

# 186 Wie stellt man es her? Wie weist man es nach?

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Einführung eines neuen physikalischen Systems, beginnt man oft damit, dass man erklärt wie man es realisiert, oder auch wie man seine Existenz nachweist. Es ist aber gewöhnlich einfacher und führt zu einem besseren Verständnis, wenn man damit beginnt, die Eigenschaften des Systems selbst vorzustellen.

### Gegenstand

Das elektrische Feld wird eingeführt über die Kraft auf eine Probeladung.

Die elektromagnetische Welle wird eingeführt über den offenen Schwingkreis.

Die Wellenfunktion wird erklärt über die Messung der Wahrscheinlichkeit, das Teilchen in einem Zustand mit scharfem Ort anzutreffen.

Die Kohärenz von Licht wird eingeführt über die Eigenschaften der Lichtquelle.

### Mängel

Die Einführung eines neuen physikalischen Gebildes oder „Systems“, beginnt man oft damit, dass man erklärt wie man es realisiert, oder auch wie man seine Existenz nachweist.

Das hat zwei Nachteile:

1. Es bleibt oft dabei, dass die Schülerinnen und Schüler Herstellungs- oder Nachweisverfahren lernen. Die Eigenschaften des Gegenstandes der Betrachtung selbst kommen unter die Räder.

So erfahren sie, wie man sich Feldlinienbilder beschafft, wie mit Hilfe des Feldes ein Körper auf einen anderen eine Kraft ausübt. Nur das Feld selbst bleibt vage und abstrakt. Die Frage nach den Werten der physikalischen Standardgrößen wie Energiedichte, Druck, Temperatur, Entropie wird kaum gestellt. Als wüsste man alles Wesentliche über ein elektrisches Feld, wenn man weiß, welche Kraft auf einen Probekörper ausgeübt wird.

2. Die Erklärung des Erzeugungsverfahrens ist gewöhnlich komplizierter als die Beschreibung des Gegenstandes, um den es eigentlich geht. Ein Beispiel ist die Einführung der elektromagnetischen Welle über den Hertzschen Oszillator. Sie ist außerordentlich kompliziert und es entsteht der Eindruck, ohne Hertzschen Dipol könne man sich keine Welle vorstellen.

Man trifft das Verfahren an, bei Erscheinungen oder Systemen, die als kompliziert gelten. Man kann sich allerdings fragen, ob der Eindruck der Kompliziertheit nicht gerade erst durch die indirekte Erklärung verursacht wird.

Wenn man jemandem erklären sollte was Luft ist, so würde man sicher nicht damit beginnen, über die Entstehung der Luft im Lauf der Erdgeschichte zu sprechen, und man würde auch nicht damit beginnen, zu erläutern, wie man die Existenz der Luft etwa durch die Messung ihres Druckes, nachweisen könnte.

### Herkunft

Auf Grund von historischen Zufällen erschien das Gebilde oder die Erscheinung zunächst als schwierig. Es entstand der Eindruck, man könne nicht in derselben Art darüber sprechen, wie man sonst über Vorgänge oder physikalische Systeme spricht. Also bot sich ein Verfahren an, das sich in anderen Zusammenhängen bewährt hat: die *operationale* Definition. Man beschreibt ein Verfahren (eine Operation), mit dem man die Erscheinung oder das System herstellt oder nachweist.

### Entsorgung

Erkläre das elektrische und magnetische Feld, indem du über deren Eigenschaften sprichst, insbesondere über Energiedichte und mechanische Spannungen in den Feldern, aber auch über Temperatur und Entropie.

Erkläre die elektromagnetische Welle, indem du ihre Eigenschaften einer frei laufenden Welle sprichst. Beginne mit der ebenen Sinuswelle.

Erkläre die Kohärenz, indem du sagst, wie kohärentes Licht beschaffen ist, und zwar an dem Ort des Lichtes, das du charakterisieren möchtest (die Kohärenz ändert sich im Allgemeinen von Ort zu Ort).

Erkläre die Wellenfunktion, solange sie nicht durch eine Messung, d.h. durch einen erzwungenen Übergang in einen anderen Zustand zerstört worden ist.