



## Testzentrum für Laseroptiken

### *Laser Optics Test Center*

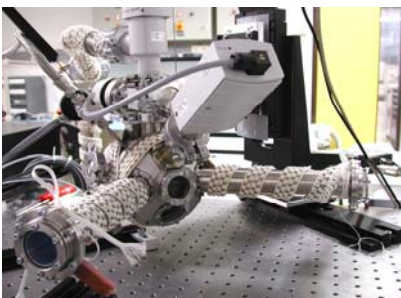
Zerstörschwellenteststand

*Laser damage test bench*



Testkammer zur Prüfung von Laseroptiken  
unter 45° Einfallswinkel

*Test chamber configured for testing of HR45  
laser optics*



**Am Institut für Technische Physik beim DLR Stuttgart werden im Labor für Optikqualifizierung optische Komponenten auf ihre Belastbarkeit unter gepulster Laserstrahlung geprüft. Diese Arbeiten erfolgen auch und insbesondere als Dienstleistung für externe Kunden. Die Schädigungsschwellen werden konform mit dem internationalen Standard der Zerstörschwellenmesstechnik (ISO 11254) ermittelt.**

Sämtliche Tests erfolgen anwendungsorientiert und bei den gängigen Laserwellenlängen im infraroten (1064 nm), sichtbaren (532 nm) und ultravioletten (355 nm) Spektralbereich bei Pulsdauern von wenigen ns. Prinzipiell wird die an der praktischen Anwendung orientierte Mehrpulszerstörungsschwelle gemäß ISO 11254-2 ermittelt. Diese Mehrpulszerstörungsschwelle kann für die Extrapolation der entsprechenden Werte zu großen Pulszahlen verwendet werden. Tests von Optiken mit unterschiedlichen Beschichtungsarten (z. B. Antireflexschichten, Hochreflektoren) unter verschiedenen Winkeln (0°, 45° etc.) sind möglich, und werden unter Reinraumbedingungen (Klasse 1000) ausgeführt (siehe Abbildung oben). Ein zertifizierungsfähiges Qualitätsmanagementsystem soll um den Kernprozess Laser Damage aufgebaut werden, mit dem Ziel, zukünftig ein zertifiziertes System zu betreiben.

Tests an optische Komponenten können im DLR Labor sowohl unter Standard- als auch unter künstlicher Atmosphäre und Vakuumbedingungen durchgeführt werden (siehe Abbildung links unten). Motivation für Tests im Vakuum ist der von europäischen Firmen und der ESA geplante Einsatz von Lasersystemen im Weltall.

***The Institute of Technical Physics at the DLR in Stuttgart is operating an optics qualification laboratory where the laser vulnerability of optical components can be tested under pulsed irradiation. Tests are also provided as a service for external customers. The damage thresholds are being evaluated in accordance with the international standard ISO 11254. This standard defines the agreed on techniques and rules of laser damage testing.***

*All tests are carried out in an application-oriented manner and at common laser wavelengths in the IR (1064 nm), visible (532 nm), and UV (355 nm) spectral range. Apart from single shot tests (according to ISO 11254-1), which are only relevant for basic scientific investigations, the more practical multipulse damage tests are performed according to ISO 11254-2. The results of the multipulse investigations can be used for scaling of damage thresholds to very large pulse numbers or very long irradiation periods. Various types of optics with different coating designs (eg AR0, HR0, AR45, HR45) can be handled in the setup at different angles of incidence. All qualification tests are performed under clean-room conditions (class 1000). A quality management system will be developed defining the core process "laser damage", and is intended to be certified in the future.*

*The tests can be performed at the DLR laboratory under ambient conditions, or, as an option, under artificial atmosphere and vacuum conditions. The extension to vacuum testing was due to the ongoing requests of European companies and European Space Agency (ESA) for vacuum laser optics qualification in view of upcoming space-laser missions.*

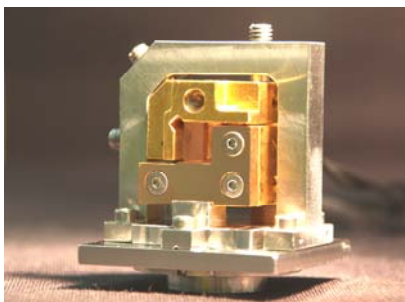
**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

Institut für Technische Physik  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart

Wolfgang Riede  
Fon: +49 711 6862 -515  
Fax: +49 711 6862 -788  
Wolfgang.Riede@dlr.de  
www.DLR.de/tp

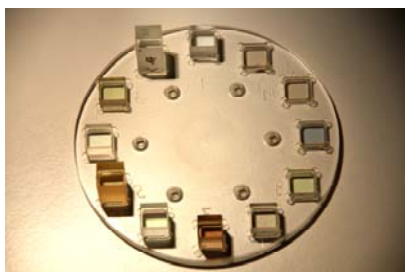
**Optische Halterung zur Phasenanpassung  
von nichtlinear-optischen Kristallen zur  
Frequenzkonversion**

*Optical mount suitable for phase matching of  
frequency conversion crystals*



**Nichtlinear-optische Kristalle wie LBO, BBO,  
BiBO und KTP werden auf ihre Eignung zur  
effizienten Frequenzkonversion getestet**

*Nonlinear optical crystals like LBO, BBO,  
BiBO, and KTP are tested for their suitability  
of efficient frequency conversion*



Für einen solchen Langzeitbetrieb von Lasersystemen unter Vakuumbedingungen mit Missionsdauern von mehreren Jahren werden extreme Anforderungen an die Präzision und Zuverlässigkeit der verwendeten Optiken gestellt. Sämtliche Optiken für die aktuell geplanten ESA Missionen (ADM Aeolus bzw. ATLID) werden am DLR Labor für ihren Einsatz qualifiziert.

Nichtlineare Kristalle zur Frequenzkonversion sind die zentralen optischen Komponenten von Lasersystemen, welche im sichtbaren bzw. ultravioletten Spektralbereich betrieben werden. Die Stabilität dieser Kristalle von europäischer Provenienz wird in umfangreichen Untersuchungen im Laserlangzeitbetrieb auf mögliche Alterungsprozesse hin getestet. Hierzu wurde eine kompakte optische Halterung zur Phasenanpassung bei der Frequenzkonversion entwickelt (siehe Abbildung links oben), bei welcher ein klebefreier, mechanischer Kontakt zu den Kristallen verwendet wird. Bei den getesteten Kristallen (LBO, BBO, BiBO und KTP, siehe Abbildung unten) wurden Konversions-Effizienzen von bis zu 54 % für Frequenzverdopplung (SHG) und über 38 % für Frequenzverdreifung (THG) erreicht. Die begleitende Entwicklung von Modellen zur Frequenzkonversion ermöglichte die Optimierung der Kristalllängen.

Diese Kristalle sind unter den typischen Bedingungen im Orbit auch hochenergetischer Strahlung ausgesetzt. Die an externen Stellen ausgeführte Bestrahlung mit Protonen und Gammastrahlung ergab eine deutliche Degradation von Phosphatkristallen wie KTP, welche durch Tempern bei 150 °C rückgängig gemacht werden konnte.

*Such long term operations of laser systems under vacuum with a mission duration of several years lead to very stringent requirements of precision and longevity of utilized optical components. All optical components that will be utilized at currently planned ESA mission (like ADM Aeolus or ATLID) are being qualified exclusively at the DLR test laboratory.*

*Frequency conversion crystals are the main components of laser systems to access the visible and ultra violet spectral range. The stability of these crystals provided by European suppliers was evaluated under extensive lifetime tests with the goal to identify possible ageing effects. A compact optical phase matching mount developed for frequency conversion had to be developed for this purpose (see upper left figure), where pure mechanical contacting was applied. Among the tested crystals (LBO, BBO, BiBO, and KTP, see lower left figure) frequency conversion efficiencies of up to 54 % for doubling (SHG) and up to 38 % for tripling (THG) was achieved. In parallel, the development of frequency conversion models turned out to be very useful in estimating the optimum crystal length under the actual pumping conditions.*

*Furthermore, as these crystals are exposed under typical conditions in the orbit to high energy radiation, an irradiation of these crystals was performed at several external sites with proton and gamma rays. A distinct degradation of phosphate crystals was monitored, which could be recovered almost completely by tempering the crystals up to temperatures of 150 °C.*



**DLR**

**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

in der Helmholtz-Gemeinschaft

**Institut für Technische Physik**

Pfaffenwaldring 38-40

70569 Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 6862-773

Telefax: +49 (0)711 6862-788

[www.DLR.de/tp](http://www.DLR.de/tp)