

Worin unterscheidet sich ein Quantencomputer von einem klassischen Computer?

F. Herrmann, M. Pohlig, H.-G. Schneider

1. Zur Stellung des Quantencomputers im Unterricht
2. Der Quantencomputer in wenigen Sätzen
3. Hochdimensionale Räume
4. Überlagerung und Verschränkung - kritische Bemerkungen
5. Hochdimensionale Räume im Unterricht

Was soll rausgeworfen werden?

Weitere Themen drängen herein

Teilchenphysik, Kosmologie, KI ...

Was sollen die Schüler in einem Jahr noch wissen?

...any subject can be taught effectively in some intellectually honest form to any child at any stage of development.

(Jerome S. Bruner)

Man kann zu jedem Thema für jeden Adressaten in jeder beliebig vorgegebenen Zeit etwas Vernünftiges sagen.

Wichtige Ideen nicht mit unwesentlichen Details zumüllen!

1

2

3

4

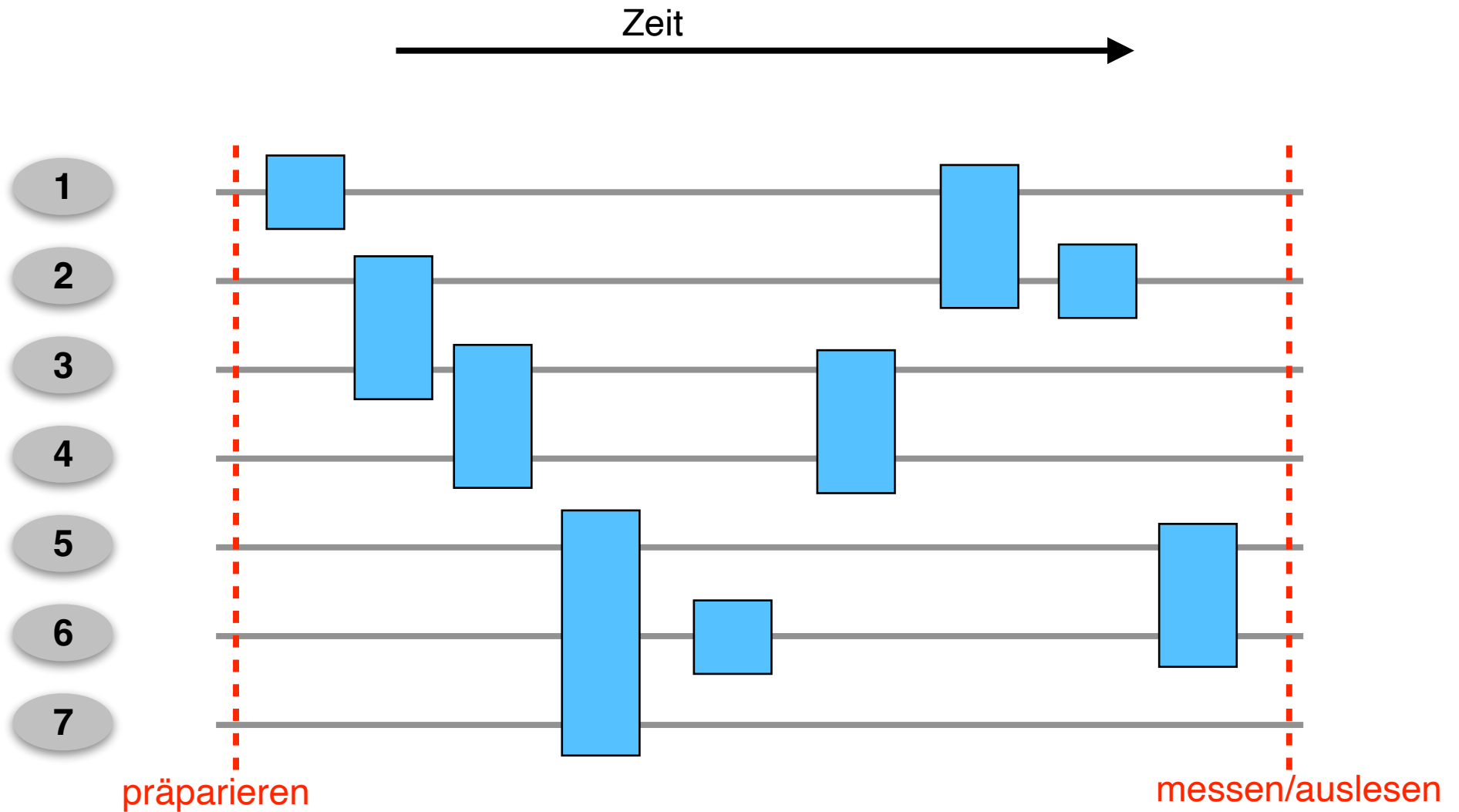
5

6

7

sollen miteinander wechselwirken

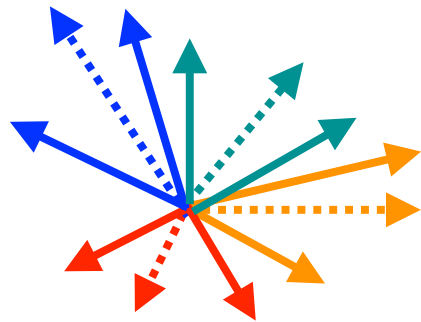
dürfen nicht mit der Umgebung wechselwirken



⏟

wie Analogrechner
deterministisch
reversibel
Datenmenge bleibt konstant

Wie viele Dimensionen hat der Raum des Quantencomputers?



1 Qubit: 2^1 Dimensionen

2 Qubits: 2^2 Dimensionen

3 Qubits: 2^3 Dimensionen

n Qubits: 2^n Dimensionen

Der Quantencomputer arbeitet in einem hochdimensionalen Raum.

Bauelemente dieses Raums: Verschränkbare Qubits

n Teilchen

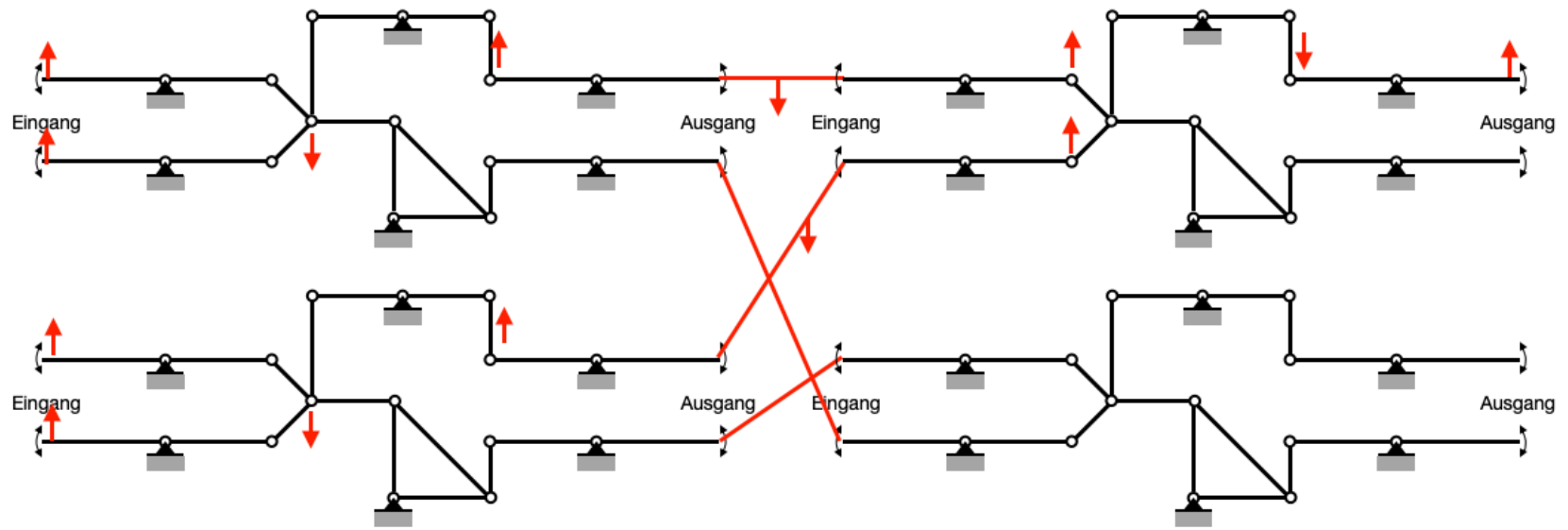
1 Teilchen: 3 Orts- und 3 Impulskoordinaten, d.h. 6 Variablen

Zustand (Orte und Impulse aller Teilchen):

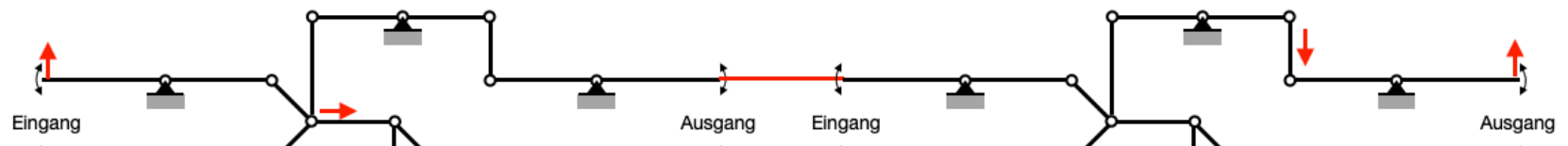
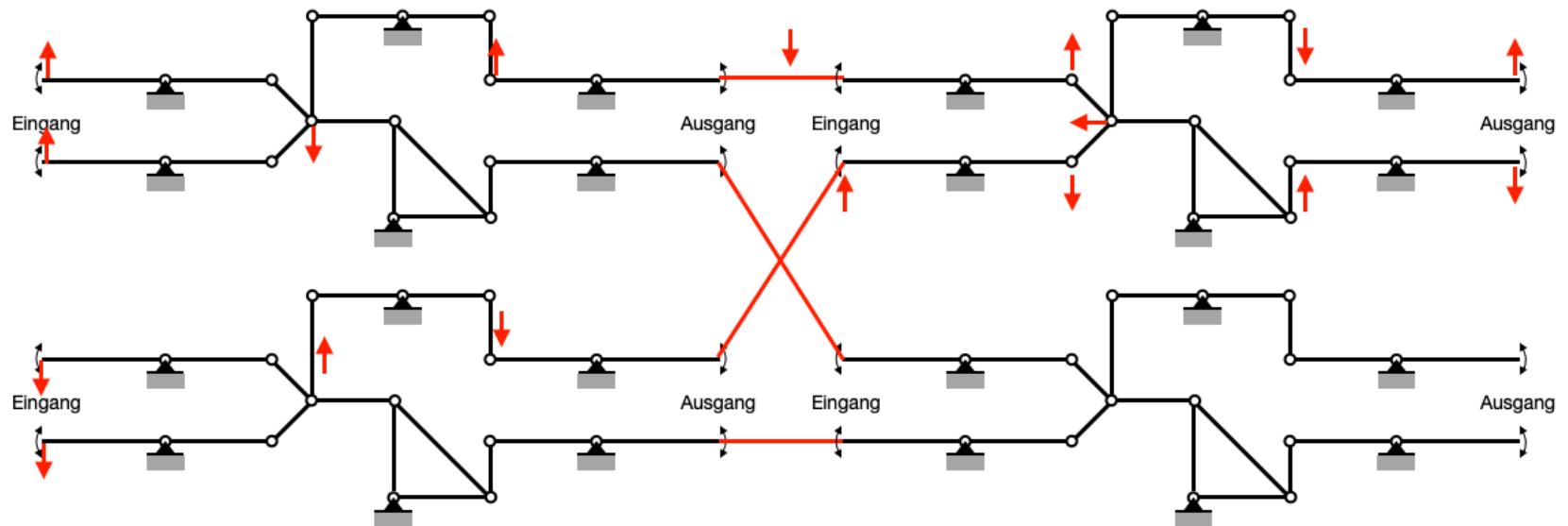
wird durch $6n$ Werte beschrieben

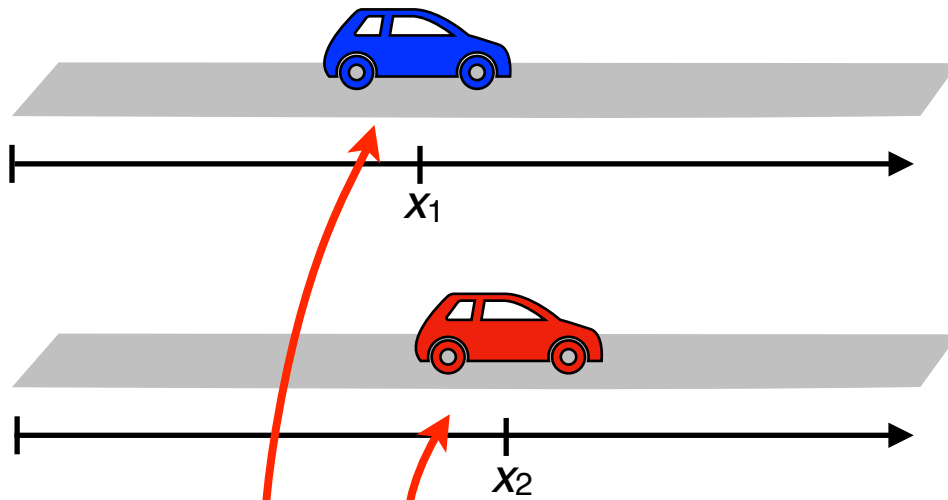
1 Punkt im $6n$ -dimensionalen „Phasenraum“

1



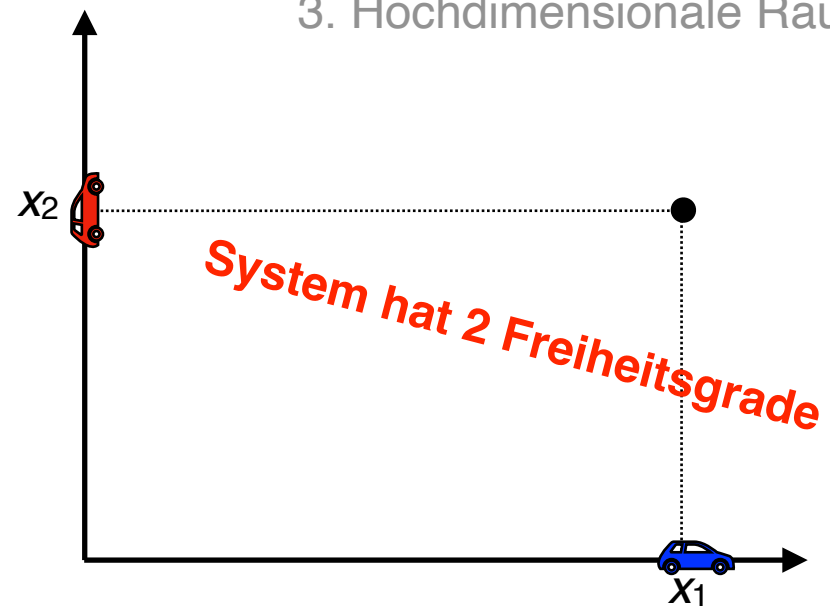
2



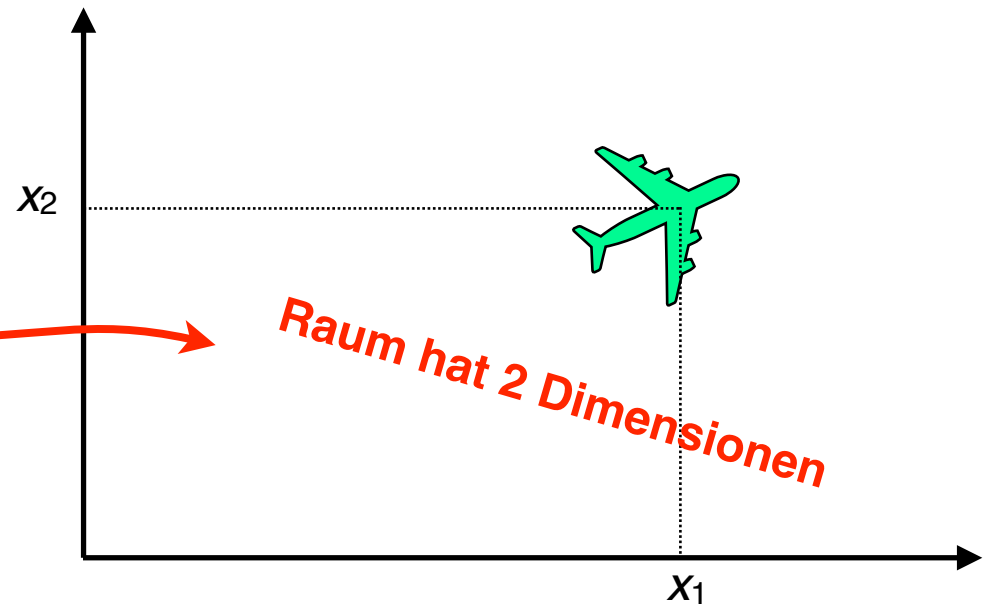


zwei nicht verschränkbare Qubits

zwei verschränkte Qubits



(x_1, x_2) Position von 2 Autos auf 2 Straßen



(x_1, x_2) Position von 1 Flugzeug in 1 Ebene

Was versteht man unter der Raumzeit?

$$(ct, x, y, z) \quad ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Viererabstand

Viererimpuls

Viererkraft

Viererwärmefluss

Viererpotenzial

Viererstrom

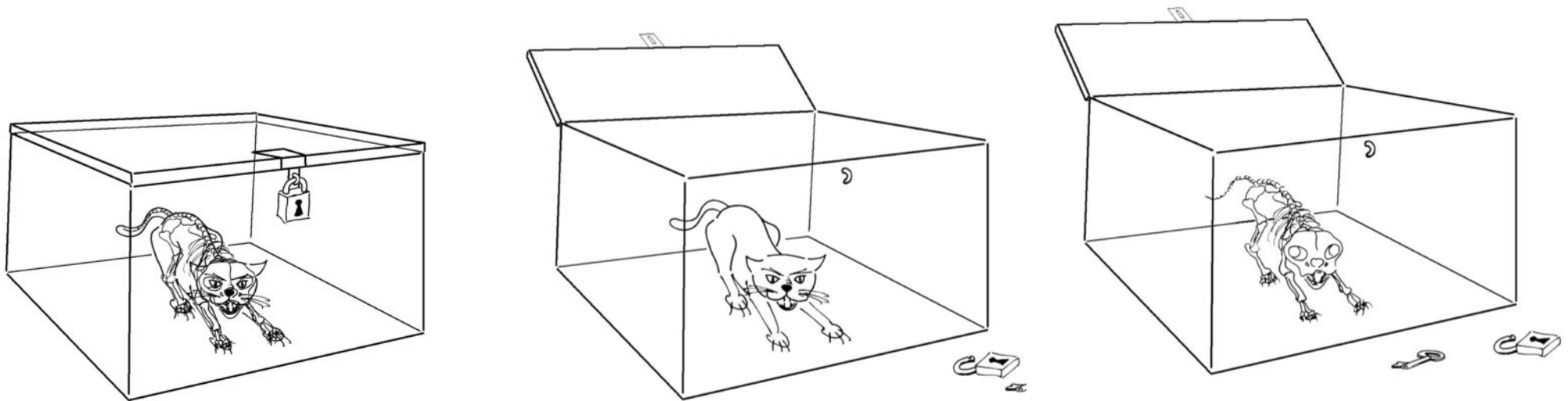
...

verschiedene Bedeutungen der Bezeichnung Raum

1. ein mathematisches Werkzeug zur Beschreibung der realen Welt
2. ein Gebilde der realen Welt

Um einen Quantencomputer zu realisieren, gibt es keine andere Möglichkeit als den Hilbert-Raum.

„Die Überlagerung ermöglicht es einem Quantenbit, sich gleichzeitig in mehreren Zuständen zu befinden, im Gegensatz zu klassischen Bits, die immer nur in einem Zustand (0 oder 1) sein können.“



Beschreibe die Zustände des Quantenregisters nicht unter dem Gesichtspunkt, was eine Messung liefern würde.

Was in einer Basis verschränkt ist, ist es in einer anderen nicht.

Verschränkung → Verschränkbarkeit

Dieselben Erscheinungen bei Mehrelektronenatomen und Molekülen

Kohlenstoffatom

Die zweite Unterschale ist voll, d.h. sie ist kugelsymmetrisch.

~~Sie besteht aus den besetzten Orbitalen:~~

Sie kann zerlegt werden in die Orbitale:

$2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$

oder 4 Hybridorbitale

oder viele andere...

ENDE