

# MEDIZIN elektronik

Fachmedium für Elektronik in der Medizintechnik

## BASIC: QUARZGLAS IN DER MEDIZIN

Unser modernes Leben ist ohne Quarzglas undenkbar. Vom kleinsten Mikrochip bis zum größten Kommunikationsnetzwerk, ist Quarzglas an irgendeinem Punkt ihrer Entstehung beteiligt. Das gilt auch für die Medizin, wo das Material nicht nur aufgrund seiner hohen Reinheit sehr gefragt ist.

## EINLEITUNG

Die Bedeutung minimalinvasiver Eingriffe nimmt in der modernen Medizin ständig zu. Ein Hauptgrund ist die schnellere Genesung der Patienten im Vergleich zu herkömmlichen chirurgischen Verfahren. Darüber hinaus bedeuten kleinere Wunden auch ein geringeres Komplikationsrisiko. Viele chirurgische Systeme beruhen heutzutage daher auf Lichtleitfasern. Aufgrund der einzigartigen Eigenschaften von Quarzglas kann Laserlicht effizient in den Körper transportiert werden. Darüber hinaus bieten optische Fasern Flexibilität, um Bereiche des menschlichen Körpers zu erreichen, die sonst schwer zugänglich sind.

## HERSTELLUNG

Synthetisches Quarzglas für Glasfasern oder Optiken, also Linsen, entsteht, wenn man eine Siliziumverbindung in einer Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme verbrennt. Die Flamme wandelt die Verbindung mit Sauerstoff in einen Feststoff um. Das garantiert die hohe Reinheit. Das synthetische Quarzglas scheidet sich aus der Gasphase ab. Für natürliches Quarzglas schmilzt man Sand auf. Die Reinheit des natürlichen Quarzglases ist für die Herstellung von optischen Glasfasern jedoch nicht ausreichend.

MIT FREUNDLICHER UNTERSTÜTZUNG  
VON **Heraeus**

## EIGENSCHAFTEN

Quarzglas ist eine sehr reine Form von Glas und besteht – wie herkömmliches Glas auch – aus Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ). Es ist blasenfrei und extrem rein, was eine hohe optische Transmission vom ultravioletten bis zum infraroten Bereich und eine hervorragende optische Homogenität ergibt. Schon kleinste Verunreinigungen würden einen Laserstrahl beispielsweise reflektieren oder ablenken und Messergebnisse beeinträchtigen. Das passiert bei Quarzglas nicht. Das Material weist eine hohe thermische Schockbeständigkeit auf. Das heißt, es lässt sich auch von sehr hohen Temperaturen abkühlen und auf sehr hohe Temperaturen erhitzen, ohne dass es zerspringt wie herkömmliches Glas. Glasfasern aus Quarzglas sind sehr flexibel, bruch- und reißfest. Die Reißfestigkeit einer 0,125-mm-Glasfaser liegt bei über 150 Kilopond pro Quadratmeter. Die Fasern erlauben daher einen engen Biegeradius. Verunreinigungen im Quarzglas würden zum Bruch der Faser führen. Im medizinischen Bereich sind fast all diese Eigenschaften in unterschiedlichen Anwendungen ein Plus (siehe Anwendungsbeispiele). Sie ermöglichen Eingriffe, die ohne Glasfaser nicht möglich wären oder Eingriffe, die den Patienten schonen. Minimalinvasive Eingriffe hinterlassen gegenüber chirurgischen Eingriffen sehr viel kleinere Wunden. Das Infektionsrisiko ist minimiert und Patienten erholen sich schneller wieder von dem Eingriff.

## VERARBEITUNG

Zur Herstellung von Linsen schneidet, schleift und poliert man das Quarzglas. Glasfasern zieht man aus Quarzglaszylindern. Elektrische Öfen erwärmen das Quarzglas auf 1.700 °C, dann werden die Fasern gezogen. Das erfolgt in einem Arbeitsschritt. Aus einem ca. 200 kg schweren Quarzglaszylinder mit einem Durchmesser von 200 mm lassen sich so gut 7000 km Glasfaser herstellen. Eine solche Glasfaser hat einen Durchmesser von 125  $\mu\text{m}$ , also nur 0,125 mm. Die Herausforderung besteht darin, bei der thermischen Bearbeitung die hohe Reinheit des Quarzglases zu erhalten. So würden Kupfer und andere Metalle beispielsweise sofort eindiffundieren und die Übertragungseigenschaften schon in geringsten Spuren beeinträchtigen. Mittlerweile gibt es auch Verfahren für den 3D-Druck von Quarzglas. Diese nutzen Quarzglaspulver teilweise in Kombination mit anderen Stoffen zum Drucken. Damit sind die Reinheit, die Blasenfreiheit und andere Eigenschaften des Quarzglases allerdings derzeit noch nicht gegeben.

### Anwendungsbeispiele

#### LITHOTRIPSIE

Bei der Lithotripsie verdrängt die Lasermethode die Behandlung per Ultraschall. Zum Einsatz kommt hier ein Infrarot Laser mit einer Wellenlänge von 2100 nm. Der Operateur führt die Glasfaser über einen Katheter in die Harnröhre bis zum Nieren-, Gallen- oder Blasenstein ein. Der Laser erhitzt den Stein punktuell. Die Temperatur der ihn umgebenden Flüssigkeit verbleibt jedoch auf 37 °C. Es entsteht ein ähnlicher Effekt wie beim Fels in der Sonne, der sich immer wieder erhitzt und abkühlt: Der Stein wird thermisch geknackt. Die winzigen Steinfragmente werden dann vom Körper ausgeschwemmt. Diese für den Patienten sehr schonende Behandlung ist nur möglich, weil die feine Glasfaser mit extrem kleinem Biegeradius in die sehr engen Kanäle von Galle, Niere und Blase vordringen kann.

#### PROSTATABEHANDLUNG

Analog zur Lithotripsie erfolgt die Prostatabehandlung per grünem Laser. Per Laserpuls erhitzt der Operateur die Wucherungen des Gewebes lokal. Die roten Blutkörperchen absorbieren die Lichtenergie des grünen Lasers mit einer Wellenlänge von 532 nm optimal. Das Gewebe wird verdampft, ohne dass es zu Blutungen kommt..

#### ARTERIENVERSCHLÜSSE

Arterienverschlüsse behandelt der Operateur klassisch mit mechanischen Methoden, was effektiv und kostengünstig ist. Es gibt jedoch Fälle, in denen die mechanischen Methoden nicht ausreichen. In diesen Fällen kommen Laserkatheter aus einem Glasfaserbündel zum Einsatz. Da Infrarotlicht das Blutgefäß erwärmen würde, kommt Laserlicht im UV-Bereich zur Anwendung. Das Laserlicht löst die Ablagerungen in den Blutgefäßen auf, und diese werden mit dem Blut abtransportiert. Anschließend wird das Gefäß meistens mit einem Stent stabilisiert.

#### KRAMPFADERN

Die herkömmliche Behandlung von Krampfadern, das krude und schmerzhaftes Ziehen, ist dank optischer Fasern aus Quarzglas und Laser nicht mehr nötig. Ein Laserkatheter wird in das zu behandelnde Blutgefäß eingeführt und der Laser aktiviert. Der Laserkatheter ist mit einer Spitze versehen, die bewirkt, dass das Laserlicht sich statt nach vorne ringförmig ausbreitet. Der Laserstrahlung bewirkt, dass sich das Blutgefäß zusammenzieht und das Blut im Gefäß koaguliert. Während der Behandlung zieht der Chirurg den Laserkatheter langsam aus der Krampfader heraus und bearbeitet und versiegelt die gesamte Ader. Die Vorteile für den Patienten gegenüber herkömmlichen Behandlungsmethoden sind deutlich geringere Schmerzen, eine sehr viel kleinere Wunde mit geringerem Infektionsrisiko und damit eine schnellere Wundheilung. Es bleiben üblicherweise, wenn überhaupt, kaum sichtbare Merkmale der Operation zurück. In der Regel ist der Patient nur einen Tag im Krankenhaus und erhält wenige Tage Therapie. Werden die Krampfadern klassisch gezogen, sind die Patienten rund fünf bis sechs Wochen arbeitsunfähig und mindestens ebenso lange in Therapie..

#### TATTOOENTFERNUNG

Ungeliebte Tattoos können mit Laser entfernt werden. Der herkömmliche Weg ist, dass der Laser die oberste Hautschicht wegbrennt. Das Verfahren ist schmerzhaft und hinterlässt Narben. Hochwertige farbige Tattoos lassen sich heute mit komplementären Lasern entfernen. Der Laser zerstört durch abgestimmte Wellenlängen nur die in der Haut enthaltenen Farbpigmente.

#### ZAHNMEDIZIN

In der Zahnmedizin kommen vermehrt UV-Kleber zum Einsatz. UV-LEDs zum Aushärten sind mittlerweile so klein, dass keine optische Faser mit Laser dafür notwendig ist. Sind jedoch die feinen Zahnwurzelkanäle zu reinigen und zu desinfizieren, kann der Zahnarzt kurze Glasfasern mit einem Laser verwenden. Diese Behandlungsmethode ist noch kein Standard, liefert jedoch bestmögliche Resultate, was die Vermeidung von Entzündungen im Anschluss an die Behandlung betrifft.