

Leistungsverzeichnis

Beschaffung einer

schmalbandigen Laserquelle mit integrierter zeitlicher Pulsformung

Inhalt

1	Allgemeines.....	2
2	Hintergrund der Beschaffung	2
3	Leistungs- / Lieferumfang	3
4	weiterer Leistungsumfang	5
5	General Information	7
6	Background oft the Procurement.....	7
7	Scope of Services / Scope of Delivery	8
8	Additional requirements	9

1 Allgemeines

Die GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI) ist eine selbstständige Großforschungseinrichtung, die eine der weltweit führenden Teilchenbeschleunigeranlagen für die Forschung betreibt.

Etwa 1.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind bei GSI beschäftigt. Dazu kommen jährlich rund 1.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Universitäten und anderen Forschungslaboren weltweit, um die Anlage für Experimente zu nutzen.

Mit dem FAIR Projekt (Facility for Antiproton and Ion Research) wird am Standort der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI GmbH) in Darmstadt eine hochmoderne Teilchenbeschleuniger- und Experimentieranlage zur Grundlagenforschung und angewandter Forschung realisiert. Diese Anlage wird in internationaler Zusammenarbeit mit derzeit 10 Partnerstaaten in Darmstadt (Bundesland Hessen) finanziert und errichtet.

Weitere Informationen über die GSI und FAIR finden Sie im Internet unter <http://www.gsi.de/>.

2 Hintergrund der Beschaffung

Im Rahmen der Nachwuchsgruppe LASE-FUSE werden numerische Modelle für zukünftige Hochleistungslasersysteme zur Trägheitsfusion (Inertial Confinement Fusion, ICF) entwickelt und untersucht. Ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeiten ist die experimentelle Validierung dieser Modelle. Hierfür werden dedizierte Laser-Teststände aufgebaut, die die relevanten physikalischen Prozesse zukünftiger Fusionslaseranlagen unter kontrollierten Bedingungen nachbilden können.

Für die Schockzündung und Schockkompression in der Trägheitsfusion ist eine präzise zeitliche Formung der Laserpulse erforderlich. Durch geeignete Pulsformen werden mehrere aufeinanderfolgende Schockwellen erzeugt, deren zeitliche Abstimmung entscheidend dafür ist, das Fusions-Target möglichst nahe an eine adiabatische Kompression heranzuführen. Bereits geringe Abweichungen in der zeitlichen Pulsstruktur können die Dynamik der Kompression und damit die Effizienz des Prozesses maßgeblich beeinflussen.

Innerhalb von LASE-FUSE werden neuartige Laserkonzepte untersucht, bei denen bislang nicht ausreichend verstanden ist, wie sich das zeitliche Verhalten der Pulse während der Ausbreitung und Verstärkung verhalten. Insbesondere sollen Wechselwirkungen zwischen zeitlicher Pulsformung, spektralen Eigenschaften sowie räumlich-zeitlichen Kopplungen experimentell untersucht und mit numerischen Vorhersagen verglichen werden. Hierfür ist die Erzeugung reproduzierbarer und flexibel programmierbarer zeitlicher Pulsprofile zwingend erforderlich.

Die zu beschaffende Komponente dient der Erzeugung und präzisen zeitlichen Formung schmalbandiger optischer Pulse. Im Gegensatz zur typischen Anwendung als Seed-Laser eines Verstärkersystems wird die Komponente in geplanten Versuchsaufbauten als Pumpquelle für einen optisch-parametrischen Verstärker (Optical Parametric Amplifier, OPA) eingesetzt. Dadurch soll die zeitliche Pulsformung von der spektralen Formung separiert werden. Diese Trennung ist für die experimentelle Überprüfung der entwickelten Modelle von zentraler Bedeutung, da sie eine isolierte Untersuchung der Auswirkungen zeitlicher Pulsformung auf Verstärkungsprozesse sowie auf die resultierenden räumlichen, zeitlichen und spektralen Pulseigenschaften ermöglicht.

Die Beschaffung dieser Komponente ist daher eine wesentliche Voraussetzung für den Aufbau der geplanten Experimente und die Validierung der im Rahmen von LASE-FUSE entwickelten Modelle für zukünftige Hochleistungslasersysteme in der Fusionsforschung.

3 Leistungs- / Lieferumfang

Der Umfang der Ausschreibung betrifft eine schmalbandige Laserquelle mit integrierter zeitlicher Pulsformung zur Erzeugung von Laserpulsen als Seed für nachfolgende Verstärkerstufen. Die Quelle muss es ermöglichen Pulsformen frei programmierbar zu erzeugen.

Mindestanforderungen (Ausschlusskriterien)

Alle nachfolgend aufgeführten Mindestanforderungen müssen vom angebotenen System gleichzeitig erfüllt werden. Die Erfüllung einzelner Anforderungen in unterschiedlichen Betriebsmodi oder Konfigurationen ist nicht ausreichend, sofern dies nicht ausdrücklich anders angegeben ist.

Die folgende Tabelle beschreibt die Leistungsdaten, die das System mindestens erreichen soll. Diese sind entsprechend mit dem Angebot zu erläutern.

Parameter	Mindestanforderung	Leistungsmerkmale
Architektur	Turn-Key	Turnkey Modul, welches Die Laserquelle, die Formung und die Kontrolle dafür beinhaltet
Wellenlänge	1030 nm	Es wird zum seeden eines Yb:YAG lasers genutzt, wofür eine zentrale Wellenlänge bei 1030 nm notwendig ist
Zeitliche Pulsformung	Frei programmierbar	Die Pulsformung muss innerhalb der angegebenen Auflösung frei einstellbar/programmierbar sein. Z.B. via Grafischem Interface

Zeitliche Auflösung (Segment)	< 150 ps	Maximale Dauer eines einzelnen Pulssegments sollte geringer als 150ps zu sein um genügend Bins zur flexiblen Einstellung von mehreren Nanosekunden langen Pulsen zu haben
Energieauflösung einzelne Segmente	> 10 bit	Die Energieauflösung pro Pulssegment soll über mindestens ~2000 Schritte (~10bit) einstellbar sein für größtmögliche Flexibilität
Formungsfenster	Bis zu 50 ns	Es sollten verschiedene Pulsdauern mit bis zu 50ns voller Länge programmierbar sein
Zeitlicher Jitter	< 30 ps rms	Die zeitliche Puls-zu-Puls Schwankung sollte kleiner als 30 ps rms sein
Unterdrückungsverhältnis	≥ 35 dB	Für guten Pulscontrast soll das Unterdrückungsverhältnis zwischen Pulsen > 35 dB sein
Repetitionsrate	Single shot bis 100 Hz	Das Gerät muss von Einzelschussbetrieb bis 100Hz betreibbar sein
Trigger	TTL kompatibel	Triggerbar via TTL über z.B. BNC oder SMA Anschluss
Optische Leistung (Peak)	> 0.1 W (>0.1 nJ / ns)	Erreichbare Energie pro Zeitintervall sollte >0.1 nJ / ns sein um nachfolgende Verstärker zu seeden
Optischer Ausgangsport	Glasfaser, polarisationserhaltend	Der optische Ausgang des Geräts sollte via Glasfaser erfolgen welche polarisationserhaltend ist um die erzeugten Pulse einfach an die Richtige Stelle zu transportieren
Leistungsstabilität	< 1% rms	Die Langzeitstabilität der Leistung sollte < 1% rms sein
Polarisation	Linear	Die Polarisation des erzeugten Pulses soll Linear sein
Laserinterlock	Vorhanden	Es muss eine Möglichkeit geben das Gerät an ein Interlock anzuknüpfen um sichere Nutzbarkeit zu garantieren
Spannungsversorgung	Kompatibel mit 230 V AC	

4 weiterer Leistungsumfang

Weitere Mindestanforderungen an die Leistungsdaten sind ebenfalls entsprechend mit dem Angebot darzulegen:

- Der Anbieter muss darlegen, wie Wartung, Reparatur und Ersatzteilversorgung für einen Zeitraum von mindestens drei Jahren nach Lieferung sichergestellt werden. Optionale Wartungsleistungen sind separat und jährlich auszuweisen.
- Lieferung einer vollständigen technischen Dokumentation einschließlich Bedienungsanleitung in deutscher oder englischer Sprache.
- Einweisung des Bedienpersonals nach Installation. Die Erstinbetriebnahme durch den Hersteller oder einen autorisierten Vertreter wird bevorzugt.

Angebote die diese Kriterien nicht erfüllen, werden ausgeschlossen!!!

--- ENGLISH VERSION only for your information ---

Technical Specification

Procurement of a Narrowband Laser Source with Integrated Temporal Pulse Shaping

Inhalt

1	Allgemeines	2
2	Hintergrund der Beschaffung	2
3	Leistungs- / Lieferumfang	3
4	weiterer Leistungsumfang	5
5	General Information	7
6	Background oft the Procurement.....	7
7	Scope of Services / Scope of Delivery	8
8	Additional requirements	9

5 General Information

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI) is an independent large-scale research center operating one of the world's leading particle accelerator facilities for scientific research.

Approximately 1,600 employees work at GSI. In addition, around 1,000 scientists from universities and research laboratories worldwide use the facility annually for experimental research.

With the FAIR project (Facility for Antiproton and Ion Research), a next-generation accelerator and experimental facility for fundamental and applied research is currently being realized at the GSI campus in Darmstadt, Germany. FAIR is funded and constructed through an international collaboration currently comprising ten partner countries.

Further information about GSI and FAIR can be found at <http://www.gsi.de/>.

6 Background of the Procurement

Within the framework of the LASE-FUSE Young Investigator Group, numerical models for future high-power laser systems relevant to inertial confinement fusion (ICF) are being developed and investigated. A key aspect of this research is the experimental validation of these models. To achieve this, dedicated laser testbeds are being established to reproduce the relevant physical processes of future fusion laser systems under controlled laboratory conditions.

Precise temporal pulse shaping is a critical requirement for shock ignition and shock compression schemes in inertial confinement fusion. Appropriate pulse shapes generate multiple successive shock waves whose timing must be accurately controlled in order to drive the fusion target as close as possible to adiabatic compression. Even small deviations in the temporal pulse profile can significantly affect the compression dynamics and overall process efficiency.

Within LASE-FUSE, novel laser concepts are being investigated for which the propagation and amplification behavior of temporally shaped laser pulses is not yet sufficiently understood. In particular, interactions between temporal pulse shaping, spectral properties, and spatio-temporal coupling effects will be experimentally studied and compared with numerical predictions. These investigations require the generation of highly reproducible and flexibly programmable optical pulse profiles.

The component to be procured shall provide the generation and precise temporal shaping of narrowband optical pulses. Unlike its conventional use as a seed laser for amplifier systems, the system will be employed as a pump source seed for optical parametric amplifier (OPA) experiments. This

approach enables the separation of temporal pulse shaping effects from spectral shaping effects. Such separation is essential for the experimental verification of the developed numerical models, as it allows the isolated investigation of the influence of temporal pulse shaping on amplification processes and on the resulting spatial, temporal, and spectral pulse characteristics.

The procurement of this component is therefore an essential prerequisite for the planned experimental activities and for the validation of the models developed within the LASE-FUSE project for future high-power laser systems used in fusion research.

7 Scope of Services / Scope of Delivery

The scope of this procurement comprises a narrowband laser source with integrated temporal pulse shaping for the generation of laser pulses used as a seed source for subsequent amplifier stages. The system shall enable the generation of freely programmable optical pulse shapes.

Minimum Requirements (Exclusion Criteria)

All minimum requirements listed below shall be met simultaneously by the offered system. Compliance with individual specifications in separate operating modes or configurations is not sufficient unless explicitly stated otherwise.

The following table specifies the minimum technical requirements. Compliance with all requirements shall be demonstrated within the submitted proposal.

Parameter	Minimum requirement	Technical Rationale
Architecture	Turn-key system	Integrated solution including laser source, pulse shaping hardware, control electronics, and software
Central wavelength	1030 nm	Compatibility with Yb:YAG laser systems
Temporal pulse shaping	Freely programmable	Arbitrary pulse shape generation with user-configurable waveform definition via graphical user interface or equivalent software
Temporal resolution (segment size)	< 150 ps	Sufficient temporal discretization for flexible generation of multi-nanosecond pulse profiles
Amplitude resolution per segment	> 10 bit	At least approximately 2000 programmable amplitude levels for high pulse-shaping flexibility

Pulse shaping window	Up to 50 ns	Programmable pulse durations up to at least 50 ns total pulse length
Zeitlicher Timing jitter	< 30 ps rms	Pulse-to-pulse timing stability
Extinction ratio	≥ 35 dB	High pulse contrast between programmed pulse segments
Repetition rate	Single shot to 100 Hz	Adjustable operation from single-shot mode up to at least 100 Hz
Trigger interface	TTL compatible	External triggering via TTL-compatible interface (e.g. BNC or SMA)
Peak optical power	> 0.1 W (>0.1 nJ / ns)	Sufficient optical energy density to seed subsequent amplifier stages
Optical output	Polarization-maintaining fiber output	Simplified integration into experimental laser systems while preserving polarization
Power stability	< 1% rms	Long-term optical output stability
Polarization	Linear	Linear polarization state required
Laser interlock	Required	Capability for integration into laboratory laser safety systems
Power supply	Compatible with 230 V AC	Operation from standard European laboratory power infrastructure

8 Additional requirements

The bidder shall provide information demonstrating compliance with the following additional requirements:

- The bidder shall describe how maintenance, repair services, and spare parts availability will be ensured for a minimum period of three years after delivery. Optional annual maintenance services shall be quoted separately.
- Complete technical documentation, including user and operating manuals, shall be provided in English.
- User training shall be included. Initial installation and commissioning by the manufacturer or an authorized representative is preferred.

Bids that do not meet these criteria will be rejected!!!