

SONDERDRUCK AUS:

JAHRBUCH
DER AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN
ZU GÖTTINGEN

2000



VANDENHOECK & RUPRECHT IN GÖTTINGEN

Vortrag

gehalten in der öffentlichen Jahressitzung am 17. November 2000

Polymerisierte Membrane

Von KAY WIESE

Träger des Akademie-Preises für Physik 2000

Sehr geehrter Herr Präsident,
meine sehr geehrten Damen und Herren!

Zuerst einmal möchte ich Ihnen für die große Ehre danken, die Sie mir mit der Verleihung des Akademie-Preises erwiesen haben.

Lassen Sie mich in meinem Vortrag versuchen, Ihnen einen kleinen Einblick in das von Ihnen ausgezeichnete Gebiet, die Membranphysik zu geben. Wenn Sie an Membrane denken, so werden Ihnen wahrscheinlich sehr unterschiedliche Objekte in den Kopf kommen. Da sind zuerst einmal flüssige Membrane, am bekanntesten vielleicht von Seifenblasen aus Kindheitstagen. Ihr Charakteristikum ist, daß die die Membran bildenden Moleküle sich gegeneinander verschieben können, daher der Name flüssige Membrane. Dies ist eine Membran-Klasse, mit der ich mich hier nicht befassen möchte.

Im Gegensatz hierzu stehen feste oder polymerisierte Membrane, bei der die die Membran bildenden Moleküle fest miteinander vernetzt sind. Beispiele reichen vom Spektrin-Netzwerk roter Blutkörperchen über Diaphragmen bis hin zu so alltäglichen Gebilden wie Kaffeefiltern. So unterschiedlich diese Gebilde, so unterschiedlich sind auch die Fragen, die man stellen kann: Wie reißfest ist die Membran, wie hoch ist die Ionen-Durchlässigkeit, oder ganz banal: Wie schnell kann ich meinen Kaffee filtern? All dies sind Fra-

gen, die sehr stark von den Materialeigenschaften abhängen. Auch das sind Fragen, mit denen ich mich nicht beschäftigen möchte.

Diskutieren möchte ich die universellen Eigenschaften von Membranen, das heißt die Eigenschaften, die eben nicht vom Material abhängen, die also das Wesen der Membran an sich betreffen. Zur Illustration habe ich ein kleines Experiment mitgebracht, das Sie alle zuhause auf Ihrem Schreibtisch nachvollziehen können. Hier habe ich ein Blatt Papier der Größe Din A4, das ich zu einem Ball zusammenknausche. Anschließend wiederhole ich das Experiment mit einem Blatt der Größe Din A5, das halb so groß ist, dann mit einem Blatt Din A6, das wieder halb so groß ist, und so weiter. Ich erhalte eine Sammlung von Papierbällen, und ich kann in einem Graphen die Größe der Bälle in Abhängigkeit von der Größe des ungeknautschten Blattes Papier auftragen. Macht man diese Auftragung in einem doppelt-logarithmischen Plot, so findet man eine Gerade, die sich dahingehend interpretieren läßt, daß die Papierbälle eine fraktale Dimension von etwa 2,5 haben. Das ist eine sehr mathematische Formulierung, lassen Sie mich eine einfachere geben: Entgegen der Intuition liefert ein doppelt so großes Blatt Papier keine doppelt so große – präziser: voluminöse – Kugel. Das liegt daran, daß man eine Menge Luft mit in die Kugel eingebaut hat, und je größer das Blatt Papier ist, desto größer ist der Anteil an eingebauter Luft. Bemerkenswert an dem eben beschriebenen Experiment ist, daß es universell ist, daß es also nicht davon abhängt, ob ich französisches Hochglanzpapier, deutsches Umweltpapier oder gar Aluminiumfolie verwende. Das Resultat, präziser: die relative Zunahme des Volumens für ein doppelt so großes Blatt Papier ist immer dieselbe.

Genau diese universellen Eigenschaften sind es, mit denen ich mich in meiner Forschung beschäftigt habe. So konnte ich beispielsweise die universellen Eigenschaften einer selbstvermeidenden Membran berechnen. Selbstvermeidend heißt, daß sich die Membran nicht selber durchdringen kann, daß ich also nicht ein Ende der Membran nehmen kann, um es durch den Rest der Membran hindurchzustecken. Diese selbstverständlich anmutende Bedingung macht die theoretische Modellierung äußerst schwierig. Man findet solche Membrane in der Natur beispielsweise als Skelett in der Zellwand roter Blutkörperchen. Für diese Membrane konnte ich dann die fraktale Dimension berechnen, das ist dieselbe Größe, die wir oben experimentell untersucht hatten. Hierbei liefern Theorie und Experiment dasselbe Ergebnis. Ein kleines Caveat ist an dieser Stel-

le angebracht: Die Theorie ist gemacht für Membrane in Lösung, d.h. die Membran wird durch die Lösungsmittelmoleküle ständig hin und her „geschubst“. Dagegen ist das geknautschte Blatt Papier in einem extremen Nichtgleichgewichtszustand. Trotzdem haben beide Situationen eines gemeinsam: Sie sind charakterisiert durch universelle, also materialunabhängige Eigenschaften.

Wenn Sie mich nun nach dem praktischen Nutzen fragen, der Vergrößerung des berühmt-berüchtigten Shareholder Values, so muß ich Sie leider – zutiefst – enttäuschen. Der Wert meiner Arbeiten liegt auf einer anderen Ebene, nämlich in einem fundamentalen Erkenntnisgewinn über das Wesen der Objekte und einem tiefgreifenden Verständnis der verwendeten Theorien, ein Erkenntnisgewinn, der sich dann in vielfältigen anderen Problemen verwenden läßt. Lassen Sie mich in diesem Zusammenhang daran erinnern, daß praktisch alle wirklich bedeutenden Entdeckungen, wie zum Beispiel der Transistor, ohne den Computer und Fernsehen nicht funktionieren würden, nicht aus zielgerichteter, sondern aus mehr oder weniger ziellos suchender Grundlagenforschung hervorgegangen sind, dem größten Abenteuer unserer Zeit, wie Richard Feynman es einmal nannte. Ich denke, mit dem mir verliehenen Preis würdigt die Akademie auch die Bedeutung der Grundlagenforschung in einer Zeit, wo Forschungsförderung mehr und mehr an praktische Verwertbarkeit gebunden wird. Ich sehe dieses als Ansporn, auf dem eingeschlagenen Weg fortzuschreiten, danke dafür der Akademie, und Ihnen, meine Damen und Herren für Ihre Aufmerksamkeit.