

Pressemitteilung

Forschungsverbund Berlin e.V.

Saskia Donath

06.07.2020

<http://idw-online.de/de/news750655>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Physik / Astronomie
überregional



Synthetische Dimensionen höherer Ordnung in Gittern aus photonischen Wellenleitern

Parallelisieren von hoch-dimensionalen Zufallsbewegungen Die intuitive Beschreibung der Zeitentwicklung eines physikalischen Systems geschieht normalerweise durch die Angabe von Funktionen der raum-zeitlichen Koordinaten. Andererseits gibt es auch Freiheitsgrade, durch die sich eine Zeitentwicklung betrachten lässt und die nicht ohne weiteres durch räumliche Koordinaten erfasst werden können.

Diese Tatsache ist die Grundlage des Begriffs der synthetischen Dimensionen: Koexistierende Strukturen in denen eine Wellenfunktion, welche durch geeignete Freiheitsgrade definiert wird, eine neue Gestalt annimmt und dadurch in einem abstrakten Phasenraum „lebt“, dessen Dimensionalität weit höher sein kann als die Geometrie der ursprünglichen Struktur vermuten lässt. Ein derartiger Zugang ist besonders deshalb attraktiv, da sich dadurch Dimensionen jenseits unserer 3-dimensionalen Welt ansteuern und untersuchen lassen.

In unserer Veröffentlichung haben wir gezeigt, dass sich im abstrakten Raum der Photon-Anzahlzustände auf natürliche Weise eine Vielzahl hoch-dimensionaler synthetischer Gitter erzeugen lassen, indem ein mehrkanaliges photonisches Gitter durch N ununterscheidbare Photonen angeregt wird. Tatsächlich führt die Fock-Darstellung eines N -Photon-Zustands in einem System aus M evaneszent gekoppelten, einmodigen Wellenleitern zu einer neuen abstrakten Beschreibungsebene in der die Zustände als Energieniveaus eines synthetischen Atoms betrachtet werden können. In kompletter Analogie zu realen Atomen zeigen solche synthetischen Atome erlaubte und verbotene Übergänge zwischen ihren Energieniveaus.

Diese Konzepte haben weitreichende Auswirkungen, da sie einen neuen Weg eröffnen zur gleichzeitigen Verwirklichung einer prinzipiell unbeschränkten Anzahl von Gittern und Graphen mit unterschiedlich vielen Knoten und Dimensionen. Dadurch lassen sich z.B. hochgradig-parallelisierte quantenmechanische Zufallsbewegungen realisieren, bei denen der Irrläufer verschiedene Anzahlen an Schritten in verschiedenen planaren, nicht-planaren und mehr-dimensionalen Graphen ausführen kann, welche von der Zahl der Photonen abhängt, die im jeweiligen Prozess involviert sind. Beispielsweise können solche quantenmechanischen Irrläufe durch eine Standard-Lichtquelle, welche eine kohärente Überlagerung von Zuständen bereitstellt, realisiert werden (z.B. ein Laser, dessen Emission mit einem kohärenten Zustand $\frac{1}{\sqrt{n!}} e^{-|\alpha|^2/2} \frac{\alpha^n}{n!}$ korrespondiert (Fig. 1)). In ähnlicher Weise zeigen sich, bei symmetrischer Anregung von zwei Wellenleitern mit identischen Photonen und geeigneter Betrachtung mittels der Fock-Darstellung, die Phänomene der diskreten Beugung und Bloch-Oszillationen im synthetischen Raum (Fig. 2).

Abb. 1

(a) Schema für ein Gitter aus vier Wellenleitern, das durch einen kohärenten Zustand angeregt wird (der rote Pfeil zeigt auf den angeregten Wellenleiter). (b) Synthetische Graphen, die sich für den in (a) gezeigten Aufbau aus Wellenleiter-Gitter und Anregung durch einen kohärenten Zustand ergeben. Aufgrund der Anregung durch einen kohärenten Zustand ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens für jedes Ereignis gegeben durch $\frac{1}{n!} \frac{|\alpha|^n}{n!}$ | Abb. MBI

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Kurt Busch

kurt.busch@mbi-berlin.de

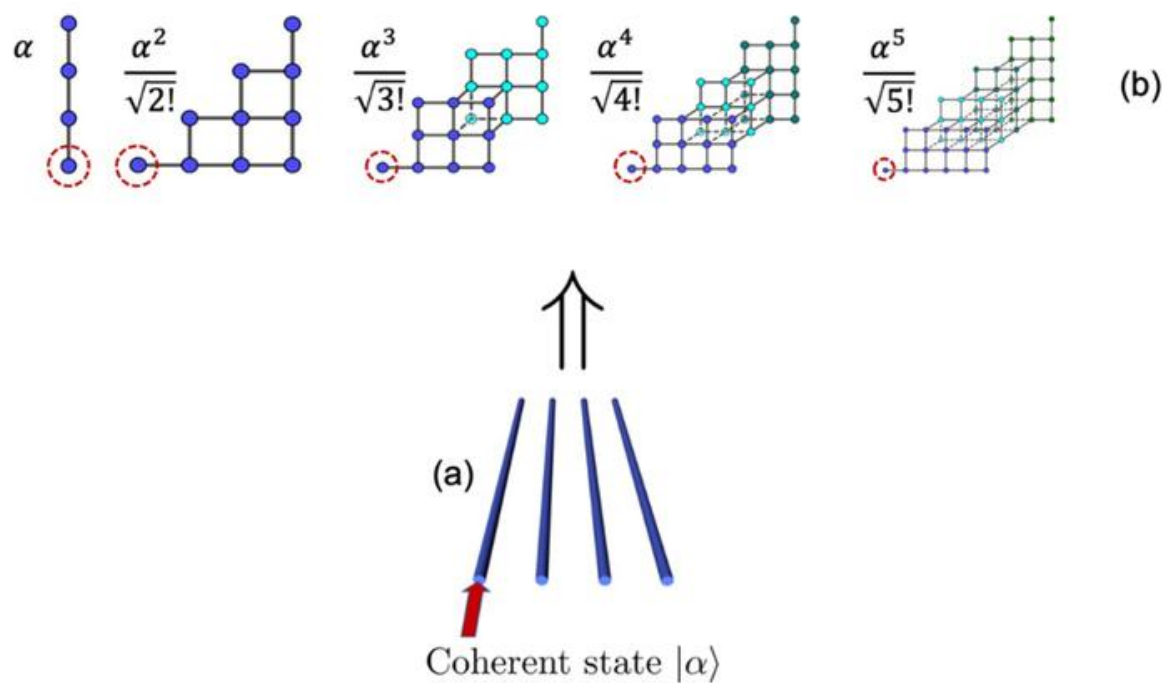
+49 30 6392 1261

Originalpublikation:

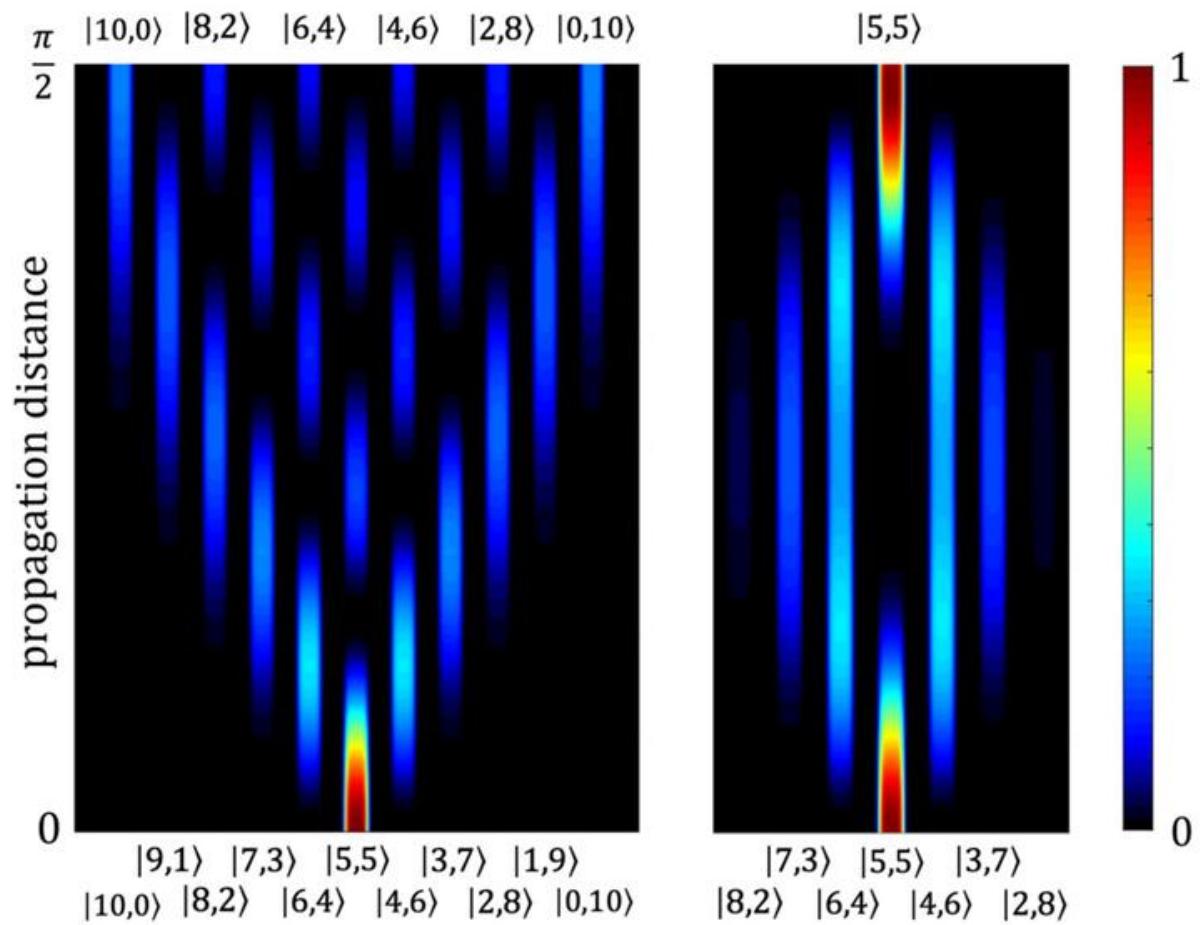
Multiphoton synthetic lattices in multiport waveguide arrays: synthetic atoms and Fock graphs

Konrad Tschernig, Roberto de J. León-Montiel, Armando Pérez-Leija, Kurt Busch

Photonics Research 8(7), 1161 (2020)



BU unter der Pressemitteilung
Abb. MBI



Diskrete Beugung und Bloch-Oszillationen im abstrakten Fock-Raum der durch einen einfachen Strahlteiler aus zwei Wellenleitern hervorgeht, die durch den Zustand $|5,5\rangle$ mit 10 Photonen angeregt werden.
Abb. MBI