

## Abstract

Stabile freistehende Filamente gehören zu den faszinierendsten Strukturen, die in der Natur von komplexen Flüssigkeiten gebildet werden. Diese Filamente können relativ einfach im Laboratorium erzeugt werden und eröffnen sehr vielfältige Möglichkeiten für die Erforschung der Physik von Systemen mit eingeschränkter Geometrie. Die Erforschung der Struktur und Eigenschaften solcher freistehender Flüssigkristallfilamente ist das Ziel dieser Arbeit. Die Bildung freistehender Filamente mit einem sehr hohen Aspektverhältnis (Verhältnis von Länge zu Durchmesser) ist eine Eigenart einiger geschichteter oder kolumnarer Flüssigkristallphasen. Es sei erwähnt, dass diese Eigenschaft in klarem Gegensatz zu dem Verhalten normaler Flüssigkeiten steht, bei denen eine zylindrische Brücke zwischen zwei festen Haltern gegenüber Radiuschwankungen nur solange stabil bleibt, wie ihr Aspektverhältnis kleiner als  $\pi$  ist (Rayleigh-Plateau-Instabilität). Das erreichbare Aspektverhältnis von freistehenden Filamenten, die aus gekrümmten (bent-core) Molekülen gebildet werden, kann 1000 überschreiten. In einigen nicht-newtonschen Flüssigkeiten sind die dynamischen Eigenschaften essentiell für die Filamentstabilität, nicht aber bei den hier verwendeten Materialien. Die Bildung stabiler Flüssigkristallfilamente aus bent-core Molekülen liegt weniger an dynamischen Faktoren als vielmehr in ihrer smektischen zylindrischen Schichtstruktur.

Die Existenz einer smektischen Schichtstruktur allein scheint aber nicht ausreichend für die Stabilität der Filamente zu sein. Eine weitere Bedingung dafür wurde von Jákli *et al.* (2003) vorgeschlagen und später von Bailey *et al.* (2007) theoretisch bestätigt. In ihrem Modell stabilisiert die flexoelektrische Polarisierung die Filamentstruktur. Dieses Modell wird auch durch unsere experimentellen Ergebnisse gestützt.

Diese Arbeit präsentiert die Resultate der Forschungen zur Struktur sowie zu den mechanischen und elektrischen Eigenschaften von freistehenden Flüssigkristallfilamenten aus gekrümmten Mesogenen, wie sie seit 1999 [Pelzl *et al.*, Link *et al.*] bekannt sind. Bis 2003 wurde lediglich ein Artikel über diese interessanten Strukturen [Jakli *et al.*] veröffentlicht, der Erkenntnisse zur Herstellung hoch geordneter Mikrostrukturen enthält. Polymerisation, Gelierung oder Kristallisation können genutzt werden, um die Mikrostruktur stabiler Stäbe mit kontrolliertem Durchmesser und interner Struktur herzustellen (z.B. elektromechanische Geräte, in denen das elektrische Feld eine mechanische Spannungen in der Größenordnung von 100kPa induziert). Erste Resultate dieser Arbeit zeigen die Charakterisierung der Filamentstruktur mit Hilfe der Rasterkraftmikroskopie und Röntgenfeinstrukturanalyse [Eremin *et al.* Phys.Rev.E 71,031705 (2005)], die später durch die Rasterelektronenmikroskopie [Nemeş *et al.* Phys.Chem.Chem.Phys. 8, 469 (2006)] bestätigt wurden. Die zylindrische Struktur der smektischen Schichten stabilisieren das Filament gegen die Rayleigh-Plateau Instabilität. Desweiteren konzentrieren sich die Studien auf die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Filamente [Nemeş *et al.* Mol.Cryst.Liq.Cryst 449, 177 (2006)]. Hier werden freie Schwingungen der Filamente aus einem angeregten Zustand heraus in den ausgeglichenen Zustand hinein beschrieben [Stannarius *et al.* Phys.Rev.E 72, 020702(R)(2005)].