

1. Einleitung

Die Laser-Strahlstabilisierung *Compact* ist ein modulares System. Das am häufigsten verwendete 4-Achsen-System besteht aus einem Controller, zwei mit Piezos bewegten Kippspiegelhaltern (z.B. P2S30) und zwei Positionsdetektoren (z.B. Si-4QD). Durch die Modularität ist es möglich, unterschiedliche Aufbauvarianten zu realisieren. Dies hat den Vorteil, dass das System einfach in bestehende Laseraufbauten integriert werden kann. Nach unserer Erfahrung findet sich immer eine passende Lösung, die Komponenten zu positionieren. Im Folgenden beschreiben wir die häufigsten Aufbauvarianten, die in zahlreichen unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt werden.

Die Detektoren können hinter hochreflektierenden Spiegeln positioniert werden. Da sie sehr empfindlich sind, können sie mit dem Leakage hinter dem Spiegel arbeiten. Dies hat den Vorteil, dass keine weiteren Komponenten in den Strahlengang gebracht werden müssen. Es ist aber ebenso möglich, ein Glasplättchen oder einen Strahlteiler im Strahlengang einzusetzen, um einen Reflex auf den Detektor zu lenken. Dies kann z.B. bei Laserstrahlen mit größeren Strahldurchmessern notwendig werden. Das Durchstrahlen der Piezo-Kippspiegel ist für Laser mit Strahldurchmessern von bis zu ca. 10 mm möglich.

2. Aufbauvarianten

Die nachfolgenden Beispiele beziehen sich auf die 4-Achsen-Regelung mit zwei Piezo-Kippspiegeln und zwei Detektoren. Sie sind bei der 2-Achsen-Regelung analog anzuwenden mit der Änderung, dass der zweite Piezo-Kippspiegel („Aktuator 2“) und Detektor 2 entfallen.

2.1. Standard-Aufbau

In Abbildung 1 ist ein typischer 4-Achsenaufbau des Systems gezeigt. Diesen Aufbau empfehlen wir in den meisten Fällen. Der Laserstrahl trifft dabei zuerst auf den ersten Kippspiegel und dann auf eine Kippspiegel-Detektor-Kombination. Die letzte Systemkomponente ist der zweite Detektor, der hinter einem Spiegel positioniert ist.

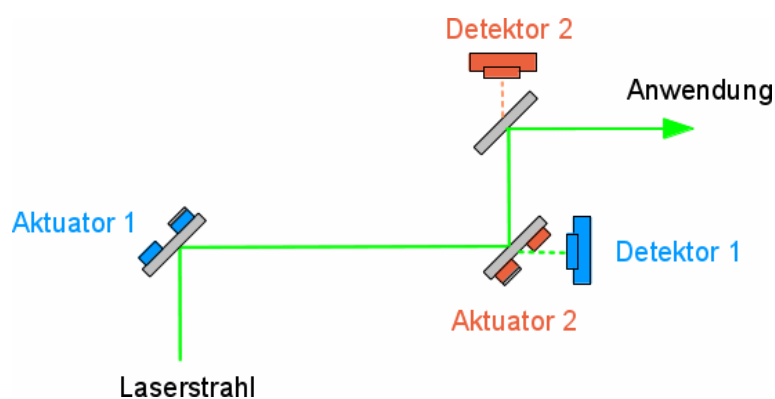


Abbildung 1: Standardaufbau zur Stabilisierung eines Laserstrahls in Position und Richtung.

2.2. Aufbau bei großen Strahldurchmessern

Für Laseranwendungen, bei denen der Strahldurchmesser größer als die Sensorfläche des Detektors ist, empfehlen wir den Einsatz von Linsen zur Strahlverkleinerung vor den Detektoren. Dabei sollte in der Regel die Verkleinerung des Strahls durch die Linsen nur so klein wie nötig gemacht werden. Eine Ausnahme stellt der in Abschnitt 2.3 beschriebene Fall dar, bei dem die Linse vor Detektor 2 zur Winkeldiskriminierung eingesetzt wird.*

Ein beispielhafter Aufbau für große Strahldurchmesser ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Hauptunterschied zum Standard-Aufbau liegt neben den Linsen darin, dass Detektor 1 nun nicht in Transmission hinter Aktuator 2 steht. Dies kann erforderlich werden, da bei großen Strahldurchmessern die freie Apertur des Aktuators eventuell zu klein ist oder bei Spiegelgrößen von über 1 Zoll konstruktionsbedingt keine Durchstrahlungsmöglichkeit vorhanden ist. In diesen Fällen kann der Detektor einfach hinter einen weiteren Spiegel oder Strahlteiler gestellt werden. Dieser sollte möglichst in der Nähe von Aktuator 2 im Strahlverlauf stehen.

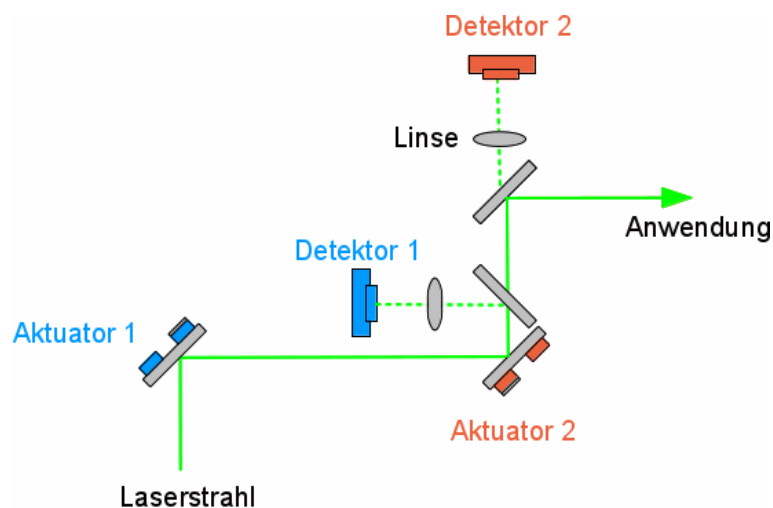


Abbildung 2: Aufbauvariante für größere Strahldurchmesser.

2.3. Aufbau bei kurzen Abständen

Bei relativ kurzen Abständen zwischen den Aktuatoren und den zugehörigen Detektoren kann es von Vorteil sein, mit dem zweiten Detektor gezielt die Abweichungen des Strahlwinkels zu erfassen. Dies gelingt unter Verwendung einer Linse. In Abbildung 3 ist diese Variante grafisch dargestellt. Detektor 2 steht dabei im Fokus der Linse. Dadurch, dass die Linse Winkelabweichungen als Positionsveränderungen des Fokusspots auf den Detektor abbildet, kann dieser die Winkelfehler mit höchster Auflösung detektieren. Der zugehörige Aktuator 2 gleicht diese aus. Somit gewährleistet das System eine perfekte Korrektur von Positionsfehlern über das Aktuator-Detektor-Paar 1 und eine Winkelstabilisierung über das Aktuator-Detektor-Paar 2. Die Brennweite der Linse kann z.B. $f = 200 \text{ mm}$ betragen, sie sollte jedenfalls nicht zu kurz sein, damit der Fokusspot auf dem Detektor nicht zu klein wird.*

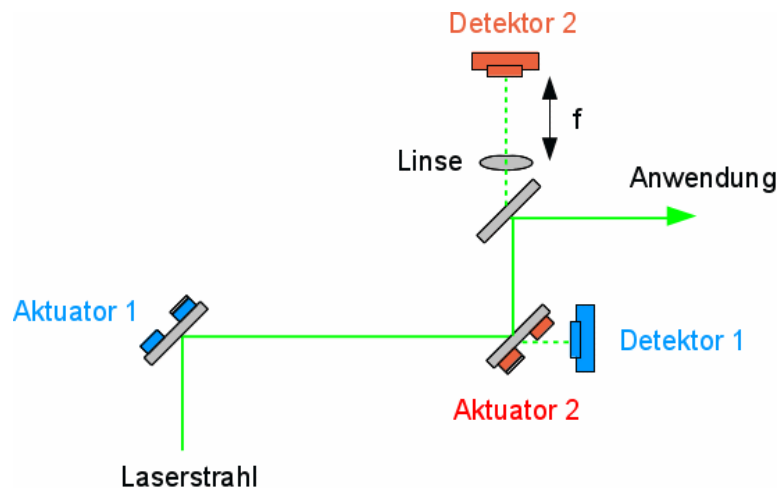


Abbildung 3: Modifizierter Aufbau mit einer Linse zur Winkel-diskriminierung vor Detektor 2.

2.4. Aufbau mit „Kombi-Detektor“

Unser modulares System mit einzelnen Detektoren erlaubt auch eine Aufbauvariante, die wir als Kombi-Detektor-Aufbau bezeichnen. Dabei werden beide Detektoren gemeinsam hinter einen Spiegel oder Strahlteiler aufgestellt. Dies kann bei bestimmten Anwendungen vorteilhaft sein, bei denen es eventuell nicht möglich ist, den ersten Detektor in die Nähe von Aktuator 2 zu stellen. Die Aufbauvariante ist in Abbildung 4 dargestellt. Beide Detektoren befinden sich hinter dem letzten Spiegel vor der Anwendung. An dieser Stelle erfassen Sie die Strahlposition und den Winkel. Die Linse vor Detektor 2 wird wie in Abschnitt 2.3 zur Winkeldiskriminierung eingesetzt.

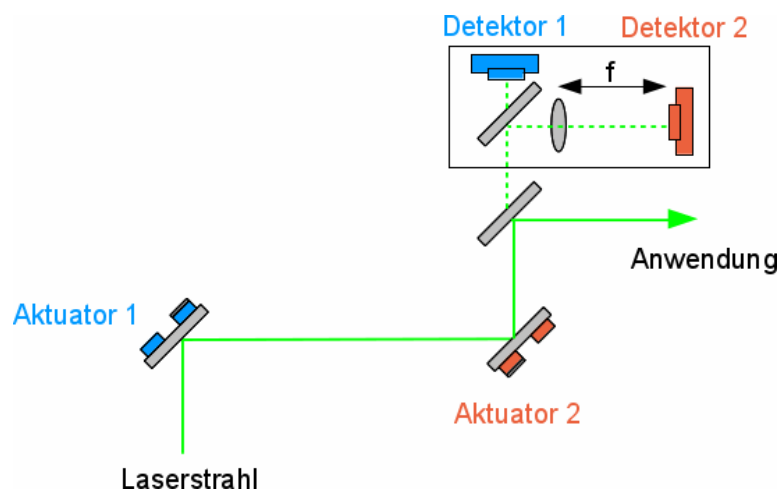


Abbildung 4: Kombi-Detektor-Aufbau. Beide Detektoren befinden sich hinter dem selben Spiegel im Aufbau. Die Linse vor Detektor 2 dient zur Erfassung des Strahlwinkels.

2.5. Aufbau für zwei Laserstrahlen

Unser Compact-Controller verfügt über zwei unabhängige Regelstufen, an die jeweils ein Aktuator und ein Detektor angeschlossen werden können. Da sich die Regelstufen nicht gegenseitig beeinflussen, können sie auch zur unabhängigen Stabilisierung von zwei Laserstrahlen eingesetzt werden. So ist es möglich, mit einem Compact-System die Strahlposition oder den Strahlwinkel der beiden Strahlen zu stabilisieren. Das 4-Achsen-System wird somit als doppeltes 2-Achsen-System eingesetzt. Ein schematischer Aufbau ist in Abbildung 5 dargestellt.

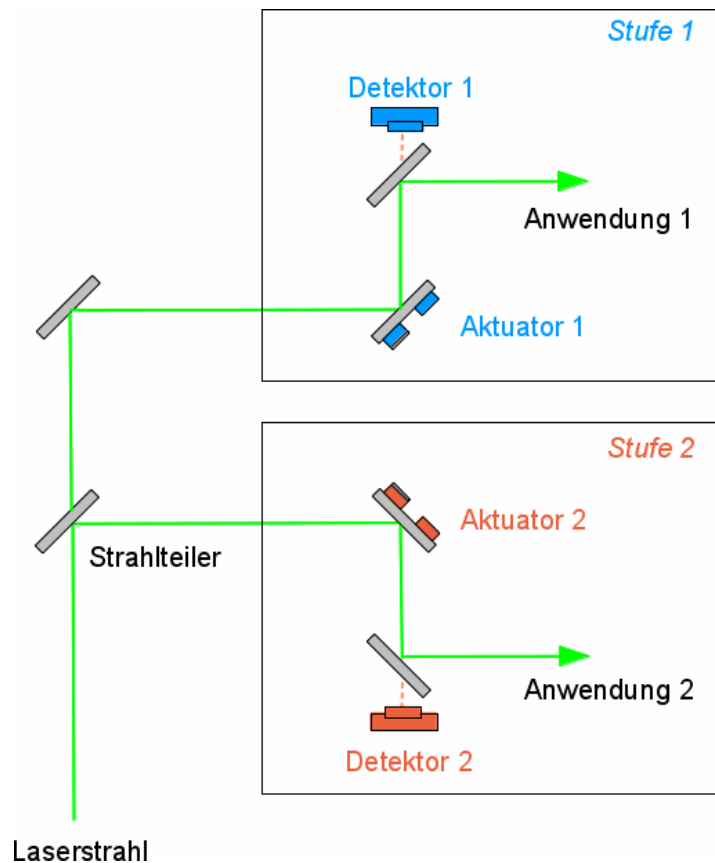


Abbildung 5: Aufbau zur unabhängigen Stabilisierung von zwei Laserstrahlen mit einem 4-Achsen-System als doppeltes 2-Achsen-System.

* Weitere Hinweise und Informationen zu den Aufbauvarianten mit Linsen finden Sie auch in unserem White-Paper „Optimierung des Aufbaus mit Linsen“.



MRC-0621-1-d

Kontakt

MRC Systems GmbH
Hans-Bunte-Str. 10
D-69123 Heidelberg
Tel.: 06221/13803-00
Email: info@mrc-systems.de

Änderungen vorbehalten.