup> ), 751 (2%, M – CH <sub>3</sub> ) 749 (2%, M – OH), 709 (100%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	690
R 9	<i>trans</i> -2,4-Di- <i>tert</i> -butylphenyl <sup>f)</sup>	0.98	16	766 (3%, M <sup>+</sup> ), 751 (3%, M – CH <sub>3</sub> ) 749 (2%, M – OH), 709 (100%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	48
R 10	2,5-Di- <i>tert</i> -butylphenyl <sup>h)</sup>	0.99	19	766 (3%, M <sup>+</sup> ), 751 (3%, M – CH <sub>3</sub> ) 749 (2%, M – OH), 709 (100%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	46 <sup>h)</sup>
R 11	3,5-Di- <i>tert</i> -butylphenyl	0.96	37	766 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	0.2
R 12	4- <i>tert</i> -Butyl-2,6-dimethylphenyl <sup>h)</sup>	0.97	9.1	710 (100%, M <sup>+</sup> ), 695 (71%, M – CH <sub>3</sub> ) 693 (12%, M – OH), 653 (3%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	51
R 13	4,6-di- <i>tert</i> -Butyl-2-methylphenyl <sup>h)</sup>	0.87	6.8	794 (20%, M <sup>+</sup> ), 779 (5%, M – CH <sub>3</sub> ) 737 (100%, M – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> )	250
R 14	2-Trifluormethylphenyl <sup>h)</sup>	0.97	7.5	678 (100%, M <sup>+</sup> ), 609 (52%, M – CF <sub>3</sub> )	–
R 15	3-Trifluormethylphenyl <sup>h)</sup>	0.99	12	678 (100%, M <sup>+</sup> )	–
R 16	3,5-Bis(trifluormethyl)phenyl	0.96	5.7	814 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 17	2-Methyl-5-nitrophenyl <sup>h)</sup>	0.96	1.3	–	–
R 18	2-Methyl-6-nitrophenyl <sup>h)</sup>	0.89	5.5	660 (78%, M <sup>+</sup> ), 614 (100%, M – NO <sub>2</sub> ) 568 (16%, M – 2 NO <sub>2</sub> )	–
R 19	2,6-Difluorphenyl <sup>h)</sup>	–	1.1	614 (100%, M <sup>+</sup> ), 595 (35%, M – F)	–
R 20	2,3,6-Tribromphenyl	0.95	≡ 1.0	–	–
R 21	4-Methoxy-2-methylphenyl <sup>h)</sup>	0.03	–	630 (34%, M <sup>+</sup> ), 613 (100%, M – OH) 599 (4%, M – OCH <sub>3</sub> )	–

Tab. 1 (Fortsetzung)

Nr.	Rest R <sup>a)</sup>	Ø <sup>b)</sup>	T <sub>1/2</sub> <sup>c)</sup>	MS [m/e (%)] <sup>d)</sup>	C <sub>s</sub> <sup>e)</sup>
R 22	2-Hydroxyphenyl <sup>h)</sup>	0.02	750	574 (51%, M <sup>+</sup> ), 557 (100%, M – OH) 540 (28%, M – 2 OH)	–
R 23	5-(Dimethylsulfonamido)-2-methylphenyl <sup>h)</sup>	0.97	9.4	784 (4%, M <sup>+</sup> ), 677 (100%, M – SO <sub>2</sub> NC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )	–
R 24	3-Sulfonamidophenyl <sup>h)</sup>	0.97	–	–	–
R 25	2-[2-(Dimethylamino)ethyl]phenyl <sup>h)</sup>	0.67	–	685 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 26	4-[2-(Dimethylamino)ethyl]phenyl	0.40	–	–	–
R 27	Cyclobutyl	0.99	38	498 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 28	Cyclopentyl	1.00	36	526 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 29	Cyclohexyl	1.00	37	554 (53%, M <sup>+</sup> ), 472 (21%, M – C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> ) 390 (100%, M – 2 C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> )	–
R 30	Cycloheptyl	0.98	44	582 (M <sup>+</sup> ) <sup>g)</sup>	–
R 31	Cyclooctyl	0.65	–	610 (4%, M <sup>+</sup> ), 500 (11%, M – C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> ) 390 (100%, M – 2 C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> )	–
R 32	Cyclododecyl	0.99	36	722 (3%, M <sup>+</sup> ), 390 (100%, M – 2 C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> )	–
R 33	1-Methylcyclopentyl	1.00	47	554 (20%, M <sup>+</sup> ), 472 (24%, M – C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> ) 390 (100%, M – 2 C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> )	–
R 34	2-Hydroxycyclohexyl	0.99	33	586 (4%, M <sup>+</sup> ), 568 (2%, M – H <sub>2</sub> O) 550 (4%, M – 2 H <sub>2</sub> O), 391 (100%)	–
R 35	4-tert-Butylcyclohexyl	0.97	53	–	–
R 36	1-Adamantyl	0.98	–	–	–
R 37	1-Bicyclo[2.2.2]octyl	0.95	–	606 (100%, M <sup>+</sup> )	–
R 38	1-Norbornyl	0.96	85	578 (100%, M <sup>+</sup> )	–

<sup>a)</sup> Siehe Formel 1. – <sup>b)</sup> Fluoreszenzquantenausbeute in DMF; Absolutmessung mit einer Genauigkeit von 10–15%<sup>11)</sup>. – <sup>c)</sup> Relative Halbwertszeit der Photobleichreaktion in DMF bei 35 °C bezogen auf R 20 (s. a. exp. Teil). Die absolute Halbwertszeit von R 32 beträgt bei Verwendung der im exp. Teil beschriebenen Bestrahlungsapparatur, die ein vielfaches der Sonnenintensität liefert, 400 s. Bei Bestrahlung mit Sonnenlicht beträgt der Ausbleichvorgang auch nach mehreren Wochen weniger als 10%. – <sup>d)</sup> Massenspektrum: 70 eV. – <sup>e)</sup> 10<sup>5</sup>-fache Sättigungskonzentration in Methylmethacrylat bei 20 °C. –

<sup>f)</sup> R 8 besitzt im Vergleich zu R 9 eine größere Löslichkeit in polaren Medien, wie z. B. Alkoholen, und allgemein einen geringeren R<sub>F</sub>-Wert bei der Chromatographie an Kieselgel oder Aluminiumoxid. Dies steht im Einklang mit der *cis*-Struktur und dem daraus resultierenden größeren Dipolmoment im Vergleich zur *trans*-Struktur. – <sup>g)</sup> Felddesorptions-MS. – <sup>h)</sup> Gemisch von *cis-trans*-Atropisomeren.

bei 540 und 575 nm stimmen bei verschiedenen Farbstoffen innerhalb von 5 nm überein. Abb. 1 zeigt das typische Spektrum von Farbstoff 1, R 10 (s. Tab. 1), in Chloroform. Mit einer durchschnittlichen Trennzahl<sup>12)</sup>  $T_z$  von 1.5 liegt jedoch eine weitgehende Überlappung von Absorptions- und Fluoreszenzspektrum vor.

Bei Substitution von R = Phenyl in 1 mit *tert*-Butyl-Gruppen wird eine Löslichkeitssteigerung in DMF bis zu einem Faktor von 170 beobachtet (Tab. 1, Nr. R 8 im Vergleich zu R 1). Wie z. B. die beiden atropisomeren Farbstoffe R 8 und R 9 zeigen, deren Trennung chromatographisch möglich ist, ist jedoch die Löslichkeitssteigernde Wirkung der Substituenten stark von deren räumlicher Orientierung abhängig. Dies könnte einmal mit Kristallgitter-Packungseffekten und zum anderen mit den unterschiedlichen Dipolmomenten der Farbstoffe in Zusammenhang stehen. Bemerkenswert ist, daß der symmetrisch substituierte Farbstoff R 11 sogar eine geringere Löslichkeit als R 1 besitzt. Farbstoffe mit rein aliphatischen Resten R (Tab. 1, R 27 bis R 38) zeigen i. allg. eine Löslichkeit, die um ein bis zwei Zehnerpotenzen geringer ist als mit R = Aryl. Verhältnismäßig gut sind noch die Farbstoffe R 28 und R 32 löslich, die Cyclopentyl- und Cyclooctylgruppen tragen; extrem schwerlöslich ist dagegen der Farbstoff R 31 mit Cyclooctylgruppen. Die anderen Farbstoffe mit rein aliphatischen Resten nehmen eine Mittelstellung zwischen diesen Extremen ein. Die in DMF beobachtete Löslichkeitsabstufung der Farbstoffe wird auch in Toluol, Pivalinsäure-methylester und in polymeren Gläsern wie z. B. Polymethylmethacrylat beobachtet.

Bei einem Vergleich der Fluoreszenzquantenausbeuten in Tab. 1 fällt auf, daß der bereits hohe Wert von ca. 90% für R = Phenyl bis auf 100% steigt, wenn R in *ortho*-Position voluminöse Gruppen trägt. Dies legt nahe, daß ein wichtiger strahlungsloser Desaktivierungsweg die Anregung einer Rotation oder Torsionsschwingung um die R–N-Bindung in 1 ist (vgl. auch Lit.<sup>13)</sup>). Eine Besonderheit von 1 ist, daß NO<sub>2</sub>- oder Br-Gruppen nicht zu einer Fluoreszenzlöschung über Prädissoziationsprozesse führen (R 17, R 18 und R 20). Methoxy- oder Hydroxygruppen bewirken jedoch weitgehende Fluoreszenzlöschung (R 21 und R 22). Farbstoffe mit R = Alkyl fluoreszieren durchweg mit hohen Quantenausbeuten.

Die relativen Photostabilitäten der Farbstoffe, die nur bei extrem hohen Lichtintensitäten bestimmt werden können, sind als relative Halbwertszeiten bei Bestrahlung Tab. 1 zu entnehmen. Die Photobleichvorgänge von 1 im Lösungsmittel DMF folgen bei konstanter, hoher Lichtintensität streng dem Zeitgesetz der 1. Ordnung (1 cm Schichtdicke, Beginn mit  $E_{\lambda_{\max}} = 1.0$ ). Die hieraus erhaltenen Geschwindigkeitskonstanten bzw. Halbwertszeiten sind ein Maß für Quantenausbeuten von Photobleichreaktionen. Es wird dabei gefunden, daß Farbstoffe mit aromatischen Resten R, die benzylständige Wasserstoffe tragen, verhältnismäßig schnell ausbleichen (z. B. R 2, R 4, R 12 und R 17). Daher kann geschlossen werden, daß ein oxidativer Abbau über Radikalreaktionen, die in Benzylstellung bekanntlich besonders leicht erfolgen, oder über En-Reaktionen eine wichtige Stellung bei den Photobleichreaktionen einnimmt. Trägt jedoch der aromatische Rest R nur *tert*-Alkylgruppen, sind die Farbstoffe wesentlich photostabiler (z. B. R 5, R 6, R 7, R 10 und R 11). Überraschend ist die geringe Beständigkeit der Farbstoffe, wenn R mit Halogenen oder Trifluormethylgruppen substituiert ist (z. B. R 19, R 20 und R 16). Dies ist sogar bei einer Substitution mit Fluor trotz der großen Bindungsdissoziationsenergie der C–F-Bindung der Fall und spricht

daher auch für eine Beteiligung ionischer Prozesse an den Photobleichreaktionen. Farbstoffe mit  $R = \text{Alkyl}$  weisen durchweg eine größere Beständigkeit auf als mit  $R = \text{Aryl}$ . Farbstoffe mit tertiären Alkylresten  $R$  sind stabiler als solche mit sekundären (vgl. R 28 mit R 33).

Der photostabilste Fluoreszenzfarbstoff **1** überhaupt ist Nr. R 38 mit  $R = 1\text{-Norbornyl}$  (R 22 zeigt nur verschwindend geringe Fluoreszenz). Dies steht damit im Einklang, daß durch Substitution mit dem starren Brückenkopfsystem ionische ebenso wie radikalische Abbaureaktionen und auch Eliminierungen erschwert sind.

Für einen praktischen Einsatz der Fluoreszenzfarbstoffe **1** sind Nr. R 10 und R 32 besonders geeignet, da sie einen Kompromiß bieten zwischen großer Fluoreszenzquantenausbeute, Löslichkeit, Photostabilität und leichter Zugänglichkeit.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (Projekt ET 4428 A), sowie den Herren Prof. Dr. C. Rüchardt und Prof. Dr. A. Götzberger wird für die Unterstützung der Arbeit gedankt. Das korrigierte UV/VIS-Absorptions- und Fluoreszenzspektrum wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. W. Lüttke zur Verfügung gestellt. Der BASF Aktiengesellschaft sei für die Spende von 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäuredianhydrid gedankt.

## Experimenteller Teil

Massenspektren: SM 1 B, MAT 312 (Fa. Varian) und MAT 312 (Fa. Finnigen); UV/VIS-Spektren: DMR 21, PMQ 3 (Fa. Zeiss).

**3,4,9,10-Perylentetracarbonsäurediimide 1:** 1.0 g (2.5 mmol) 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäuredianhydrid wird unter Stickstoff-Schutzatmosphäre unter Zusatz von 350 mg (1.9 mmol) getrocknetem Zinkacetat (Methode A)<sup>10</sup> bzw. 350 mg (1.7 mmol) Dicyclohexylcarbodiimid (Methode B) und 5 ml frisch destilliertem Chinolin 1–2 h bei 180–230°C mit 10 mmol eines primären Amins umgesetzt. Das Kondensationsprodukt wird zur Entfernung von unumgesetztem Edukt mehrfach mit jeweils 1 l 2proz.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung ausgekocht. Die weitere Reinigung erfolgt durch Umkristallisieren (Toluol, Xylol, *o*-Dichlorbenzol oder DMF) oder Chromatographie (Aluminiumoxid neutral mit DMF oder Toluol/Aceton 4:1 bzw. Kieselgel mit Methylenchlorid). Reine Produkte können auch durch Sublimation im Hochvakuum erhalten werden.

Ausbeuten und physikalische Eigenschaften der Farbstoffe siehe Tab. 2.

**Bestimmung der Photostabilitäten von 1:** Zur Erzielung einer genügend hohen Strahlungsdichte im sichtbaren Bereich des Spektrums wird das Licht der Natrium-, Indium- und Thallium-Entladungslampe HQI-T 2000 W/N der Fa. Osram mit Hilfe eines linearen Ellipsenspiegels (Halbachsen:  $a = 30$ ,  $b = 25.95$  cm, lineare Exzentrizität  $e = 15$  cm, Länge  $l$  in Richtung der Halbachse  $a$ : 41.7 cm) auf eine Fläche von ca.  $2 \times 40$  cm fokussiert. In der Brennebene dieser Anordnung wird in einem thermostatisierbaren Küvettenhalter die zu untersuchende Farbstofflösung mit  $E_{\lambda_{\text{max}}} = 1.0$  in Glasküvetten von 1 cm Schichtdicke unter Zutritt von Luft bestrahlt. Zu genau definierten Zeiten wird die Bestrahlung unterbrochen und die Restkonzentration an Farbstoff UV/VIS-spektroskopisch bestimmt (über ca.  $2 \frac{1}{2}$  Halbwertszeiten). Die Geschwindigkeitskonstanten der Photobleichreaktionen werden wie üblich aus den Extinktionswerten berechnet. Die Photobleichreaktion erfolgt bis über 2 Halbwertszeiten streng nach 1. Ordnung (Korrelationskoeffizient  $> 0.999$  bei 10 Meßwerten). Die Endextinktion der Lösung ist bei fast allen Farbstoffen nach 10–15 Halbwertszeiten verschwindend gering.

Tab. 2. Ausbeuten, physikalische Daten und Elementaranalysen der Perylenfarbstoffe 1

Nr. a)	Darstellung <sup>b)</sup>	Ausb. c) (%)	$R_F^{d,e)}$	Summenformel (Molmasse)	Elementaranalyse			Lit.
					C	H	N	
R 1	A	98	0.50	$C_{36}H_{18}N_2O_4$ (542.6)	Ber. 79.70 Gef. 79.79	3.34 3.45	5.16 4.85	14)
R 2	A	78	0.13	$C_{40}H_{26}N_2O_4$ (598.7)	Ber. 80.25 Gef. 80.33	4.38 4.43	4.68 4.75	10)
R 3	A	98	0.47	$C_{40}H_{26}N_2O_4$ (598.7)	Ber. 80.25 Gef. 80.42	4.38 4.41	4.68 4.51	15)
R 4	A	67	0.25	$C_{32}H_{30}N_2O_4$ (626.7)	Ber. 80.49 Gef. 80.31	4.83 4.88	4.47 4.46	10)
R 5	A	71	0.17 u. 0.34	$C_{44}H_{34}N_2O_4$ (654.8)	Ber. 80.71 Gef. 80.57	5.23 5.30	4.28 4.06	—
R 6	A	98	0.17	$C_{44}H_{34}N_2O_4$ (654.8)	Ber. 80.71 Gef. 80.10	5.23 5.22	4.28 4.46	—
R 7	A	98	0.63	$C_{44}H_{34}N_2O_4$ (654.8)	Ber. 80.71 Gef. 80.59	5.23 5.15	4.28 4.08	—
R 8	A	65 <sup>f)</sup>	0.24	$C_{52}H_{50}N_2O_4$ (767.0)	Ber. 81.43 Gef. 81.39	6.57 6.52	3.65 3.81	—
R 9	A	65 <sup>f)</sup>	0.52	$C_{52}H_{50}N_2O_4$ (767.0)	Ber. 81.43 Gef. 81.20	6.57 6.53	3.65 3.82	—
R 10	A	89	0.42	$C_{52}H_{50}N_2O_4$ (767.0)	Ber. 81.43 Gef. 81.62	6.57 6.66	3.65 3.97	—
R 11	A	84	0.52	$C_{52}H_{50}N_2O_4$ (767.0)	Ber. 81.43 Gef. 80.71	6.57 6.62	3.65 3.50	—
R 12	A	86	0.43	$C_{48}H_{42}N_2O_4$ (710.9)	Ber. 81.10 Gef. 80.84	5.96 6.21	3.94 3.90	—
R 13	A	42	0.49	$C_{54}H_{54}N_2O_4$ (795.0)	Ber. 81.58 Gef. 81.74	6.85 6.91	3.52 3.25	—
R 14	A	88	0.54	$C_{38}H_{16}F_6N_2O_4$ (678.6)	Ber. Gef.		4.13 4.12	—
R 15	A	83	0.67	$C_{38}H_{16}F_6N_2O_4$ (678.6)	Ber. 67.26 Gef. 67.29	2.38 2.63	4.13 4.37	18)
R 16	A	85	0.56	$C_{40}H_{14}F_{12}N_2O_4$ (814.5)	Ber. Gef.		3.44 3.47	—
R 17	A	85	0.44	$C_{38}H_{20}N_4O_8$ (660.6)	Ber. 69.09 Gef. 69.55	3.05 3.20	8.48 8.56	—
R 18	A	98	0.42	$C_{38}H_{20}N_4O_8$ (660.6)	Ber. 69.09 Gef. 68.62	3.05 3.41	8.48 8.44	—
R 19	A	97	0.24	$C_{36}H_{14}F_4N_2O_4$ (614.5)	Ber. 70.36 Gef. 69.30	2.30 2.38	4.56 4.99	—
R 20	A	98	0.48	$C_{36}H_{12}Br_6N_2O_4$ (1015.9)	Ber. 42.56 Gef. 42.99	1.19 1.20	2.76 2.97	Br 47.19 Br 46.64
R 21	A	95	0.39	$C_{40}H_{26}N_2O_6$ (630.7)	Ber. 76.18 Gef. 76.43	4.16 4.23	4.44 4.45	—
R 22	A	95	0.06	—	—			—
R 23	A	70	0.10	$C_{42}H_{32}N_4O_8S_2$ (784.9)	Ber. 64.27 Gef. 64.15	4.11 4.31	7.14 7.18	S 8.17 S 7.96
R 24	A	91	0.15	$C_{36}H_{20}N_4O_8S_2$ (700.7)	Ber. 61.71 Gef. 61.53	2.88 3.07	8.00 8.03	S 9.15 S 8.44
R 25	A	49	0.57	—	—			—
R 26	A	74	—	$C_{44}H_{36}N_4O_4$ (684.8)	Ber. 77.17 Gef. 77.38	5.30 5.18	8.18 8.00	—

Tab. 2 (Fortsetzung)

Nr. a)	Darstellung b)	Ausb. c) (%)	R <sub>F</sub> d, e)	Summenformel (Molmasse)	Elementaranalyse			Lit.
					C	H	N	
R 27	A	95	0.30	—	—			—
R 28	A	91	0.50	C <sub>34</sub> H <sub>26</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (526.6)	Ber. 77.55 Gef. 76.98	4.98 4.75	5.32 5.31	—
R 29	A	98	0.57	C <sub>36</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (554.7)	Ber. 77.96 Gef. 77.56	5.47 5.45	5.50 4.95	16)
R 30	A	94	0.59	C <sub>38</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (582.7)	Ber. 78.33 Gef. 78.35	5.88 5.71	4.81 4.59	—
R 31	A	98	0.70	—	—			—
R 32	A	97	0.73	C <sub>48</sub> H <sub>54</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (723.0)	Ber. 79.74 Gef. 79.56	7.53 7.50	3.97 4.05	—
R 33	A	68	0.56	C <sub>36</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (554.7)	Ber. 77.96 Gef. 78.12	5.45 5.33	5.05 5.35	—
R 34	A	91	0.01	C <sub>36</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (586.6)	Ber. 73.71 Gef. 73.83	5.15 4.67	4.77 5.15	—
R 35	A	96	0.81	C <sub>44</sub> H <sub>46</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (666.9)	Ber. 79.25 Gef. 79.36	6.95 6.92	4.20 4.65	—
R 36	B	55	0.57	C <sub>44</sub> H <sub>38</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (658.8)	Ber. 80.22 Gef. 79.16	5.81 5.36	4.25 4.10	—
R 37	A	75	0.63	C <sub>40</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (606.7)	Ber. 79.19 Gef. 78.40	5.65 5.49	4.62 4.34	—
R 38	A	88	0.57	C <sub>38</sub> H <sub>30</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (578.7)	Ber. 78.87 Gef. 78.33	5.23 5.42	4.84 5.04	—

a) Siehe Tab. 1. — b) Siehe Synthesevorschrift. — c) Isolierte Ausbeuten des Rohprodukts, Reinheit >95%. — d) R<sub>F</sub>-Wert bei Dünnschichtchromatographie: CHCl<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alox N/UV<sub>254</sub>, Fa. Macherey & Nagel). — e) Schmelzpunkte aller Farbstoffe >360°C. — f) Gemeinsame Ausbeute beider Atropisomere.

1) A. Rademacher, Dissertation, Univ. Freiburg 1981.

2) S. Märkle, Staatsexamensarbeit, Univ. Freiburg 1980.

3) H. Langhals, Nachr. Chem. Tech. **28**, 716 (1980).

4) A. Goetzberger und W. Greubel, Appl. Phys. **14**, 123 (1977).

5) R. L. Garvin, Rev. Sci. Instrum. **31**, 1010 (1960).

6) H. R. Schweizer, Künstliche Organische Farbstoffe und ihre Zwischenprodukte, S. 384, Springer-Verlag, Berlin 1964.

7) E. N. Abraham, Dyes and their Intermediates, 2. Aufl. Edward Arnold, London 1977.

8) H. Langhals, DE 3016 764 A1 vom 30. 4. 1980.

9) K. Peters, H. Langhals und G. Werner, Cryst. Struct. Commun. **10**, 713 (1981).

10) BASF AG (Erf. F. Graser) D. O. S. 2139688 (15. 2. 1973); D. O. S. 2210170 (6. 9. 1973) [Chem. Abstr. **78**, 137962v (1973); Chem. Abstr. **80**, 49261b (1974)].

11) A. Zastrow, Dissertation, Univ. Freiburg 1981.

12) H. Langhals, Ber. Bunsenges. Phys. Chem. **83**, 730 (1979).

13) G. Bott, L. D. Field und S. Sternhell, J. Am. Chem. Soc. **102**, 5618 (1980).

14) Sandoz AG, Brit. Pat. 901964 (25. 7. 1962) [Chem. Abstr. **58**, p1601b (1963)].

15) Mitsubishi Chemical Industries, Japan. Kokai 7607025 (21. 1. 1976) [Chem. Abstr. **84**, p166251s (1976)].

16) Hoechst AG (Erf. G. Geissler und H. Remy), D. B. P. 1130099 (24. 10. 1959) [Chem. Abstr. **57**, p11346e (1962)].

17) BASF AG (Erf. F. Graser), D. O. S. 2147024 (29. 3. 1973) [Chem. Abstr. **79**, p6781h (1973)].

18) Nippon Kayaku Co. (Erf. M. Yamada), Japan. Kokai 7637918 (30. 3. 1976) [Chem. Abstr. **85**, p34646k (1976)].

19) Geigy, Franz. P. 1580683 [Chem. Abstr. **73**, 100057h (1970)].

20) G. Pawlowski und M. Hanack, Synthesis **1980**, 287.

[434/81]