

und ähnlicher Verbindungen notwendig. Kinetische Studien an  $\text{ClH}_2\text{SiONMe}_2$ , das wir ebenfalls hergestellt haben, sollten Aufschluß darüber geben, wie sehr die Aufweitung der Koordinationsphäre am Siliciumatom beschleunigend auf nucleophile Substitutionsreaktionen wirkt.

### Experimentelles

Alle NMR-Spektren wurden bei 21 °C von  $\text{C}_6\text{D}_6$ -Lösungen aufgenommen.

$\text{H}_2\text{SiONMe}_2$ : Zu einer Lösung von 1.7 g  $\text{HONMe}_2$  (28 mmol) in 50 mL Pentan werden bei 0 °C 1.8 g *n*-Butyllithium (28 mmol, 1.8 M in Hexan) tropfenweise zugegeben, dann wird 1 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach Abkondensieren der Lösungsmittel werden bei –196 °C ca. 5 mL Dimethylether und anschließend 3.1 g Bromsilan (28 mmol) einkondensiert. Die Reaktionsmischung wird langsam auf –30 °C gebracht und 2 h gerührt. Die flüchtigen Produkte werden mit dem Lösungsmittel abkondensiert, und  $\text{H}_2\text{SiONMe}_2$  wird durch fraktionierende Kondensation durch mehrere Kühlfallen (–50, –78, –100, –196 °C) bei –78 °C aus dem Gasstrom ausgefroren.  $^1\text{H-NMR}$ :  $\delta = 2.32$  (s, 6 H;  $\text{H}_3\text{C}$ ), 4.58 (s, 3 H;  $\text{H}_2\text{Si}$ );  $^{13}\text{C-NMR}$ :  $\delta = 49.1$  (qq,  $^1\text{J}(\text{C},\text{H}) = 135.4$  Hz,  $^3\text{J}(\text{C},\text{H}) = 5.4$  Hz;  $\text{CH}_3$ );  $^{15}\text{N}[^1\text{H}]\text{-NMR}$  (DEPT):  $\delta = -234.0$  (s);  $^{17}\text{O}[^1\text{H}]\text{-NMR}$ :  $\delta = 112.1$  (s);  $^{29}\text{Si-NMR}$  (DEPT):  $\delta = -49.5$  (q,  $^1\text{J}(\text{Si},\text{H}) = 219.3$  Hz); IR (Gas):  $\nu = 2177 \text{ cm}^{-1}$  (s),  $\nu(\text{SiH})$ .

$\text{H}_2\text{Si(ONMe}_2)_2$ : 6.9 g  $\text{HONMe}_2$  (0.11 mol) werden in 25 mL Diethylether vorgelegt, bei 0 °C werden 2.5 g Methylolithium (0.11 mol, 1.60 M Lösung in Diethylether) tropfenweise zugegeben, dann wird 1 h bei Raumtemperatur gerührt. Auf die Suspension werden bei –196 °C 5.7 g Dichlorsilan (56 mmol) kondensiert, und bei –78 °C wird 1 h gerührt. Nach Erwärmung auf Raumtemperatur kondensiert man die flüchtigen Komponenten vom Salz ab. Durch fraktionierende Kondensation (–35, –35, –78, –196 °C) werden 4.2 g  $\text{H}_2\text{Si(ONMe}_2)_2$  (50 %) als luftempfindliche, farblose Flüssigkeit (Schmp.: 0 °C) isoliert (–35 °C-C-Falle).  $^1\text{H-NMR}$ :  $\delta = 2.42$  (s, 12 H;  $\text{H}_3\text{C}$ ), 4.70 (s, 2 H;  $\text{H}_2\text{Si}$ );  $^{13}\text{C-NMR}$ :  $\delta = 49.7$  (qq,  $^1\text{J}(\text{C},\text{H}) = 135.4$  Hz,  $^3\text{J}(\text{C},\text{H}) = 5.4$  Hz;  $\text{CH}_3$ );  $^{15}\text{N}[^1\text{H}]\text{-NMR}$  (DEPT):  $\delta = -249.2$  (s);  $^{17}\text{O}[^1\text{H}]\text{-NMR}$ :  $\delta = 141.1$  (s);  $^{29}\text{Si-NMR}$  (DEPT):  $\delta = -49.8$  (t,  $^1\text{J}(\text{Si},\text{H}) = 256.2$  Hz); IR (Gas):  $\nu = 2193 \text{ cm}^{-1}$  (s),  $\nu(\text{SiH})$ ; MS (Cl):  $m/z = 149$  [ $\text{M}^+ - 1$ ].

Eingegangen am 16. Juni 1997 [Z10547]

**Stichwörter:** Donor-Acceptor-Bindungen • Hydride • Hydroxylamine • Silicium • Strukturaufklärung

- [1] N. W. Mitzel, A. J. Blake, D. W. H. Rankin, *J. Am. Chem. Soc.* **1997**, *119*, 4143–4148.
- [2] a) J. Patzke, E. Wohlfarth, *Chem.-Ztg.* **1973**, *97*, 176–180; b) H. Lücke, *Adhesion* **1968**, *12*, 353–365.
- [3] M. G. Voronkov, E. A. Maletina, V. K. Roman, *Heterosiloxanes: Derivatives of Nitrogen and Phosphorus*, Vol. 2, Harwood Academic Publishers, Chur, Schweiz, 1991.
- [4] Y. Hamada, S. Mori, *Proc. 29th Organosilicon Symp.*, Evanston, USA, 1996.
- [5] Röntgenstrukturanalysen. a) Allgemeines: Enraf-Nonius-Turbo-CAD4-Diffraktometer,  $\text{MoK}_{\alpha}$ -Strahlung, Graphitmonochromator,  $\omega/\theta$ -Scans. Strukturlösung: Direkte Methoden mit SHELXTL-PC[11]. Alle Nichtwasserstoffatome wurden mit anisotropen thermischen Verschiebungsparametern verfeinert, alle Wasserstoffatome wurden lokalisiert und mit isotropen thermischen Verschiebungsparametern verfeinert (SHELXL-93[12]). Die kristallographischen Daten (ohne Strukturfaktoren) der in dieser Veröffentlichung beschriebenen Strukturen wurden als „supplementary publication no. CCDC-100491“ beim Cambridge Crystallographic Data Centre hinterlegt. Kopien der Daten können kostenlos bei folgender Adresse in Großbritannien angefordert werden: The Director, CCDC, 12 Union Road, Cambridge CB2 1EZ (Telefax: Int. + 1223/336-033; E-mail: deposit@chemcrys.cam.ac.uk). b)  $\text{H}_2\text{SiONMe}_2$ : Orthorhombisch, Raumgruppe *Pnma*,  $Z = 4$ ,  $a = 8.134(1)$ ,  $b = 7.025(1)$ ,  $c = 9.690(1)$  Å,  $V = 553.70(12)$  Å $^3$  bei 133 K.  $2\theta_{\max} = 72^\circ$ , 1365 unabhängige Reflexe ( $R_{\text{int}} = 0.008$ ), davon 1151 mit  $F_o > 4\sigma(F_o)$ . 48 varierte Parameter,  $R(F)$  (beob.) = 0.033,  $wR(F^2) = 0.097$ , max./min. Restelektronendichte 0.46/–0.56 e Å $^{-3}$ . c)  $\text{H}_2\text{Si(ONMe}_2)_2$ : Monoklin, Raumgruppe *C2/c*,  $Z = 8$ ,  $a = 21.453(1)$ ,  $b = 6.799(1)$ ,  $c = 12.609(1)$  Å,  $V = 1761.9(3)$  Å $^3$  bei 223 K.  $2\theta_{\max} = 52^\circ$ , 1717 unabhängige Reflexe ( $R_{\text{int}} = 0.031$ ), davon 1451 mit  $F_o > 4\sigma(F_o)$ . Extinktionskorrektur (Extinktionsparameter[12] zu 0.027(2) verfeinert), 139 varierte Parameter,  $R(F)$  (beob.) = 0.035,  $wR(F^2) = 0.105$ , max./min. Restelektronendichte 0.36 und –0.39 e Å $^{-3}$ .
- [6] J. Emsley, *The Elements*, Clarendon, Oxford, 1989.
- [7] M. J. Barrow, E. A. V. Ebsworth, M. M. Harding, *Acta Crystallogr. Sect. B* **1979**, *35*, 2093–2099.

- [8] A. J. Blake, M. Dyrbush, E. A. V. Ebsworth, S. G. D. Henderson, *Acta Crystallogr. Sect. C* **1988**, *44*, 1–3.
- [9] N. W. Mitzel, E. Breuning, A. J. Blake, H. E. Robertson, B. A. Smart, D. W. H. Rankin, *J. Am. Chem. Soc.* **1996**, *118*, 2664–2668.
- [10] Die Rechnungen wurden ausgeführt mit Standardmethoden, die in Gaussian 94 implementiert sind: M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, P. M. W. Gill, B. G. Johnson, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, T. Keith, G. A. Petersson, J. A. Montgomery, K. Raghavachari, M. A. Al-Laham, V. G. Zakrzewski, J. V. Ortiz, J. B. Foresman, J. Cioslowski, B. B. Stefanov, A. Nanayakkara, M. Challacombe, C. Y. Peng, P. Y. Ayala, W. Chen, M. W. Wong, J. L. Andres, E. S. Replogle, R. Gomperts, R. L. Martin, D. J. Fox, J. S. Binkley, D. J. Defrees, J. Baker, J. P. Stewart, M. Head-Gordon, C. Gonzalez, J. A. Pople, Gaussian 94, Revision C.2, Gaussian, Pittsburgh (PA), USA, 1995.
- [11] G. M. Sheldrick, SHELXTL/PC, Version 5.03, Siemens Analytical X-Ray Instrumentation, Madison (WI), USA, 1995.
- [12] G. M. Sheldrick, SHELX93, Universität Göttingen, 1993.

### Eine neue Technik zum Aufbau dünner, definierter Multischichtfilme\*\*

André Laschewsky,\* Bernd Mayer, Erik Wischerhoff, Xavier Arys, Alain Jonas, Martti Kauranen und André Persoons

Zur Herstellung ultradünner Multischichtfilme durch Selbstorganisation werden derzeit hauptsächlich drei Techniken verwendet: die Langmuir-Blodgett-Technik,<sup>[1]</sup> die chemische Selbstorganisation mit schrittweiser Aktivierung der Oberfläche<sup>[1,2]</sup> und die abwechselnde Physisorption entgegengesetzt geladener Polyelektryolyte.<sup>[3]</sup> Alle diese Techniken haben ihre Vor- und Nachteile.<sup>[4]</sup> Wir haben kürzlich ein neues Verfahren vorgestellt, das Merkmale der „klassischen“ Methoden miteinander verbindet und so die Möglichkeit bietet, von deren Stärken zu profitieren und einige ihrer Nachteile zu vermeiden. Bei diesem Verfahren folgt der Physisorption eines reaktiven Polyions durch elektrostatische Wechselwirkungen (ähnlich der Physisorption entgegengesetzt geladener Polyelektryolyte) eine chemische Aktivierung (ähnlich der chemischen Selbstorganisation) mit einem Reagens niedriger relativer Molekülmasse, um die Ladung an der Oberfläche umzukehren (*Coatings by Multiple Polyelectrolyte Adsorption/Surface Activation, CoMPAS*, Abb. 1).<sup>[5]</sup> Die Verwendung eines polymeren Adsorbats unterscheidet CoMPAS von den verwandten Techniken der schrittweisen Chemisorption/Aktivierung nach H. Katz et al.<sup>[6]</sup> oder der Chemisorption/Polymerisation nach T. Marks et al.<sup>[7]</sup> Der polymere Charakter des Adsorbats macht diese Methode weniger empfindlich gegen die Fortpflanzung von Defekten in höheren Schichten. Ferner erfordert CoMPAS nur eine minimale Geräteausstattung und ist relativ schnell (< 1 h pro Schicht).

[\*] Prof. A. Laschewsky, Dr. B. Mayer, Dr. E. Wischerhoff  
Département de Chimie, Université Catholique de Louvain  
1, Place Louis Pasteur, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgien)  
Telefax: Int. + 10/47-2836  
E-mail: laschewsky@cico.ucl.ac.be  
X. Arys, Prof. A. Jonas  
Département des Sciences des matériaux et des procédés  
Université Catholique de Louvain  
Dr. M. Kauranen, Prof. A. Persoons  
Departement Scheikunde, Katholieke Universiteit Leuven  
B-3001 Heverlee (Belgien)

[\*\*] Diese Arbeit wurde von der DG Recherche Scientifique der französischen Gemeinschaft von Belgien (Förder-Nr. 94/99-173) und vom belgischen Staat (Services du Premier Ministre – Services fédéraux des Affaires scientifiques, programme PAI4/11) finanziell unterstützt.

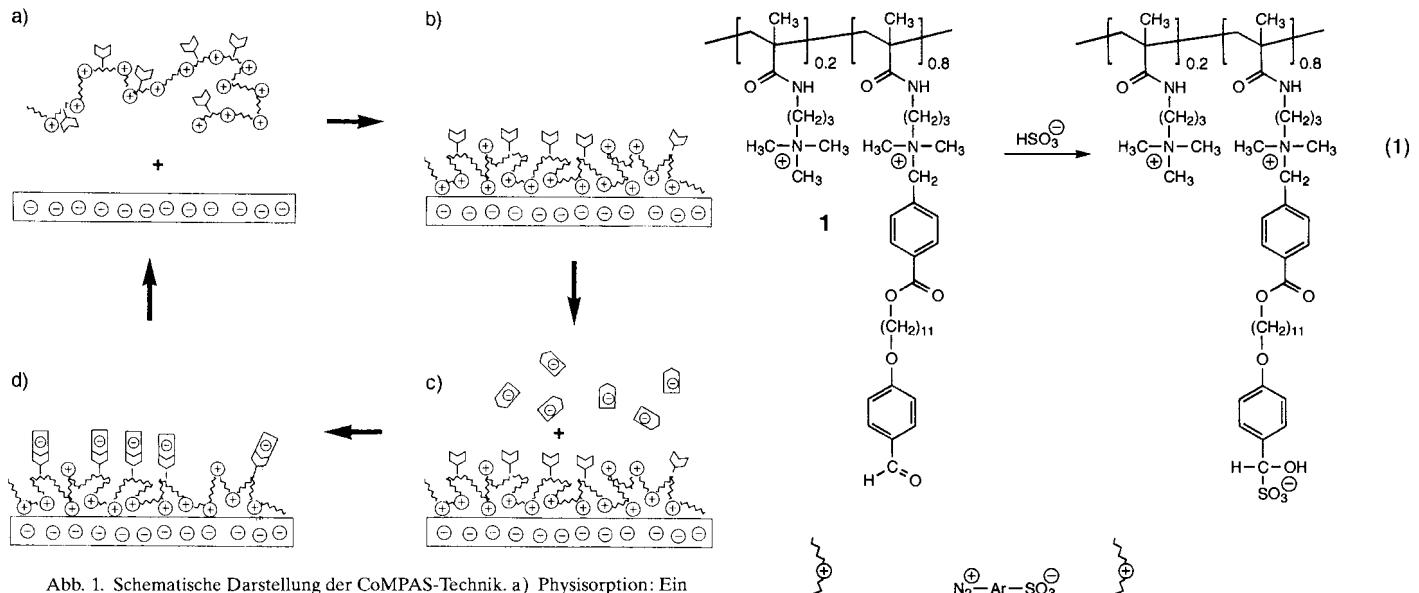


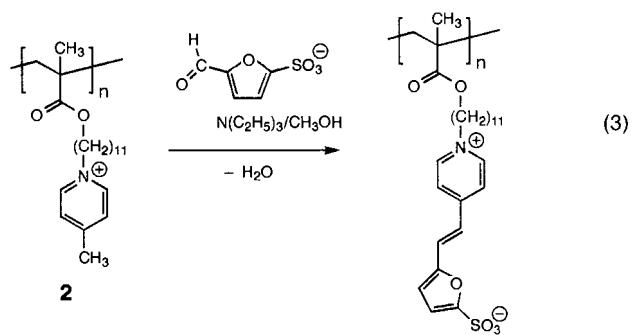
Abb. 1. Schematische Darstellung der CoMPAS-Technik. a) Physisorption: Ein Träger mit einer negativ geladenen Oberfläche wird in die Lösung eines Polymers mit reaktiven Gruppen getaut. b) Adsorption des Polymers; die reaktiven Gruppen reichern sich an der neuen Oberfläche an. c) Aktivierung: Der belegte Träger wird in die Lösung des negativ geladenen Reagens getaut. d) Nach der Grenzflächenreaktion ist die negative Oberflächenladung wiederhergestellt, und die Probe ist für den nächsten Cyclus bereit.

Die reaktiven Polymere müssen anscheinend neben den unabdingbaren ionischen und polaren reaktiven Gruppen auch Spacer-Gruppen zu deren Trennung enthalten.<sup>[8]</sup> Vermutlich ermöglichen die Spacer eine Anreicherung der reaktiven Gruppen an der Filmoberfläche, die nötig ist, um dort eine Ladungsumkehr zu erreichen.

Eine Reihe reaktiver Polyionen und Komplementär-Reagenzien mit niedriger relativer Molekulmasse erwies sich als brauchbar für CoMPAS. Unter Standardbedingungen<sup>[3,5]</sup> können Polykationen mit Aldehydfunktionen wie **1** durch das Bisulfit-Ion bei Raumtemperatur in Wasser aktiviert werden [Gl. (1)].<sup>[9]</sup> Unter ähnlich milden Bedingungen lassen sich Polykationen mit Anilinresten durch die Kupplung mit Diazonium-Ionen aktivieren, die einen negativ geladenen Substituenten enthalten [Gl. (2)].<sup>[9]</sup> Aber die wegen der elektrostatischen Wechselwirkungen hohe Stabilität und gute Haftung des Multischichtfilms ermöglichen auch eine Aktivierung unter drastischeren Bedingungen: Polymere mit  $\gamma$ -Picoliniumresten, z.B. **2**, können mit einem Aldehyd, der einen negativ geladenen Substituenten enthält, in Methanol unter Rückfluß kondensiert werden [Gl. (3)].<sup>[10]</sup>

Der Erfolg des Aktivierungsschritts lässt sich anhand charakteristischer Fragmente der Kupplungsprodukte im Sekundärionen-Massenspektrum<sup>[5]</sup> sowie durch UV/Vis-Spektroskopie nachweisen. Da die Systeme so gewählt wurden, daß der Aktivierungsschritt die Elektronenspektren der Filme ändert, sind die chemische Reaktion und das schichtweise Wachstum leicht zu verfolgen (vgl. Abb. 2). Die Kondensation von Picoliniumsalzen mit Aldehyden und die Azokupplung führen zudem zu starken Chromophoren, so daß anhand der Farbentwicklung während der Reaktion die makroskopische Homogenität der Filme beurteilt werden kann. Dies bereitet bei der Analyse dünner Filme oftmals Schwierigkeiten. In der Tat sind die erhaltenen Multischichtfilme für das bloße Auge und im Licht-Mikroskop homogen.

Während der Erfolg von CoMPAS bei reaktiven Polykationen mit Aldehyd- oder Picoliniumresten stark von den



speziellen Systemen abhängt, wurden mit Polykationen, die Anilinreste tragen und durch Azokupplung aktiviert wurden, im allgemeinen gute Ergebnisse erhalten. Der Anilinrest kann sich – bei unterschiedlichen Gehalten an hydrophoben Gruppen – sowohl in Seitenketten (**3–5**) als auch in der Hauptkette (**6, 7**) befinden. Ebenso ließ sich für den Aktivierungsschritt eine Vielzahl von Diazoniumsalzen verwenden, darunter auch so voluminöse wie **9** und **10**.

Die UV/Vis-spektroskopischen Untersuchungen an Multischichtfilmen seien beispielhaft für das Polykation **2**, das durch 5-Formyl-2-furansulfinsäure aktiviert wurde [Gl. (3)], und für die Polykationen **4** und **6**, die durch das Diazoniumsalz **8** aktiviert wurden, besprochen. Die Auftragungen der Absorption gegen die Zahl der Abscheidecyclen sind linear und sprechen für eine regelmäßige und reproduzierbare Selbstorganisation (Abb. 2).

Um die Qualität der Filme eindeutig zu beurteilen, sind jedoch mehrere Analysetechniken notwendig. Während die UV/Vis-Spektroskopie bei den mit **8** aktivierten Polymeren **4** und **6** auf eine regelmäßige Zunahme an abgeschiedenem Material hinweist, ergibt die Röntgenreflektivität, daß die durchschnittliche Dicke der aus **4** hergestellten Schichten nur 0.6 nm beträgt. Ebenso nimmt die Film-Rauhigkeit mit fortschreitendem Wachstum zu, was inkohärente Schichten

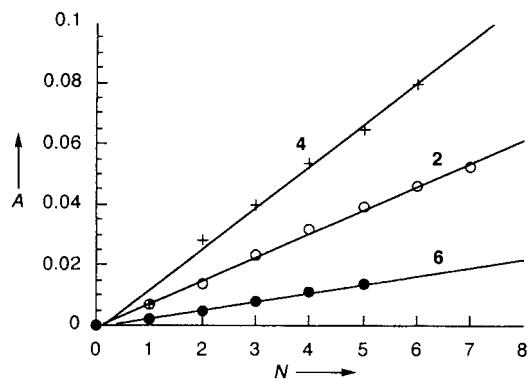
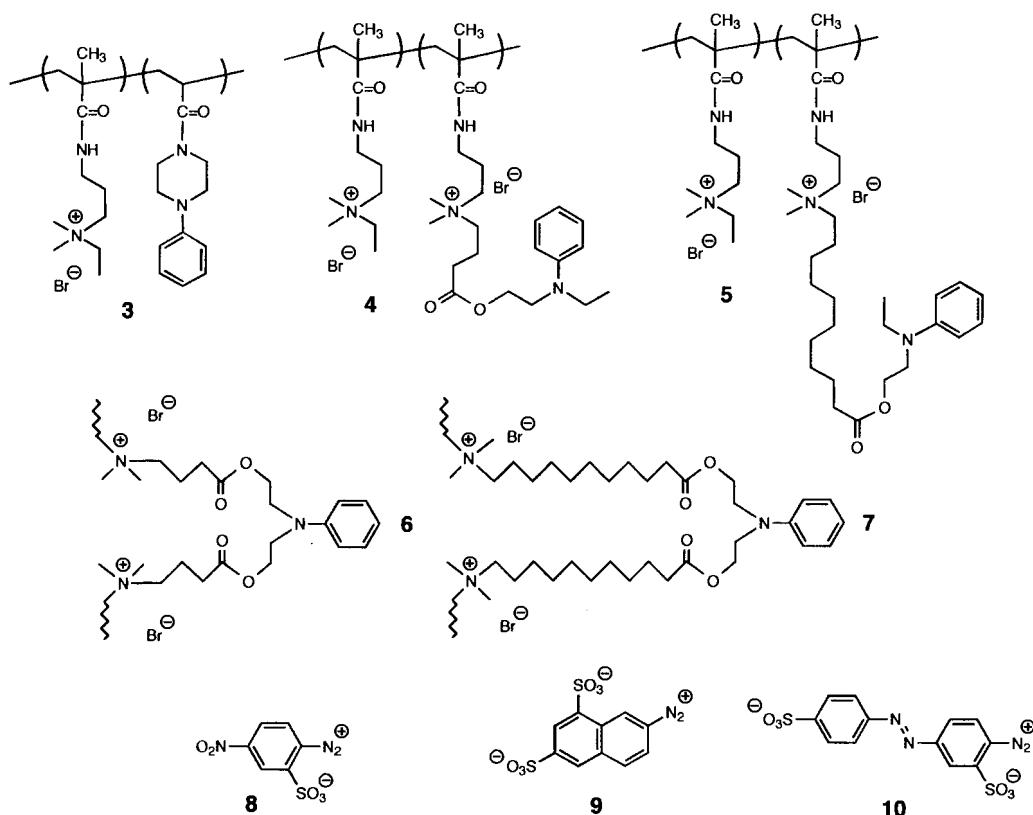


Abb. 2. Auftragung der Absorption  $A$  gegen die Zahl  $N$  der Abscheidecyclen für das mit 5-Formyl-2-furansulfinsäure aktivierte Polymer **2** ( $\lambda_{\max} = 385 \text{ nm}$ ) und für die mit dem Diazoniumsalz **8** aktivierten Polymere **4** ( $\lambda_{\max} = 498 \text{ nm}$ ) und **6** ( $\lambda_{\max} = 450 \text{ nm}$ ). Die Geraden geben die besten linearen Anpassungen wieder.

nahelegt. Im Gegensatz dazu werden mit dem Polykation **6** ziemlich glatte Filme mit einer durchschnittlichen Dicke von 1.32 nm pro Schicht erhalten (Abb. 3).

Der Erfolg der CoMPAS-Technik impliziert eine nichtzentrosymmetrische Filmstruktur. Deshalb könnten mit ihrer funktionellen nichtzentrosymmetrische Filme zugänglich sein, die bekanntlich schwer herzustellen sind. Eine nichtzentrosymmetrische Orientierung der Chromophore – ähnlich der erzwungenen nichtzentrosymmetrischen Orientierung von Chromophoren in selbstorganisierten Multischichtfilmen<sup>[6,7]</sup> – erfolgt während des Abscheidens zwar nicht zwangsläufig, sollte aber möglich sein. Da die Aktivierung der Anilinreste tragenden Polykationen und der polymeren Picoliniumsalze zu Chromophoren mit starken nichtlinearen optischen Eigen-

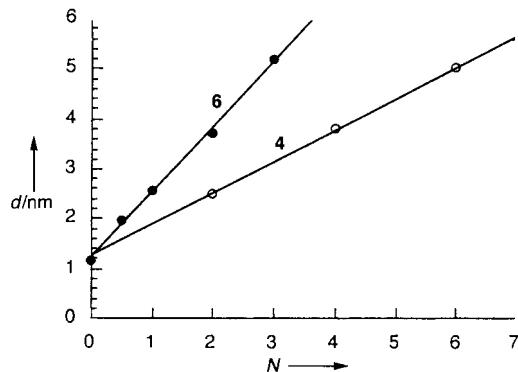


Abb. 3. Abhängigkeit der aus der Röntgenreflektivität abgeleiteten Dicke  $d$  von der Zahl  $N$  der Abscheidecyclen für Schichten, die aus den mit 8 aktivierten Polykationen **4** und **6** erzeugt wurden. Der Offset bei Null ist auf ein Primarschichtenpaar aus Poly(ethylenimin)/Poly(vinylsulfat) rückzuführen. Die Geraden geben die besten Anpassungen an die Daten wieder.

schaften führt, wurden diese Filme mittels Erzeugung der zweiten Harmonischen (second harmonic generation, SHG) untersucht.

Bei Beschichtungen aus dem mit 5-Formyl-2-furansulfonsäure aktivierten Picoliniumsalz **2** wurde kein SHG-Signal beobachtet. Möglicherweise führen die recht hohen Temperaturen während der Aktivierungsreaktion zu einer regellosen Anordnung der Chromophore. Im Gegensatz dazu zeigten die Multischichtfilme aus den mit **8** aktivierten Polykationen **4** und **7** eine merkliche SHG-Aktivität, wobei die Signalintensität mit der Zahl der Schichten zunimmt (Abb. 4). Dies belegt eine nichtzentrosymmetrische Orientierung der Chromophore nicht nur in der ersten, sondern auch in den folgenden Schichten. Allerdings nimmt die

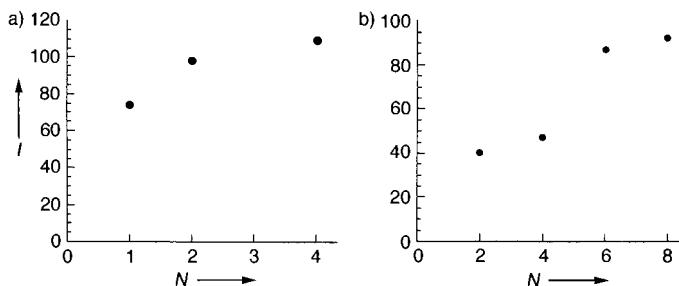


Abb. 4. Intensität  $I$  der zweiten Harmonischen (in willkürlichen Einheiten) in Abhängigkeit von der Zahl  $N$  der Abscheidecyclen a) für das mit **8** aktivierte Polykation **4**, b) für das mit **8** aktivierte Polykation **7**.

Intensität nicht quadratisch zu, wie man es für Multischichtfilme mit der gleichen Orientierung in jeder Schicht erwartet. Deshalb muß der Orientierungsgrad höherer Schichten geringer sein, obwohl der nichtzentrosymmetrische Charakter bestehen bleibt.

Die Methoden zur Erzeugung dünner, definierter Multischichtfilme werden durch die hier vorgestellte CoMPAS-Technik erweitert. Ein besonders interessantes Merkmal ist der mögliche Zugang zu nichtzentrosymmetrischen Filmen. Allerdings bleibt das Problem der reproduzierbaren Orientierung der Chromophore mit fortschreitendem Filmwachstum noch zu lösen.

Eingegangen am 23. Juni 1997 [Z10584]

**Stichwörter:** Dünne Filme · Nichtlineare Optik · Oberflächenchemie · Polyelektrolyte · Selbstorganisation

- [1] A. Ulman, *An Introduction to Ultrathin Organic Films*, Academic Press, Boston, 1991.
- [2] L. Netzer, J. Sagiv, *J. Am. Chem. Soc.* **1983**, *105*, 674.
- [3] G. Decher, J.-D. Hong, J. Schmitt, *Thin Solid Films* **1992**, *210/211*, 831.
- [4] A. Laschewsky, *Eur. Chem. Chron.* **1997**, *2*, 13.
- [5] A. Laschewsky, B. Mayer, E. Wischerhoff, X. Ary, A. Jonas, *Thin Solid Films* **1996**, *284/285*, 334.
- [6] H. E. Katz, G. Scheller, T. M. Putvinsky, M. L. Schilling, W. L. Wilson, C. E. D. Chidsey, *Science* **1991**, *254*, 1485.
- [7] Wenbin Lin, Weiping Lin, G. K. Wong, T. J. Marks, *J. Am. Chem. Soc.* **1996**, *118*, 8034.
- [8] So konnte mit einem Analogon von **2**, das nur einen Ethylen-Spacer enthielt, kein Multischichtwachstum durch CoMPAS erreicht werden.
- [9] *Organikum*, 16. Auflage., VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1986, S. 329 und 549.
- [10] A. P. Phillips, *J. Org. Chem.* **1949**, *14*, 302.

## Polykationische Dendrimere\*\*

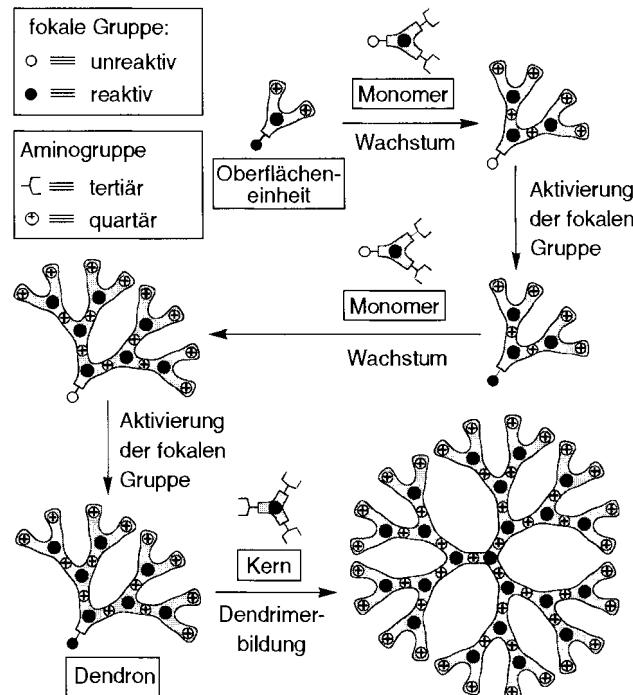
Peter R. Ashton, Kazusato Shibata, Andrew N. Shipway und J. Fraser Stoddart\*

Professor Achim Müller zum 60. Geburtstag gewidmet

Dendritische Moleküle<sup>[1]</sup> mit mehreren kationischen Zentren sind – anders als ihre polyanionischen Pendants<sup>[2]</sup> – nach wie vor selten.<sup>[3]</sup> Zwar wurde die katalytische Aktivität eines Dendrimers mit quartären Ammoniumzentren auf der Oberfläche untersucht,<sup>[4]</sup> und über eine Reihe von Dendrimeren wurde berichtet, deren Zentraleinheiten und Verzweigungsstellen aus Ammonium-<sup>[5]</sup> oder Phosphoniumgruppen<sup>[6]</sup> bestehen. Allerdings dürfte die Erforschung potentieller Einsatzmöglichkeiten in diesen Fällen durch die niedrigen Syntheseausbeuten behindert werden.

Unser Interesse gilt der Schaffung dendritischer Mikroumgebungen, in denen vielfältige chemische Reaktionen ablaufen könnten.<sup>[7]</sup> Es ist nicht unwahrscheinlich, daß lipophile Dendrimere mit verstreuten positiven Ladungen auf den Oberflächen vorhandener Hohlräume gleichzeitig sowohl reaktive Nucleophile<sup>[8]</sup> als Gegenionen als auch organische Substrate binden könnten.<sup>[9]</sup>

Wir berichten hier über einen attraktiven und effizienten, konvergenten Zugang (Schema 1) zu polykationischen Den-



Schema 1. Schematische Darstellung des konvergenten Ansatzes zur Synthese der dritten Generation eines polykationischen Dendrimers mit quartären Ammoniumgruppen als Verknüpfungen.

[\*] Prof. J. F. Stoddart

Department of Chemistry and Biochemistry  
University of California at Los Angeles  
405 Hilgard Avenue, Los Angeles, CA90095 (USA)  
Telefax: Int. + 310/206-1843  
E-mail: stoddart@chem.ucla.edu

P. R. Ashton, Dr. K. Shibata, Dr. A. N. Shipway  
School of Chemistry, University of Birmingham  
Edgbaston, Birmingham B15 2TT (Großbritannien)  
Telefax: Int. + 121/414-3531

[\*\*] Diese Arbeit wurde vom britischen Engineering and Physical Sciences Research Council gefördert.