

Frequenzmodulationsspektroskopie

Ein Modellversuch zur direkten Visualisierung des Zusammenhangs von Dispersion und Absorption

Aus der Optik ist bekannt, dass Absorption und Dispersion in einem Medium direkt miteinander verknüpft sind und sich mathematisch über die Kramers-Kronig-Relationen jeweils aus der Frequenzabhängigkeit der anderen Funktion berechnen lassen. Die experimentelle Bestimmung einer vollständigen Dispersionskurve in festen Medien aus dem Absorptionsverhalten führt meist im Bereich des Absorptionsmaximums zu Intensitätsproblemen. In hochverdünnten Gasen hat man zwar genügend Intensität zur Detektion, aber sowohl Absorptions- wie auch Dispersionssignal gehen meist im Rauschen unter.

Abhilfe aus diesem Dilemma schafft eine Nullmessmethode wie z.B. die *Frequenzmodulationsspektroskopie*. Sie liefert nur dann ein Signal, wenn die Probe absorbiert, auch bei sehr kleiner Absorption. Die theoretische Nachweisgrenze wird bei dieser Methode durch das thermische Rauschen der beteiligten Detektoren und Mischer bestimmt. Bei Verwendung geeignet gekühlter Detektoren lässt sich sogar die Grenze des Quantenrauschens erreichen. Im Experiment erhält man gleichzeitig sowohl die frequenzabhängige Absorptions- wie auch Dispersionskurve und kann sie unmittelbar auf einem Oszillografenschirm darstellen. Dies stellt eine direkte Visualisierung der Kramers-Kronig-Relationen dar.

Dieses Verfahren erlaubt auch die Bestimmung kleinster optischer Dichten eines hochverdünnten Mediums bis in den Bereich $OD = 10^{-5}$. Damit bewegt man sich bei der Nachweisgrenze im Bereich der optische Dichte von Einzelmolekülen.

Der Versuchsaufbau besteht nur aus wenigen Komponenten und wird als Versuchsthematik zur Molekülphysik und als Einstieg in die Einzelmolekülspektroskopie seit über 10 Jahren im Fortgeschrittenenpraktikum der Universität Bayreuth durchgeführt.