

## Technologieangebot



Ultrastabiler optischer Resonator mit einem Längenausdehnungskoeffizienten von Null bei ca. 20°C

### Vorteile

- Einsatz von Spiegelmaterialien mit geringerem thermischen Rauschen
- Kompensation der durch Temperaturschwankungen verursachten Spiegeldeformation
- Relative Längenstabilität von  $10^{-16}$  möglich
- kostengünstige Temperaturstabilisierung auf 20°C

### Ansprechpartner:

Dr. Bernhard Smandek  
Technologietransfer  
Telefon: +49(531) 592-8303  
Telefax: +49(531) 592-69-8303  
E-Mail: [bernhard.smandek@ptb.de](mailto:bernhard.smandek@ptb.de)

Dr. Thomas Legero  
Arbeitsgruppe Quantenoptik und  
Längeneinheit  
Telefon: +49(531) 592-4306  
E-Mail: [thomas.legero@ptb.de](mailto:thomas.legero@ptb.de)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Bundesallee 100  
D-38116 Braunschweig

[www.technologietransfer.ptb.de](http://www.technologietransfer.ptb.de)

## Spiegelbauteil für ultrastabile Resonatoren

Ein neuartiges Spiegel-Konzept für Fabry-Perot-Resonatoren führt durch eine entscheidende Verringerung des thermischen Rauschens zu einer höheren Frequenzstabilität des Resonators bei geringerem Aufwand für die Temperaturstabilisierung. Die Kombination aus Design und Materialauswahl führt zu einer relativen Frequenzstabilität im Bereich von  $10^{-16}$ . Dabei lässt sich das Spiegelbauteil einfach und kostengünstig fertigen.

### Technische Beschreibung

Das neue Spiegelement der PTB kombiniert eine extrem hohe Längenstabilität bei ca. 20°C mit geringem thermischen Rauschen. Bisher bestanden sowohl die Spiegel als auch der Abstandhalter von ultrastabilen Fabry-Perot-Resonatoren aus Ultra-Low-Expansion-Glas (ULE), das bei ca. 20°C einen Nulldurchgang in seiner Längenausdehnung aufweist. Das thermische Rauschen der Spiegel (vergleichbar zur Brownschen Molekularbewegung) limitiert hierbei die Frequenzstabilität der Resonatoren. Spiegel mit geringerem thermischen Rauschen, z.B. Quarzglas, besitzen bei 20°C eine vielfach größere thermische Längenausdehnung. Da sie fest mit dem Abstandhalter aus ULE-Glas verbunden sind, führt eine Temperaturänderung zu einer Deformation der Spiegel. Dies verursacht eine Verschiebung des Nulldurchgangs der Längenausdehnung des Resonators auf -10°C. Eine Stabilisierung des Resonators auf diese Temperatur ist sehr aufwändig. Bei dem PTB-Patent wird an der Rückseite eines Quarzglasspiegels ein Ring aus ULE-Glas angebracht. Dieser wirkt der Deformation des Spiegels entgegen und der Nulldurchgang der Längenausdehnung des Resonators befindet sich wieder bei 20°C. Damit sind Fabry-Perot-Resonatoren möglich, die bei Zimmertemperatur betrieben werden können und dennoch ein deutlich kleineres thermisches Rauschen aufweisen.

### Anwendung

Der neuartige Spiegel kann in Fabry-Perot-Resonatoren eingesetzt werden, die zur Stabilisierung von Lasersystemen dienen. Solche Lasersysteme erreichen eine relative Frequenzstabilität von bis zu  $10^{-16}$ .

### Wirtschaftliche Bedeutung

Frequenzstabile Laser werden zu Realisierung optischer Uhren, in der Nachrichtentechnik zum Übermitteln von ultrastabilen Frequenzen und im Bereich der Ultrapräzisions-Spektroskopie benutzt.

### Entwicklungsstand

Für das Spiegelbauteil wurde unter DE 10 2008 049 367 das Patent erteilt.