

## Flowsensorik in bewegten Systemen

Untersuchung von Nanoflowsensoren in einer  
realistischen Umgebung



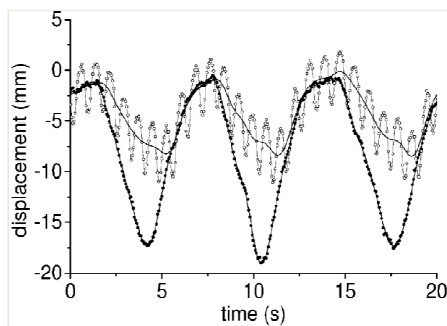
Jörg Schroeter • Schroeter@fh-luebeck.de

Medizinische Sensor- und Gerätetechnik • www.msgt.fh-luebeck.de

## Einführung

- Gasgetriebene implantierbare Medikamentenpumpen liefern immer einen konstanten Volumenstrom und können nach der Implantation nicht mehr den Bedürfnissen des Patienten angepasst werden.
- Voraussetzung für ein geregeltes System ist die Erfassung des Istzustandes, also des Medikamentenflusses.
- Es soll geprüft und getestet werden, inwiefern sich für technische Anwendungen entwickelte miniaturisierte Flowsensoren für einen Einsatz in implantierbaren Medikamentenpumpen eignen.

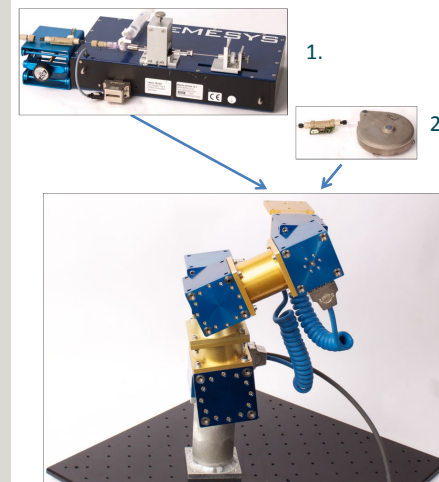
## Intrafraktionäre Organbewegung



K. Nehrke, P. Börnert, D. Manke, and J. C. Böck. Free-breathing cardiac mr imaging: study of implications of respiratory motion—initial results. Radiology, 220(3):810–815, Sep 2001.

- Hauptverursacher der intrafraktionären Bewegung sind die Herz- und Lungenbewegungen.
- Daten, gemessen von Nehrke et. Al, haben die Bewegung des rechten Diaphragmas sowie des linken Herzventrikels bei normaler Atmung gemessen.
- Es lässt sich deutlich die kraneo-kaudal Bewegung des Herzens durch die Atmung erkennen.

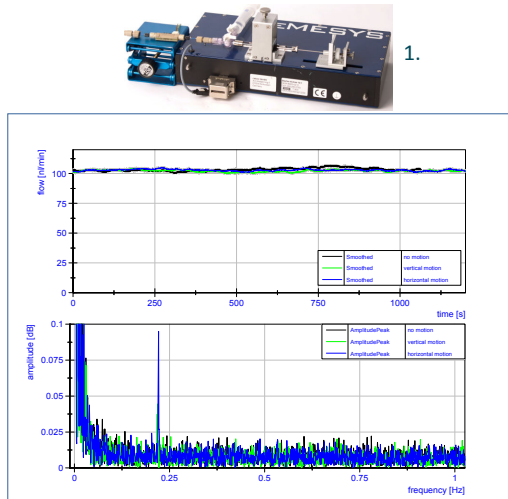
## Anforderungen an einen Messstand



- Die Anforderungen an einen Messstand zur Simulation der Bewegungen ergeben sich zum einen aus den erwartenden Bewegungsamplituden und der Frequenz.
- 1. Fluidisches System mit kleinem Volumen von ca. 60  $\mu$ l
- 2. Implantierbare Infusionspumpe mit einem Volumen von ca. 35  $\mu$ l.

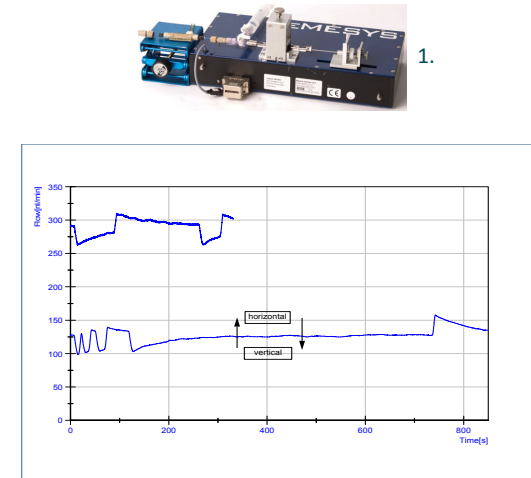
## Atemsimulation in horizontaler und vertikaler Lage

- Simulation der Bewegung, die durch die Atmung in aufrechter oder liegender Position im unteren Bauchraum verursacht wird.
- Schwarz: Ohne Bewegung.
- Blau: Harmonische, periodische Bewegung mit genau einer Frequenz (0,22 Hz) in horizontaler oder grün in vertikaler Richtung.
- Der Einfluß der Bewegung kann nur im Amplitudenspektrum nachgewiesen werden. Die Modulation des Flows ist nur sehr gering.



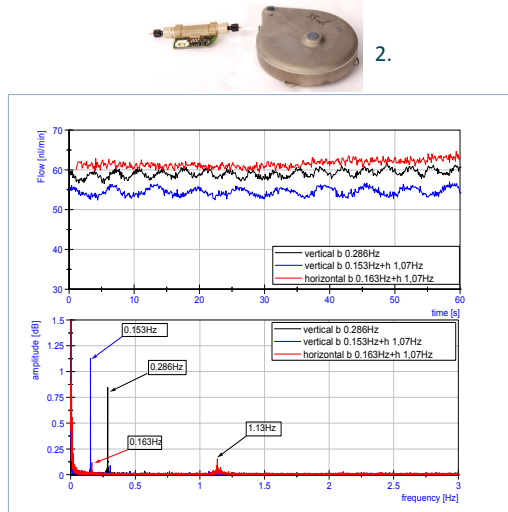
## Lageänderung von horizontaler in vertikale Lage

- Das fluidische System wird aus der horizontalen Position in die vertikale Position gekippt.
- Die Quelle fördert konstanten Volumenstrom (130 nl/min; 300 nl/min).
- Die Lageänderung verursacht einen deutlichen Abfall (aufstehen) bzw. Anstieg (hinlegen) unabhängig vom eingestellten Flow.



## Herzschlag und Atemsimulation in horizontaler und vertikaler Lage

- Simulation der Bewegung, die durch die Atmung und den Herzschlag in aufrechter oder liegender Position im unteren Bauchraum verursacht wird.
- Schwarz: Vertikale Bewegung stehend (nur Atmung 0,3 Hz).
- Blau: Vertikale Bewegung (Atmung 0,15 Hz; Herzschlag 1 Hz).
- Rot: Horizontale Bewegung liegend (Atmung 0,16 Hz; Herzschlag 1 Hz)
- Bei diesem realen fluidischen System ist die durch die Bewegung verursachte Modulation des Flows deutlich messbar.



## Lageänderung von horizontaler in vertikale Lage

- Das ganze fluidische System wird aus der horizontalen Position (liegend) in die vertikale Position (stehend) gekippt und nach ca. 7 min wieder zurück in die horizontale Position.
- Die Lageänderung verursacht einen deutlichen Abfall (aufstehen) bzw. Anstieg (hinlegen)
- Erst nach 5 min hat sich der ursprüngliche Flow wieder eingestellt.

