

# Faserlaser

---

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT entwickelt angepasste, faserbasierte Strahlquellen für den Puls- und Dauerstrichbetrieb und bietet ein breites Know-how in den Bereichen ultrahochstabiler Faserlaser, Hochleistungsfaserlaser, Simulation, Aufbau- und Verbindungstechnik sowie Laserkomponenten mit besonderem Fokus auf industriell umsetzbaren Lösungen.

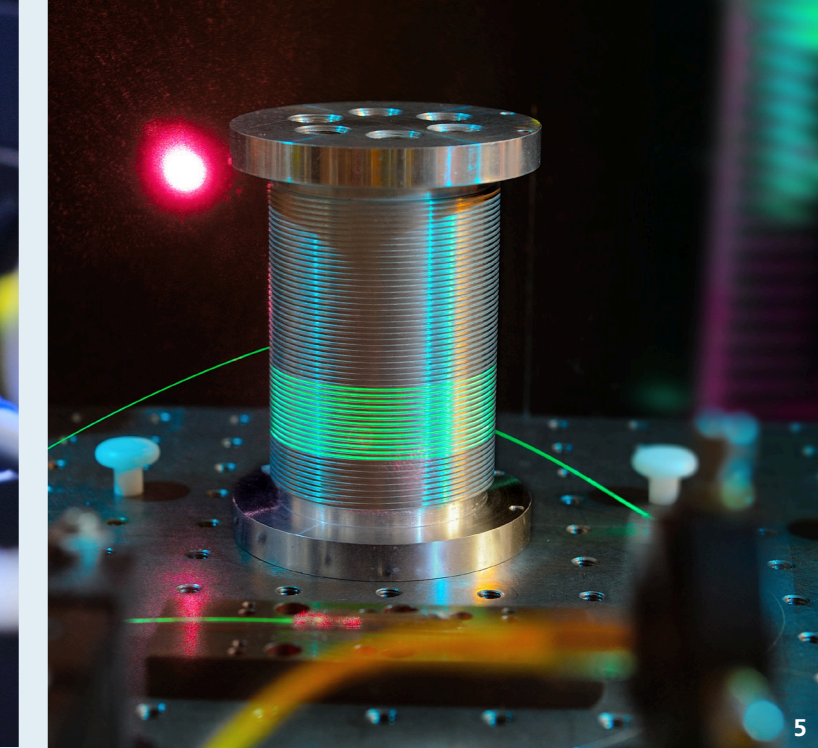
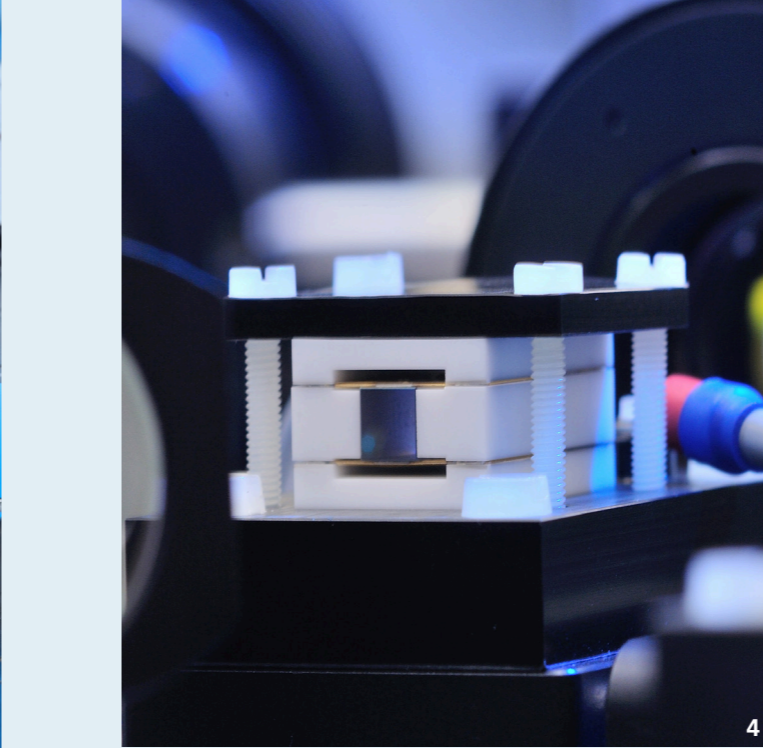
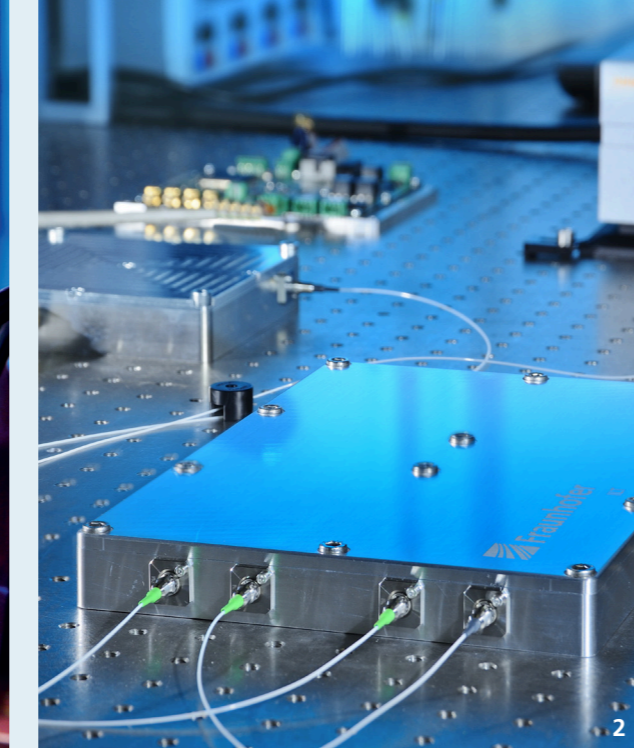
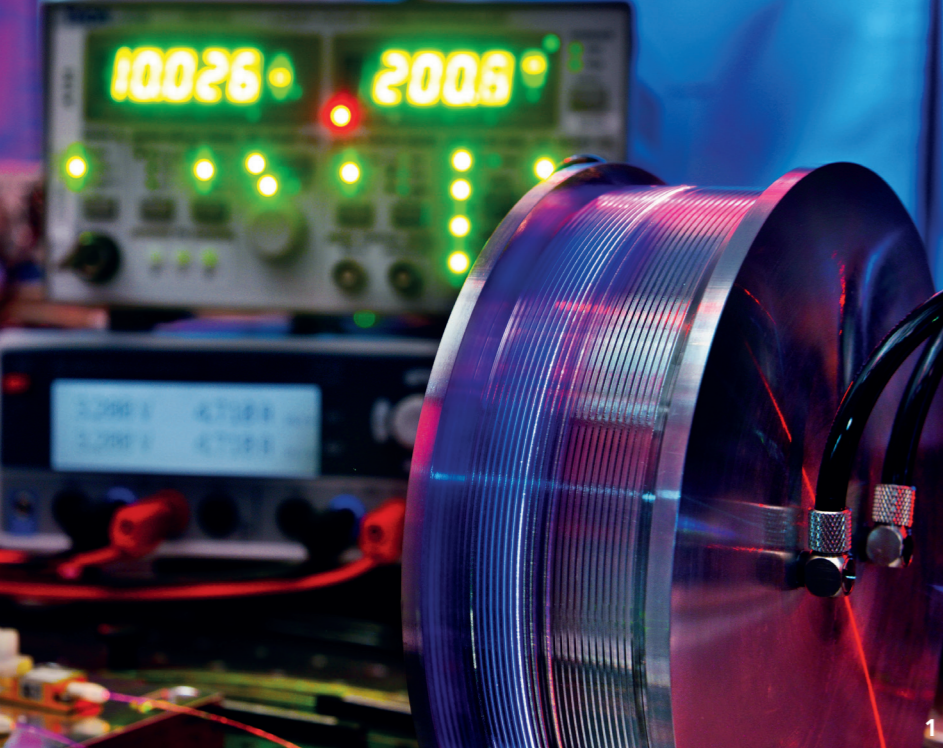
## Faserlaser

Faserlaser kombinieren höchste Strahlqualität und Effizienz, sowohl im kontinuierlichen als auch im gepulsten Betrieb. Aufgrund der Möglichkeit eines monolithischen und dadurch sehr robusten Aufbaus ohne Freistrahlskomponenten haben Faserlaser sich in der industriellen Anwendung neben den Gas- und Festkörperlaser etabliert und diese teilweise ersetzt. Der Faserlaser spricht aufgrund seiner hohen Flexibilität der Ausgangsparameter, wie Leistung, Wellenlänge oder Pulsform, ein breites Spektrum von Anwendungen im Bereich der Materialbearbeitung an, z. B. für das Abtragen und Schweißen, die Interferometrie in der Messtechnik oder die Medizintechnik.

*Gütegeschalteter  
Hochleistungsfaserlaser.*







## Faserlaser



1. Labordemonstrator eines hochstabilen Thulium-dotierten Faserverstärkers.  
2. Prototyp eines hochstabilen Faserlasers für den Satelliteneinsatz.  
3. Aktive Faser in Lasergrundplatte.

### Hochleistungs-Faserlaser für industrielle Anwendungen

Am Fraunhofer ILT werden in verschiedenen FuE-Projekten Laserkonzepte mit Ausgangsleistungen im Kilowatt-Bereich realisiert. Durch den Einsatz von Faser-Bragg-Gittern und Pumplichtkopplern können vollständig faserintegrierte und somit besonders robuste Faserlaser als Resonator oder Verstärker entwickelt werden. Passend zur Anwendung lassen sich u. a. die Wellenlänge, die Pulsdauer, sowie die Polarisation des Lichtes anpassen.

Für verschiedenste Anwendungen entwerfen und konzeptionieren wir in Zusammenarbeit mit dem Kunden angepasste Strahlquellen, wie beispielsweise:

- Ytterbium-dotierte Faserlaser (1000–1100 nm) mit:
  - bis zu 1 kW Ausgangsleistung, linear polarisiert, grundmodig
  - bis zu 100 kW Spitzenleistung, Pulsdauerbereich von Piko- bis Mikrosekunden
  - bis zu 250 kW Spitzenleistung, gütegeschaltet, Multimode-Faserlaser

- Thulium-dotierte Faserlaser (1900–2000 nm) mit:
  - bis zu Multi-100 W-Spitzenleistung, QCW von  $\mu\text{s}$  bis ms, grundmodig oder multimodig
  - bis zu Multi-10 W-Ausgangsleistung, grundmodig
- Holmium-dotierte Faserlaser (2000–2100 nm) mit:
  - bis zu 10 W Ausgangsleistung, linear polarisiert, grundmodig

Anwendungsgebiete sind z. B. die (industrielle) Strukturierung von Oberflächen mit gepulster Strahlung, die Klebeflächenvorbereitung von Kompositbauteilen, die Medizintechnik oder das Schneiden und Schweißen.

### Ultrahochstabile Faserverstärker für schmalbandige Signale

Zur Messung des Gravitationsfeldes und von Gravitationswellen werden am Fraunhofer ILT schmalbandige, linear polarisierte und ultrahochstabile Grundmode-Faserverstärker entwickelt, z. B. mit Linienbreiten  $< 10$  kHz und einem Rauschen in der Ausgangsleistung von weniger als 0,01 Prozent bei einer Frequenz von 100 Hz.

Im Rahmen einer Vorstudie für die europäische Weltraumorganisation ESA wird ein Ytterbium-dotierter Faserlaser mit bis zu 5 W Ausgangsleistung entwickelt. Um die Weltraumtauglichkeit zu untersuchen, werden die Laser in Umwelttestkampagnen unterschiedlichen Belastungen wie Schocks, Vibrationen, kosmischer Bestrahlung und dem Vakuum ausgesetzt.

Im Rahmen des Interreg-Projektes ETEST werden Thulium- und Holmium-dotierter Faserlaser mit Wellenlängen um  $2 \mu\text{m}$  mit Ausgangsleistungen von bis zu 10 W entwickelt. Ziel ist die Entwicklung und Demonstration benötigter Technologien für einen Gravitationswellendetektor der dritten Generation.

### Simulation von optischen Komponenten und Faserlasern

Bei der Entwicklung und Auslegung von neuen Strahlquellen stehen verschiedene Softwaretools zur Verfügung, mit denen sowohl die thermo-mechanischen Eigenschaften mittels FEM sowie die spektralen und zeitlichen Eigenschaften von unterschiedlich dotierten Faserlasern modelliert werden. Weiterhin können modale Eigenschaften bei der Propagation in beliebigen Fasergeometrien sowie Modenkopplung z. B. in Faser-Bragg-Gittern simuliert werden.

### Faserlaserkomponenten, Aufbau- und Verbindungstechnik

Der Aufbau unserer Faserlaser stellt höchste Anforderungen an die Qualität der Komponenten. Aus diesem Grund werden am Fraunhofer ILT neben der Weiterentwicklung von Spleißverbindungen zur Leistungskalierung, faserintegrierte und fasergekoppelte Komponenten in umfangreichen Tests für den jeweiligen Einsatzzweck qualifiziert. In vielen Fällen stehen aufgrund der besonderen Anforderungen kommerzielle Komponenten nicht zur Verfügung und werden daher am Fraunhofer ILT bedarfsgerecht entwickelt, wie beispielsweise:

- Faser-Bragg-Gitter für Multimode-Fasern
- Modenfeldadapter sowie Modestripper für den Weltraumeinsatz
- Isolatoren und Pockelszellen, frei von organischen Materialien, für den Weltraum- sowie Hochleistungseinsatz
- Pump- und Signallichtkoppler für angepasste Fasergeometrien

4 Gelötete Pockelszelle als Güteschalter.  
5 Schmalbandiger Faserlaser für die Untersuchung von SBS.





QS zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001:2015  
Reg.-Nr. 069572 QM15

Fraunhofer-Institut  
für Lasertechnik ILT  
Institutsleitung  
Prof. Constantin Häfner

Steinbachstraße 15  
52074 Aachen  
Telefon +49 241 8906-0  
Fax +49 241 8906-121  
info@ilt.fraunhofer.de  
www.ilt.fraunhofer.de

## Kontakt

Patrick Baer M. Sc.  
Telefon +49 241 8906-8251  
patrick.baer@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hoffmann  
Telefon +49 241 8906-206  
hansdieter.hoffmann@ilt.fraunhofer.de

## Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zählt weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik, sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählen beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Additive Manufacturing. Weiterhin entwickelt das Fraunhofer ILT photonische Komponenten und Strahlquellen für die Quantentechnologie.

Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagen-technik, Digitalisierung, Prozessüberwachung und -regelung, Simulation und Modellierung, KI in der Lasertechnik sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Im Vordergrund stehen Forschung und Entwicklung für industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Produktion, Mobilität, Energie und Umwelt. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft.