

Untersuchungen der Ferroelektrizität und Struktur freistehender smektischer Flüssigkristall-Filme

von Peter Fortmeier

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Experimente zur spontanen Polarisierung und zum Schaltverhalten an freistehenden Filmen flüssigkristalliner Substanzen durchgeführt. Diese Messungen erfolgten in Abhängigkeit von Temperatur, Zeit und Schichtzahl.

Darüber hinaus wurden freistehende Filme des Flüssigkristalls C7 mit NEXAFS-Spektroskopie untersucht, um direkte Informationen über die Oberflächenstruktur freistehender Filme zu bekommen.

Folgende experimentelle Ergebnisse wurden erhalten:

- I. In dicken Filmen ($N > 100$) entspricht die spontane Polarisierung dem Wert, wie er in Zellen gemessen wurde. Dieser Wert ist in diesem Bereich unabhängig von der Filmdicke. Nimmt jedoch die Zahl der Schichten im Film ab, dann steigt der Wert der spontanen Polarisierung stark an.

Dieser Effekt kann prinzipiell durch zwei Modelle erklärt werden:

1. Es wurde theoretisch vorausgesagt, daß die Dipol-Dipol-Wechselwirkungen beim Übergang von einem dreidimensionalen zu einem zweidimensionalen System die thermischen Fluktuationen im Film unterdrücken. Dieser Effekt führt dann zu einer Erhöhung der polaren Ordnung in den Randschichten der Filme.
 2. Bedingt durch die Oberflächenspannung γ werden die thermischen Fluktuationen in den Randschichten unterdrückt. Dadurch ist die polare Ordnung in den Randschichten freistehender Filme höher als in den inneren Schichten. Die thermischen Fluktuationen und die Größenordnungen der Oberflächenspannungen in verschiedenen Systemen korrelieren miteinander, so daß γ als Ursache für diese Unterdrückung der Fluktuationen anzusehen ist.
- II. Es wurde zum ersten Mal antiferroelektrisches und ferroelektrisches Schalten in freistehenden Filmen untersucht. Es wurde ermittelt, daß die Schaltprozesse zeitabhängig sind, was auf Reorientierungsprozesse in den Oberflächenschichten zurückzuführen ist, die mit einer Änderung der Oberflächenspannung einhergehen.
 - III. Unter Verwendung von NEXAFS-Spektroskopie wurde zum ersten Mal ein Tiltwinkel direkt in der ersten Randschicht eines freistehenden Films gemessen, der sich in der smektischen A – Phase befand. Diese Messung basierte nicht auf Schlußfolgerungen aus Experimenten, die integral den ganzen Film umfassen wie z.B. Ellipsometrie, sondern es konnte ausschließlich die erste smektische Schicht untersucht werden. Da diese Untersuchungen im Hochvakuum vorgenommen wurden, ist eine Belegung der Filme durch Moleküle aus der Luft als Ursache für die Erhöhung der polaren Ordnung in den Randschichten auszuschließen.