

Design, Implementierung und Validierung eines EIT-Messaufbaus

Diplomanden



Jeannine Simone Haselbach



Samuele Di Giacinto

Einleitung: Die elektrische Impedanztomografie (EIT) rekonstruiert Leitfähigkeitsverteilungen aus randseitig eingespeisten Strömen und gemessenen Potentialen. Sie ist kostengünstig, portabel und prinzipiell echtzeitfähig, verlangt jedoch eine präzise Messkette und konsequente Rauschbehandlung. Betrachtet wird ein 16-Elektroden-Demonstrator im Gleichstrombetrieb.

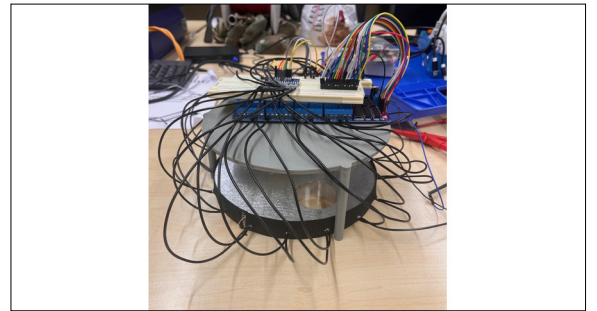
Ziel der Arbeit: Konzeption, Aufbau und Inbetriebnahme eines EIT-Demonstrators mit automatisierter Datenerfassung sowie einer konsistenten Schnittstelle zur Rekonstruktionspipeline. Zusätzlich: Ableitung eines CNR-basierten Leitfähigkeitsfensters $\square\square$ zur Planung künftiger Phantome und Betriebsparameter. Die inverse Lösung wird verwendet, nicht neu entwickelt; Fokus liegt auf Messkette, Datenqualität und Betriebsbereich.

Vorgehen: Hardware: Aufbau eines 16-Elektroden-Demonstrators mit flexiblem Elektrodenband, Relais-Rack zur Masse-Rotation, zwei 16-Kanal-Multiplexern (74HC4067) und Raspberry-Pi-Steuerung. Spannung und Strom werden mit zwei GDM-8351-Tischmultimetern per SCPI/USBTMC erfasst; die Stromquelle wird manuell eingestellt.

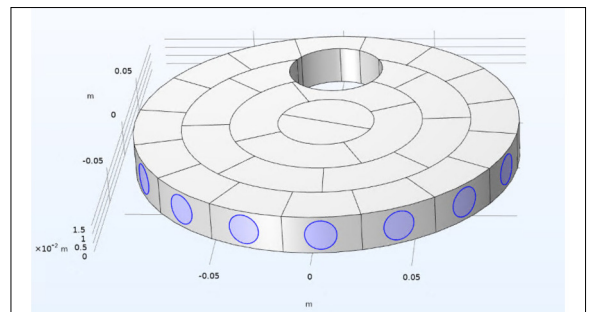
Software: Python-Automatisierung für Messsequenzen, CSV-Ablage und schlanke Web-Bedienung. Messprotokoll mit fester Quelle, rotierender Masse und vollständigem Durchlauf aller Messelektroden; pro Zustand genau eine gekoppelte Spannungs- und Strommessung, mehrere Zyklen im langsamen Geräte-Modus.

Modellierung und Auswertung: Zwei COMSOL-Modelle werden genutzt; Ein Modell zur Bereitstellung der Systemmatrizen für die Rekonstruktion (mit Kontaktmodell) und ein Vorwärtsmodell zur Abschätzung des zu erwartenden Spannungsunterschieds zwischen homogenem Fall und Fall mit Bohrung. Dieser Spannungsunterschied wird linear auf die realen Messbedingungen skaliert (nach Strom und elektrischer Leitfähigkeit) und der Detektierbarkeitstest als Verhältnis „Gesamt-Spannungsunterschied über alle Messelektroden“ zu „globalem Rauschniveau“ durchgeführt. Das Rauschniveau entsteht aus zustandsweisen Wiederholungen (Standardabweichung je Zustand) und deren Mittel über alle gültigen Zustände. Daraus wird ein praxisnaher Bereich der elektrischen Leitfähigkeit für künftige Phantome abgeleitet.

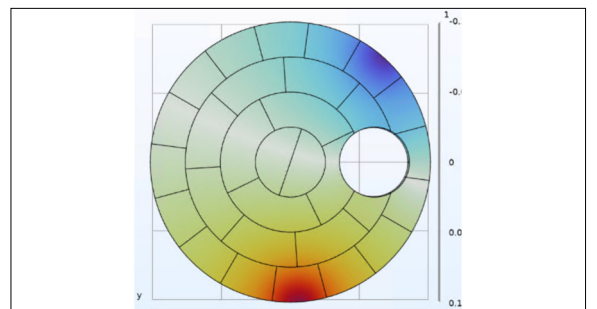
Fertiger EIT-Demonstrator: Elektrodenband am Zylinder, 3D-gedruckte Halterung, Multiplexer, Relais, & Verdrahtung. Eigene Darstellung



Model des zylindrischen EIT-Phantoms mit 16 randseitigen Elektroden (blau) und einer zentralen Inhomogenität(Bohrung). Eigene Darstellung



Darstellung der elektrischen Potentialverteilung im Phantom unter Strominjektion
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Hans Fritz

Korreferent
Prof. Guido Piai

Themengebiet
Computational Engineering, Elektronik