

Farbstofflaser

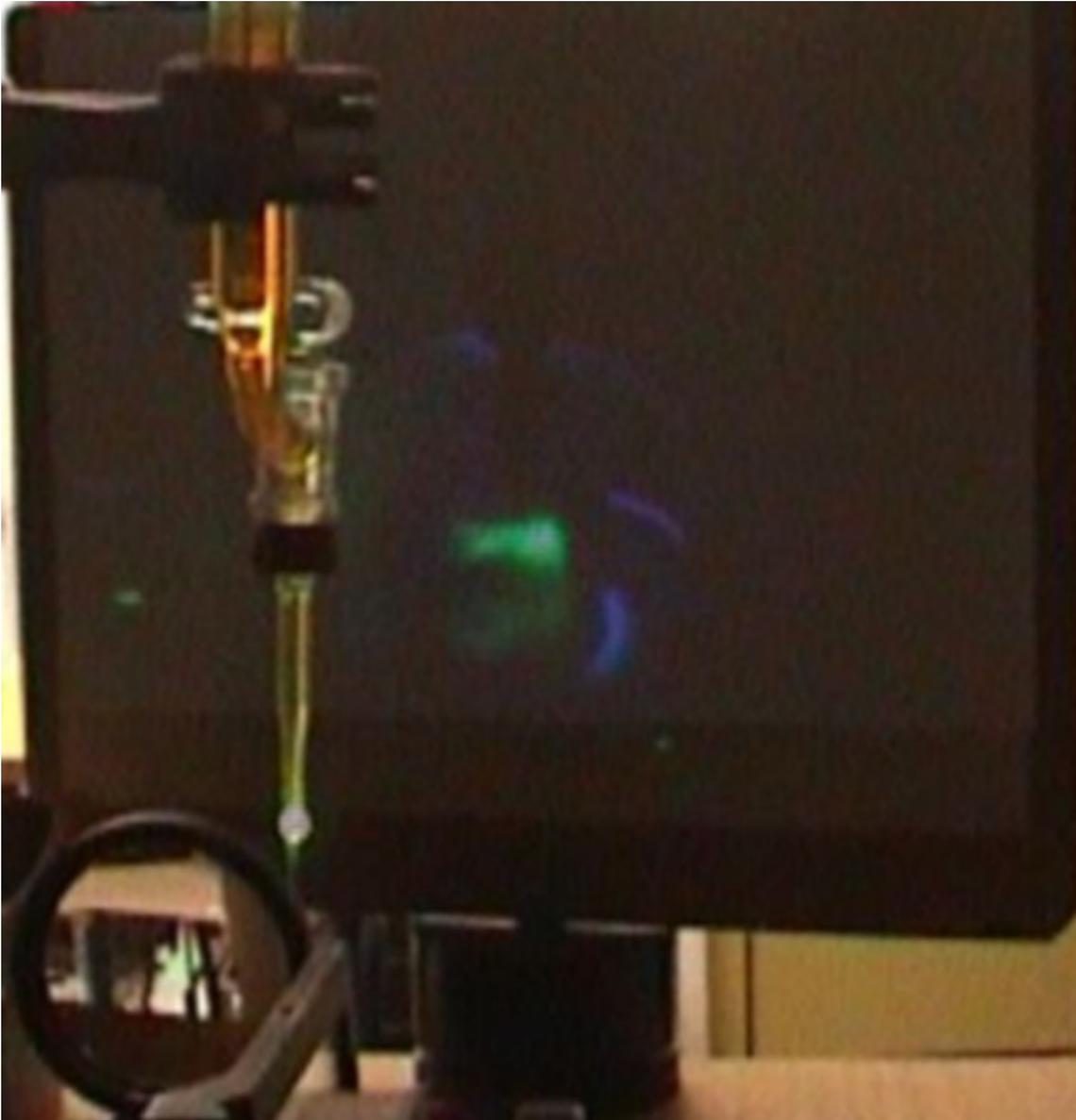


Abb. 1: Grüner Laserreflex aus einem Tropfenresonator.

Geräteliste:

Stickstofflaser 0,3mJ, Laserfarbstoffe (DCM und Uranin/Sodium Fluorescein), Quarzglaslinsen (Zylinderlinse, Bikonvexlinse), Bürette, Reflexionsgitter, halbdurchlässiger Spiegel, Küvette aus Quarzglas in drehbarem Halter, Glycerin

Versuchsbeschreibung:

Ein Stickstofflaser wird auf einen Glyzerintropfen in dem Uranin mit Wasser gelöst ist fokussiert. Die gekrümmten Oberflächen des Tropfens wirken wie ein Laserresonator, so dass es im Tropfen zu einer stimulierten Emission kommen kann, grünes Laserlicht wird emittiert.

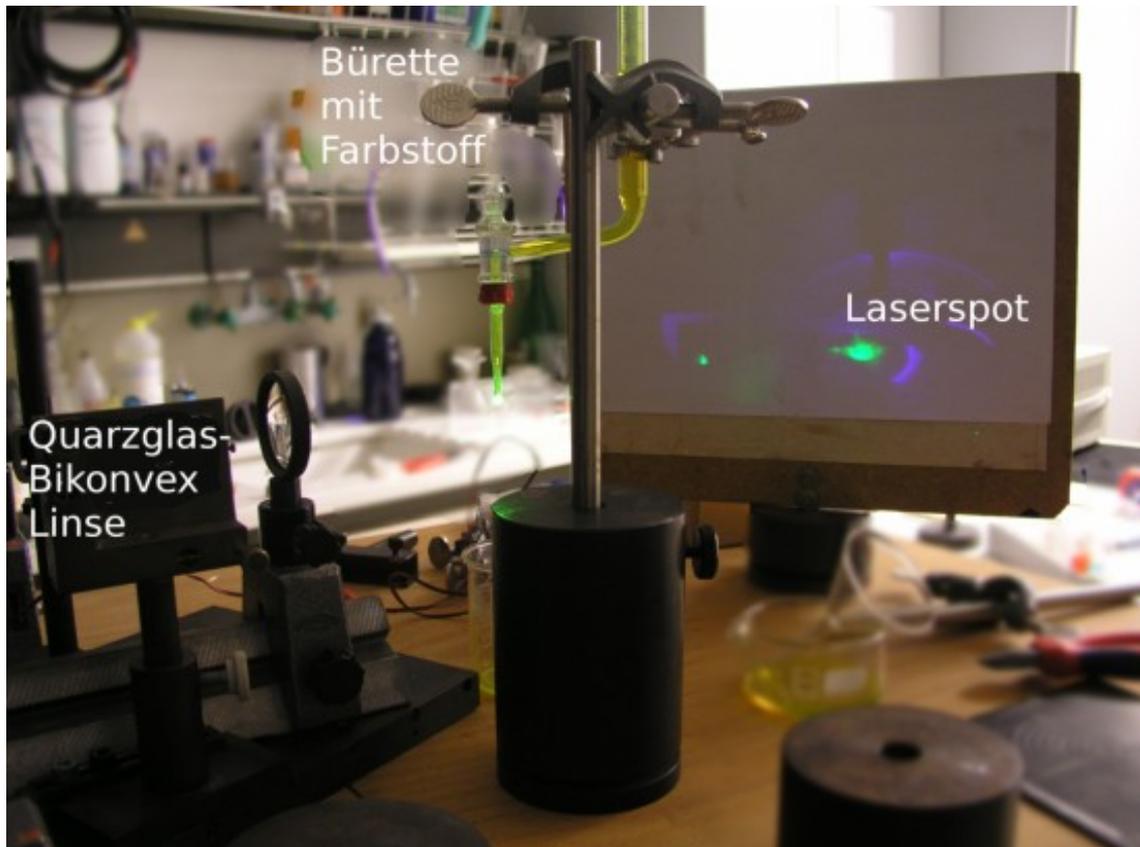


Abb. 2: Tropfen als Resonator, die violetten Reflexe sind Fluoreszenzeffekte des Stickstoff-Laserlichtes auf Papier

Um das Prinzip eines Farbstofflasers vorzuführen, werden die Stickstofflaser-Pulse mit einer Zylinderlinse auf eine Quarzglas-Küvette mit dem Farbstoff DCM in Ethanol fokussiert.

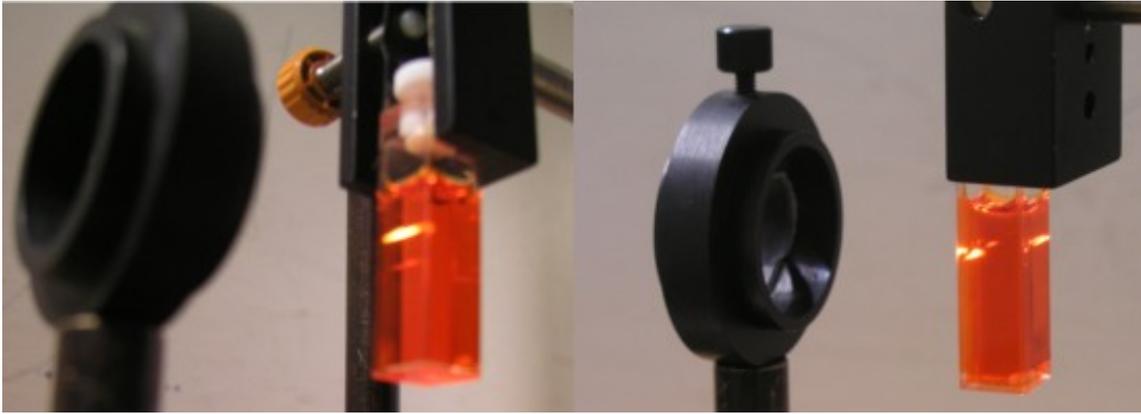


Abb. 3: Der Fokus der Zylinderlinse sollte kurz hinter dem Quarzglas im Farbstoff liegen

Die Wände der Küvette können in einer Position senkrecht zur Geraden des Fokus schon eine stimulierte Emission anregen, zu beiden Seiten wird ein Laserreflex sichtbar.

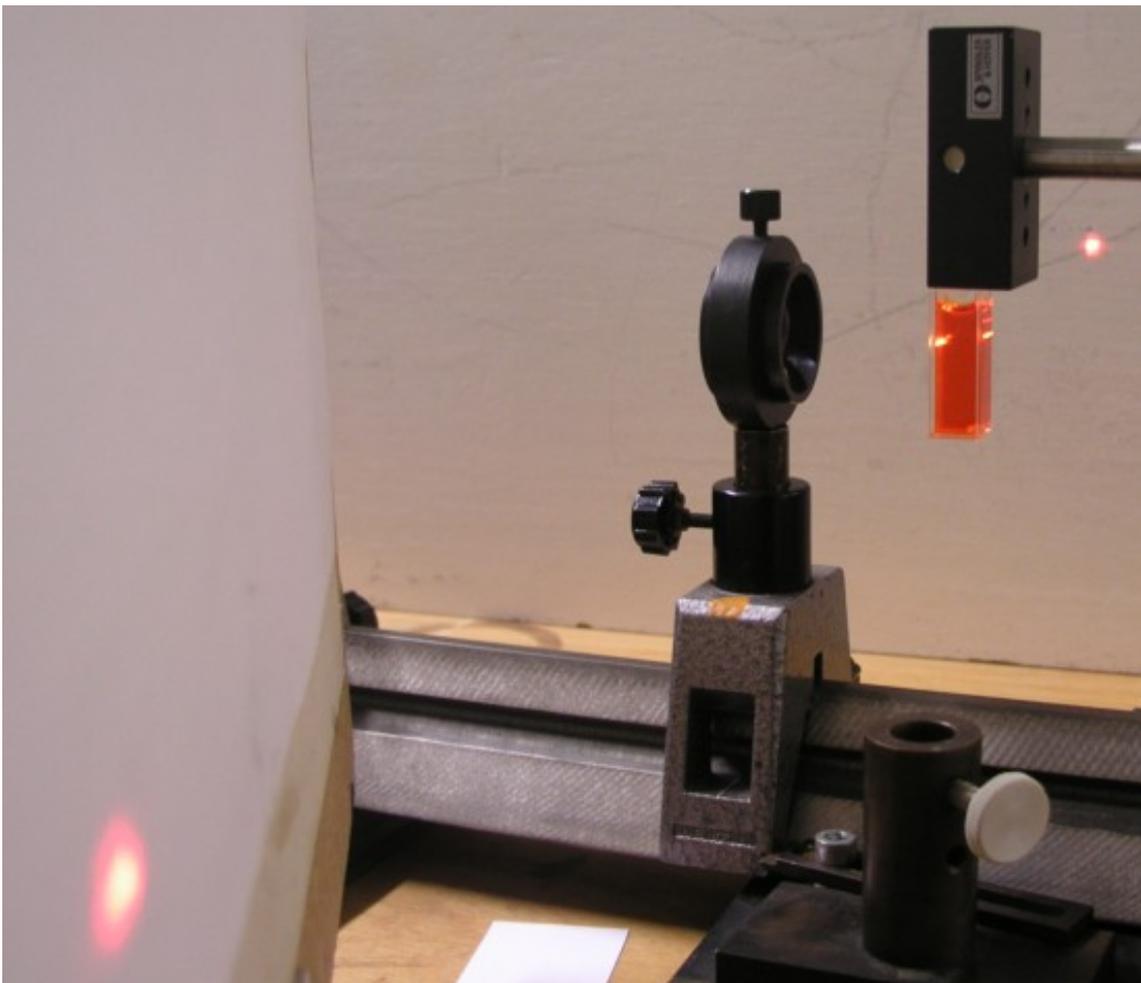


Abb. 4: Küvette als Resonator

Danach wird die Küvette im Brewster Winkel zum Fokus gestellt.

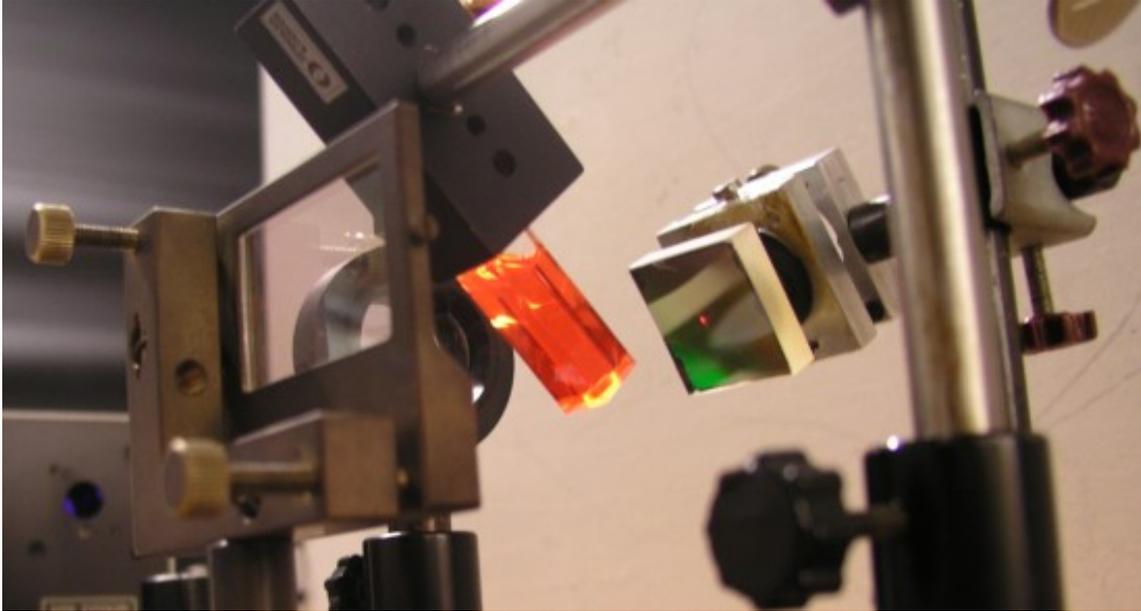


Abb. 5: Durchstimmbarer Laser, Resonatoranordnung.

Ein Resonator für das rote Laserlicht aus der Küvette bestehend aus einem gekrümmten Gitter und einem Teildurchlässigen Spiegel wird aufgestellt.

Zuerst wird in der Nullten Ordnung die Intensität maximiert um den Resonator zu justieren. Danach kann das Gitter verkippt werden um die erste Beugungsordnung in den Strahlengang zu legen. Nun kann der Farbstofflaser von hell Orange bis zu einem dunklen Rot durchgestimmt werden indem die Feinstellschraube am Gitter verdreht wird.

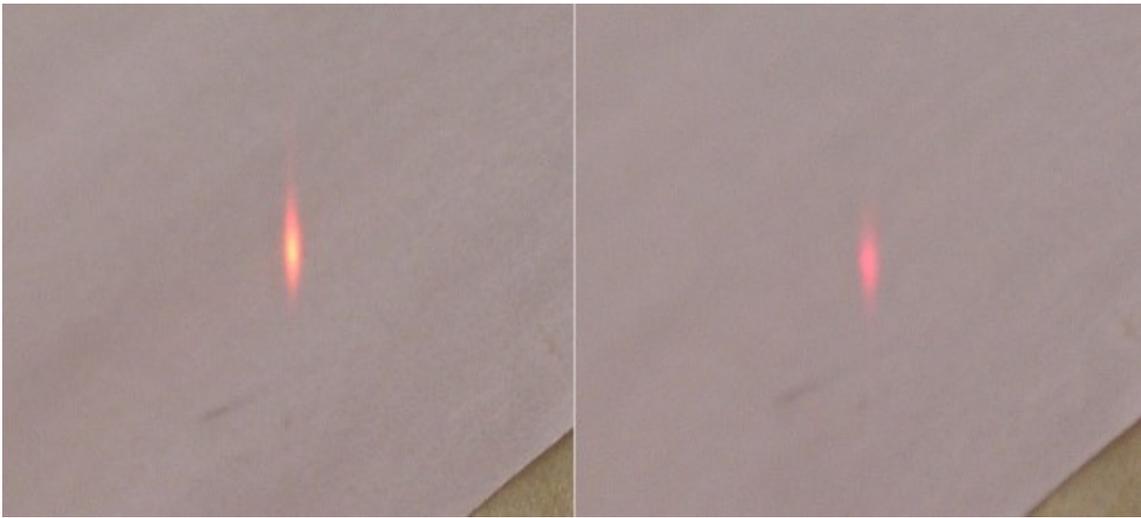


Abb. 6: Farb-(Wellenlängen-)bereich des Farbstofflasers.



Abb. 7: Zum vermessen und sichtbarmachen des Wellenlängenbereichs wird mit einem Transmissionsgitter die Ablenkung gemessen.

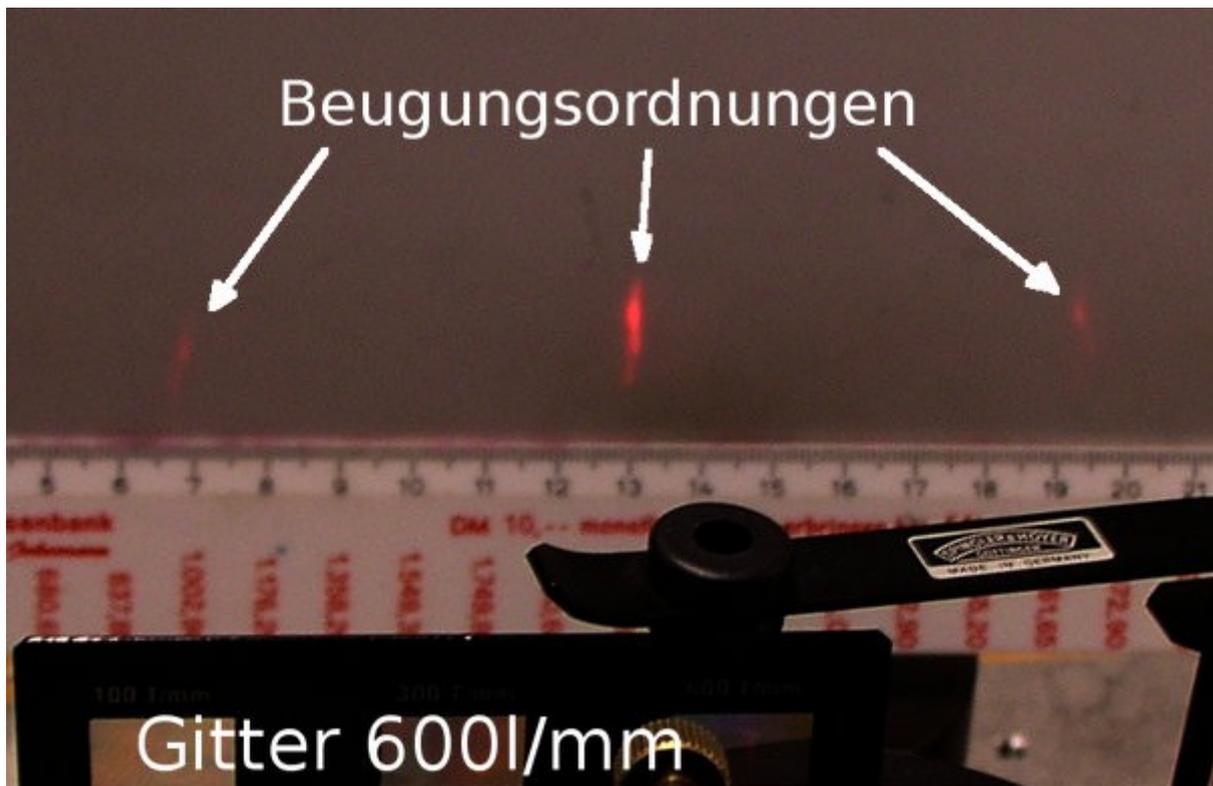


Abb. 8: Das bereitgestellte Spektrum reicht von 600 nm bis 640 nm

Bemerkungen:

In einem Laserresonator findet die so genannte stimulierte Emission statt. Im Unterschied zur spontanen Emission werden Frequenz, Phase und Polarisation des stimulierenden Photons übernommen und verstärkt. Die Energiedichte für den Laserprozess (das „lasen“) erreicht beträchtliche Werte. Wird nun ein Farbstoff mit einem Laser angeregt ist dabei zunächst wichtig, dass die Wellenlänge des anregenden Lichtes kürzer als die der Fluoreszenz des Farbstoffes ist. Des Weiteren muss der Laser genügend Energie bereitstellen. Für den Versuch wurde ein gepulster Stickstofflaser mit $\lambda = 337\text{ nm}$ verwendet.

Der Farbstoff Fluorescein (Uranin) ist ein rötliches Pulver, das entweder in Wasser oder in Ethanol gelöst werden kann. 1 Messerspitze Uranin wird auf ca. 5 ml Glycerin und 1 ml Wasser (zum Lösen) verrührt und in eine Bürette gegeben. Einen möglichst großen Tropfen ziehen und diesen in den Fokus der Bikonvexlinse bringen. In Strahlrichtung erscheint ein grüner Laserfleck, der z.B. durch Konvektion im Tropfen sehr instabil seine Form ändert (-> siehe Film).

Film

Bei diesem Farbstofflaser ist der Prozess der Fluoreszenz für die Farbe verantwortlich. Viele Farbstoffe haben aromatische Ringsysteme, deren delokalisierte Elektronen in bindenden π - Orbitalen für die Entstehung von Fluoreszenz wichtig sind. Die Moleküle absorbieren kurzwelliges Licht und über innere Energieumwandlung werden Niveaus bevölkert die bei Relaxation (oder eben beim Laser durch stimulierte Emission) Licht größerer Wellenlänge aussenden.

Beim Kippen der Küvette beträgt der Brewster-Winkel in etwa 47° (berechnet für den Übergang Ethanol-Quarzglas). Da es noch den Übergang Quarzglas-Luft gibt, wird der Strahlgang um ca. 20° aus der Pulsfokusebene gekippt. Aus dieser Geometrie heraus lässt sich die Intensität des Aufbaus maximieren.

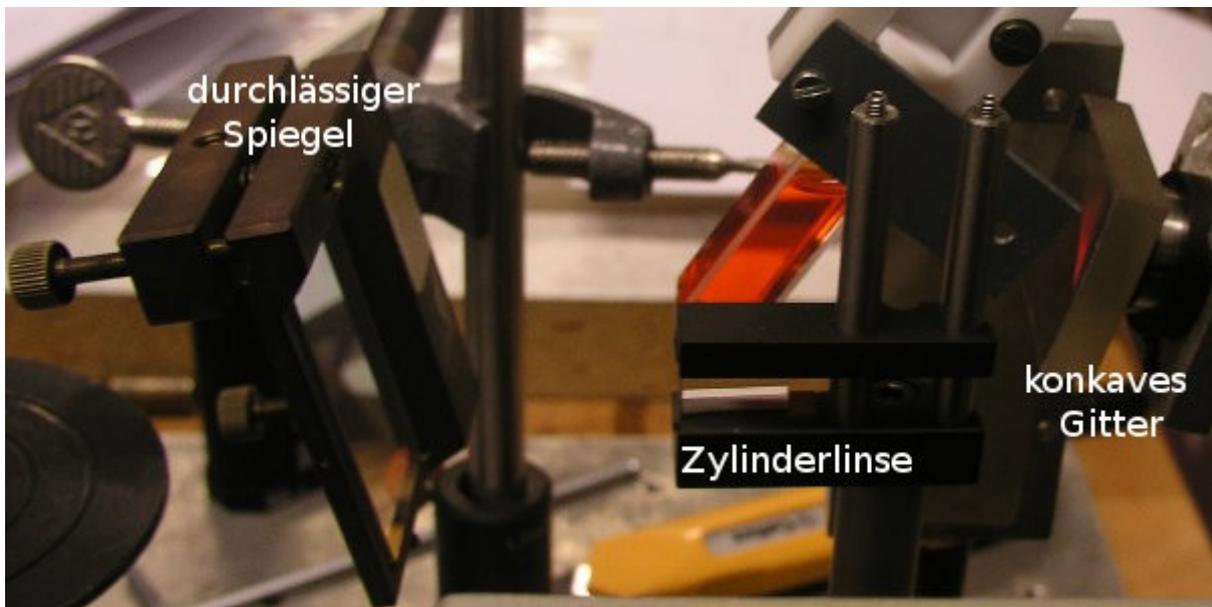


Abb. 9: Beispielanordnung für durchstimmbaren Farbstofflaser.

Der verwendete Laser kann in der Arbeitsgruppe GRECO (Kontakt Prof. Dr. G. H. Bauer Raum W2-3-327a Tel. 3498 oder Peter Pargmann Raum W 2-3-328a Tel. 3472 bzw 3471) ausgeliehen werden. Die Farbstoffe und Linsen sind in der AG Ultraschnelle Nano

Optik vorrätig.

Zum Anfang