

Kapitel 7

Das Lasersystem

Das Lasersystem besteht aus zwei Nd:YAG-Lasern¹ und verschiedenen Farbstofflasern. Die Farbstofflaser werden mit den Nd:YAG-Lasern SL 456 G und SL 802 (Spectron Laser Systems) gepumpt. Diese Nd:YAG-Laser sind als Blitzlampen gepumpte Oszillatoren mit Güte-Schaltung und Frequenzvervielfachung aufgebaut. Die Blitzlampen arbeiten mit einer Repetitionsrate von 10 Hz. Die Grundwellenlänge der Nd:YAG-Laser bei 1064 nm wird in KD*P-Kristallen² verdoppelt und mit der Fundamentalen in einem weiteren Kristall gemischt. Nach dem Abtrennen der Fundamentalen und der zweiten Harmonischen mit einem dichroischen Spiegel steht Licht mit der Wellenlänge von 355 nm zur Verfügung. Als Güte-Schalter werden in den Lasern Pockels-Zellen verwendet; die Pulsdauer beträgt 8 ns. Abhängig vom Zustand der Blitzlampen stehen bei 355 nm Pulsenergien zwischen 100 mJ und 150 mJ zur Verfügung.

7.1 Farbstofflaser

Die verwendeten Farbstofflaser sind aus einem Oszillator und zwei Verstärkern aufgebaut. Im Oszillator wird die gewünschte Wellenlänge durch ein computergesteuertes Gitter (Siehe auch Abschnitt 9.3) ausgewählt, welche dann in den Verstärkerküvetten nachverstärkt wird. Als Farbstoffe wurden meist in Methanol gelöste Cumarine verwendet. Die Farbstoffkonzentrationen³ werden in den unterschiedlichen Verstärkerstufen der Laser variiert, um die Schwankung der Pulsenergie möglichst klein zu halten. In der Hauptverstärkerküvette wird die Konzentration dabei so gewählt, daß auch bei der kleinsten Pulsenergie des Pumplasers alle Farbstoffmoleküle optisch angeregt werden. Die Laserstrahlung der Farbstofflaser im sichtbaren Be-

¹Nd:YAG=Neodym:Yttrium-Aluminat-Garnet ($Y_3Al_5O_{12}$)

²KD*P=Kaliumdideuteriumphosphat

³Ein Beispiel für die verwendeten Konzentrationen für Cumarin 153 in Methanol: Oszillator 2.8 g/l, Vorverstärker: 1.6 g/l und Hauptverstärker: 0.9 g/l

reich wird frequenzverdoppelt, um in den Bereich des $S_1 \leftarrow S_0 0_0^0$ -Überganges der Aromaten zu gelangen. Diese Verdoppelung wird mit BBO⁴- oder K*DP-Kristallen durchgeführt. Für die Frequenzmischung müssen die optisch anisotropen Kristallen unter dem wellenlängenabhängigen *phase matching*-Winkel durchlaufen werden. Bei der Messung eines wellenlängenabhängigen Ionenausbeutespektrums bedeutet dies ein stetiges Nachführen des Kristalles. Dieses wird entweder vom Laser selbst gesteuert oder muß vom Steuercomputer übernommen werden. Die Genauigkeit dieser Nachführung bestimmt wesentlich die Konstanz der Pulsenergie während einer wellenlängenabhängigen Messung. Die Pulsenergien der Laser betragen im UV-Bereich zwischen 50 μ J und 20 mJ. Die Spezifikationen der verwendeten Laser sind in Tabelle 7.1 angegeben. Die Angaben beziehen sich auf die Verwendung des Lasers ohne die Frequenzverdoppelung.

Die Laserstrahlen werden über verschiedene Prismen oder Metallspiegel vom Lasertisch zum Experiment geleitet und in die Hauptkammer eingekoppelt. Dabei liegt der Lichtstrahl sowohl zur Spektrometerachse als auch zum Molekularstrahl rechtwinklig. Im Einzelfall wurde er mit einer Quarzlinse ($f=150$ mm) fokussiert. Die Laserstrahlen wurden z. T. mit Irisblenden im Querschnitt verändert und ihre Intensität wurde mit Neutraldichte- oder UG11-Filtern (L.O.T.-Oriol) abgeschwächt.

7.2 Eichung der Farbstofflaser

Zur Eichung der Farbstofflaser stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Die spektroskopische Kalibrierung und die Kalibrierung mit einem optischen Instrument (Monochromator). Die Eichung mit einem Monochromator ist recht umständlich und hat bei einem gepulsten Farbstofflaser-systemen auch verschiedene Nachteile. Unter anderem droht die Beschädigung der optischen Instrumente durch die hohe Pulsenergie des Lasers bei einem kleinem Strahlprofil. In dieser Arbeit wurde daher eine andere Technik gewählt: Die Kalibrierung mit Hilfe der optogalvanischen Spektroskopie.

Bei der optogalvanischen Spektroskopie [56] werden in einer Entladungslampe verschiedene hochangeregte Zustände des Füllgases (meist Eisen, Uran oder Neon) nahe an der Ionisationsschwelle erzeugt. Durch die Einstrahlung von monochromatischer Strahlung der richtigen Energie können die Atome in diesen Zustände ionisiert werden. Die Messung des resultierenden Entladungsstromes liefert das optogalvanische Signal. Man kann diesen Effekt zur Eichung von Laser verwenden, indem man die Wellenlänge des Lasers verändert und den resultierenden photoinduzierten Strom mißt. Man ionisiert dabei eine Reihe der angeregten Zustände und erhält schmalbandige Spektrallinien in Abhängigkeit der Laserwellenlänge. Diese kann man dann mit Literaturdaten [57] vergleichen.

⁴BBO=Barium β Borat

Tabelle 7.1: Spezifikationen der verwendeten Farbstofflaser

Laser	Hersteller	Linienbreite in cm^{-1}	Wellenlängenfehler in nm
DL-midi	Estla Ltd.	< 0.15	± 0.05
SL 4000 B	Spectron Laser Systems	1	± 0.05

Zur Eichung wurde die optogalvanische Kalibriereinheit OCU_{Puls} der Firma LAS mit Neon als Füllgas verwendet. Das Licht des Lasers wurde nach der Vorverstärkerküvette in die Kalibriereinheit eingekoppelt. Das entstehene Signal wurde in Abhängigkeit der Laserwellenlänge mit Hilfe des Speicheroszilloskops digitalisiert und mit dem im Abschnitt 9.3 beschriebenen Programm zu einem Eichspektrum verarbeitet.

