

Heisenberg-Gesellschaft e.V.
Workshop „Quantenphysik an der Schule“, Lautrach 12.-14.7.2024

Samstag, 13. Juli 2024, 18:00-19:00

Andreas Schneider, Oskar-von-Miller-Gymnasium München

Erfahrungen mit dem Thorlabs-Experiment: „Knallertest“

Im neuen Lehrplan für die gymnasiale Oberstufe am bayerischen Gymnasium hat sich die Schwerpunktsetzung des Quantenphysikunterrichts gegenüber früheren Konzeptionen deutlich geändert. Während bisher hauptsächlich die historische Genese der Quantenmechanik – ausgehend von der Einstein’schen Deutung des lichtelektrischen Effekts – nachvollzogen wurde, stehen jetzt Fragestellungen aus der aktuellen Forschung, gegenwärtige technische Anwendungen und potenzielle Zukunftstechnologien deutlich mehr im Fokus. Auch den philosophischen Implikationen der Quantenphysik wird mehr Raum gegeben als früher. Bekannte Fehlkonzepte, die aus dem historisch-genetischen Ansatz resultieren, werden somit vermieden. Ein bekanntes Beispiel ist die falsche Deutung des Taylor-Experiments als Beleg für die Interferenz einzelner Photonen. Provokant formuliert: Der Quantenphysikunterricht hat den Sprung von den 1930-er Jahren in das 21. Jahrhundert endlich vollzogen.

Von herausragender Bedeutung für einen zeitgemäßen Unterricht der Quantenphysik sind die Konzepte Superposition, Verschränkung und Interferenzexperimente mit einzelnen Photonen oder anderen Quantenteilchen. Da Schulexperimente mit Einzelphotonen nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar sind, wird im Lehrplan der Einsatz von Simulationen vorgeschlagen. Eine ausgezeichnete Alternative oder Ergänzung dazu stellen Analogieexperimente dar, die die betrachteten Quanteneffekte als Phänomene der klassischen Wellentheorie zeigen, deren Umdeutung im Sinne der Quantenphysik anschließend erfolgt. Mit den Experimentiersets der Firma Thorlabs lassen sich diese Analogieversuche hervorragend umsetzen. Ein besonders reizvolles Beispiel hierfür ist der „Bombentest“ oder „Knallertest“, dem ein Gedankenexperiment von Elitzur und Vaidman aus dem Jahr 1993 zugrunde liegt. Im Kern geht es hier um eine Messung ohne Wechselwirkung, was anscheinend den Prinzipien der Quantenphysik fundamental widerspricht. Der Versuchsaufbau besteht aus einem modifizierten Michelson-Interferometer.

Neben dem Einsatz im Oberstufenunterricht haben die Analogieexperimente einen besonderen Wert für die Ausbildung der Referendare im Studienseminar. Denn nur wenn sich die Seminarteilnehmer intensiv mit dem neuen QM-Konzept in Experiment und Theorie auseinandersetzen, ist gewährleistet, dass sie es als Lehrkräfte zielgerichtet und konsequent umsetzen. Das gilt umso mehr, als in jüngster Zeit viele Quereinsteiger aus anderen naturwissenschaftlichen oder technischen Berufsfeldern in das Lehramt wechseln. In deren ursprünglicher Ausbildung kamen die Feinheiten der modernen Quantenphysik womöglich überhaupt nicht vor. Auch für eine Fortbildung der „etablierten“ Kolleginnen und Kollegen an den Schulen ist ein Workshop mit den Analogieexperimenten von Thorlabs perfekt geeignet. In dem Kurzvortrag wird über auch die konkreten Erfahrungen beim Einsatz der Experimente im Studienseminar berichtet. Es werden dabei praktische Tipps zur erfolgreichen Umsetzung gegeben.