

Entwicklung eines Kreuzkorrelator-Prototyps für die Lasersynchronisierung

Für hochpräzise Anwendungen in Forschungslaboren braucht es synchronisierte Laser, deren Pulse zu einer exakten Zeit auf das gewünschte Objekt auftreffen. Um zwei Laserstrahlen aufeinander anzupassen, zu synchronisieren, braucht es einen rein optischen Vergleich. Werden zwei Laserstrahlen zusammen in einem nichtlinearen Kristall (z.B. BBO) zusammengeführt wird ein neues optisches Signal (SFG-Signal) erzeugt. Dieses Signal kann in Detektoren eingefangen werden (Abb. 4). Der Prozess wird zweimal durchgeführt um eine Differenz bilden zu können. Durch die erzeugten Signale (Abb. 2) können die Abweichungen der beiden Strahlen erfasst und nach Wunsch angepasst werden.

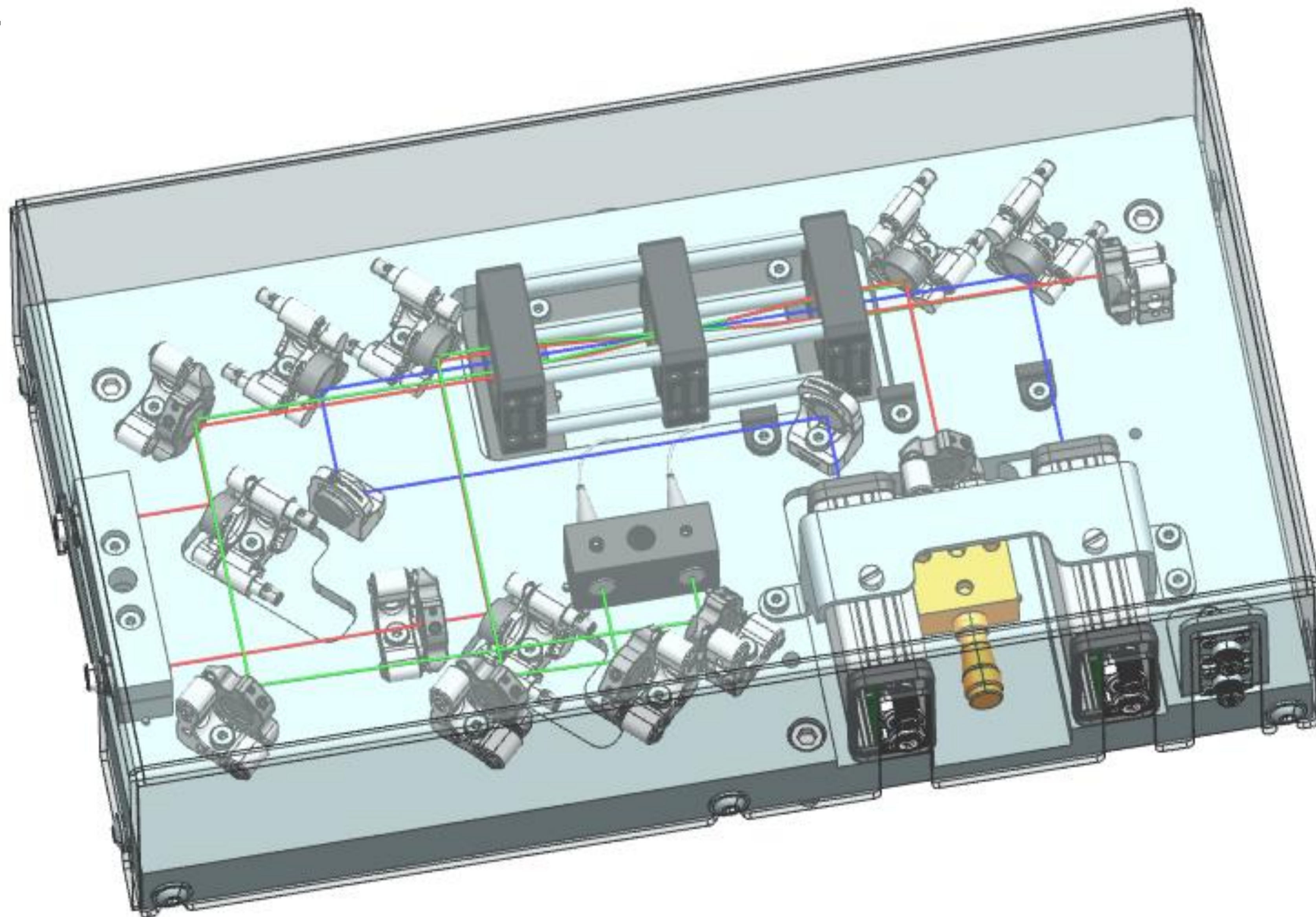


Abb. 1: 3D-Ansicht des Kreuzkorrelator-Prototyps ohne Schalldämmmatten und Dichtungselemente; Gehäuse transparent dargestellt

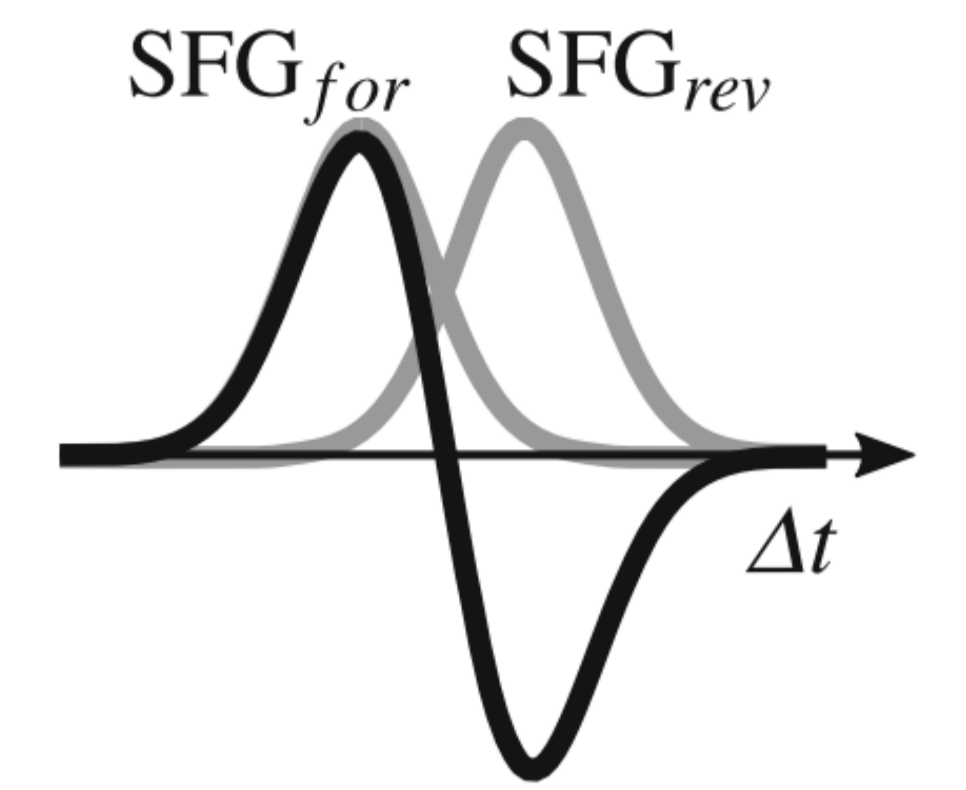


Abb. 2: SFG-Signale
Die erzeugten Signale werden voneinander subtrahiert und können so ausgewertet werden.

Quelle: C. Sydlo «Synchronization of FEL Components with Fiber Laser Techniques»

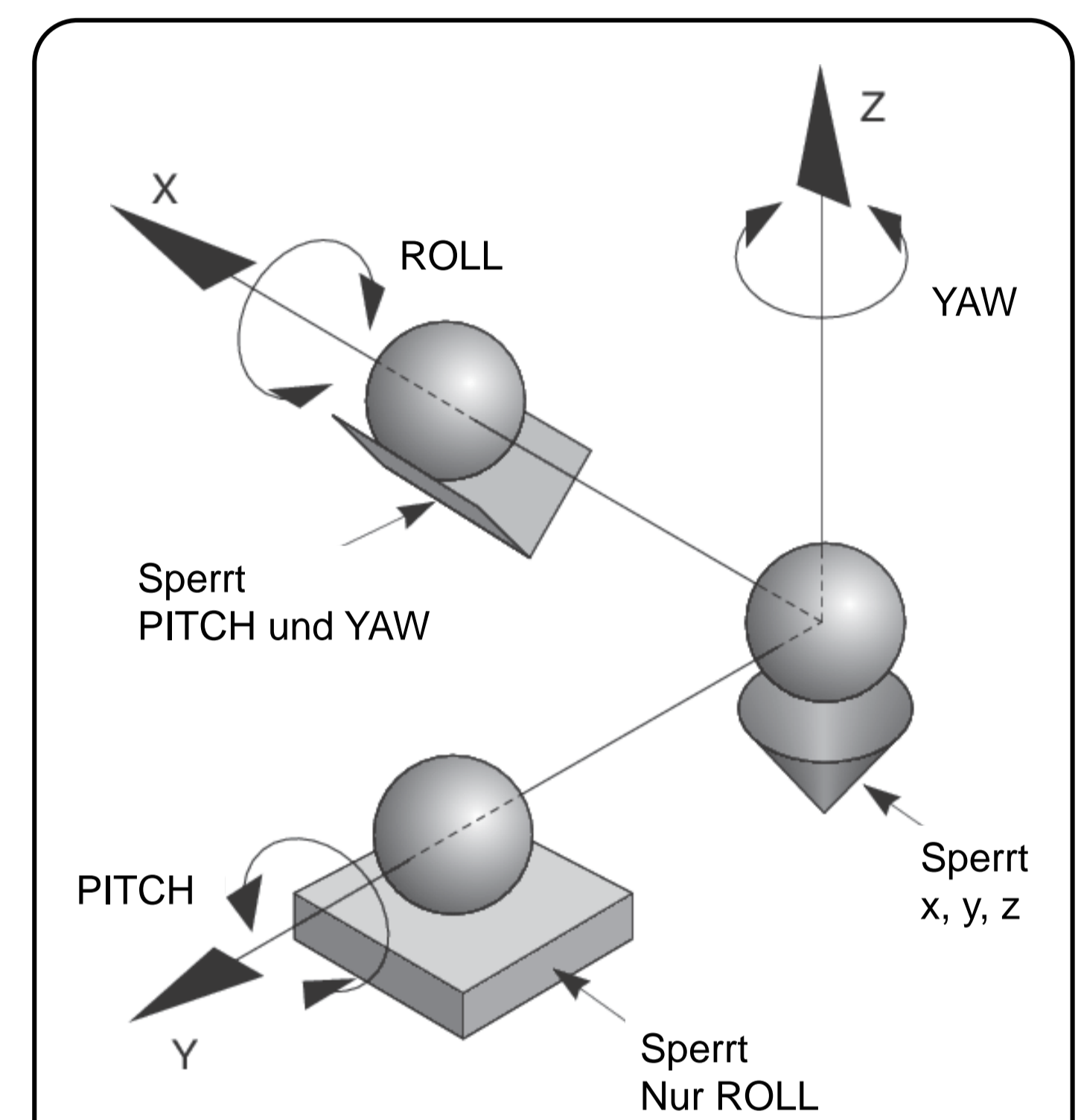


Abb. 3: Positionierelemente
Exakte spannungsfreie Positionierung auf drei Punkten

Quelle: www.newport.com

Präzision ist der Schlüssel

Um eine Synchronisierung erfolgreich durchführen zu können, werden grosse Anforderungen an die Präzision des Aufbaus gestellt. Diese zu erreichen ist der Schlüssel der Arbeit.

- Langfristige Stabilität
- Präzise Komponentenpositionierung
- Präzise, spannungsarme Anordnung des Aufbaus
- Schutz gegen mechanische, akustische Störungen und Verschmutzung

DURCH

- geeignete Werkstoffwahl und Fertigungsverfahren
- die richtigen Positionierelemente und deren Anordnung
- die richtigen Positionierelemente und deren Anordnung wie in Abbildung 3 dargestellt
- ein Gehäuse mit Schalldämmmatten und Dichtungselementen

Endergebnis

- Spannungsarmer Aufbau
- Wiederholbare präzise Positionierung
- Zeitfehler von weniger als 0.5 fs durch Temperaturschwankung
- Verwendung als Standardsystem und dadurch einfachere Wartung mehrerer Kreuzkorrelatoren
- Effizienzsteigerung durch gewählte Strahlenführung (Einfangen des reflektierten Strahls)

Weiterführende Arbeiten

- Testen des Aufbaus
- Inbetriebnahme des Kreuzkorrelators
- Einführung als Standard für Kreuzkorrelatorverfahren

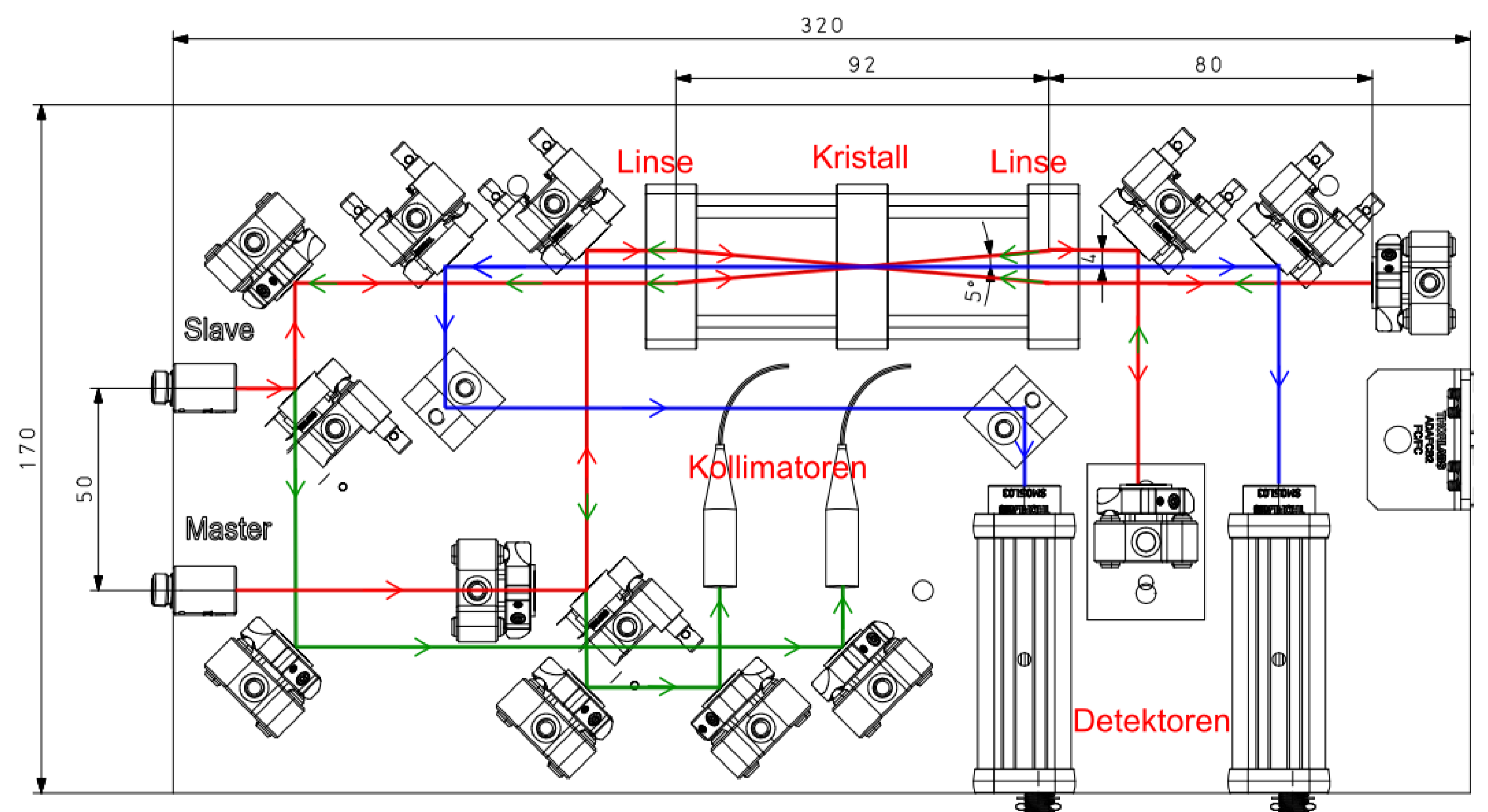


Abb. 4: Layout des Kreuzkorrelator-Prototyps

Die beiden rot dargestellten eingehenden Laserstrahlen (Master und Slave) laufen von links nach rechts durch den Aufbau. Bei den Endspiegeln werden die Strahlen reflektiert und laufen parallel zurück. Sie sind grün respektiv mit grünen Pfeilen dargestellt. Die blau dargestellten Strahlen entstehen im Kristall und werden von den Detektoren eingefangen.

Studiengang / Semester: Maschinenbau FS20

Diplomand: Michel Schädler

Auftraggeber: Paul Scherrer Institut (PSI), Dr. Cezary Sydlo

Experte: Dr. Alexandre Trisorio

Dozent: Prof. Dr. Ing. Bojan Resan, bojan.resan@fhnw.ch