

# Anhang A

## Die Justage des Pulsformer-Aufbaus

Der optische Aufbau des Null-Dispersions-Kompressors ist die Basis für die Formung von Femtosekundenpulsen. Mit diesem Aufbau wird die Fourierebene erzeugt, in der die Spektral-komponenten räumlich zerlegt vorliegen, so dass das spektrale Laserfeld in Amplitude und Phase moduliert werden kann. Wie in Abschnitt 4.2.2 beschrieben besteht der optische Aufbau aus 2 Gittern und 2 Linsen im Abstand der Brennweite  $f$ . Die Qualität der erzielten Pulsformen hängt sehr empfindlich von der korrekten Justage des Null-Dispersions-Kompressors ab. Im Idealfall muss der auslaufende Puls ohne Modulator identisch sein mit dem einlaufenden Puls. Das heißt, dass der Puls weder zeitlich noch räumlich gechirpt sein darf. Im folgenden wird eine kurze Anleitung zur Justage des Pulsformeraufbaus gegeben:

1. Werden zylindrische Fokussieroptiken verwendet, muss der Durchmesser des Laserstrahls vor dem Null-Dispersions-Kompressor mit einem Teleskop auf mindestens 2 mm reduziert werden.
2. Der Laserstrahl vor dem ersten Gitter muss parallel zur Oberfläche des optischen Tisches auf der Höhe des aktiven Flüssigkristallfensters des Modulators verlaufen. Damit wird die Höhe der optischen Achse festgelegt.
3. Zunächst werden die zwei Linsen im Abstand  $2f$  auf der optischen Achse positioniert. Nun kann der Laser parallel zur optischen Achse eingetrahlt und der Strahldurchmesser im Fernfeld betrachtet werden. Der Abstand der Linsen sollte auf minimale Divergenz des Laserstrahls justiert werden.
4. Das erste Gitter wird im Abstand  $-f$  der ersten Linse auf die optische Achse positioniert. Das Gitter wird so justiert, dass die Gitteroberfläche und die Gitterstriche senkrecht zur Ebene des optischen Tisches verlaufen. Dies ist erreicht, wenn sowohl die spekulare Reflexion (nullte Ordnung) als auch die erste Beugungsordnung parallel zum optischen Tisch verlaufen. Damit sollte die Richtung der Dispersion ebenfalls parallel zum optischen Tisch verlaufen.
5. Das Gitter sollte unter der kleinstmöglichen Abweichung von der Littrow-Anordnung bestrahlt werden, um maximale Effizienz des Gitters zu erreichen. Man achte darauf, dass der Strahl vor dem Gitter und die erste Beugungsordnung parallel zum optischen Tisch und auf der Höhe der optischen Achse verlaufen.

6. Das zweite Gitter kann nun im Abstand  $f$  der zweiten Linse entlang der optischen Achse positioniert werden. Analog zum ersten Gitters werden Oberfläche und Gitterstriche senkrecht zur Oberfläche des optischen Tisches justiert.
7. Das zweite Gitter muss spiegelsymmetrisch zum ersten Gitter bezüglich der Fourierebene angeordnet werden. Um das zu erreichen, kann man den Drehwinkel des Gitters um die Achse senkrecht zum optischen Tisch justieren und den Ausgangsstrahl im Fernfeld betrachten. Bei asymmetrischer Anordnung wird ein räumlicher Chirp erzeugt, der durch die Justage des zweiten Gitters minimiert werden kann. Dazu wird in der Fourierebene eine Karte langsam in das Spektrum geschoben. Wird im Fernfeld ein Abbild der Karte sichtbar, d.h. verringert sich der Durchmesser des auslaufenden Laserstrahls, so liegt ein räumlicher Chirp vor. Erst wenn die Intensität des Laserspots im Fernfeld einheitlich unter Beibehaltung des Strahldurchmessers abnimmt, liegt kein räumlicher Chirp mehr vor.
8. Zur Reduktion des zeitlichen Chirps wird das zweite Gitter entlang der optischen Achse verschoben. Für verschiedene Positionen des Gitters werden Kreuzkorrelationsspuren aufgenommen, um die minimale Pulslänge zu ermitteln. Die Abhängigkeit der Kreuzkorrelationsbreiten von der Position des zweiten Gitters ist in Abbildung 4.7 dargestellt. Bei richtiger Justage sollte die zeitliche Breite des Ausgangspulses gleich der des Eingangspulses sein.
9. Im letzten Schritt wird der Modulator in die Fourierebene gestellt. Da die Höhe der optischen Achse in Schritt 2 auf die des Modulatorfensters angepasst wurde, muss nur noch die Position des Modulators senkrecht zur optischen Achse justiert werden, so dass das Spektrum mittig auf dem Flüssigkristallarray liegt. Dazu betrachtet man das Spektrum des Ausgangspulses mit einem Spektrometer. Die zwei mittleren Pixel des Modulators werden auf null Amplitude gesetzt. Die entstehende Lücke im Spektrum kann nun durch das Verschieben des Modulators senkrecht zur optischen Achse in die Mitte des Spektrums gebracht werden. Nach erfolgter Kalibrierung des Modulators (siehe Abschnitt 4.2.4) kann die Pulsformung beginnen.