

Femtosekunden-Synchronisation für Linearbeschleuniger und Freie-Elektronen-Laser

Prof. Dr. S. Khan, Universität Hamburg

Für neuartige Strahlungsquellen wie Freie-Elektronen-Laser (FELs) ist es unabdingbar, die verschiedenen Komponenten des Beschleunigers sowie die daran stattfindenden Experimente mit einer Präzision von ca. 10 Femtosekunden zu synchronisieren. Diese Zeitskala wird durch die in Linearbeschleunigern erreichbare Länge der Elektronenpakete vorgegeben, da die Zeitauflösung von Anrege-Abfrage-Experimenten (pump-probe-Experimenten) von der Länge der beteiligten Pulse und der Präzision ihres zeitlichen Abstands abhängt. Für die zeitliche Kopplung eines Anrege-Laserpulses und dem von einem FEL generierten Abfrage-Puls gibt es neben der Minimierung von Störeinflüssen zwei Strategien:

- 1) Die Messung der Ankunftszeit individueller Elektronenpakete relativ zum Laserpuls und die nachträgliche Sortierung der Ereignisse.
- 2) Das Starten des FEL-Prozesses durch einen externen Laserpuls, der mit dem Anrege-Puls synchronisiert ist (seeding).

Dieses vom BMBF geförderte Vorhaben liefert Beiträge zu beiden Strategien.

Zu 1) Mitarbeiter von DESY und der Universität Hamburg führen seit Jahren erfolgreiche Messung mit der Methode der elektro-optischen Abtastung (electro-optical sampling EOS) durch, wobei das elektrische Feld eines Elektronenpakets eine Doppelbrechung in einem ZnTe- oder GaP-Kristall bewirkt, die mit einem begleitenden Laserpuls nachgewiesen und mit einer Zeitauflösung von derzeit 50 fs ausgewertet werden kann (Abbildung 1). Mit dem gegenwärtigen Vorhaben soll nach diesem Verfahren ein innovativer Zeitprofilmonitor auf der Basis eines Faserlasers aufgebaut werden.

Zu 2) Während Beschleuniger üblicherweise mit einem elektronischen Frequenz-generator als Zeitgeber betrieben werden, wird bei FLASH inzwischen ein Er-dotierter Faserlaser als Referenzoszillator verwendet, der an einen elektronischen Generator gekoppelt ist, aber im Bereich über 100 kHz eine wesentlich bessere Stabilität aufweist (Abbildung 2). Die Weiterentwicklung dieses Konzepts und die stabile Weiterleitung der Zeitsignale sind Ziele des Vorhabens.

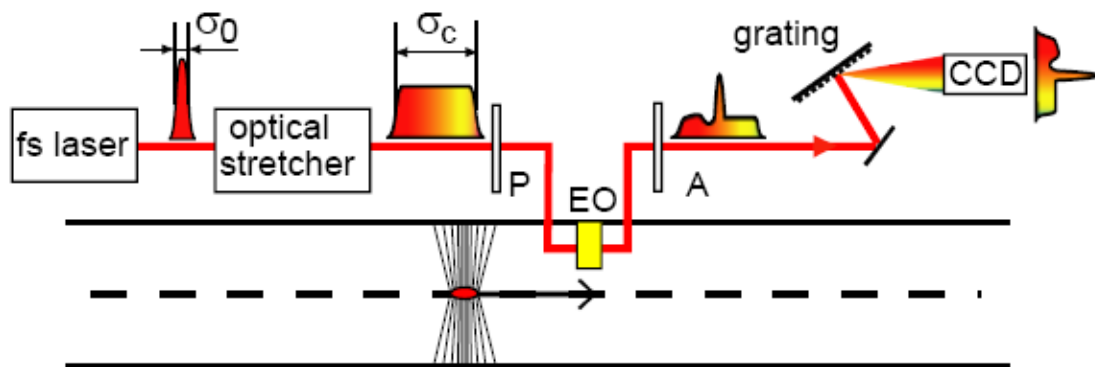


Abbildung 1: Elektro-optische Abtastung eines Elektronenpakets, hier am Beispiel der spektralen Kodierung. Die Zeit-Wellenlängen-Korrelation („chirp“) eines gestreckten Laserpulses wird genutzt, um dem Spektrum des Pulses die Zeitstruktur des Elektronenpaktes aufzuprägen.

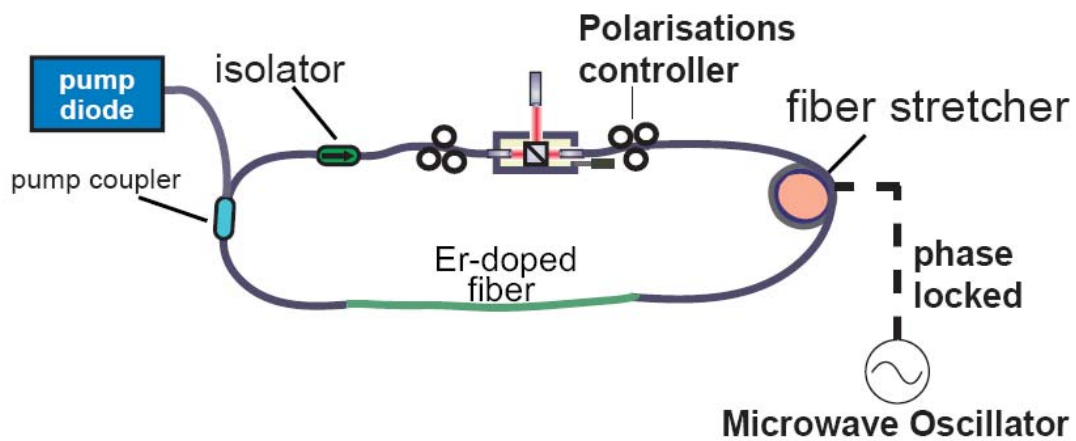


Abbildung 2: Schematischer Aufbau eines Er-dotierten Faserlasers mit Phasenkopplung an einen elektronischen Oszillator. Die Lichtlaufzeit in der Faser kann präzise durch mechanische Streckung mit einem Piezoelement (fiber stretcher) geregelt werden.