



1 Zerkleinerung von Prostatagewebe per endoskopischem Eingriff (links). Eintrübung nach leichter, diffuser Blutung (rechts).

2 Testmuster in wässriger Lösung von Blut (Volumenanteil 6 %) aufgenommen durch eine Flüssigkeitssäule von 10 mm. Eine Farbkamera im sichtbaren Spektralbereich liefert nur einen groben Eindruck der Teststruktur (links). Dagegen zeigt eine SWIR-Kamera bei einer Wellenlänge von 1100 nm viel mehr Details (rechts).

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Georges-Köhler-Allee 301
79110 Freiburg

Ansprechpartner

PD Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg
Gruppenleiter

Optische Oberflächenanalytik

Telefon +49 761 8857-306

albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de

SYSTEMENTWICKLUNGEN FÜR DIE ENDOSKOPIE MEHR SICHERHEIT FÜR DEN OPERATEUR

Die endoskopische Chirurgie eignet sich hervorragend für minimalinvasive Eingriffe. Doch ungeachtet aller medizinischen Erfolge gibt es viel Entwicklungspotenzial, um solche Operationen noch sicherer zu machen und die medizinischen Möglichkeiten der Endoskopie zu erweitern. Auf Basis langjähriger Erfahrungen mit optischen Technologien entwickelt Fraunhofer IPM maßgeschneiderte High-End-Endoskopietechniken und -systeme. Dabei arbeiten unsere Optikexperten eng mit Urologen des Universitätsklinikums Freiburg zusammen.

Bessere Sicht – mehr Sicherheit

Der Anwender wünscht sich von endoskopischen Systemen in erster Linie, dass sie bei der Operation stets gute Sicht gewährleisten. Denn der Operateur muss zu jeder Zeit alle relevanten anatomischen Struktu-

ren eindeutig erkennen können – auch in moderat blutigen Medien. Doch das ist oft ein Problem. Denn nach dem ersten Schnitt behindert Blut die gute Sicht auf die Strukturen (Abb. 1). Verbesserte Sicht für den Operateur bedeutet automatisch eine verbesserte intraoperative Sicherheit. So sind auch komplexe Operationstechniken anwendbar, die bislang endoskopisch schwierig oder gänzlich unmöglich waren.

Visualisierung in trüben Medien

Kleinere Blutungen lassen sich bei endoskopischen Eingriffen nie ganz vermeiden. Doch schon die Anwesenheit geringer Mengen an Blut verwandelt ein im sichtbaren Spektralbereich klares Medium in ein optisch trübes und verschlechtert so die endoskopische Bildqualität erheblich. Eine kamerabasierte Bildgebung mit nahinfraro-



3

tem Licht statt des üblichen sichtbaren Lichts führt hier zu deutlich besseren Ergebnissen (Abb. 2).

Das menschliche Auge kann Farben und Helligkeiten hervorragend erfassen – allerdings nur im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen rund 400 und 800 nm. Doch optisch nutzbare Kontraste sind nicht allein auf den sichtbaren Spektralbereich beschränkt. Für die Analytik wertvolle Kontrastunterschiede zeigen Substanzen häufig erst im kurzwelligen Infrarotbereich zwischen 900 und 1700 nm. Im Gegensatz zum Auge oder zu gewöhnlichen Kameras sind sogenannte SWIR-Kameras mit InGaAs-Sensoren in diesem Spektralbereich sehr sensitiv. Solche SWIR-Kameras liefern im nahen Infrarot (SWIR – shortwave infrared) hervorragende Abbildungen. Und die größere Lichtwellenlänge führt zu einer geringeren Partikel-Streuung, was die Abbildungseigenschaften gerade in diffusen Medien deutlich verbessert.

Fluoreszenzanalyse bei der Lithotripsie

Die Laser-Lithotripsie nutzt hochenergetische Laserpulse zur Zerkleinerung von Harn- bzw. Nierensteinen. Die Laserpulse werden dabei mit einer Glasfaser endoskopisch zu den Steinen geführt. Durch falsche Ausrichtung der Faser kann Laserlicht auf das Nierengewebe gelangen und dieses schädigen. Ebenso können Laserpulse, insbesondere nach einem Bruch der Faser, auch das Endoskop beschädigen. Um das zu vermeiden, hat Fraunhofer IPM hat ein

System auf Basis der Fluoreszenz-Analyse entwickelt, das den Operateur bei der endoskopischen Laser-Lithotripsie unterstützt (Abb. 3).

Das System differenziert die Materialstrukturen von Harn- bzw. Nierensteinen automatisch anhand ihrer jeweiligen charakteristischen Fluoreszenzspektren. Dazu wird eine eigens entwickelte Optik zur Fluoreszenz-Anregung und Detektion in den Strahlengang des Lithotripsie-Lasers integriert. Auf diese Weise kann der Operateur zwischen Gewebe, Endoskop und Harn- bzw. Nierenstein zuverlässig und in Echtzeit unterscheiden.

Diese Echtzeit-Analyse der Spektren ermöglicht eine automatische Rückkopplung an den Therapielaser, sodass dieser nur zur Behandlung valider Zielstrukturen ausgelöst werden kann. Mit anderen Worten: Der Therapielaser wird nur dann freigegeben, wenn die Applikationsfaser auf einen Harn- bzw. Nierenstein gerichtet ist; er wird blockiert, sobald die Faser auf Gewebe zielt. Das verhindert die versehentliche Schädigung von Gewebe oder Endoskop.

Technisch herausfordernd ist dabei vor allem die Trennung des extrem schwachen Fluoreszenzlichts vom mehrere Watt starken Applikationslicht. Für die Pulse des Lithotripsie-Lasers muss die Optik sehr robust sein, um nicht beschädigt zu werden. Gleichzeitig muss das schwache Fluoreszenzlicht aber auch effizient eingesammelt und detektiert werden.

3 Die Laser-Lithotripsie nutzt hochenergetische Laserpulse zur Zerkleinerung von Harn- bzw. Nierensteinen. Die Laserpulse werden dabei mit einer Glasfaser endoskopisch zu den Steinen geführt.

Unser Angebot: kundenspezifische Systementwicklung

Fraunhofer IPM entwickelt maßgeschneiderte Endoskopiertechniken und -systeme. Langjährige Erfahrungen mit optischen Technologien bilden die Basis für endoskopische Hightech-Lösungen, die auf die besonderen Anwendungen speziell zugeschnitten werden. Wir begleiten unsere Kunden von der Konzeption der Systeme über die Entwicklung von Prototypen bis hin zur Implementierung in bestehende Prozesse.