

### 3.3 Lasersystem

Als Strahlungsquelle zur Anregung der molekularen Aggregate dient ein frequenzverdoppelter gepulster Farbstofflaser, der mit einem Nd:YAG-Laser gepumpt wird. Bei dem Farbstofflaser handelt es sich um einen Scanmate 2EC-400 OG-Laser der Firma Lambda Physics GmbH. Er wird mit einem Nd:YAG-Laser LPY 400 der Firma Lambda Physics GmbH, der im Scanmate-System integriert ist, gepumpt.

Da mit der fundamentalen Wellenlänge des Nd:YAG-Lasers (1064 nm) der verwendete Farbstoff (Coumarin 153) nicht angeregt werden kann, erfolgt eine Frequenzverdreifachung mit Hilfe eines KD\*P-Kristalls (Kaliumdideuteriumphosphat). Diese Erzeugung der harmonischen Oberwelle ergibt Photonen mit einer Wellenlänge von 355 nm. Die Wiederholungsrate beträgt 10 Hz mit einer Pulsbreite von 8 ns und einer Pulsenergie von 175 mJ.

Der Scanmate-Laser verfügt über einen Oszillator und zwei Verstärker (Vorverstärker ist in der Oszillatorküvette integriert; siehe Beschreibung weiter unten). Abbildung 3-3 zeigt den schematischen Aufbau des Lasers (ohne Verdopplereinheit).



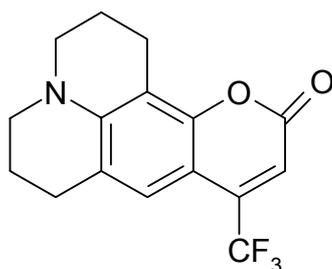
Der vom Nd:YAG-Laser (1) gepumpte Laserstrahl wird an den Spiegeln 3 aufgesplittet, wobei 40 % zur ersten Küvette und 60 % zur zweiten Küvette geleitet werden. Die erste Küvette fungiert dabei als Oszillator und als Vorverstärker (der untere Strahl ist der Oszillatorstrahl, der obere der Vorverstärkerstrahl). Als wellenselektives Element für den Oszillator dient ein Gitter (Ziffer 6 in Abbildung 3-3), welches computergesteuert wird. Damit erreicht z. B. der Scanmate eine Auflösung von  $0,01 \text{ cm}^{-1}$  (ohne Verwendung des Ethalons, Ziffer 7).

Nachdem die Strahlen jeweils die Linsen 4 und 5 zur Strahlaufweitung und Fokussierung durchlaufen haben, treffen die Pumpstrahlen auf die beiden Farbstoffküvetten (Ziffer 12, zweite Küvette rechts dient als Hauptverstärker), deren Farbstoff sich in einem Umlaufkreis befindet. Der vom Oszillator erzeugte Laserstrahl (der untere Strahl der linken Küvette) befindet sich nach Durchlaufen der Oszillatoreinheit (6, 7, 8, 9, 10, 11 und 13) auf der Höhe des Strahlenganges des Vorverstärkers und Hauptverstärkers. Der so ausgerichtete Laserstrahl durchläuft die Farbstoffzellen (Ziffer 12) des Vorverstärkers (linke Küvette) und Hauptverstärkers (rechte Küvette) und wird so verstärkt. Um die Schwankung der Pulsenergie möglichst klein zu halten, besitzt jeder der zwei Farbstoffküvetten eine festgelegte Konzentration des Farbstoffes (Cumarin 153 in Methanol: Oszillator/Vorverstärker: 2,3 g/l; Hauptverstärker 0,76 g/l).

Der Laserstrahl, der nach dem Durchlaufen der zwei Küvetten eine Energie von ca. 30 mJ bei einer Wellenlänge von 532 nm besitzt, wird frequenzverdoppelt, damit man die für die Untersuchungen benötigte UV-Strahlung im Bereich von 260 nm bis 300 nm erhält. Als Frequenzverdoppler dient dabei ein BBO-Kristall (Bariumborat). Die Verdopplereinheit enthält neben dem eigentlichen Verdopplerkristall BBO auch einen Kompensator und eine Separationseinheit (bestehend aus mehreren Prismen, die die Oberwelle von der Grundwelle trennt). Damit auch die Durchstimmbarkeit der verdoppelten Frequenz sichergestellt ist, wird an Hand einer internen Kalibrierungskurve zu jeder Stellung des Gitters die

Winkeleinstellung des Verdopplerkristalls interpoliert und entsprechend verfahren. Das so erzeugte frequenzverdoppelte Laserlicht besitzt eine Energie zwischen 300  $\mu\text{J}$  und 2 mJ. Um die Fragmentierungen der molekularen Aggregate möglichst klein zu halten, wird die Energie mittels Neutraldichtefilter der Firma Owin auf ca. 2  $\mu\text{J}$  bis 20  $\mu\text{J}$  abgeschwächt und mit Irisblenden auf einen kleinen Querschnitt verjüngt. Mit Hilfe zweier Prismen wird das abgeschwächte Laserlicht in die Ionisierungskammer eingekoppelt, dass es sowohl senkrecht zum Molekularstrahl als auch senkrecht zum Spektrometer steht.

Bei dem verwendeten Farbstofflaser ist das aktive Medium der in Methanol gelöste Farbstoff Cumarin 153:



**Abbildung 3-4:** Farbstoffmolekül Cumarin 153.

Das Farbstoffmolekül absorbiert im Bereich von 340 bis 490 nm (mit Methanol als Lösungsmittel und dreifacher Frequenzverdopplung eines Nd:YAG-Lasers als Pumplaser) <sup>70</sup> und besitzt sein Absorptionsmaximum bei 430 nm. Da die resonanten Zwischenzustände des Anisols und seiner Cluster im Bereich um die 270 nm liegen, wird das Farbstofflaserlicht frequenzverdoppelt (second harmonic generation, SHG). Dadurch befindet man sich dann in einem Absorptionsmaximum, das zwischen 240 und 300 nm liegt.

### 3.3.1 Kalibrierung

Die Kalibrierung der Wellenlänge des Farbstofflasers erfolgt mit Hilfe der optogalvanischen Spektroskopie (OG) <sup>71</sup>. Das Prinzip beruht auf der Erzeugung eines optogalvanischen Signals in einer Gasentladungslampe. Dies wird durch einen Entladungsstrom hervorgerufen, der entsteht, wenn Atome (in diesem Fall Neon-Atome) von hoch angeregten Zuständen aus ionisiert werden. Die Ionisierung erfolgt, wenn Strahlung geeigneter Energie genau den Ionisierungsübergängen entspricht.

Als Strahlungsquelle dient der zu kalibrierende Farbstofflaser, dessen Licht nach dem Vorverstärker in die Kalibrierungseinheit eingekoppelt wird. Nun erfolgt die Durchstimmung der Wellenlänge des Lasers. Wenn eine Wellenlänge genau einem bestimmten Übergang entspricht, führt dies zu einem Entladungsstrom, der gemessen wird. Man erhält so ein Spektrum von den einzelnen Übergängen in Abhängigkeit von der Laserwellenlänge. Durch Vergleich mit Literaturdaten von Neon kann dann ein Abgleich der Wellenlänge des Lasers vorgenommen werden.

Der Scanmate 2EC-400 OG-Laser ist so konstruiert, dass während jeder Messung mit dem Laser gleichzeitig ein OG-Spektrum mit aufgenommen wird.

