



Lasereffektoren großer Reichweite

Im Gegensatz zu herkömmlichen Lichtquellen ist die Strahlungsenergie eines Lasers vollständig in seinem schmalen Emissionsstrahl konzentriert. Dies ermöglicht eine gezielte Energieübertragung – auch über große Distanzen von vielen Kilometern – sofern eine hinreichend gute Strahlqualität und geeignete Sendeoptiken gegeben sind.

Am Institut für Technische Physik werden Forschungsarbeiten zur Leistungsskalierung von Laserkonzepten mit hoher Strahlqualität, zur Ausbreitung von Hochleistungslaserstrahlung in der Atmosphäre inklusive der Kompensation von optischen Störungen und zur Nachführung von Sendeoptiken auf schnell bewegte Objekte sowie zur Wirkung von Laserstrahlung durchgeführt.

Der Schwerpunkt der Arbeiten zu Laserquellen liegt dabei auf Untersuchungen zur Leistungsskalierung von Scheibenlasern mit nahezu beugungsbegrenzter Strahlqualität bis in den Multi-Kilowatt-Bereich. Hier besteht das laseraktive Medium aus einer sehr dünnen Kristallscheibe (einige hundert Mikrometer dick), die rückseitig gekühlt wird. Dadurch können sehr hohe Leistungsdichten realisiert werden. Die Skalierung kann durch Vergrößerung der aktiven Fläche bei konstanter Pumpleistungsdichte erfolgen. Weiterhin sind modulare Leistungsskalierungen nach dem Oszillator-Verstärker-Konzept Gegenstand der Aktivitäten auf diesem Gebiet.

Die Gefahr der Verletzung der Augen durch Laserstrahlung besteht aufgrund der Fokussierung des Strahls auf die Netzhaut bereits bei sehr kleinen Leistungen. Diese Gefährdung ist jedoch bei Laserstrahlung mit einer Wellenlänge größer als 1,4 Mikrometer deutlich geringer, weil die Strahlung dann nicht mehr bis zur Netzhaut gelangt. Am Institut für Technische Physik wurde bereits ein Ho:YAG-Scheibenlaser mit einer Emissionswellenlänge von

Long range laser effector

Unlike conventional light sources, the energy of a laser is entirely focused in its narrow emission beam. This enables directed energy transmission over large distances of many kilometres – in the event that a sufficiently good beam quality and suitable transmission optical systems are available.

At the Institute of Technical Physics, research is being carried out concerning the power scaling of high brightness laser designs, the propagation of high-power laser radiation through the atmosphere including compensation for optical interference, the optical tracking of fast moving objects, and also concerning the effects of laser radiation on the target.

Concerning the laser sources for such applications, the work at the Institute of Technical Physics focuses on research into extending the power scalability of thin-disk lasers with virtually diffraction limited beam quality into the multi-kilowatt range. In this case, the laser-active medium consists of a very thin crystal disk (a few hundred microns thick), which is cooled on the back surface. This facilitates the utilisation of very high pump power densities. Power scaling can be achieved by increasing the active surface at a constant pump power density. Modular power scaling based on the oscillator-amplifier concept is also subject of the activities in this area.

The risk of injury of the eye in the form of coagulative damage to the retina from lasers exists even at low powers due to the focusing of the beam onto the retina. At wavelengths larger than 1.4 microns, however, this risk is significantly reduced since such radiation does not reach the retina. At the Institute of Technical Physics, a Ho:YAG thin-disk laser with an emission wavelength of two micrometers has already been realised as an efficient and scalable source in this preferable wavelength regime.



Scheibenlaser-Modul im Experimentalaufbau
Thin-disk laser module – setup for laboratory experiments

zwei Mikrometern als effiziente und skalierbare Strahlquelle in diesem vorteilhaften Wellenlängenbereich realisiert.

Bei der Ausbreitung von Laserstrahlung über große Distanzen ist der Einfluss der Atmosphäre wegen auftretender Luftturbulenzen nicht mehr vernachlässigbar. Dieser Effekt ist insbesondere bei der Propagation nahe der bodennahen Grenzschicht zu beobachten. Der Einsatz von Lasereffektoren mit einer Strahlpropagation über große Distanzen durch die Atmosphäre in den Bereichen Sicherheit und Verteidigung erfordert eine technologieübergreifende Kombination von Verfahren der Laserstrahlführung (Tracking) und der Bildgebung (Imaging). Neben der Kompensation atmosphärischer Störungen erlaubt eine hochpräzise Erfassung und schnelle Nachführung in Echtzeit eine Strahlsteuerung auch auf schnell fliegende, entfernte Objekte, wie beispielsweise UAVs.

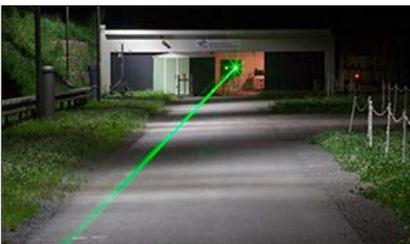
Während die Entwicklung von Laserquellen und von Systemen zur Laserstrahlführung im Labor durchgeführt wird, sind Ergebnisse zur Strahlpropagation und -wirkung nur dann belastbar, wenn sie unter realen Umweltbedingungen gewonnen werden. Die Laserfreistrahlstrecke des DLR in Lampoldshausen ermöglicht die Durchführung von Messungen und Experimenten unter realen atmosphärischen Bedingungen. Die Anlage mit ihrer Freistrahllänge von 130 Metern ist hinsichtlich ihrer Versorgungs- und Messtechnik für ein breites Anwendungsspektrum ausgerüstet. Die Konzeption ermöglicht die Aufnahme verschiedenster Lasersysteme und Messverfahren sowie komplexer Empfangssysteme. Der Komplexität und der Verschiedenartigkeit der meteorologischen Effekte wird durch eine umfangreiche Witterungsmesstechnik Rechnung getragen.

Neben den institutsinternen Arbeiten zur Laserstrahlpropagation und Ferndetektion kann die Freistrahlstrecke auch für Kunden bereitgestellt und an deren Anforderungen angepasst werden.

In the propagation of laser radiation over large distances, the influence of the atmosphere due to air turbulence is no longer negligible. This effect is particularly noticeable for propagation in the ground-proximate atmospheric boundary layer. The use of laser effectors with beam propagation over long distances through the atmosphere requires a cross-technology combination of laser tracking and imaging methods. In addition to the compensation for atmospheric beam distortions, high-precision detection and fast tracking in real-time enables beam direction towards fast-flying, remote objects, such as unmanned aerial vehicles (UAVs).

While the development of laser sources and detection and tracking systems is carried out in the laboratory, results for beam propagation and effects are only reliable if they are obtained under real environmental conditions. The DLR laser test range at Lampoldshausen allows the performance of measurements and experiments under real atmospheric conditions. With its 130-metre laser test range, the facility is equipped for a wide range of applications in terms of its supply and measurement technologies. The basic design enables the inclusion of various laser systems, measurement procedures and complex receiver systems. Test series to evaluate remote laser effects on moving objects are also possible. The complexity and diversity of the meteorological effects is supported by extensive weather measurement technology.

In addition to the internal research and development activities on laser beam propagation and detection, the laser test range can be made available to customers and adapted to their needs.



Experimente zur Strahlpropagation auf der Freistrahlstrecke

Beam propagation experiments at the laser test range

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

Institut für Technische Physik
Pfaffenwaldring 38-40
D-70569 Stuttgart

Kontakt: Jochen Speiser
Telefon: +49 711 6862-451
Fax: +49 711 6862-715
E-Mail: Jochen.Speiser@dlr.de
DLR.de/tp