



Tobias J. Osborne, Ph.D.

Physik

Universität London

Born in 1977 in Tasmania, Australia
Studied Mathematics and Physics at the University of Queensland

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

Simulation ungeordneter Quantensysteme

In practice, one never seems to find that quantum lattice systems are hard to simulate: we can easily construct difficult quantum lattice systems, but we never seem to encounter them in nature. This project is aimed at explaining this mystery: I aim to show that introduction of the tiniest amount of disorder to any system, difficult systems, will render them easy to simulate. Thus, naturally occurring systems - which always have some level of disorder - are easy to simulate. I'll then further explore this observation by supplying a computational method to understand the physics of disordered quantum lattice systems. In the final part of this project I'll take this observation to its logical extreme: I'll show that adding lots of noise to an evolving quantum lattice will "supercharge" it, thus allowing it to quickly explore many paths at once, and rendering it a powerful quantum computational tool.

Recommended Reading

Osborne, Tobias J. 2006. "Efficient approximation of the dynamics of one-dimensional quantum spin systems." Phys. Rev. Lett. 97, 157202, [quant-ph/0508031](#).

Osborne, Tobias J. and Michael A. Nielsen. 2002. "Entanglement in a simple quantum phase transition." Phys. Rev. A 66, 032110, [quant-ph/0202162](#).

Burrell, Christian K. and Tobias J. Osborne. 2007. "Bounds on information propagation in disordered quantum spin chains." Phys. Rev. Lett. 99, 167201, [quant-ph/0703209](#).

Physik und Komplexitätstheorie:

Wie schwierig ist es, die Gleichungen der Physik zu lösen?

Bis vor Kurzem lag das hauptsächliche Forschungsinteresse in der Physik auf der Entdeckung und Formulierung der bestimmenden Gesetze des Universums, d. h. also jener Gesetze, die uns sagen, wie sich die Natur verhalten wird. Der effektivste Weg zur Fixierung dieser Gesetze lag bisher darin, sie als Gleichungen zu formulieren. Der Nutzen von Gleichungen in der Physik reicht weit über die Genauigkeit hinaus, die sie gewährleisten, denn sie gestatten uns, die leistungsfähigen Ableitungsinstrumente der Mathematik einzusetzen, um physikalische Systeme effizient zu diskutieren - oder mit den Worten von E. P. Wigner:

"Das Wunder, dass die Sprache der Mathematik dazu geeignet ist, die Gesetze der Physik zu formulieren, ist ein wunderbares Geschenk, das wir weder verstehen noch verdienen."

Es sind also beträchtliche Anstrengungen unternommen worden, um die Gesetze des Universums in Gleichungen zu übersetzen. Aus vielen praktischen Gründen wurde diese monumentale Aufgabe in den späten 1950er Jahren abgeschlossen. Seit dieser Zeit widmet sich ein Großteil der Forschungsbemühungen dem sehr viel weniger glanzvollen Unterfangen, diese Gleichungen zu lösen und Vorhersagen zu machen, um diese später experimentell zu verifizieren. Der Prozess, die Gleichungen auf ihre Konsistenz zu prüfen, ist vergleichsweise eher ein Problem der Ingenieure. Einige Beobachter erklären daher, das Ende der Wissenschaft sei nahe.

Neuerdings gibt es allerdings Anzeichen dafür, dass die scheinbar rein ingenieurwissenschaftliche Aufgabe, Gleichungen zur Bewegung eines Systems zu lösen, eine unerwartete Komplexität birgt: es gibt natürliche Systeme, deren entscheidende Gleichungen sich jeder praktischen Lösung widersetzen; selbst unter Einsatz der schnellsten Rechner würde es viele Jahrhunderte dauern, bis man Vorhersagen machen könnte. Das ist eine verstörende Entdeckung: wenn wir nicht in der Lage sind, die Gleichungen, die ein System beschreiben, praktisch zu lösen, können wir auch keine physikalischen Vorhersagen über dieses System machen. Damit zeigt sich die beunruhigende Möglichkeit, dass die Gesetze der Physik - nicht einmal im Prinzip - vielleicht niemals verifizierbar sein werden.

In meinem Vortrag möchte ich diese schwierige Frage erörtern und Ihnen eine Teillösung anbieten; dazu greife ich auf eine These von Church und Turing zurück. Sie wurde formuliert, als das Forschungsfeld, das sich mit Berechenbarkeit und Komplexität befasst, noch im Entstehen begriffen war. Die Anwendung dieser Ideen hat bereits zu einem Verständnisfortschritt geführt, wenn es um die Ursprünge von Komplexität in physikalischen Systemen geht, und eine praktische und nützliche Anleitung zur Lösung der Frage liefert, welche Gleichungen eine wahrscheinlich gute Beschreibung eines natürlichen Systems leisten können.

Osborne, Tobias J. (College Park, Md.,2011)

Information propagation for interacting-particle systems

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=172538258X>

Osborne, Tobias J. ([Bad Honnef],2010)

Ground states of unfrustrated spin Hamiltonians satisfy an area law

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725399539>

Osborne, Tobias J. (College Park, Md,2010)

Holographic quantum states

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=172539300X>

Osborne, Tobias J. (College Park, MD,2010)

Unfrustrated qudit chains and their ground states

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1045604828>

Osborne, Tobias J. (2010)

Applying the variational principle to (1+1)-dimensional quantum field theories

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=757398952>