

## ■ Sechs mögliche Welten der Quantenmechanik

Die Aufsätze von John Bell (1928 – 1990) zu den problematischen Aspekten der Grundlagen der Quantenmechanik und dem potenziellen Konflikt zwischen ihr und der speziellen Relativitätstheorie zählen noch immer zu den klarsten und treffendsten auf dem Gebiet. Eine erste Sammlung von Aufsätzen hat Bell 1987 (auf Englisch) publiziert. 14 Jahre nach seinem Tod erschien die Sammlung neu, erweitert um drei Aufsätze sowie ein Vorwort von Alain Aspect. Diese liegt nun zum ersten Mal in einer deutschen Übersetzung (durch Wolfgang Köhler aus Potsdam) vor.



**John S. Bell:**  
**Sechs mögliche Welten der Quantenmechanik**  
München 2012,  
302 S., brosch.,  
59,80 €, ISBN  
9783486713893

Angesichts der großen Bedeutung von Bells Aufsätzen ist es nur zu begrüßen, dass sie jetzt auch einem Publikum zugänglich sind, für das die Lektüre des englischen Originals zu anstrengend oder zu schwierig ist. Aber auch für diejenigen, welche die englischen Arbeiten bereits kennen, kann die deutsche Übersetzung die eine oder andere Nuance in Bells Gedanken wieder klarer vor Augen führen oder neue Assoziationen wecken.

Das zentrale Ergebnis in Bells Arbeiten ist die Herleitung der Ungleichung, die er manchmal „Lokalitätsungleichung“ und der Rest der Welt ganz einfach die „Bellsche Ungleichung“ nennt. Weil sie durch empirische Daten verletzt ist, wissen wir, dass wir die entsprechenden Phänomene nur durch nichtlokal kausale Theorien beschreiben können. Die Standard-Quantenmechanik kann deshalb keine lokal kausale Theorie sein; genau so wenig wie die alternativen Quantentheorien von David Bohm

oder Gian Carlo Ghirardi, Alberto Rimini und Tullio Weber (GRW).

Die physikalische (oder gar metaphysische) Interpretation nicht lokal kausaler Theorien ist bis heute umstritten und wird teilweise hitzig debattiert. Man erinnere sich nur an das Symposium „The Concept of Reality in Physics“ bei der DPG-Frühjahrstagung 2011 in Dresden, wo die Philosophen Tim Maudlin und David Albert ihre argumentativen Klängen mit den Physikern Anton Zeilinger, Alain Aspect und Anthony Leggett kreuzten.

Im Unterschied zum englischen Original besitzt die deutsche Übersetzung einen hilfreichen Index und einige nützliche Internet-Links. An ein paar Stellen hätte ich mir gewünscht, dass der Übersetzer deutlicher markiert hätte, welches seine eigenen Anmerkungen oder Zusätze sind. Auch hat sich der eine oder andere Druckfehler eingeschlichen, und einige Passagen mögen etwas holprig daherkommen. Doch auch solche Passagen geben den Inhalt und die beabsichtigte Bedeutung in Bells Aufsätzen hinreichend klar wieder.

Ich empfehle allen, die an den Grundlagen der Quantenmechanik interessiert sind, die deutsche Übersetzung von Bells Aufsätzen zum Anlass zu nehmen, sich wieder (oder endlich einmal) diese anregende Lektüre zu Gemüte zu führen.

**Adrian Wüthrich**

## ■ Complex Plasmas and Colloidal Dispersions

Bei den in unterschiedlicher Anordnung mehr oder weniger dicht gepackten kugelförmigen Teilchen auf dem Cover könnte man spontan an Rasterkraftmikroskop-Bildern von Atomen auf Substraten denken. Doch zu sehen sind vielmehr Mikrometer große Plastikteilchen, suspendiert in einem verdünnten ionisierten Gas bzw. kalten Plasma oder einer Flüssigkeit wie z. B. Wasser. Aufgrund langreichweitiger Wechselwirkungen bilden beide Systeme periodisch geordnete kri-

stalline oder auch flüssige, amorphe oder quasikristalline Phasen, abhängig von der Wechselwirkung, Temperatur, Dichte und Verteilung der Partikelgrößen. Daher können sowohl komplexe Plasmen als auch kolloidale Suspensionen als Modellsysteme dienen, um unverstandene Phänomene der kondensierten Materie auf „atomarer“ Skala zu studieren. Dazu zählen der Schmelzprozess von Kristallen oder der Glasübergang. Neben der einfachen Beobachtbarkeit der Teilchen im Lichtmikroskop bieten sie den Vorteil, dass die Bewegungen viele (12 bis 15 !) Größenordnungen langsamer und daher per Video zugänglich sind. Wechselwirkungen zwischen den Teilchen lassen sich über weite Bereiche steuern, etwa durch ihre elektrische Ladung, durch äußere elektrische oder magnetische Felder oder durch entropisch bedingte Anziehung bei Zugabe kleinerer Teilchen.

Das Buch, von je einem Theoretiker und Experimentator aus beiden Themenbereichen verfasst, ist der erste und, wie ich finde, gelungene Versuch, Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Potenzial und



**A. Ivlev, H. Löwen,  
G. Morfill und  
P. Royall: Complex Plasmas and Colloidal Dispersions: Particle-resolved Studies of Classical Liquids and Solids**  
World Scientific,  
2012, 320 S., geb.,  
70,99€, ISBN  
9789814350068

Grenzen komplexer Plasmen und kolloidaler Dispersionen darzustellen. Deren Erforschung hat sich innerhalb des vergangenen Jahrzehnts rasant und parallel zueinander entwickelt.

Nach deren grundlegenden physikalischen Eigenschaften diskutiert das Buch ihre Ähnlichkeiten und Komplementaritäten. Der größte Unterschied besteht in der stark unterschiedlichen Dispersion: Teilchenbewegungen in komplexen Plasmen sind wegen der geringen Gasdichte nahezu ungedämpft, während Kolloide quasi instantan ihren Impuls an

die umgebende Flüssigkeit abgeben. Dies bedeutet, dass kolloidale Systeme im thermischen Gleichgewicht sein können, während die Teilchen im Plasma durch elektronische und ionische Ströme permanent angetrieben werden. Nach einem Kapitel zu gängigen experimentellen Methoden besteht der zweite Teil des Buchs aus vielen Beispielen aus beiden Gebieten zu „Teilchen-aufgelösten“ Studien an flüssigen Phasen, flüssig-festen Phasenübergängen, binären Mischungen, zur langsamen Dynamik am Glasübergang, getriebenen Systemen und zu anisotropen Wechselwirkungen durch äußere Felder. Dabei wird immer wieder das unterschiedliche Verhalten von zwei- und dreidimensionalen Systemen betont, etwa beim Schmelzen von Kristallen.

Dies ist allerdings kein Lehrbuch. Studierende sollten das Buch erst lesen, nachdem sie solide Kenntnisse in statistischer Physik, Kolloid- und Plasmaphysik erworben haben. Es richtet sich an Wissenschaftler, die hier einen Einblick in die neuesten Entwicklungen beider Gebiete finden. Die beeindruckende Liste von über 600 Referenzen unterstreicht den Review-Charakter. Bemerkenswert ist die durchweg sorgfältige Diskussion, welche Frage sich jeweils mit Hilfe eines gezielt konzipierten Modellsystems bisher klären ließ oder eben nicht. Der Ausblick macht klar, dass sich beide Gebiete in Zukunft mehr als bisher befruchten und verschmelzen sollten.

Georg Maret

## ■ Seelenverwandte

Heinrich Zangger, Schweizer Arzt, Direktor des Instituts für Gerichtsmedizin der Universität Zürich von 1912 bis 1941, war wohl Albert Einsteins engster lebenslanger Vertrauter. Kennengelernt haben sie sich über Einsteins Arbeiten zu Moleküldimension und Viskosität von Suspensionen sowie über Zanggers Interesse an der Relativitätstheorie. Als Gegner

jeder Obrigkeit und in der Verabscheuung des Ersten Weltkriegs, als Verbündete für Menschlichkeit und Gerechtigkeit bildete sich zwischen ihnen eine tiefe, alle Differenzen überdauernde Beziehung. Vor diesem Hintergrund verwendet Robert Schulmann den Begriff Seelenverwandte im Titel des von ihm herausgegebenen Briefwechsels.



R. Schulmann (Hrsg.): *Seelenverwandte – Der Briefwechsel zwischen Albert Einstein und Heinrich Zangger (1910–1947)*  
NZZ Libro, Zürich  
2012, 636 S., geb.,  
47,00 €, ISBN  
9783038237846

Die Beziehung zwischen beiden Männern ist allerdings recht einseitig: Zangger unterstützte Einstein, wo immer er konnte, Einstein war meist der zu Dank Verpflichtete. Ob es um die Rückberufung Einsteins von Prag an die ETH Zürich ging, um emotionale oder finanzielle Probleme seiner ersten Familie, d. h. Milevas und ihrer Söhne Hans Albert und Eduard, um Nahrungsmittel für den erkrankten Einstein in einem hungernden Berlin, um Ansuchen (oft medizinischer Art) von Einstein für Verwandte und Bekannte, immer war Zangger zur Stelle. Er versuchte, zwischen dem seine Söhne zugleich liebenden und dennoch oft vernachlässigenden, zuweilen herrischen Einstein und der Familie zu vermitteln. Immer

wieder geht es um finanzielle Notwendigkeiten, später besonders um Einsteins Bemühungen, Mileva und seinen nervenkranken Sohn Eduard lebenslang versorgt zu wissen.

Robert Schulmann, langjähriger früherer Herausgeber der „Gesammelten Werke Einsteins“, legt eine Edition vor, die sich etwa vom Pauli-Briefwechsel dadurch unterscheidet, dass sie strengere philologische Kriterien erfüllt. So sind neben Art und Aufmachung des Briefstücks auch die Seite im transkribierten Text (mit recto und verso) angegeben sowie alle Änderungen in den Dokumenten wie Durch- oder Unterstreichungen. Letztere Besonderheiten der Briefe werden über Fußnoten im Text eingefügt. Für den Physiker als Einstein-Afficionado ist das eher nebensächlich. Weiter fällt die jedem Brief vorangehende Paraphrasierung durch den Herausgeber auf. Sie geben darin zusätzliche Informationen, ebenfalls als Fußnoten. Als Hilfe für den Leser gedacht, können sie jedoch das Gefühl der Bevormundung hervorrufen, wenn die Interpretation des Lesers von der der Paraphrasierung abweicht.

Ganz neue Erkenntnisse zu Einsteins Persönlichkeit und Verhalten treten nicht zutage, jedoch schärfen sich die Konturen durch Details, welche die bisherigen Einstein-Biografien nicht enthalten. Insofern ist der Briefwechsel eine sehr willkommene Ergänzung zum Wissen über Albert Einstein.

Hubert Goenner

## EIN PARTY-SPIEL MIT PHYSIKALISCHEM HINTERGRUND

Bei „**Spinglas oder Meine Party!**“ sind die Spieler Kneipenbesitzer und wollen jeweils eine große Party veranstalten – mit möglichst vielen Gästen. Das Ziel des Spiels ist es nun, die Party der Konkurrenz zu übertrumpfen, indem man mehr Gäste lockt. Und diese müssen richtig ausgesucht und die Verhältnisse der Partybesucher untereinander beeinflusst werden. Was hat das ganze nun mit Spingläsern zu tun? Dazu Hartmann: „Die Partygäste entsprechen magnetischen Spins, die verschieden ausgerichtet sein können. Und je nach Wechselwirkung des Spins sind sie gleich oder verschieden aus-

gerichtet.“ Und für alle, die es noch genauer wissen wollen: Das taktische Zwei-Personen-Spiel, das von Hille Schulte grafisch gestaltet wurde, hat zwei Spielanleitungen. In einer Version werden die Spielregeln mit physikalischen Informationen zu Spingläsern angereichert.

Alexander K. Hartmann: *Spinglas – Ein Party-Spiel mit physikalischem Hintergrund*, BIS Verlag, Universität Oldenburg 2012, *Taktisches Spiel für 2 Personen ab 10 J., Dauer ca. 30 min., 14,50 €*

