

**Rainer König: Exzerpt zu  
Florian Aigner Warum wir nicht durch Wände gehen\*\* Unsere Teilchen aber schon.  
04/2023**

---

„Wir wollen über unsere gewohnten Alltagserfahrungen hinausgehen und Schritt für Schritt immer besser verstehen, warum die merkwürdigen Regeln der Quantentheorie bei näherer Betrachtung gar nicht so merkwürdig sind.“ (S.11)

Dass die Quantenwelt nicht zu unserer Erfahrungswelt passt, sollte nicht überraschen: Verglichen mit den Atomen und Teilchen ist die letztere gigantisch groß (S. 11).

Schon in der Millimeterwelt der Ameisen sieht die Welt ganz anders aus.

Gravitation bestimmt uns im Alltag am stärksten. Im Ameisenalltag hat sie eine völlig andere Bedeutung. „Man kann als Ameise problemlos auf der Unterseite eines Blattes herumkrabbeln, ohne den Halt zu verlieren, oder einen Baumstamm hochlaufen, ohne danach außer Atem zu sein.“ Und wenn eine Ameise abstürzt, bricht sie sich kein einziges Bein. (S. 12)

Noch einen Schritt kleiner in der Welt der Mikrometer der Bakterien sieht die Welt wieder anders aus.

Und wieder anders geht es in der Nanometerwelt der Atome und Moleküle zu.

Und noch ein Tausenderschnitt kleiner ist die Welt der Protonen und Neutronen. Für jede Ebene braucht man andere Konzepte, Begriffe und Werkzeuge. Mit einem Presslufthammer kann man keine Atome spalten (S. 13).

Wenn man etwas völlig Neues lernt, muss man dazu im Kopf ein neues Konzept anlegen. „Ein Elektron ist keine winzige Tomate mit eklektischer Ladung. Es ist etwas fundamental anderes.“ Man muss dazu das Konzept Quantenteilchen im Kopf anlegen, so wie Kinder – wenn sie noch nie Katzen gesehen haben – das Konzept Katze brauchen.

Wenn wir dagegen krampfhaft versuchen, die Quantenphysik mit unserer Alltagserfahrung zu erklären, machen wir uns das Leben unnötig schwer. (14)

Vielleicht käme uns die Quantenphysik weniger fremd vor, wenn man sofort neue Begriffe gefunden hätte. Statt von einem wellenartigen Quantenteilchen wäre besser von einem „Quantenschwubbel“ zu reden. (S. 14)

Wellen bewegen sich auf völlig anders Weise als Sandkörner oder Steine. Eine Welle erfasst immer verschiedene Orte gleichzeitig. Eine Schallwelle z.B. erreicht nicht nur mich, sondern auch andere, die neben mir stehen. Des weiteren können sich Wellen mit anderen Wellen überlagern, so dass sich zwei Wellen anders als zwei Steine problemlos am selben Ort aufhalten können. (S. 16) Wellen können sich auch selbst überlagern (z.B. wenn Schallwellen als Echo zurückgeworfen werden). Sie werden dann zu einem „Gesamtwellenmuster addiert“ (S. 17) Und das wichtigste Wellenphänomen: die Interferenz. D.h.: „Wenn man Wellen überlagert, dann können sie sich an manchen Stellen verstärken

und an anderen Stellen auslöschen.“ (S. 17) Man redet hier von konstruktiver und destruktiver Interferenz. Erstere findet statt, wenn die Wellen die gleiche Länge haben (S. 18). Nur Wellen haben diese Eigenschaft. „Ein Fußball, der von der Hauswand abprallt, wird sich niemals mit sich selbst zu einem interessanten Wellenmuster überlagern.“ (S. 18)

### **Was ist Licht?**

Hat Licht wellen- oder Teilcheneigenschaften? Newton meinte, es bestehe aus winzigen Teilchen. Huygens dagegen betrachtete es als Astronom und Linsenhersteller als Überlagerung unzähliger Wellen.

Anfang des 19. Jh. definierte der Brite Thomas Young das Doppelspaltexperiment, um die Natur des Licht zu analysieren. Wirft man Dinge wie Tomaten auf den Doppelspalt, entstehen ziemlich ungeheimnisvolle Mutschbilder. (S. 22)

Anders bei Wellen: Bei Wasserwellen wird der Spalt Ausgangspunkt einer neuen Welle (S. 22), die sich halbkreisförmig in die andere Seite des Beckens ausbreitet. Zwei Spalten werden zum Ausgangspunkt zweier halbkreisförmiger Wellen (S. 23), die sich dann mitunter überlagern. Es entsteht ein Wellengang(system), der „nicht einfach die Summe der Einzel Wellengänge“ ist (S. 25).

Fazit: „Teilchen verursachen hinter dem Doppelspalt einen Doppelfleck ... Wellen hingegen erzeugen eine wechselnde Abfolge von Wellenmaxima und Wellenminima – ein lang gestrecktes Interferenz-Wellenmuster.“ (S. 26)

Thomas Young wollte mit dem Doppelspaltexperiment zeigen, ob Licht Welle oder Teilchen ist. Die Schlitze teilen den Strahl in zwei getrennte Lichtstrahlen auf. Tatsächlich entsteht dadurch ein ausgedehntes Interferenz-Wellenmuster, ein regelmäßiges Streifenmuster aus hellen und dunklen Bereichen. Damit schien Newton mit seiner Teilchentheorie des Lichts widerlegt.

Die Farbe des Lichts ist nichts anderes als seine Wellenlänge. Rotes Licht hat eine größere Wellenlänge als violettes Licht etc.

100 Jahre später hatte Einstein eine weitere Idee. Damals dacht man über den sog. photoelektrischen Effekt nach. Licht mit kurzer Wellenlänge hat viel Energie und mit ihm kann man ab eines bestimmten Schwellenwertes Elektronen aus Metall-Platten sprengen. (S. 30). Die Intensität des Lichts spielte dabei keine Rolle. Was seltsam ist.

Oder wieder auch nicht: Für ein Glasdach ist nicht die Intensität des Regens, sondern die Energie der einzelnen Teile (Stichwort: Größe des Hagelkorns) entscheidend. Nun ja: Regen besteht ja auch aus Teilchen.

Idee von Einstein: Das Gleiche muss für Licht gelten. Nach ihm kann man Licht nur verstehen, „wenn man Teilchen- und Wellenbild miteinander vereint. Licht hat etwas Teilchenhaftes – es kommt in Form einzelner Protonen vor. Aber dies einzelne Lichtquanten

oder Photonen haben Welleneigenschaften – etwa eine Wellenlänge. Man spricht vom 'Welle-Teilchen-Dualismus.'“ (S. 33)

Einstein war erst 26 Jahre alt, als er seine Arbeit über den photoelektrischen Effekt publizierte. Das war einer der wichtigsten Grundsteine der Quantentheorie. „Weder das Alltagskonzept 'Welle' noch das Alltagskonzept 'Teilchen' reicht aus, um zu erklären, was Licht ist.“ (S. 34) Wir brauchen ein neues Konzept.