

# Eine Software für die Auswertung von 3D-Vermessungsdaten von linearen Führungsvorrichtungen für minimal-invasive Bohrungen

S. John, T. Gerking, Th. Lenarz, O. Majdani

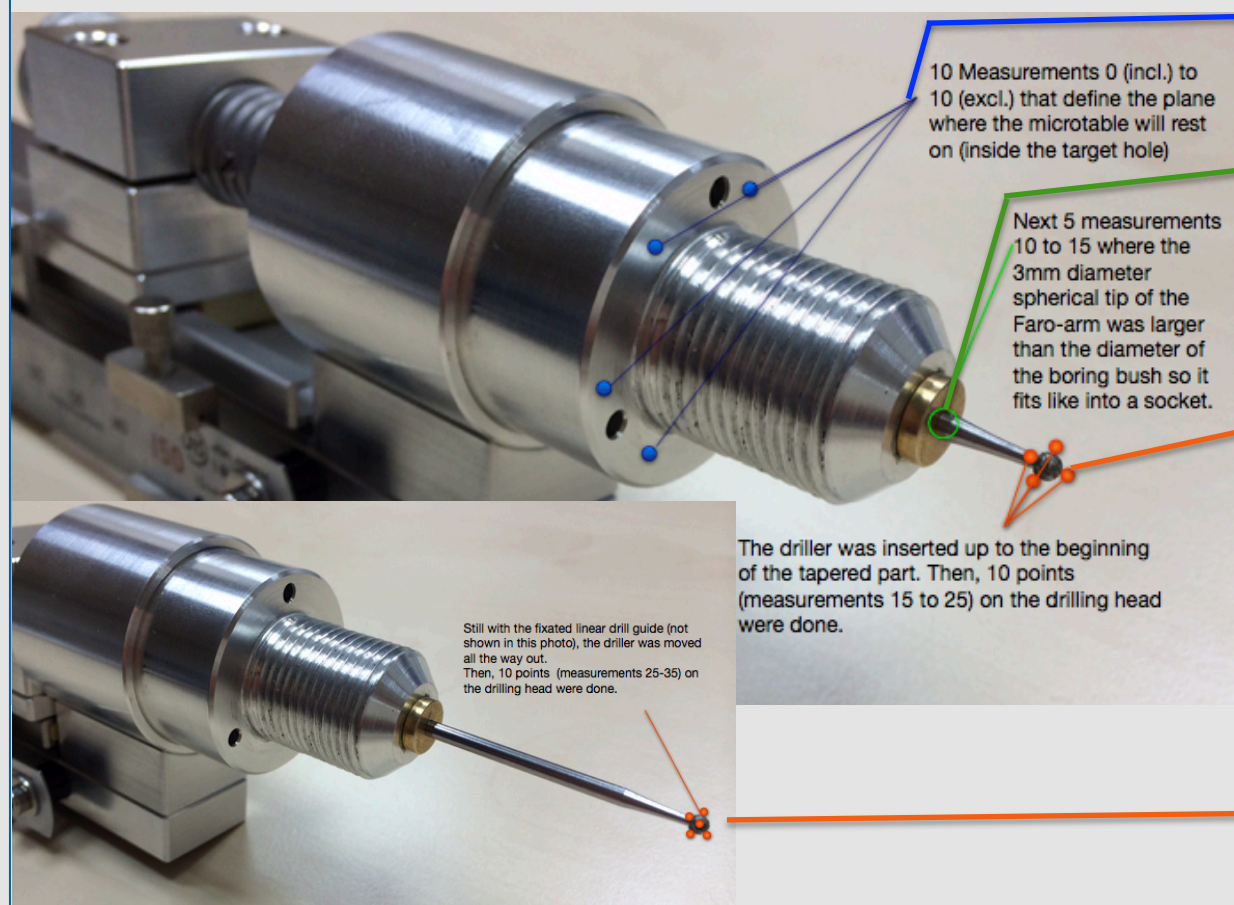
HNO-Klinik und Deutsches Hörzentrum Hannover (DHZ)  
der Medizinischen Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Th. Lenarz)

## Einleitung

Minimal-invasive Zugangswege sind in der HNO-Heilkunde vor allem für Cochlea-Implantate eine aussichtsreiche Perspektive. Für eine Stichkanalbohrung eignen sich **lineare Führungsvorrichtungen**, welche eine präoperativ geplante Richtung **bahntreu** realisieren können. Um die Präzision des gesamten Vorgangs zu untersuchen, muss zunächst die mechanische Genauigkeit (**Achsenparallelität**) isoliert betrachtet werden. Jedoch können nur die Punkte auf den Oberflächen der Konstruktion erfasst werden, weshalb es nötig ist diese Messpunkte in Bezug zur linearen Vorschubrichtung (Achse) zu setzen. Dafür haben wir ein **Softwarewerkzeug** entwickelt und stellen dieses zur Verfügung.

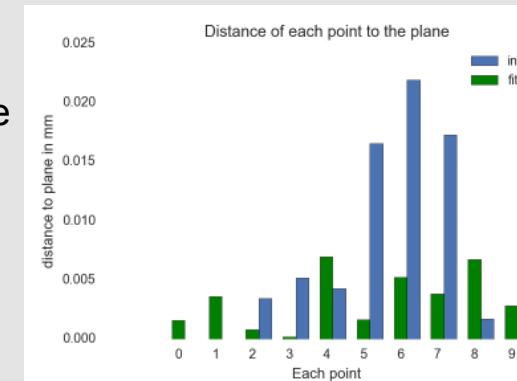
## Material und Methoden

Die Erhebung der dreidimensionalen Oberflächenpunkte erfolgte hier durch einen hochgenauen FARO-Gage-Messarm in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mechatronische Systeme an der Leibniz Universität Hannover. Durch ein Optimierungsverfahren der Scientific Python Bibliothek (SciPy/Numpy)[1,2] können die gemessenen und überbestimmten 3D-Koordinaten in geometrische Grundformen (wie Kugel, Zylinder, Kegel und Ebene) überführt werden. Geometrische Eigenschaften, wie Position, Achse bzw. die Senkrechte, können nun exakt berechnet werden.

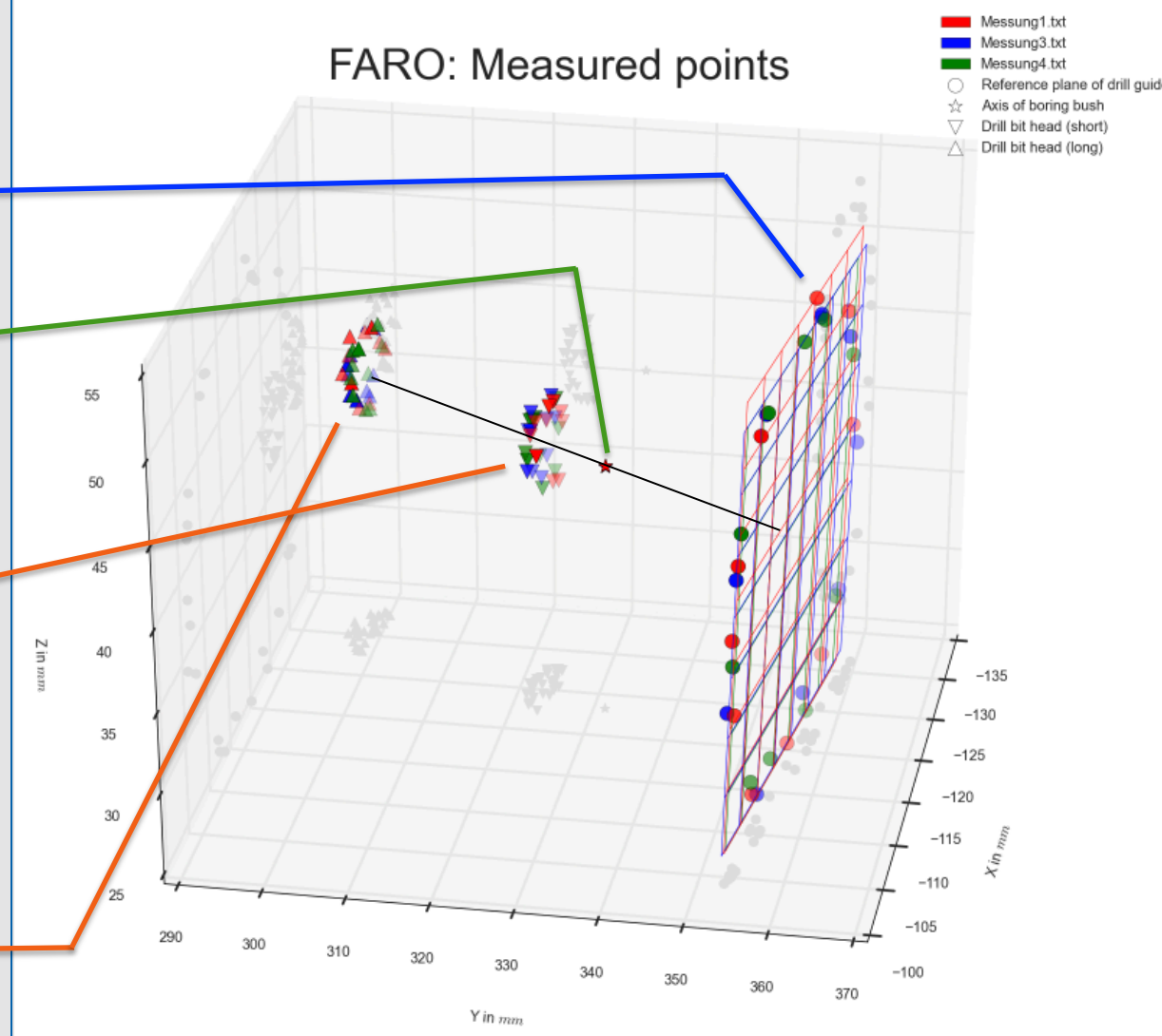


## Ergebnisse

Die nachfolgende Abbildung zeigt, die Abstände der einzelnen Messpunkte zu der Ebenen Fläche vor (blau) und nachdem (grün) die Ebene mittels der Methode der **kleinsten Quadrate** optimal angepasst wurde. Die initiale Schätzung der Ebene beruhte auf den Punkten 0, 1 und 9, weshalb diese am Anfang einen Abstand 0,0 zeigen, jedoch auf Kosten der größeren Fehler an den Punkten 5, 6 und 7.



In der großen Abbildung unten sind schematisch die ungefähren Messpunkte (links) gezeigt – einmal bei eingefahrenem Bohrer und einmal bei ausgefahrenem Bohrer. Nach dem Einlesen der ausgemessenen 3D-Koordinaten, können, wie in der Abb. unten am Beispiel der Ebenen (**blaue Zuordnung**) zu sehen, die Oberflächen „gefittet“ werden, um dann damit zu bestimmen, ob die Normale (schwarze Linie) der Ebene koaxial zu der Spitze des ein- bzw. ausgefahrenen Bohrers liegt.



## Diskussion

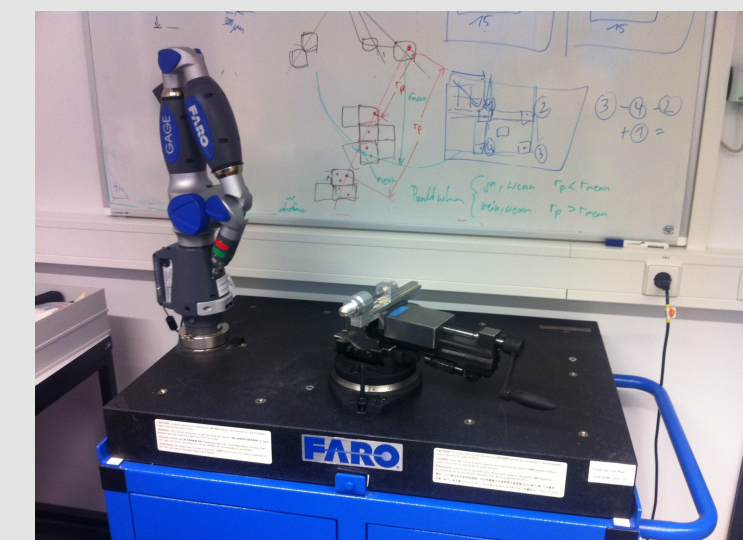
Wir stellen die grafisch und interaktiv gestaltete Software in Form eines sog. Ipython/Jupyter Notebooks ([www.ipython.org](http://www.ipython.org)) in einem Open-Source Repository auf [www.github.com/vianna-research](https://www.github.com/vianna-research) frei zur Verfügung. Beispielhaft an einer an der MHH (HNO) entwickelten Linearführung wird die Auswertung gezeigt. Die Visualisierung und Berechnung hilft Klinikern wie Ingenieuren gleichermaßen, Linearführungen zu optimieren.

## Schlussfolgerung

Bei den unterschiedlichsten medizinischen Geräten mit linearem Vorschub, kann unsere Software Verwendung finden und die Auswertung bzw. Optimierung erleichtern.

## Literatur/Quellenangaben

- [1] Jones E, Oliphant E, Peterson P, et al. SciPy: Open Source Scientific Tools for Python, 2001-, <http://www.scipy.org/> [Online; accessed 2015-04-01].
- [2] Stéfan van der Walt, S. Chris Colbert and Gaël Varoquaux. The NumPy Array: A Structure for Efficient Numerical Computation, Computing in Science & Engineering, 13, 22-30 (2011), DOI: 10.1109/MCSE.2011.37



Unterstützt durch: Fa. MED-EL Deutschland GmbH und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung im Verbundprojekt RoboJig. Besonderen Dank an Herrn Kobler am imes(LUH) für den Support mit dem FARO-Messarm.