

# Laserpilotanlage zum Einsatz in der Urologie

98

Von Karsten KÖNIG, Wieland DIETEL, Volker BOCKHORN und Axel MÖLLER

An der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurden die wesentlichen technischen Voraussetzungen für die Laserbehandlung von Patienten mit Harnblasentumoren geschaffen. Die Anlage umfaßt drei Bereiche, die Bestrahlungsquelle, das Übertragungssystem und die Operationstechnik.

Dabei soll die Laserstrahlung bevorzugt der Aktivierung von Photosensibilisatoren dienen, die bei selektiver Anlageung an Tumorgewebe eine gezielte Photochemotherapie ermöglichen /1/.

Aufgrund des Transmissionsverhaltens von biologischem Gewebe und Beachtung des jeweiligen Absorptionsverhaltens des verwendeten Photosensibilisators ergibt sich die Forderung nach einer variierbaren Arbeitswellenlänge im roten und NIR-Spektralbereich. Weist der Photosensibilisator neben seiner Fähigkeit der tumorselektiven Anlageung und der photodynamischen Wirksamkeit auch eine genügend hohe Fluoreszenzquantenausbeute auf, kann Laserstrahlung entsprechender Wellenlänge zudem als Anregungsstrahlung für die Fluoreszenzdiagnostik von Tumoren verwendet werden. Die Wellenlänge der Anregungsstrahlung soll dabei im Bereich hoher Sensibilisatorabsorption und spektral entfernt von der Fluoreszenzstrahlung liegen, um eine klare Lokalisation der stark streuenden, fluoreszierenden Tumoreareale zu ermöglichen /2/.

Üblicherweise wird als Photosensibilisator das Porphyringemisch Hämatoporphyrinderivat (HpD) verwendet. Inzwischen sind einige tausend Patienten mit diesem Präparat in Kombination mit Laserstrahlung geringer Intensität und der Wellenlänge um 630 nm behandelt und bereits carcinoma in situ durch laserinduzierte HpD-Fluoreszenz diagnostiziert worden. Unsere Untersuchungen an tierexperimentellen Tumoren zeigen, daß auch der Photosensibilisator Methylenblau für die Photochemotherapie eingesetzt werden kann /3/.

## Bestrahlungsquelle

Es wird ein Argonlaser ILA 190 (CZ

Jena) mit verschiedenen Emissionswellenlängen im blauen und grünen Spektralbereich (Laserleistung: < 15 W) sowie den UV-Linien bei 364 nm und 351 nm eingesetzt. Die UV-Wellenlängen dienen bevorzugt der Fluoreszenzanregung. Durch dispersive Elemente erfolgt eine Abtrennung der spontanen langwelligeren Emissionsstrahlung des Argonplasmas.

Der Laser dient weiterhin als Pumpquelle für einen Farbstofflaser FSL 100 (ZWG der AdW) mit den aktiven Medien Rhodamin 6G/B sowie DCM. Dieser Farbstoff wird bevorzugt verwendet. Der Durchstimmbereich des DCM-FSL beträgt 590—710 nm. Es sind Ausgangsleistungen um 0,5 W erreichbar.

Die Schaltung des Lasers erfolgt über ein innerhalb des Resonators befindliches Schaltrelais.

## Übertragungssystem

Die Laserstrahlung wird mit Hilfe eines Einkoppelgerätes in einen Lichtleiter eingekoppelt. Die kontinuierliche Laserstrahlung kann dabei gehoppert (Generation von Lichtimpulsen im ms-Bereich) werden. Das Gerät gestattet zudem die Verwendung von step-index- und Gradienten-Lichtleitern unterschiedlichen Durchmessers (detaillierte Information zu Lichtleitereinkopplungsgerät in /4/ und /5/).

Die Laserstrahlung wird über eine Entfernung von 200 m von der Sektion Physik in das benachbarte Gebäude der Urologischen Klinik (Operationssaal und Poliklinik) übertragen. Die Übertragungsverluste infolge Kopplungsverluste und dem Absorptions- und Streuverhalten des Kernmaterials betragen bei der verwendeten Stufenindex-Faser (KWO-Berlin) und bei Strahlung im roten Spektralbereich 30 bis 40 Prozent.

## Operationstechnik

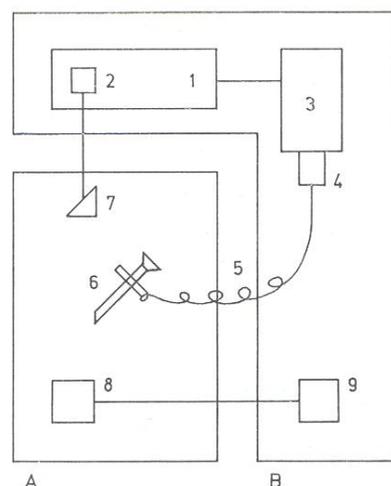
Die Laserstrahlung kann vom Operationssaal über einen Fußschalter unterbrochen und geschaltet werden. Die Dauer der Lasereinwirkung kann vom Operationspersonal wahlweise mit einer konventionellen Schaltuhr von 0,3 s bis 20 min oder Dauerbetrieb variiert werden.

Die Kommunikation mit dem Laserlabor wird über eine Wechselsprechanlage gewährleistet.

Der Lichtleiter (Außendurchmesser mit Ummantelung: 1 mm) wird in den Arbeitskanal des Zystoskops eingeführt und ist über die mechanische Verstellereinheit in seiner Lage veränderbar. Um eine möglichst vollständige Ausleuchtung der Blase bei der Durchführung der Photochemotherapie zu gewährleisten, kann die Apertur des Lichtleiters durch Aufschmelzen des Glaskernes (Kugelgestalt) vergrößert werden.

Schema der Laserpilotanlage

- 1 ILA 190
  - 2 intracavity-Schaltrelais
  - 3 DCM — FSL
  - 4 Lichtleitereinkopplungsgerät
  - 5 Lichtleiter (step-index)
  - 6 Zystoskop
  - 7 Fußschalter
  - 8, 9 Wechselsprechanlage und Signalleitung für die Leistungsmessung
- A Urologische Klinik und Poliklinik  
B Sektion Physik



Eine Anpassung der Richtung der emittierten Strahlung an die Endoskopieoptik kann andererseits durch Abschleifen des Lichtleiterendes (unter einem Winkel) erfolgen.

Im Bild ist das Schema der Laserpilotanlage dargestellt.

### Anwendungsbeispiele

#### Methylenblau-Photchemotherapie

Einem 60jährigen Patienten mit Harnblasentumor wird eine hochprozentige Methylenblaulösung ( $c > 10^{-3}$  M) instilliert. Anschließend erfolgt eine aqua dest-Spülung. Eine Färbung des Tumorareals ist zu beobachten. Nach Einführung des Lichtleiters hoher Apertur in den Arbeitskanal des Zystoskops wird das Tumorareal einschließlich des umgebenden Normalgewebes mit Laserlicht der Wellenlänge 640 nm bestrahlt. Die Bestrahlungsdauer beträgt 20 bis 30 min. Die Strahlungsintensität von 100 mW/cm<sup>2</sup> ist so gering, daß thermisch induzierte Nekrosen ausgeschlossen werden können.

#### Lasergestützte Rekanalisation des Harnleiters

Bei einem 50jährigen Patienten mit komplettem Verschuß des Ostiums wird über eine perkutane Punktion der Niere ein Lichtleiter (Stufenindex-Faser) geringer Apertur an den Ort der Stenose geführt. Laserstrahlung im roten Spektralbereich geringer Leistung (30 mW) dient zur antegraden Durchleuchtung des Gewebes. Das transmittierte Laserlicht ist mit dem Zystoskop als etwa 8 mm großer kokardenartiger Lichtfleck sichtbar, der die kürzeste Distanz zwischen Blasen- und praestantotischem Unterlumen markiert. Mit gezielten Resektionsschnitten ins Zentrum der Kokarde wird nun das verschließende Gewebe entfernt, bis das Ureterlumen sichtbar wird.

### Literatur

- /1/ Kessel, D., und Dougherty, T. J.: Porphyrin Photosensitization. Plenum Press, N.Y. 1983
- /2/ Doiron, D. R., und Gomer, C. J.: Porphyrin localization and treatment of tumors, Liss, N.Y. 1983
- /3/ König, K.; Bockhorn, V.; Diemel, W., und Schubert, H.: Photochemotherapie of animal tumors with the photosensitiver Methylene Blue using a Krypton Laser. J. Cancer Res. Clin. Oncol. 113 (1987), S. 301-303
- /4/ König, K., und Diemel, W.: Lichtleiterein- kopplungsgerät zur Fluoreszenzdiagnostik, Phototherapie und Photochemotherapie. medizintechnik 28 (1988), H. 1, S. 1-2
- /5/ DDR-Patent WP A 61 B/296921-A

### Резюме

Описывается лазерная установка, предназначенная для применения в урологии. Установка состоит из аргонового ионного лазера, представляющего собой источник питания лазера на красителе, а также блока переключения, устройства ввода в световод и соответствующих световодов, вводимых в цистоскоп. Установка используется для реканализации с помощью лазера мочеточников и для фотохимиотерапии опухоли мочевого пузыря.

### Summary

The paper describes a laser system designed for use in urology. The system consists of a dye laser which is pumped by an argon ion laser, a switch unit, a

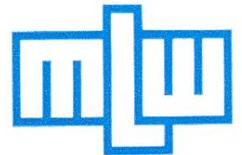
light guide coupling unit, and the necessary light guides which are introduced into a cystoscope. The system is used for the laser-assisted ureter recanalization and in the photochemical treatment of bladder tumours.

### Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Phys. Karsten KÖNIG  
Dr. sc. nat. Wieland DIETEL  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Sektion Physik  
Max-Wien-Platz  
Jena, 6900  
OA Dr. med. Volker BOCKHORN  
OA Dr. med. Axel MÖLLER  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Urologische Klinik und Poliklinik  
Lessingstraße 1  
Jena, 6900

## Information

# Probenröhrchen mit Lamellenverschluß



Der Einsatz des Probenröhrchens 1 ml erfolgt im Hämatologischen Automaten HA 1 und innerhalb des Koagulationszeitmeßgerätes KZM-1 des VEB MLW Labortechnik Ilmenau.

Das Probenröhrchen 4 ml wird im Radio-Immuno-Assay zur Bestimmung von Hormonen und anderen biologischen Substanzen eingesetzt.

Beide Probenröhrchen werden aus Polystyrol, glasklar, gefertigt.

### Probenröhrchen 1 ml

Größe: 42 mm × 9 mm im Durchmesser  
Volumen: 1 ml

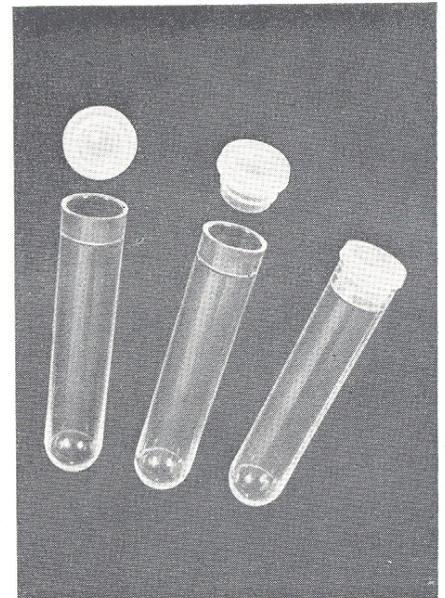
### Probenröhrchen 4 ml

Größe: 60 mm × 13 mm im Durchmesser  
Volumen: 4 ml

Der Lamellenverschluß gewährleistet einen flüssigkeitsdichten Verschluß der Probenröhrchen.

Dadurch ist es möglich, in den Probenröhrchen verschiedene Materialien zu zentrifugieren, zu lagern und zu transportieren.

Der Lamellenverschluß wird aus Polyethylen, natur, gefertigt. Beide Erzeugnisse sind zum Einmalgebrauch bestimmt.



### Hersteller:

VEB MLW Polyplast Halberstadt  
Arvid-Harnack-Str. 1  
Halberstadt, 3600