

BestMasters

Sonja Dieterich

# Struktur und Elektrooptik nanosegregrierender Flüssigkristalle

Das Langevin-Modell  
für silanterminierte Mesogene



Springer Spektrum

---

# BestMasters

Mit „BestMasters“ zeichnet Springer die besten Masterarbeiten aus, die an renommierten Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden sind. Die mit Höchstnote ausgezeichneten Arbeiten wurden durch Gutachter zur Veröffentlichung empfohlen und behandeln aktuelle Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Naturwissenschaften, Psychologie, Technik und Wirtschaftswissenschaften.

Die Reihe wendet sich an Praktiker und Wissenschaftler gleichermaßen und soll insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlern Orientierung geben.

---

Sonja Dieterich

# Struktur und Elektrooptik nanosegregrierender Flüssigkristalle

Das Langevin-Modell  
für silanterminierte Mesogene

 Springer Spektrum

Sonja Dieterich  
Stuttgart, Deutschland

BestMasters

ISBN 978-3-658-17761-4

ISBN 978-3-658-17762-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-17762-1

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

## Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Giebelmann für die Überlassung dieses interessanten Themas bedanken. Weiterhin für die Möglichkeit diese Masterarbeit mit einem Forschungsaufenthalt in Boulder zu verknüpfen und für die Unterstützung der Umsetzung dieses Forschungsaufenthalt.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Maclennan für die herzliche Aufnahme in Boulder und die erhaltene Unterstützung bedanken. Auch einen herzlichen Dank an Prof. Dr. Clark und Prof. Dr. Glaser für die freundliche Aufnahme in ihrer Arbeitsgruppe.

Großer Dank geht an Michael Tuchband, der mir die Technik der FFTEM beigebracht hat und an Mark Moran für viele hilfreiche Diskussionen, sowie die Überlassung von **W705**.

Weiterhin möchte ich mich bei Yongqiang Shen bedanken, der mir die Grundlagen des *Langevin*-Modells erläutert hat, sowie an Cheol Park für die Hilfe bei der Suche nach einem geeigneten Dotierstoff, bei Youngwoo für die Hilfe bei der Bestimmung der Leerzelldicke, bei Art Klitnick für die Hilfe bei technischen Problemen.

Dank geht ebenso an Carsten Müller und Andreas Bogner für viele hilfreiche Diskussionen zum de Vries-Verhalten.

Vielen Dank an Nadia Kapernaum, Carsten Müller, Iris Wurzbach, Clarissa Dietrich und Marc Harjung für das sorgfältige Korrekturlesen.

Weiterhin geht ein großer Dank an alle Mitglieder der Arbeitsgruppe des LCMRC in Boulder und der Arbeitsgruppe in Stuttgart für die angenehme Arbeitsatmosphäre und die vielen Hilfestellungen.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Eltern, meiner Familie und meinen Freunden für den Rückhalt und die Unterstützung während meines Studiums bedanken.

Sonja Dieterich

# Inhaltsverzeichnis

**Danksagung..... V**

**Abkürzungsverzeichnis..... IX**

**1 Einleitung ..... 1**

1.1 Die flüssigkristallinen Phasen..... 1

1.2 Doppelbrechung..... 4

1.3 Eigenschaften chiraler smektischer Phasen ..... 5

1.4 Flüssigkristalle vom de Vries-Typ..... 8

1.4.1 *Das Langevin-Modell*..... 14

**2 Aufgabenstellung..... 19**

**3 Experimentelle Methoden und Substanzen ..... 21**

3.1 Untersuchte Substanzen..... 21

3.2 Molecular Modelling ..... 23

3.3 Polarisationsmikroskopie..... 23

3.4 Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS)..... 24

3.5 Elektrooptische Messungen ..... 26

3.5.1 *Bestimmung der Leerzelldicke von SSFLC-Zellen* ..... 26

3.5.2 *Optische Bestimmung des Tiltwinkels am Polarisationsmikroskop* . 28

3.5.3 *Optische Bestimmung der Doppelbrechung am Polarisationsmikroskop* ..... 29

**4 Auswertung und Diskussion..... 33**

4.1 Charakterisierung der Phasen und Phasensequenz..... 33

4.2 Röntgenographische Strukturuntersuchungen zur smektischen Schichtdicke ..... 35

4.3 Elektrooptische Untersuchungen zur Kopplung von Tiltwinkel und Doppelbrechung ..... 39

4.3.1 *Die Auswertung mit dem Langevin-Modell*..... 39

4.3.2 *Ergebnisse für W705* ..... 41

4.3.3 *Ergebnisse für TriSi-5PhP-C6, TriSi-5PhP-C5 und DiSi-5PhP-C5* 45

4.3.4 *Fazit* ..... 60

<b>5 Freeze-Fracture Transmissionselektronenmikroskopie.....</b>	<b>63</b>
5.1 Das experimentelle Vorgehen bei der FFTEM .....	63
5.2 Zielsetzung.....	64
5.3 Untersuchte Materialien.....	66
5.4 Ergebnisse und Diskussion .....	67
<b>6 Zusammenfassung.....</b>	<b>75</b>
<b>7 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>79</b>

## Abkürzungsverzeichnis

CCD	charge couple device
DSC	Differential Scanning Calorimetry
FFT	Fast-Fouriertransformation
FFTEM	Freeze-Fracture Transmissionselektronenmikroskopie
ITO	indium tin oxide
LCD	liquid crystal display
LCMRC	Liquid Crystal Materials Research Center
ODF	orientational distribution function
SAXS	small angle X-ray scattering
SmA	smektische A-Phase
SmA*	chirale smektische A-Phase
SmC	smektische C-Phase
SmC*	chirale smektische C-Phase
SSFLC	surface-stabilized ferroelectric liquid crystal