

ENTWICKLUNG EINES GEHIRN-PHANTOMS ZUR PERFUSIONS UND BRAIN-SHIFT-SIMULATION

F. Weidner, N. Hoffmann, J. Hollmach, Y. Radev, C. Schnabel, M. Kirsch, G. Schackert, U. Petersohn, E. Koch, G. Steiner, TU Dresden/D

EINFÜHRUNG

Navigationsgestützte neurochirurgische Tumorexstirpationen gehören zum Standard im klinischen Alltag. Grundlage hierfür sind präoperativ aufgenommen Bilddaten. Zu den etablierten Techniken gehört die Magnetresonanztomografie (MRT). Diese Daten können mit intraoperativen Thermografieaufnahmen angereichert werden, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Thermografie misst die emittierte Infrarotstrahlung von Objekten und damit Oberflächentemperaturen. Diese ermöglichen z.B. die Charakterisierung von Gewebetypen. Für eine genaue Zuordnung thermografisch auffälliger Bereiche ist die multimodale Bildgebung, d.h. die Kombination mit z.B. MRT und Weißlichtbildern erforderlich. Hierzu ist eine hohe Überlagerungsgüte notwendig. Infolge der Trepanation bzw. auch durch Resektion von raumforderndem Gewebe treten Abweichungen zu den präoperativen Bildern auf (Brain Shift). Daher stellt die korrekte Fusion intraoperativer Bilddaten mit präoperativen Bildern eine große Herausforderung dar. Zur quantitativen Bewertung der Bildfusion hinsichtlich der Überlagerungsgüte ist ein Phantom entwickelt worden.

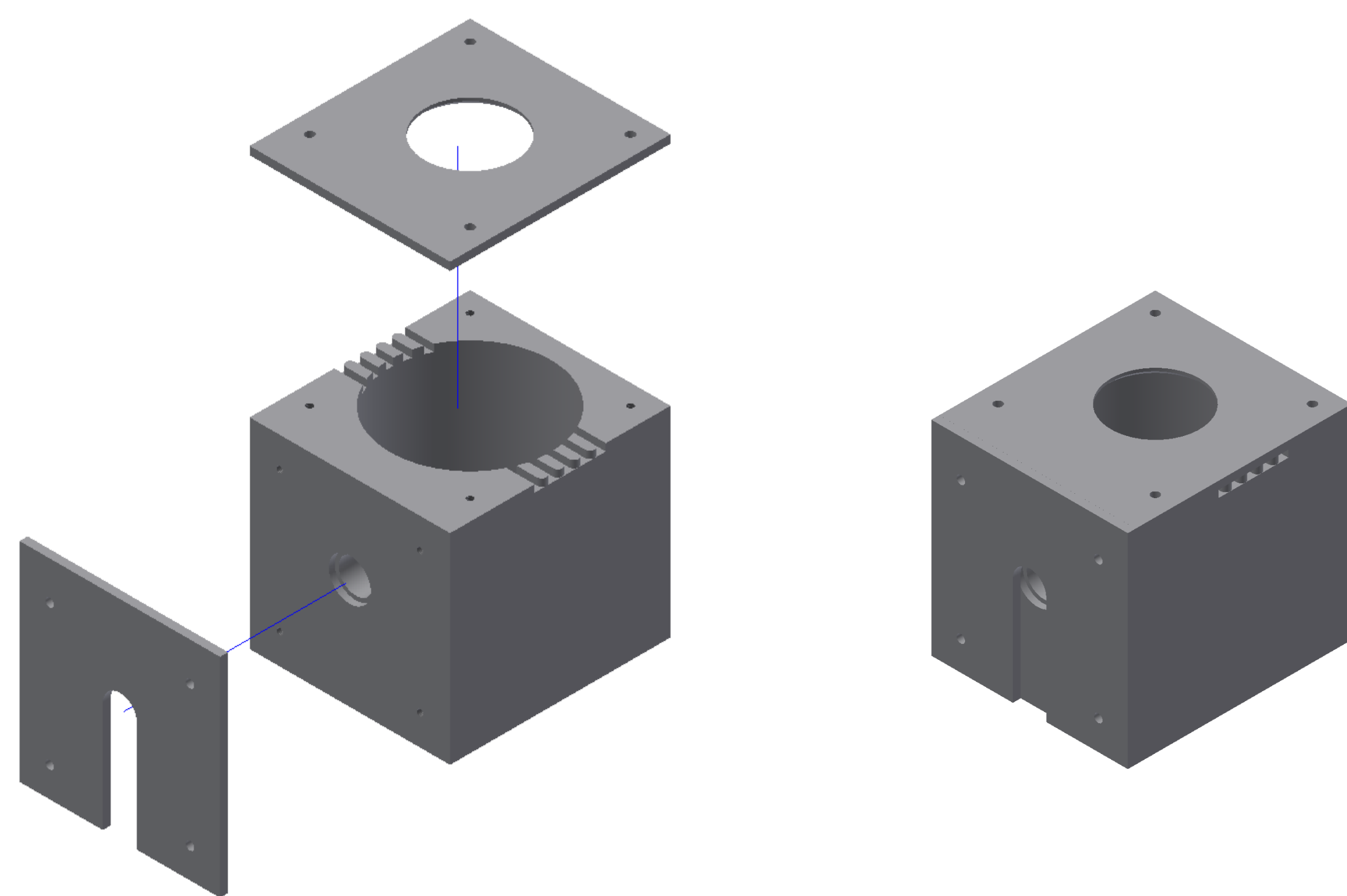


Abb. 1: 3D-Modell des Phantoms mit den einzelnen Bauteilen (Deckel, Front, Hauptkörper)

Abb. 2: 3D-Modell des Phantoms im montierten Zustand ohne Ballon, Schlauch und Schrauben

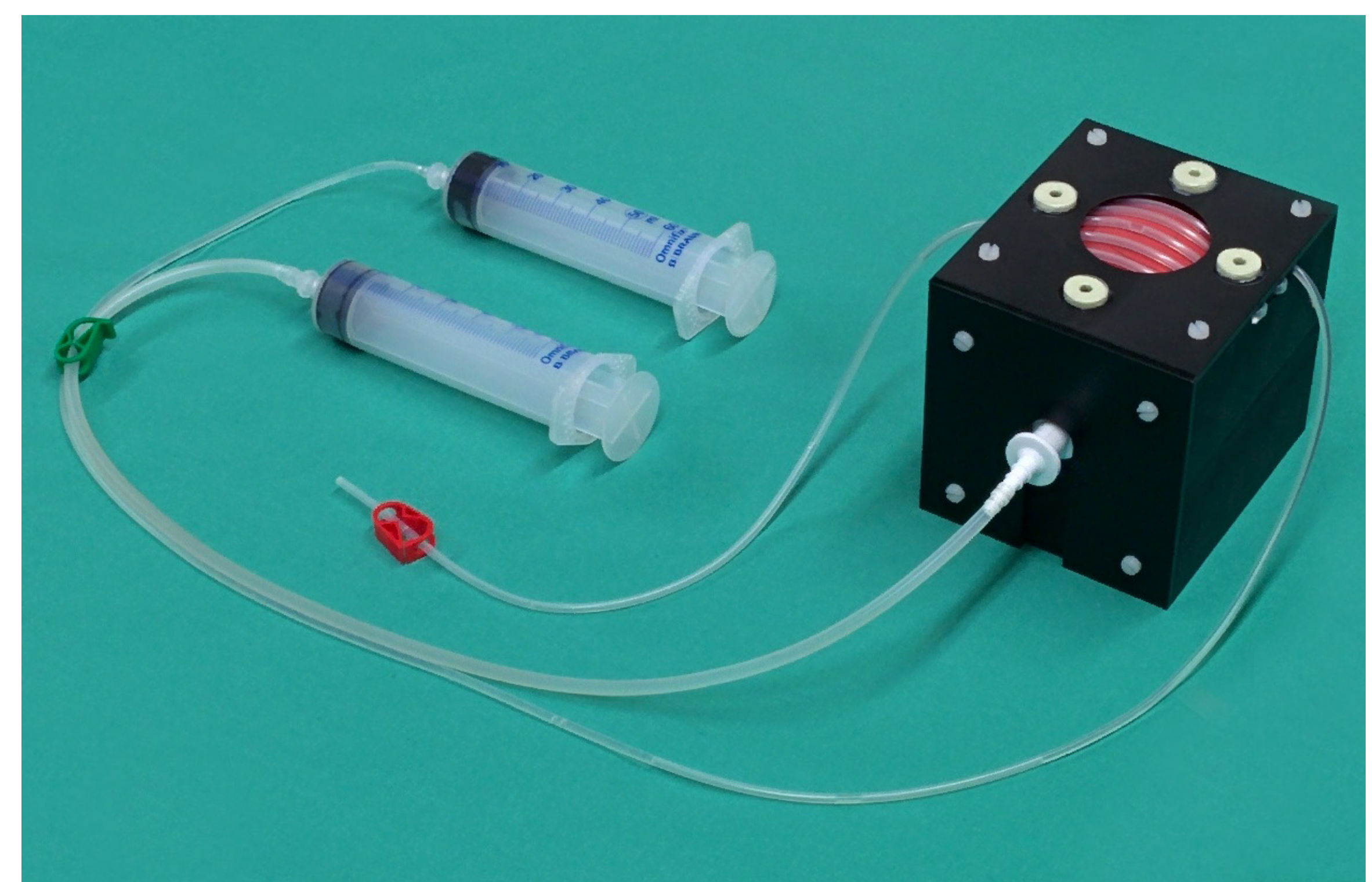


Abb. 3: Fotografie des Phantoms mit den beiden 60ml-Spritzen, dem Ballon, der einfachen Schlauchkonfiguration und vier der sechs Passermarken

ERGEBNISSE

Das entwickelte Phantom besteht aus einem dreiteiligen Gehäuse, einem Ballon, einer Schlauchkonfiguration, zwei 60ml Spritzen und sechs Passermarken (vgl. Abb. 1, 2 und 3). Das Gehäuse besteht aus Kunststoff (POM-C) und simuliert den Schädel. Es hat eine Größe 104 mm × 119 mm × 100 mm. Die Aussparung Deckenplatte simuliert die Trepanation. Die Bauteile sind mit Polyamid-Schrauben verbunden. Der mit 500ml Wasser gefüllte Ballon repräsentiert das Gehirn. Der hochelastische (50 Shore A), ebenfalls mit Wasser gefüllte, Schlauch simuliert eine einfache Konfiguration von Blutgefäßen und ermöglicht die Simulation von Perfusion.

Abbildung 4 zeigt eine T2-gewichtete MR-Aufnahme des Phantoms. Der Ballon, der Schlauch als auch die Passermarken sind gut sichtbar. In Abbildung 5 wurde das Volumen des Ballons um 25ml erhöht. Die durch die Aussparung in der Deckenplatte gelenkte Deformation ist klar ersichtlich. Der Schlauch folgt der Deformation. So kann Brain Shift simuliert werden. Abbildung 6 zeigt eine Thermografieaufnahme des Phantoms. Auch hier sind die Passermarken und der Schlauch gut erkennbar. Um die Sichtbarkeit der Passermarken zu erhöhen, wurden sie mit Wasser gefüllt. Die Fusion beider Aufnahmen wird von Abbildung 7 dargestellt. Sowohl die Passermarken als auch der Schlauch bieten die Möglichkeit Distanzen zwischen MR und Thermografie zu berechnen und so eine Aussage über Qualität der Bildfusion zu treffen.

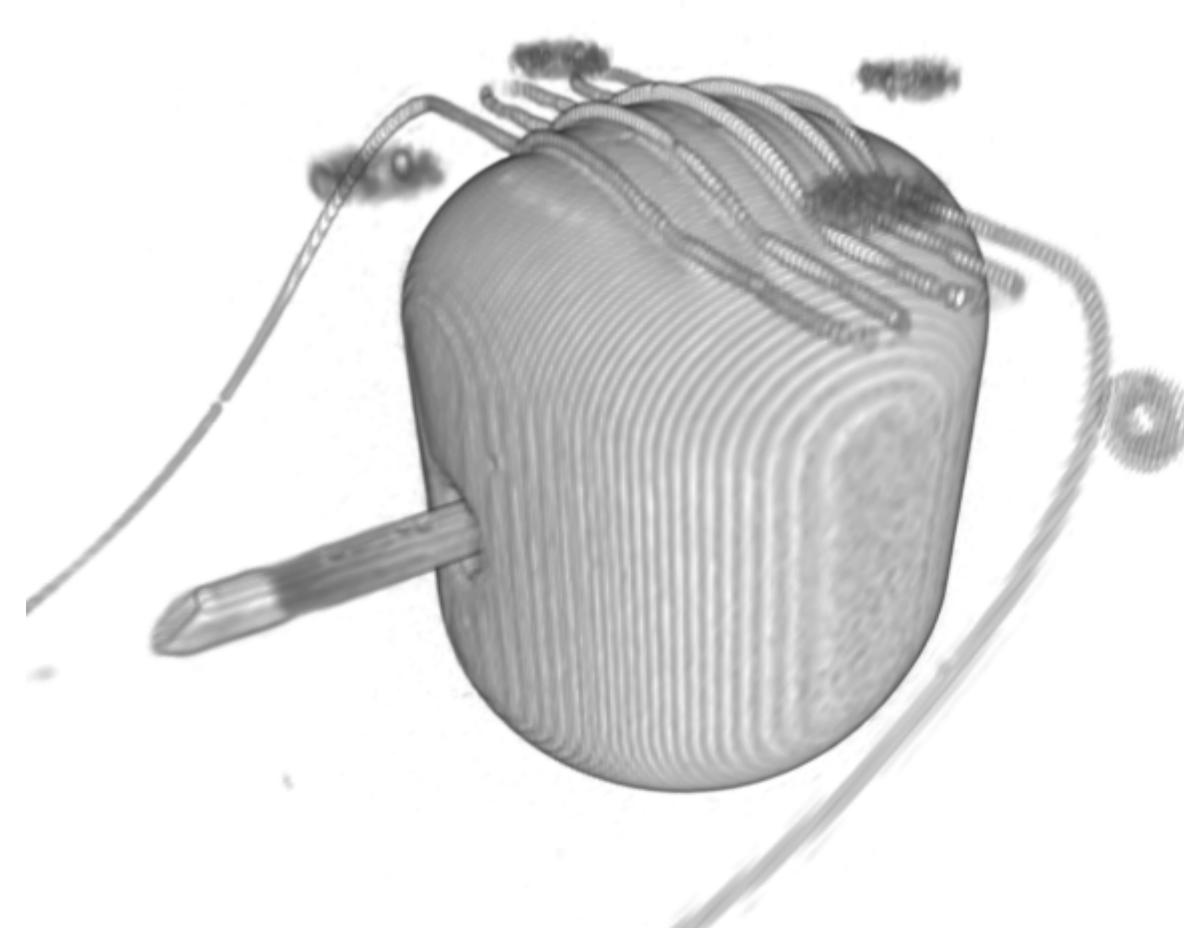


Abb. 4: MR-Aufnahme des Phantoms

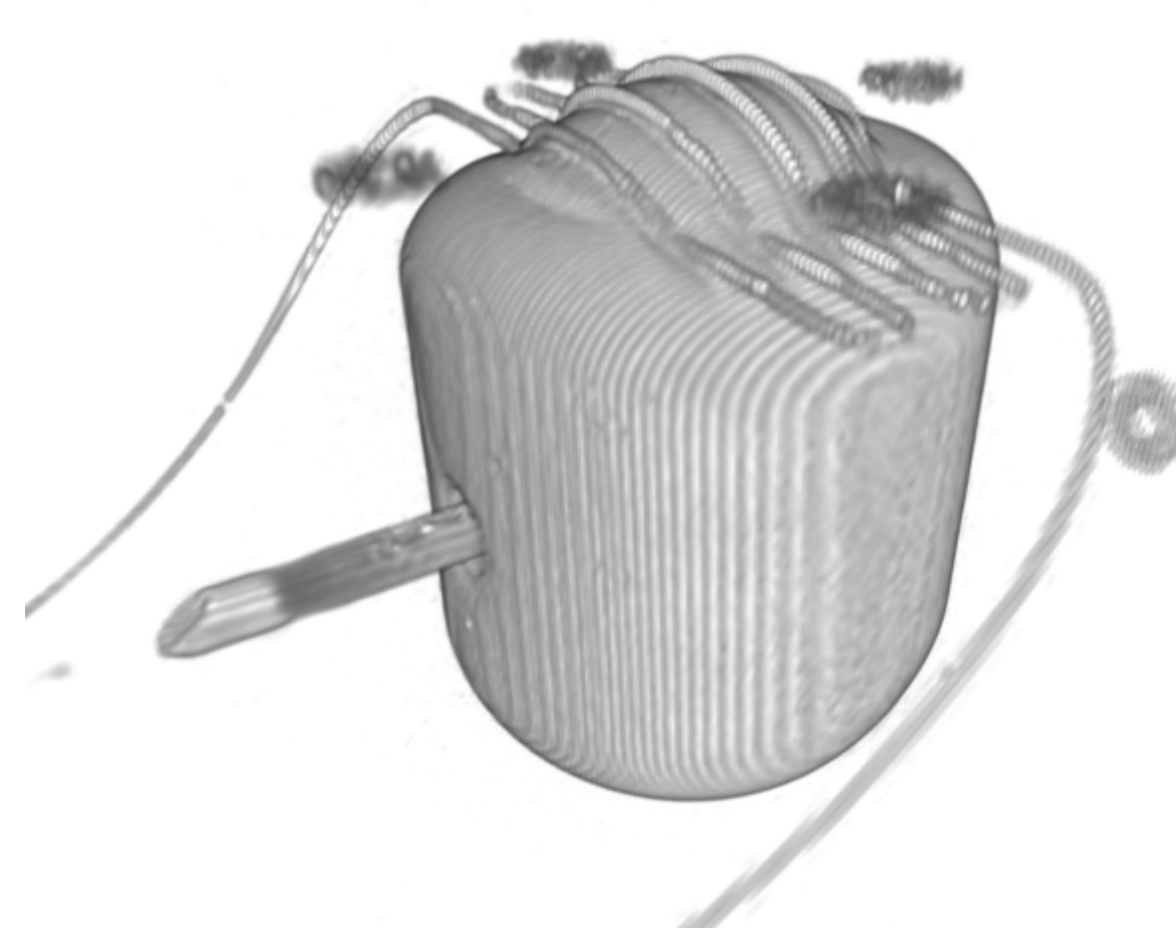


Abb. 5: MR-Aufnahme des Phantoms. Der Ballon wurde mit zusätzlichen 25ml Flüssigkeit gefüllt.

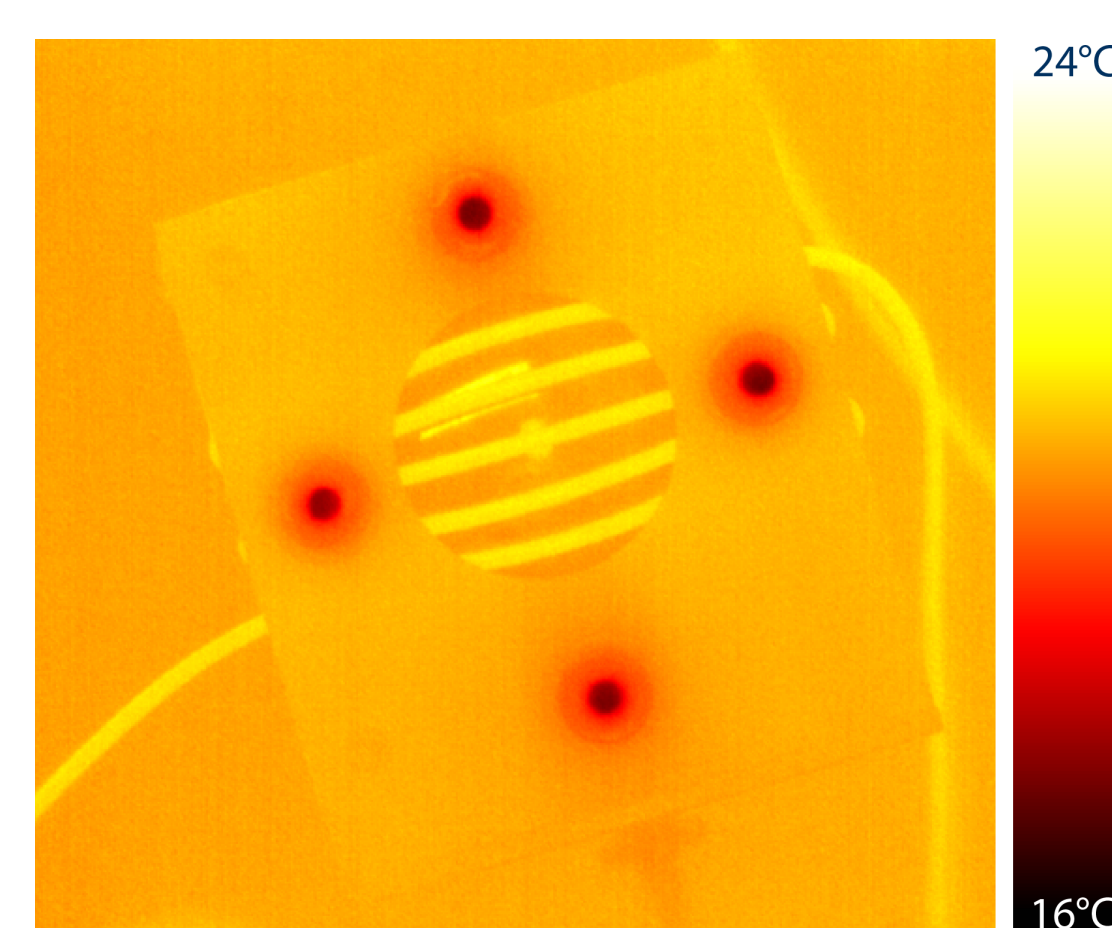


Abb. 6: Thermografieaufnahme des Phantoms mit gut sichtbaren Passermarken und Schläuchen.

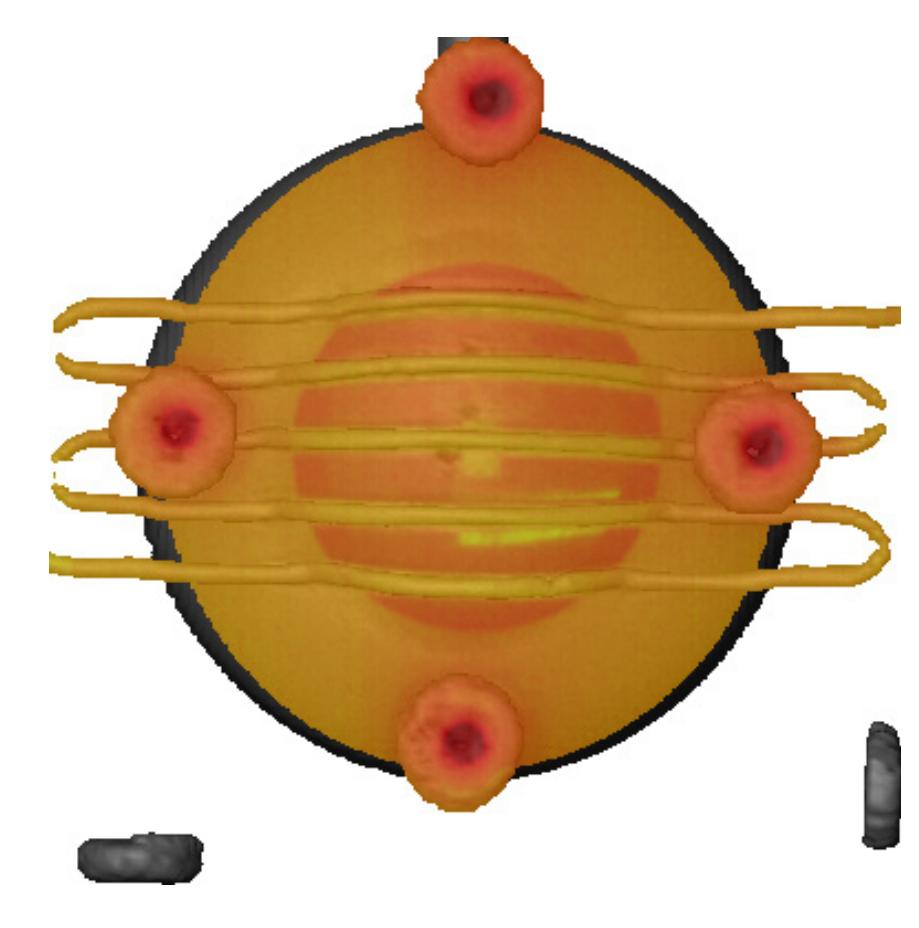


Abb. 7: Fusioniertes Bild bestehend aus dem MR- und dem Thermografiebild

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das präsentierte Phantom ermöglicht es, quantitative Bewertungen von Fusionsalgorithmen in der multimodalen Bildgebung vorzunehmen. Es bietet Merkmale in MRT als auch Thermografie und erlaubt die Simulation von Perfusion und Brain Shift. Sowohl die erstellten MR-Aufnahmen als auch die Thermografiebilder zeigen die gewünschten Features. Die Passermarken als auch die Schläuche eignen sich gut zur Bewertung von Bildfusionsalgorithmen. Die Verwendung mit einem Neuronavigationssystem ist möglich. Das Phantom kann durch komplexere Schlauchsetups, einer Rollerpumpe, realistischere Oberflächenstrukturen und der Verwendung von, der menschlichen Physiologie entsprechenden, Materialien erweitert werden.