

Alfred Saupe

Order in Fluids



Geboren 1925 in Badenweiler. Studium der Physik in Freiburg. Promotion 1958, Habilitation 1967 in Physikalischer Chemie in Freiburg. Gastprofessur am Liquid Crystal Institute in Kent, Ohio, 1968-1970; seit 1970 Professor für Physik in Kent. Hauptforschungsgebiete: Physik der Flüssigkristalle, Kernresonanzspektroskopie an orientierten Molekülen, auch Mizellare Lösungen. Adresse: Liquid Crystal Institute, Kent State University, Kent, OH 44242, USA.

Während meines Aufenthaltes habe ich an verschiedenen Problemen gearbeitet. Ich untersuchte insbesondere das mechanische Verhalten von ferro-elektrischen Flüssigkristallen im elektrischen Feld, die Änderung der Mizellenstruktur bei Phasenumwandlungen in amphiphilen Systemen und die Auswirkung von Separation in gemischten Tensidsystemen. Es sind dies zum Teil Untersuchungen, die ich zusammen mit anderen in Kent durchführte. Mehrere Arbeiten sind inzwischen zur Veröffentlichung eingereicht worden oder im Druck. Einige dazugehörige Punkte, an denen ich noch weiter arbeite, will ich im folgenden näher erläutern.

Viele Flüssigkristalle reagieren empfindlich auf äußere Felder, da sie Ordnung mit Beweglichkeit verbinden. Hierzu gehören die mechatroelektrischen Effekte, die wir an dünnen Schichten von ferroelektrischen smektisch C Phasen untersucht haben. Die theoretischen Überlegungen ergaben, daß die beobachteten, vom Feld induzierten Oszillationen nur an Schichten auftreten können, die eine ‚Chevron Textur‘ haben. Diese Aussage ist experimentell bestätigt worden, aber ungeklärt ist, daß in der Frequenzabhängigkeit Resonanzen auftreten. Vermutlich handelt es sich um einen Grenzflächeneffekt, der in der bisherigen Theorie nicht erfaßt ist.

In lyotropen Systemen habe ich mich mit den Umwandlungen zwischen nematischen und smektischen Phasen befaßt. Der Übergang ist mit einer Änderung der Tensidaggregate verknüpft, von kleinen scheibchenförmigen Mizellen zu zusammenhängenden Doppelschichten (Lamellen). Der beobachtete Übergang ist in der Regel kontinuierlich. Die

Theorie der Selbstassoziation zeigt aber, daß große scheibchenförmige Mizellen instabil sind, deshalb kann er nicht durch ein kontinuierliches Anwachsen von Scheibenmizellen realisiert werden.

Ich habe ein anderes Modell entwickelt. Hiernach wachsen die anfänglich scheibchenförmigen Mizellen zu langen Streifen oder Bändern ohne wesentliche Änderung der Breite. In der lamellaren Phase verschmelzen die Streifen zu kontinuierlichen Doppelschichten. Dieses Modell ist verträglich mit den Theorien der Selbstassoziation. Aber es bleibt zu klären, welche physikalischen Eigenschaften Streifenmizellen haben und wie diese zur Bildung eines geordneten Zustands führen. Wichtig ist hierbei die Biegeelastizität der Aggregate. Theoretische Überlegungen zeigen, daß im Gegensatz zu festen Stoffen die Biegesteifigkeit intern flüider Streifen in der Streifenebene am kleinsten ist. Es kann dies die Stabilität einer nematischen Phase erklären, bei denen die Achse der Streifen bevorzugt senkrecht zur Hauptsymmetrieachse der Phase steht. Es fehlen jedoch bisher noch quantitative theoretische Untersuchungen und eine direkte experimentelle Bestätigung.

Ein für uns neues Projekt, nämlich Separation in gemischten Doppelschichten und ihre Auswirkung auf Phasenbildung und Vesikelformen, habe ich während meines hiesigen Aufenthalts begonnen. Spezielle Tenside und Lipide bilden stabile Doppelschichten oder Membranen, die in verdünnten Lösungen geschlossene Vesikel oder in konzentrierteren Lösungen lamellare smektische Phasen formen. Wenn die Doppelschichten aus Mischungen mehrerer Substanzen bestehen, kann Separation eintreten und zu Phasenumwandlungen oder zu Formumwandlungen führen, zum Beispiel zur Bildung von smektischen Phasen mit undulierten Lamellen oder zur Undulation schlauchförmiger Vesikel. Solche Umwandlungen können durch Änderung der Biegeelastizität erklärt werden. Noch offene und besonders interessante Fragen sind die molekularen Bedingungen für die Separation und die Kopplung zwischen Konzentration und Krümmung.

Rückblickend möchte ich feststellen, daß die Zeit am Kolleg wissenschaftlich und persönlich gewinnbringend war. Ursprünglich hatte ich numerische Untersuchungen geplant, habe sie aber zurückgestellt und mich dafür eingehender mit der Literatur in Nachbargebieten beschäftigt. Ich habe an mehreren Tagen in Berlin teilgenommen und hielt Vorträge an der Arbeitstagung über „Order in Fluids“, die von der Technischen Universität und vom Wissenschaftskolleg veranstaltet wurde, und am Doktorandenkolloquium der Technischen Universität. Außerdem war ich zu Vorträgen in Bayreuth, Paderborn, Siegen, Leipzig, Halle und Stuttgart. Es gab dies Gelegenheit zu anregenden Gesprächen und zum Gedankenaustausch. Als besonders fruchtbar hat sich auch die

Zusammenarbeit mit den Kollegen an der Technischen Universität und an der Freien Universität in Berlin erwiesen.

Last not least möchte ich erwähnen, daß ich die im Kolleg gebotene Gelegenheit zum Kontakt mit den Fellows aus anderen Fachrichtungen und anderen Interessen sehr geschätzt habe.