

Bachelorarbeit

# Entwurf und Konstruktion eines röntgendurchlässigen Trainers für die perkutane Nephrolitholapaxie

Manuel Stähr

Hannover, 1. November 2016

Erstprüferin: Prof. Dr. Ing. Stefan Klein  
Zweitprüfer: Prof. Dr. Ing. Ullrich Wenkebach  
Betreuer: Prof. Dr. Ing. Jessica Burgner Kahrs  
Dr. med. Florian Imkamp  
Dipl. Ing. Vincent Modes

# Kurzfassung

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Konstruktion eines Trainers für die perkutane Nephrolitholapaxie beziehungsweise das spezielle Verfahren der Mini-PCNL. Der wissenschaftliche Beitrag liegt dabei in der Umsetzung eines verbesserten Konzeptes für die Ausbildung der Urologen in der Nierenchirurgie. Dafür werden Nachteile und Einschränkungen bisheriger Lösungsansätze eliminiert oder ausgebessert. Am Ende der Arbeit steht eine erste prototypische Umsetzung des entwickelten Konzeptes. Mit diesem konnte bereits erfolgreich das Prinzip des neuen Trainers bewiesen und getestet werden. Der Prototyp wurde dazu sowohl in der medizinischen Hochschule Hannover mit einem Chefarzt der Urologie evaluiert, als auch mit einer kleinen Gruppe des Lehrstuhls für Kontinuumsrobotik an der Leibniz Universität Hannover getestet. Der entwickelte Prototyp ist dabei insbesondere sehr gut für sonographische Untersuchungen geeignet. An ihm können die wichtigsten Prozesse der Mini-PCNL trainiert werden, und der Ablauf des Spülmittels, welches eine Besonderheit bei der Mini-PCNL darstellt, ist erstmals mit dem Design möglich. Ebenfalls konnten Handhabung, Präparation und Aufbau des Trainers im Gegensatz zu existierenden stark vereinfacht und verkürzt werden, während die Produktionskosten niedrig sind. Ebenfalls bietet der Trainer erstmals eine realitätsnahe Möglichkeit an zwei Nieren zu trainieren, statt bisher nur an einer. Jedoch ist vor allem die Produktion des Trainers nur bedingt für größere Serienproduktionen und zum Erfüllen aller Anforderungen geeignet. In der Arbeit wurde aber eine gute Grundlage geschaffen, auf dem neuen Konzept aufzubauen und dieses für größere Projekte weiterzuentwickeln.

# Abstract

This bachelorthesis is about the design and construction of a trainer for the percutaneous nephrolithotomy, especially the procedure of the mini-PCNL. The main contribution to science is the implementation of a new concept for the training of urologist in the kidney surgery. For this disadvantages and restriction of existing models are eliminated or corrected. At the end of this work is a prototypical implementation of the concept. With this the principle of the new trainer could be proven and tested succesfully. The prototype was evaluated at the medizinsische Hochschule Hannover with a head physician of urology and aswell tested with a small group at the LKR from the Leibniz Universität Hannover. The developed Prototype is especially fit for sonographic examinations. It can train every process of the mini-PCNL and for the first time can handle the special need of the mini-PCNL to convey jetting liquid. Furthermore the handling, preparation and installation of the trainer was simplified or shortend in comparison to other models while maintaining low production costs. In addition the trainer features for the first time the opportunity to train realistically with two kidneys at a time instead of one. But still mainly the production of the trainer is not fit for bigger production runs and for fulfilling every requierment. Nevertheless this work provides a good basis to work on this new concept and to develope it for bigger project.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Konzepterstellung und prototypischen Umsetzung eines Trainers für die Mini-PCNL. Zu Beginn wurden dazu die Anforderung eines Trainers für diese spezielle Anwendung festgestellt. Ebenfalls wurden vergleichbare Lösungen recherchiert und die verwendeten Konzepte analysiert. Anhand der Anforderungen wurden Lösungen entwickelt, welche in theoretischer Konstruktion umgesetzt wurden, bis ein erster Prototyp evaluiert werden konnte. Trotz kleinerer Probleme bei der Produktion des Prototypen konnte das Konzept des Trainers erfolgreich getestet werden. Dabei wurden mit dem Prototyp die meisten Anforderungen vollständig gelöst, wie die Möglichkeit die Prozeduren der Mini-PCNL durchzuführen, die Ultraschalltauglichkeit, kurze Präparations- und Aufbauzeiten des Trainers oder das Abführen des Spülmittels. Manche Anforderungen konnten teilweise erfüllt werden, wie beispielsweise die Reinigung, welche noch nicht mit den aktuellen Werkstoffen optimal durchgeführt werden kann. Die Anforderung der Röntgentauglichkeit konnte leider nicht evaluiert werden, es werden jedoch keine Komplikationen für diese Bildgebung erwartet. Insgesamt hat diese Arbeit die Grundlage geschaffen für das Konzept kostengünstige Trainingsmöglichkeiten zum Üben der Mini-PCNL zu produzieren. An dem bisherigen Design gibt es noch einiges an Verbesserungspotential, was sich bei der Evaluierung des Prototypen gezeigt hat. Außerdem könnte für eine spätere Produktion für größere Serien ab beispielsweise 50 Stück überlegt werden, ob andere Materialien für den Bau des Gehäuses und des Deckels verwendet werden können, welche für Massenproduktion geeignet wären. Das Spritzgussverfahren bietet dabei eine gute, bei Serienproduktion ebenfalls kostengünstige Alternative zur Produktion aus dem 3D-Drucker, welcher hauptsächlich für das erstellen von sehr kleinen Serien oder Prototypen geeignet ist.