

# Selektive Koronare Excimer Laser Angioplastie

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Utzinger, Urs

**Publication date:**

1995

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001459442>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

# Selektive Koronare Excimer Laser Angioplastie

ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels  
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
Urs Utzinger  
Dipl. Ing. ETH  
geboren am 28. Dezemer 1964  
von Bachenbülach

Angenommen auf Antrag von:  
Prof. Dr. Peter. F. Niederer, Referent  
Prof. Dr. René P. Salathé, Korreferent  
Prof. Dr. Otto M. Hess, Korreferent

1995

## Zusammenfassung

**Motivation:** In mehr als 70% aller atherosklerotisch stenosierten Koronararterien sind die Läsionen exzentrisch angeordnet, und mindestens 16% des Lumenumfangs sind unverändert. Keine der heute üblichen Behandlungsmethoden kann diesem Umstand genügend Rechnung tragen. Die **koronare Excimer Laser Angioplastie (ELCA)** ist, wie in mehr als 3000 Patienten gezeigt wurde, eine sichere Methode zur Behandlung stenosierter Koronarien. Auch wenn im größten Teil der behandelten Gefäße anschließend eine Ballondilatation durchgeführt wird, stellt die ELCA für bestimmte Stenostypen eine vorteilhafte Behandlungsmethode dar. Die Laser Angioplastie ist eine Methode, bei der im Gegensatz zur Ballondilatation, das Atherom fragmentiert und abgetragen wird. Mit demselben faseroptischen Laserkatheter können bekannte quantitative optische Meßmethoden zur Lokalisierung der Gefäßveränderung und der Kontrolle der Behandlung eingesetzt werden.

**Instrumentation:** Neue radial deflektierende und refokussierende **Katheterspitzen** lassen die Strahlungsdichte am Behandlungsort ungefähr verzweifachen. Gleichzeitig überlagert sich die analysierte und angeregte Fläche von zwei Glasfasern (Analysefaser, Exitationsfaser) auch wenn diese im Ringbündel radial verschoben angeordnet sind. Die Verluste in einem optomechanischen **Abtastsystem** mit Quarzfasern und Linsen liegen bei 25%. Für dieses Verfahren, welches auch bei hohen Leistungsdichten arbeitet, eignen sich am besten Kugellinsen.

**Diagnose mit Fluoreszenzmessung:** Bestrahlt ein XeCl Excimer Laser arterielles Gewebe, entsteht eine Gewebefluoreszenz. Durch atherosklerotische Veränderungen wird die Emission in einem Band zwischen 450 und 520nm verglichen zur Fluoreszenz bei 380nm reduziert. Die Emission unter abtragenden Bedingungen ( $26 - 30 \text{ mJ/mm}^2$ , Kontrolle der Abtragung) unterscheidet sich nicht wesentlich von einer Emission mit schwacher Anregung (3mJ, Detektion des Atheroms). Die bei der Ablation entstehende Lumineszenz kann nicht über dieselben optischen Fasern aufgefangen werden, da Quarzfasern eine zeitlich instabile **Eigenfluoreszenz** aufweisen. Diese kann mit der Wahl des Materials der Schutzhülle beeinflusst werden.

Die zeitaufgelöste Messung des Intensitätsverlaufes des rückemittierten Lichtes korrelierte in dieser Arbeit nicht mit dem Gewebezustand.

**Automatische Diskriminierung:** **Neuronale Netze** eignen sich besser für die automatische Geweberkennung aus Fluoreszenzdaten als die lineare Diskriminanzanalyse. **82% der atherosklerotisch** veränderten und **90% der unveränderten** Stellen wurden identifiziert. **Kalzifizierte** Stellen sind nur in **56%** der Fälle erkannt worden. Der **intraindividuelle Unterschied** der Fluoreszenzemission von normalem und atherosklerotischem Gewebe ist weniger deutlich, als der Unterschied im gesamten Messkollektiv.

**Kontrolle der Abtragung:** Während der Abtragung von atherosklerotischen Plaque nimmt die Fluoreszenz im Frequenzbereich von 450 bis 520nm verglichen zur Emission bei 380nm zu und erreicht in der Media einen mittleren Wert der einer Emission an der Oberfläche von normalem Gewebe entspricht.

**Einfluss des Umgebungsmediums:** Blut zeigt keine nennenswerte Fluoreszenz. Die absorbierenden Eigenschaften von Blut verschwinden, wenn die faseroptische Sonde leicht auf das Gewebe gepreßt wird.

**Schlussfolgerung:** Mit Hilfe der Analyse von Gewebefluoreszenz und einer neuen selektiven Ansteuerung einzelner Sektoren des Laserkatheters, lassen sich die atherosklerotischen Stellen **lokalisieren** und deren Abtragung **kontrollieren**. Weil dadurch die Beschädigungen nicht erkrankter Gewebestellen während der Abtragung minimiert wird, besteht die Hoffnung auf eine **verbesserte Rezidivrate** für die Laserangioplastie.

## Summary

**Introduction:** In more than 70% of atherosclerotically stenosed coronary arteries the lesion are excentric, and at least 16% of the lumen circumference is not affected. However, there is no current method of treatment that attaches enough importance to this fact. In over 3'000 patients, **excimer laser coronary angioplasty (ELCA)** has proved to be a safe method for treating stenosed coronary arteries. Even though the majority of laser-treated vessels are later on still subject to dilatation by means of a balloon catheter, ELCA offers advantages in the treatment of some types of stenosis. In contrast to dilatation by balloon catheter, laser angioplasty destroys and eliminates the atheroma. And the very fiberoptic laser catheter may be used for applying established quantitative optical measuring methods for localizing alterations in the vessels as well as controlling the treatment.

**Instrumentation:** New radially deflecting and refocussing **catheter tips** increase the power output, i.e. the radiation on the tissue exposed to treatment, by more or less 100%. At the same time, the surfaces analyzed and excited by two optical fibers (analyzing fiber and excitation fiber) overlap despite the radially shifted arrangement of the fibers in the ring bundle. The optical loss in a **scanning system** with quartz fibers and lenses is about 25%. For such a system, which works also at high power densities, sphere lenses are best suited.

**Diagnosis with fluorescence measurement:** Exposure of arterial tissue to radiation by an XeCl excimer laser produces tissue fluorescence. Atherosclerotic alterations, however, reduce the intensity of the emitted light between 450 and 520nm (compared to fluorescence of 380nm). Emission during plaque destruction ( $26 - 30 \text{mJ/mm}^2$ , plaque elimination control) differs only slightly from emission with low excitation ( $3 \text{mJ/mm}^2$ , atheroma detection). Ablation luminescence may not be recaptured by the same optical fibers, since quartz fibers have a transient, unstable autofluorescence. Yet, this **autofluorescence** depends largely on the cladding material chosen for the protection of the fibers.

In this project, there was no correlation between the timeresolved intensity of the reflected light and the condition of the tissue.

**Automatic Identification:** For automatic tissue identification based on data regarding fluorescence, **neural networks** are better suited than linear discrimination analysis. **82% of the atherosclerotically altered tissue and 90% of the unaltered, healthy tissue were correctly identified.** Calcified tissue, however, was recognized as such only in 56% of cases. The **intra-individual** difference in fluorescence emission of normal and atherosclerotic tissue is not as readily distinguishable as the one between different study subjects.

**Ablation control:** During elimination of atherosclerotic plaque, the reduced fluorescence of a wavelength between 450 and 520nm (compared to emission of 380nm) increases steadily and reaches in the media a mean value of light emission that equals emission values on the surface of normal tissue.

**Influence of the surrounding media:** Blood presents only minor fluorescence. Its absorbing properties disappear as soon as the optical fiber probe is slightly pressed against the tissue.

**Conclusions:** Based on both the analysis of tissue fluorescence and the selection of individual

sectors for ablation at the laser catheter tip, the atherosclerotic lesion can be **localized** and a **monitoring** of the ablation process is possible. Due to the diminished damage of not altered tissue during ablation there might be a **decreased recidive rate** for laserangioplasty.