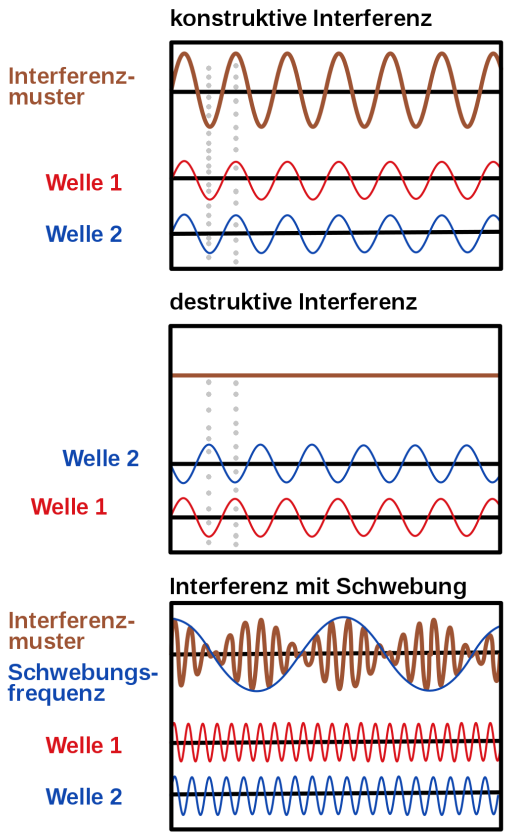
Jenseits der klassischen Physik

Die klassische Physik teilte ihr Aufgabengebiet in die beiden Teilgebiete Mechanik und Wellenlehre. Schwierigkeiten gab es bei der Erklärung des Lichts. Besteht Licht aus sehr kleinen Korpuskeln oder aus Wellen?



Das Doppelspaltexperiment
Beim Doppelspaltexperiment lässt man Licht durch eine Blende mit zwei schmalen, parallelen Spalten treten. Auf einem Beobachtungsschirm in einer Distanz zur Blende, die sehr viel größer ist als der Abstand der beiden Spalte, zeigt sich ein Interferenzmuster. Dieses Muster entsteht durch Beugung der Wellenausbreitung am Doppelspalt. Das Experiment wurde 1802 von Thomas Young durchgeführt, um die Wellentheorie des Lichts zu beweisen.

Bestünde Licht aus Korpuskeln (kleinen Körpern), dann würden auf dem Beobachtungsschirm hinter dem Doppelspalt nur zwei Linien erscheinen. Jede Linie bestünde aus den Einschlägen der Korpuskeln, die durch einen der beiden Spalte gingen.

Das Interferenzmuster widerspricht dem Korpuskelmodell und ist nur mit dem Wellenmodell erklärbar. Der Streit zwischen diesen beiden Theorien schien damit entschieden.

Auf dem Weg zum Welle-Teilchen-Dualismus
Um mögliche Zusammenhänge zwischen verschiedenen Kräften der Natur zu entdecken, wurde im 19. Jahrhundert lange nach einem Einfluss von Magnetfeldern auf das Licht gesucht. In der Vorstellung der klassischen Physik entsteht das Licht als eine elektromagnetische Welle durch Schwingungen der (ganzen) Atome. Daraus leitete Hendrik Antoon Lorentz 1892 theoretisch eine Formel ab, nach der die Spektrallinien dreifach aufgespalten werden, wenn sich die strahlenden Atome in einem Magnetfeld befinden. Im Einzelnen sollten dabei die mittlere der drei Linien die ungestörte Frequenz zeigen und die beiden anderen Linien durch das Magnetfeld nach oben bzw. unten verschoben sein. Erstmals wurde der Effekt 1896 von Pieter Zeeman nachgewiesen und heißt deshalb "Zeeman-Effekt". Drei Jahre später gelang Hendrik Antoon Lorentz eine Erklärung aber unter der geänderten Annahme, dass das von Atomen ausgesandte Licht nicht von ganzen Atomen, sondern durch bewegte Elektronen erzeugt wird. 1902 erhielten beide dafür den Nobelpreis für Physik.

Die genaueren Vorhersagen: Bei Beobachtung parallel zum Magnetfeld sollten die beiden verschobenen Spektral-Linien entgegengesetzt zirkular polarisiert sein und die mittlere Linie gar nicht erscheinen. 1896 konnte Zeeman all dies erstmals beobachten, allerdings mit einer vieltausendfach größeren Aufspaltung als erwartet. Nachfolgende genaue Messungen der Aufspaltung zeigten, dass sie doch der Lorentzschen Formel entspricht, allerdings nur dann, wenn man annimmt, dass bei der Lichtaussendung nicht das Atom mit seiner ganzen Masse schwingt, sondern nur das viel leichtere Elektron. Dass Elektronen Bestandteil der Atome sind, war bis dahin nur vermutet worden (Elekronen-Hypothese). Diese Auffassung gewann durch den Zeeman-Effekt und seine gelungene Erklärung erheblich an Überzeugungskraft in der damaligen Physik.

Im weiteren Verlauf der Experiment und Theorien, zeigte sich aber, dass bei der Untersuchung subatomarer Teilchen wie dem Elektron je nach Art des Versuchsaufbaus das eine oder das andere Ergebnis herauskam. Der Beweis Welle oder Korpuskel hing nicht vom untersuchten Teilchen ab, sondern vom Versuchsaufbau. Seither dient das Doppelspalt-Experiment dazu, den Welle-Teilchen-Dualismus zu illustrieren und damit den Umbruch von der klassischen Physik zur Quantenphysik.

Arnold Sommerfeld hatte das Bohrsche Atommodell nach allen Seiten weiter ausgebaut. Sein Schüler Werner Heisenberg führte zur Erklärung des anomalen Zeeman-Effekts halbzahlige Quantenzahlen ein. Die Verteidiger der klassischen Physik spotteten über „die Zahlenmystik der Sommerfeld-Schule“.

Text unter cc-by-sa 4.0 int., Weitergabe unter gleichen Bedingungen und Namensnennung: Harald Küstermann @ RoteSchnur.de