

Q 19: Ultrashort Laser Pulses: Generation III

Time: Tuesday 14:00–16:00

Location: F 342

Q 19.1 Tu 14:00 F 342

Anforderungen für das kohärente Kombinieren von faser-verstärkten ultrakurzen Laserpulsen — ●ARNO KLENKE¹, ENRICO SEISE¹, STEFFEN HÄDRICH¹, JENS LIMPERT^{1,2} und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2} — ¹Friedrich-Schiller Universität Jena, Institut für angewandte Physik, Albert-Einstein-Str. 15, 07745 Jena — ²Helmholtz Institut, Jena

Als Skalierungskonzept von Laseroszillatoren bzw. -verstärkern im cw- und gütegeschalteten Betrieb sind verschiedene Verfahren zum aktiven als auch zum passiven, kohärenten und inkohärenten Kombinieren bekannt. Das kohärente Kombinieren verstärkter ultrakurzer Pulse stellt neue Anforderungen an die Stabilisierung des Aufbaus. Darüber hinaus erfordert die spektrale Bandbreite der Pulse die Berücksichtigung der auftretenden Dispersion in den einzelnen Kanälen.

Als Realisierungsmöglichkeit soll das polarisationsabhängige Kombinieren von ultrakurzen Pulsen vorgestellt werden. Eine aktive Stabilisierung erfolgt hierbei durch den Abgleich der optischen Weglänge der Kanäle mittels eines piezoelektrisch verschiebbaren Spiegels. Dabei dient ein Hänsch-Couillaud Detektor in Verbindung mit einem PID-Regler als Steuerung.

Das Verfahren soll bei der kohärenten Kombinierung von Ultrakurzpuls-Faserverstärkern Anwendung finden. Mit Hilfe von Simulationen wurden die in diesem Fall bestehenden Anforderungen bezüglich Dispersion, Nichtlinearitäten und Stabilität der einzelnen Verstärkerkanäle bestimmt. Der Vortrag zeigt die Ergebnisse dieser Simulationen und einiger experimenteller Untersuchungen.

Q 19.2 Tu 14:15 F 342

Pulsodynamik in einem fs Thulium-Faserlaser — ●FRITHJOF HAXSEN^{1,2}, DIETER WANDT^{1,2}, UWE MORGNER^{1,2,3}, DIETMAR KRACHT^{1,2} und JÖRG NEUMANN^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover, Hannover, Deutschland — ²Centre for Quantum-Engineering and Space-Time Research - QUEST, Hannover, Deutschland — ³Leibniz Universität Hannover, Hannover, Deutschland

Thulium-dotierte Fasern eignen sich dank ihrer großen Verstärkungsbandbreite hervorragend zur Erzeugung ultrakurzer Pulse im Bereich von etwa 2 μm Emissionswellenlänge. Durch den signifikanten Einfluss von Dispersion und Nichtlinearitäten spielt die Pulsdynamik bei fs-Faserlasern eine wesentliche Rolle. Wir stellen Untersuchungen der Pulsdynamik in einem passiv modengekoppelten Thulium-Faserlaser mit variabler resonatorinterner Dispersionskompensation und spektralem Filter vor. Mit dem vorgestellten System konnten Pulse mit einer Energie von über 4 nJ erzeugt werden, die sich resonatorextern auf eine Dauer von unter 220 fs komprimieren ließen. Die resonatorinterne Pulsdynamik ließ sich dem „Stretched-Pulse“-Betrieb zuordnen. Die numerische Reproduktion der Ausgangscharakteristik des Lasers auf Basis der experimentellen Ergebnisse ermöglichte ein detailliertes Verständnis der zeitlichen und spektralen Entwicklung innerhalb des Resonators.

Q 19.3 Tu 14:30 F 342

Pulsenergie Skalierung in gänzlich normal dispersiven Faserlasern durch Reduktion der Repetitionsrate — ●HAKAN SAYINC¹, DIRK MORTAG¹, OLIVER PROCHNOW¹, MICHAEL SCHULTZ¹, DIETER WANDT¹, DIETMAR KRACHT^{1,2} und JÖRG NEUMANN^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30149 Hannover, Deutschland — ²Zentrum für Quanten Engineering und Raum Zeit Forschung (QUEST), Welfengarten 1, 30167 Hannover, Deutschland

In diesem Beitrag demonstrieren wir die Energieskalierung passiv modengekoppelter gänzlich normal dispersiver Ytterbium Faserlaser durch Reduktion der Repetitionsrate. Durch Einsetzen von Standard Fasern mit einer Länge von bis zu 75 m wurde die Wiederholfrequenz von 22.7 auf 2.4 MHz reduziert. Die Pulsenergie konnte damit von 7 auf 34.5 nJ vergrößert werden.

Q 19.4 Tu 14:45 F 342

Nichtlineare Kompression von fs Pulsen auf eine Pulsdauer unter 8 optische Zyklen in mikrostrukturierten Fasern — ●HAKAN SAYINC¹, OLIVER PROCHNOW¹, DIETER WANDT¹, DIETMAR KRACHT^{1,2} und JÖRG NEUMANN^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30149 Hannover, Deutschland — ²Zentrum für Quanten Engineering und Raum Zeit Forschung (QUEST), Welfengarten 1,

30167 Hannover, Deutschland

In diesem Beitrag präsentieren wir Untersuchungen zur nichtlinearen Kompression von 186 fs Pulsen auf unter 8 optische Zyklen in mikrostrukturierten Fasern im Wellenlängenbereich um 1 Mikrometer. Bei einer mittleren Leistung von 86 mW betragen die Pulsdauern direkt nach der mikrostrukturierten Faser 25 fs. Dies entsprach einer Pulsenergie von 2.6 nJ und einer Pulsspitzenleistung von 100 kW. Eine externe Kompression mit Gittern war hierzu nicht notwendig.

Q 19.5 Tu 15:00 F 342

Optical synchronization of femtosecond fiber lasers using a saturable absorber — ●TILL WALBAUM, PETRA GROSS, and CARSTEN FALLNICH — Institute for Applied Physics, University of Münster, Corrensstr. 2, 48149 Münster

Synchronizing the repetition frequency of pulsed lasers is of interest for data transmission and for pump-and-probe experiments. Furthermore, transferring stability from one laser to another can be useful for frequency metrology, allowing measurements at different locations using the same frequency comb. Due to their fast response time, optical methods should be superior to electronic means.

We set up two separate Erbium fiber lasers in a master-slave configuration, each mode-locked via nonlinear polarization rotation. Synchronization is achieved using a shared saturable absorber mirror in a free space section. Numerical simulations are used to investigate the interplay of the externally pumped SAM and the NPR-mode-locking mechanism.

In the experiment, depending on the position of intracavity polarization controllers in the slave laser, locking ranges of up to 411 Hz can be achieved. We show that, using a stabilized master laser, stability of the repetition rate can be transferred to the slave laser, and that the difference of the carrier envelope offset frequencies can be measured and changed by detuning the length of the slave laser in locked state.

Q 19.6 Tu 15:15 F 342

Passiv modengekoppelter Ytterbium-Faser-Oszillator mit hoher Pulsenergie bei einer Repetitionsrate von 2 MHz — ●CHRISTIAN HAPKE¹, DIRK MORTAG¹, DIETER WANDT^{1,2}, UWE MORGNER^{1,2,3}, DIETMAR KRACHT^{1,2} und JÖRG NEUMANN^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Germany — ²Centre for Quantum-Engineering and Space-Time Research - QUEST, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany — ³Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany

Die Verwendung eines Faseroszillators mit geringer Repetitionsrate ist besonders für die Erzeugung von hohen Pulsenergien in Verstärkersystemen von Interesse, da auf der einen Seite auf einen optischen Modulator zur Reduzierung der Repetitionsrate verzichtet werden kann und im Fall von sehr langen Oszillatorpulsen sogar zusätzlich auf einen Pulsstreckler. In diesem Beitrag stellen wir einen passiv modengekoppelten normaldispersiven Ytterbium-Faserlaser ohne Dispersionskompensation mit einer Repetitionsrate von 2,09 MHz vor. Der Resonator besteht aus einer etwa 95 m langen einmodigen Faser mit einem Modenfelddurchmesser von 10 μm . Die Modenkopplung wurde durch nichtlineare Polarisationsdrehung erreicht. Zur Rückführung der spektralen und zeitlichen Änderungen des Pulses während des Resonatorumlaufs wurde ein doppelbrechendes spektrales Filter eingesetzt. Der Oszillator emittierte stark gechirpte Pulse mit einer Pulsdauer von 100 ps und einer Zentralwellenlänge von 1031 nm. Die Pulse konnten extern mit einer Gitteranordnung auf 1,07 ps komprimiert werden.

Q 19.7 Tu 15:30 F 342

Ytterbium-dotierter Femtosekunden-Faser-Oszillator mit einer mittleren Ausgangsleistung von 1,5 W — ●DIRK MORTAG¹, DIETER WANDT^{1,2}, UWE MORGNER^{1,2,3}, DIETMAR KRACHT^{1,2} und JÖRG NEUMANN^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Germany — ²Centre for Quantum-Engineering and Space-Time Research - QUEST, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany — ³Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany

In diesem Beitrag präsentieren wir einen passiv modengekoppelten Ytterbium-dotierten Faserlaser ohne Dispersionskompensation. Die zeitliche Streckung sowie die spektrale Verbreiterung der Pulse in der

normaldispersiven Faserstrecke werden durch Einsatz eines doppelbrechenden Filters aus Quarz ausgeglichen. Eine aktive Doppelmantelfaser mit einem einmodigen Signalkern in Kombination mit einer mehrmodigen fasergekoppelten Pumpdiode führt zu einer erhöhten mittleren Leistung im Vergleich zu kerngepumpten Kurzpuls-Faser-Oszillatoren. Der Laser emittiert Pulsenergien von über 30 nJ bei einer Repetitionsrate von 48 MHz und einer mittleren Leistung von mehr als 1,5 W. Die Pulse können mit einem externen Gitterkompressor auf eine Dauer von 139 fs komprimiert werden. Die Zentralwellenlänge liegt bei etwa 1040 nm.

Q 19.8 Tu 15:45 F 342

Mode-locking maps of passively mode-locked Erbium fiber lasers — •TIM HELLOWIG, TILL WALBAUM, PETRA GROSS, and CARSTEN FALLNICH — Institut für Angewandte Physik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Deutschland

Passive mode-locking by nonlinear polarization rotation provides the

shortest pulses from fiber lasers up to date. Full characterization of the polarization dependence of the mode-locking behaviour could lead to a better understanding of the mode-locking mechanism and should improve the application of fiber lasers as turn-key ultrashort pulsed sources.

We utilize a real-time, all-fiber division-of-amplitude polarimeter to monitor the intracavity polarization of an Erbium fiber laser taking advantage of a calibration scheme with intracavity polarization controllers. For the first time to the best of our knowledge, fully automated scans covering the whole Poincaré sphere were performed, leading to the observation of mode-locking regimes which differ in output power and pulse duration. Mode-locking is identified on-line using two-photon absorption in a photodiode and can be distinguished from hybrid operation modes. Dependence of the mode-locking maps on laser parameters (e.g. spectral filtering or dispersion) as well as on environmental influences is expected and subject of current investigations.