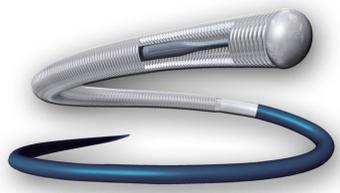


Zusammenfassung

Es werden Entwicklung und Aufbau einer aktiv verstellbaren Führungsdrahtspitze für Herzkatheteruntersuchungen vorgestellt. Zur Minimierung der Patientenbelastung ermöglicht diese Führungsdrahtspitze die aktive Krümmung sowie eine einstellbare Steifigkeit der Spitze. Ermöglicht werden diese Funktionalitäten durch den Einsatz von Formgedächtnisdrähten. Hierzu werden drei FGL-Drähte auf einem Kreisring mit je 120° Versatz angebracht. Bei Aktivierung eines Drahtes oder zweier Drähte gleichzeitig kann sich die Führungsdrahtspitze in alle Raumrichtungen verbiegen. Die Steifigkeitsänderung wird durch gleichzeitige Aktivierung der drei FGL-Drähte erreicht. Präsentiert werden zwei Iterationsschritte, die einerseits zur Validierung der Aktorfunktionalitäten und andererseits zur Optimierung der Aktorik dienen. Im Zuge dessen werden die theoretischen Grundlagen mit den wichtigsten Kennwerten hervorgehoben.

Führungsdrähte



<http://www.medicalexpo.com/prod/alvimedical/product-77766-469424.html>

Kennwerte	
Länge	160 – 200 cm
Durchmesser	360 µm / 890 µm
Funktionen	
Positionieren des Katheters	
Penetrieren von Stenosen	
Anforderungen	
Weiche Spitze zum Navigieren	
Harte Spitze zum Öffnen von Stenosen	

State of the Art Führungsdraht bei Herzkatheteruntersuchungen
zum Dilatieren von Stenosen in Herzkranzgefäßen



Schematische Darstellung eines Führungsdrahtes mit integriertem Mikrokraftsensor, entwickelt von der TU Darmstadt im Rahmen des DFG-Projektes HapCath

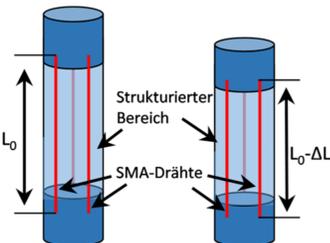
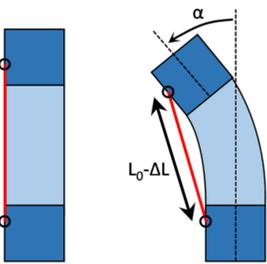
Motivation und Zielsetzung

- **Navigieren durch komplexe Gefäßgeometrien**
 - Aktuell manuelle Handhabung des Führungsdrahtes durch den Kardiologen
 - Keine Möglichkeit die Führungsdrahtspitze aktiv zu steuern
- **Penetrieren von arteriellen Verschlüssen**
 - Mehrfache Führungsdrahtwechsel erhöht Patientenbelastung
 - Steife Führungsdrähte werden zum Öffnen von Stenosen verwendet
 - Weiche Führungsdrähte helfen beim Navigieren ohne Arterienwände zu verletzen

Zielsetzung

- Minimierung der Patientenbelastung durch
 - Aktiv steuerbare Führungsdrahtspitze
 - Anpassbare Steifigkeit der Führungsdrahtspitze

Design und Aufbau FGL-aktivierte Führungsdrahtspitze



Aktorprinzipien

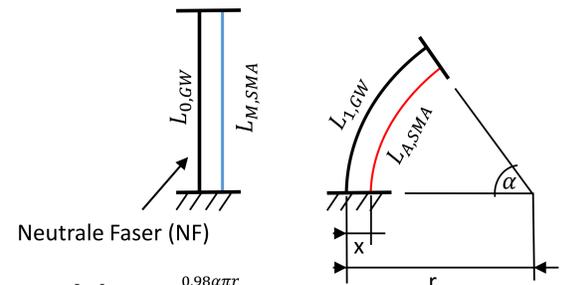
- Anordnung von drei FGL-Drähten auf einem Kreisring mit je 120° Versatz
- Biegung bei Aktivierung eines oder zweier FGL-Drähte gleichzeitig
- Versteifung bei Aktivierung aller FGL-Drähte

Kennwerte

α	Maximaler Biegewinkel
r	Krümmungsradius

Auslegungsparameter

x	Distanz FGL-Draht zu NF
$L_{A,SMA}$	Austenitlänge FGL-Draht



Neutrale Faser (NF)

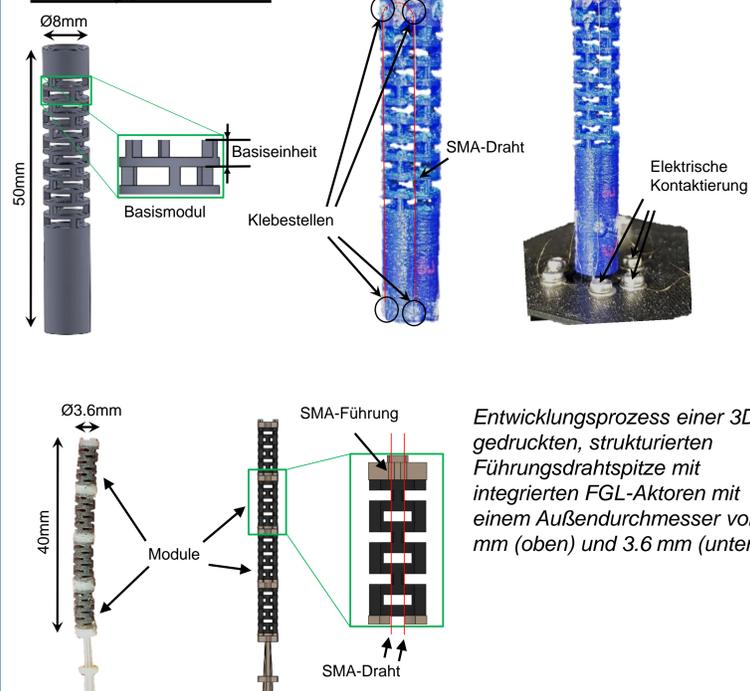
$$I. L_{A,SMA} = \frac{0.98\alpha r}{180^\circ}$$

$$II. x = r - 0.98r$$

Schematische Darstellung der Federstruktur mit integriertem FGL-Draht zur theoretischen Auslegung der Aktorik

Schematische Darstellung zur Wirkung von FGL-Wirkung zur gezielten Verbiegung (links) und Versteifung (rechts) der Federstruktur

Prototypenaufbau



Entwicklungsprozess einer 3D-gedruckten, strukturierten Führungsdrahtspitze mit integrierten FGL-Aktoren mit einem Außendurchmesser von 8 mm (oben) und 3.6 mm (unten)

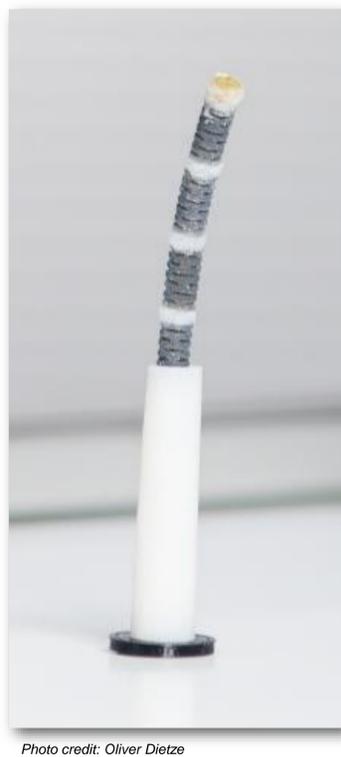
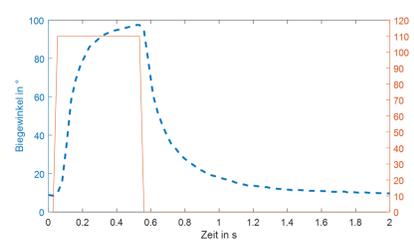
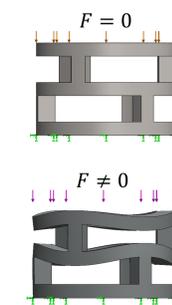


Photo credit: Oliver Dietze



Messaufbau zur Winkelmessung bei Aktivierung eines Drahtes (rechts) und resultierende Messwerte (links)



Simulation der Steifigkeitsänderung bei symmetrischer Krafteinwirkung



Prototyp mit 3.6 mm Außendurchmesser in Ausgangsposition (0°) und Endposition (90°)

Danksagung

Die Autoren danken Prof. Dr. med. Wolfram Völker vom Universitätsklinikum Würzburg für die Unterstützung im medizinischen Bereich sowie der DFG zur Förderung des Projekts SMArt Guide Wire mit den Förderkennzeichen WE2308/23-1 und SE 704/5-1.