

---

# THORAXMONITOR

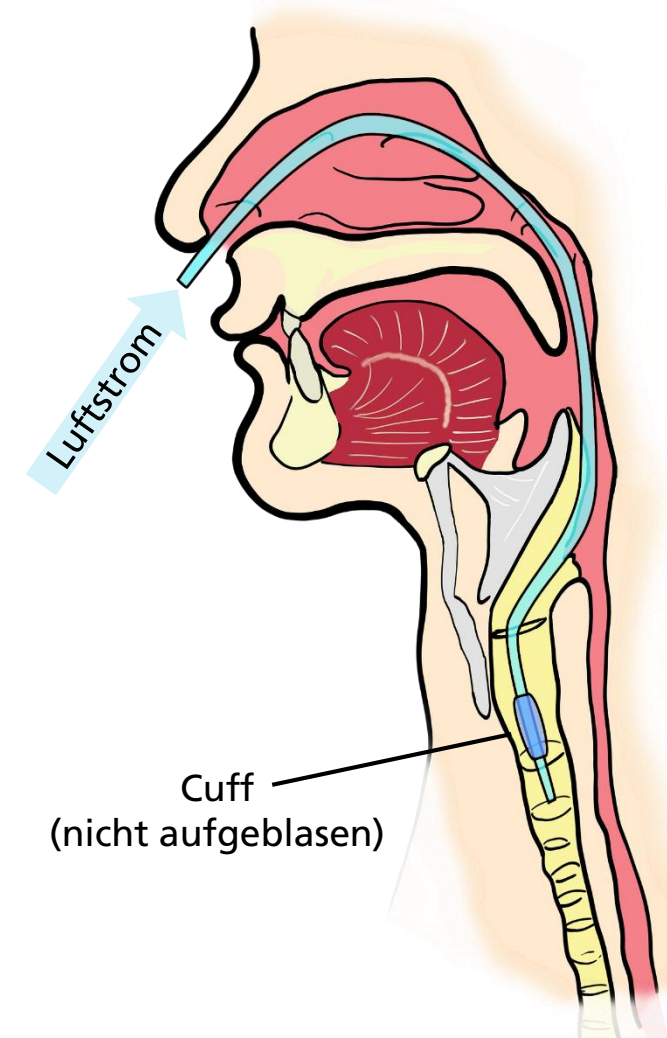
Dr. Jens Langejürgen, Jan Ringkamp, Philipp Radler, Dr. Philipp Lebhardt

---



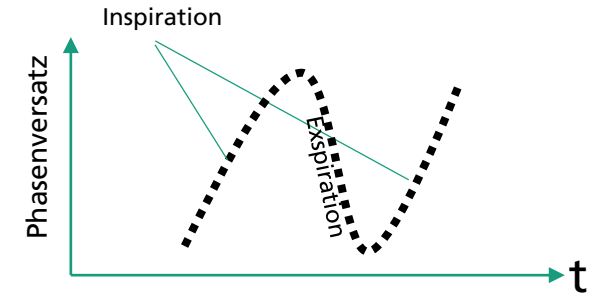
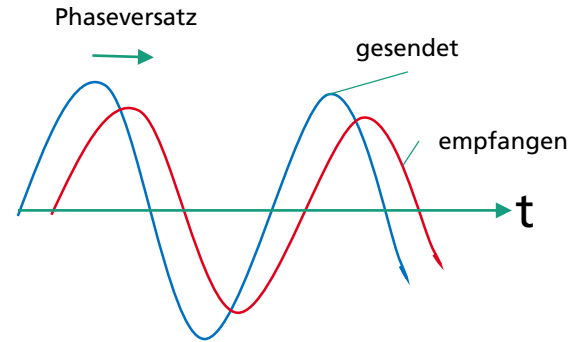
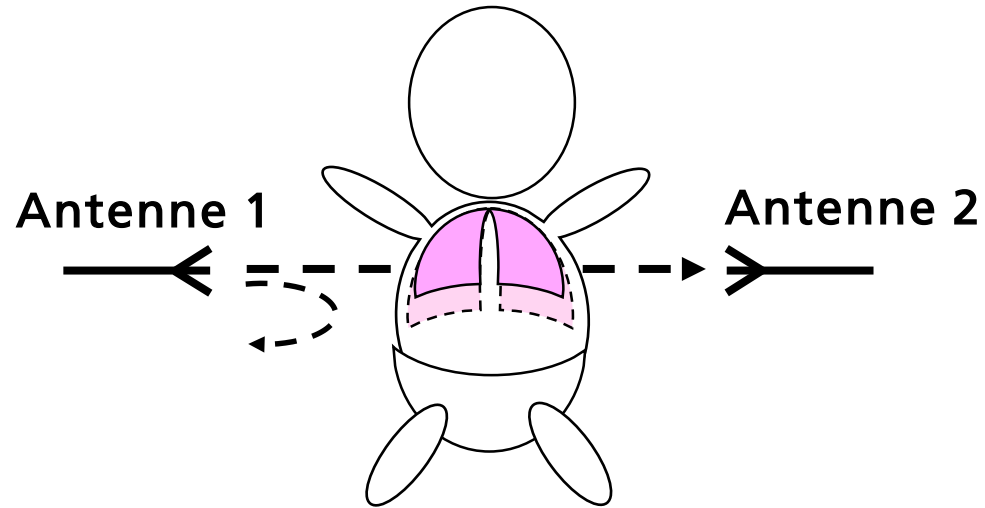
# Das Problem

- In der intensivmedizinischen Beatmung ist es üblich bei adulten Patienten einen Cuff am Ende des endotrachealen Tubus zu verwenden. Dieser Cuff wird aufgeblasen und dichtet die Luftröhre ab, so dass Luft nur durch den Tubus ein- und ausströmen kann.
- Durch das Abdichten der Luftröhre erhöht sich allerdings das Risiko Traumata in der Lunge zu erzeugen, z.B. durch zu viel Druck oder zu viel Volumen. Hier werden Sensoren eingesetzt, die den Gasfluss in die Lunge bestimmen und das Beatmungsgerät entsprechend schonend regeln.
- In der **Neonatologie** ist es allerdings gängige Praxis den Cuff nicht aufzublasen, damit überschüssige Luft am Cuff vorbei über den Mund- und Nasenraum entweichen kann.[1]
- Dies führt allerdings zu einer unbekanntem Leckage, welche die Messungen des Flusses in die Lunge über gängige Flusssensoren schwierig und ungenau macht. Und dadurch die **schonende Regelung** der Beatmungsgeräte und insbesondere die **Erkennung einer Spontanatmung** für diese besonders jungen Patienten erschwert.



[1] R. Mahmoud, H. Proquitté, S. Hadhood, and G. Schmalisch, "Effect of endotracheal tube leakage on respiratory function monitoring: Comparison of three neonatal ventilators," *J Pediatr Intensive Care*, vol. 01, no. 02, pp. 61–69, 2015

# Unser Ansatz - Thoraxmonitor



- Im Gegensatz zur klassischen Flusssensorik versuchen wir nicht den Fluss und damit indirekt den Zustand der Lunge zu bestimmen, sondern wir versuchen mit hoher zeitlicher Auflösung direkt den Zustand der Lunge zu bestimmen.
- Hierfür machen wir uns unter anderem zu Nutze, dass sich die Permittivität des Thorax während der Atmung ändert, da niederpermittive Luft beim Einatmen hochpermittives Gewebe verdrängt.
- Um die Änderung der Permittivität zu messen, verwenden wir zwei Antennen. Eine sendet eine niederenergetische elektromagnetische Welle aus, die den Körper durchläuft, die andere Antenne empfängt die Welle nach durchlaufen des Körpers. Die Atmung des Patienten bewirkt hierbei eine messbaren und zeitlich veränderlichen **Phasenversatz**. Durch kontinuierliche Bestimmung dieses Versatzes lässt sich nun der Momentane Atemzustand **berührungslos** bestimmen.

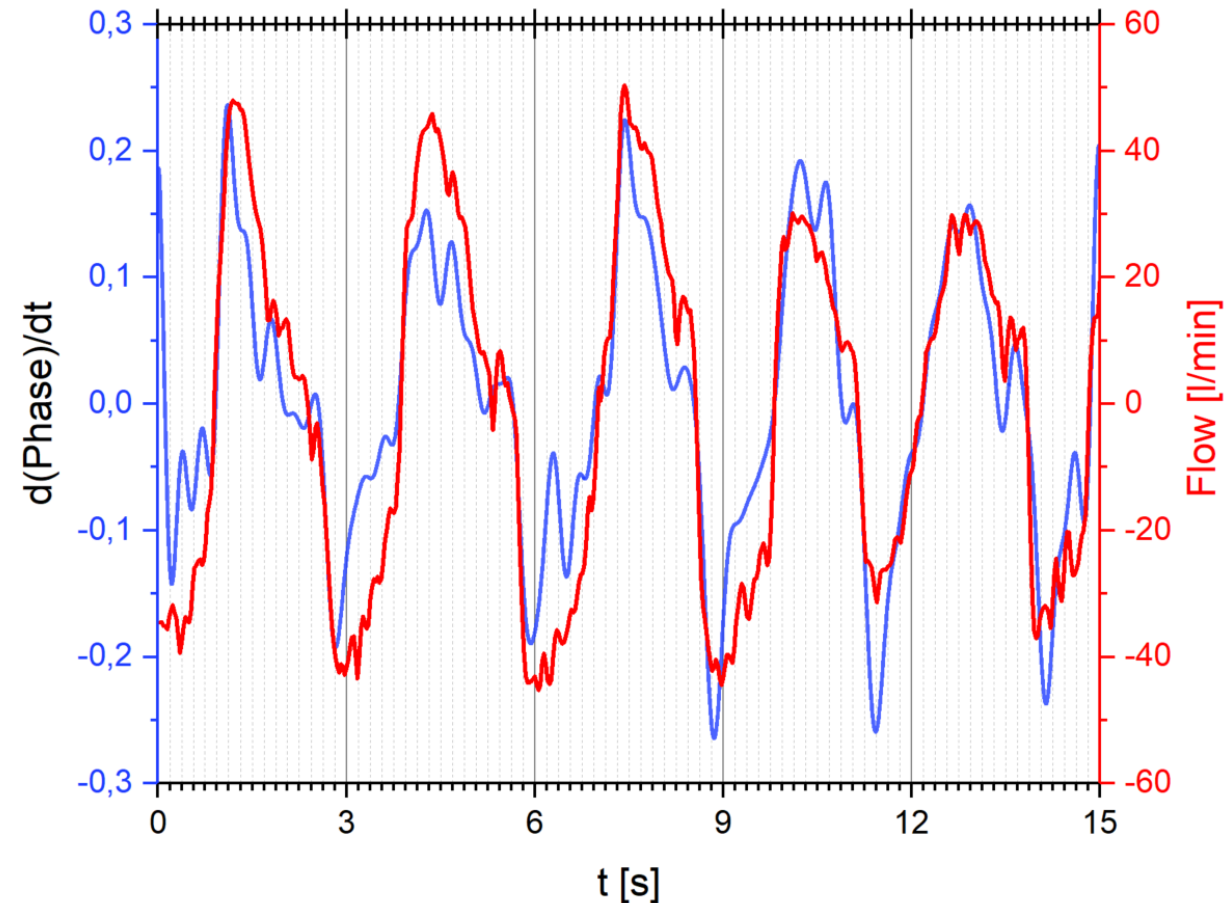
# Unsere Lösung



- Kleiner Formfaktor
- 1m Kabel ermöglichen eine individuelle patientenorientierte Platzierung der Antennen
- Die Antennen brauchen **keinen Kontakt** zum Patienten und können einfach in Matratzen oder Stuhllehnen integriert werden.

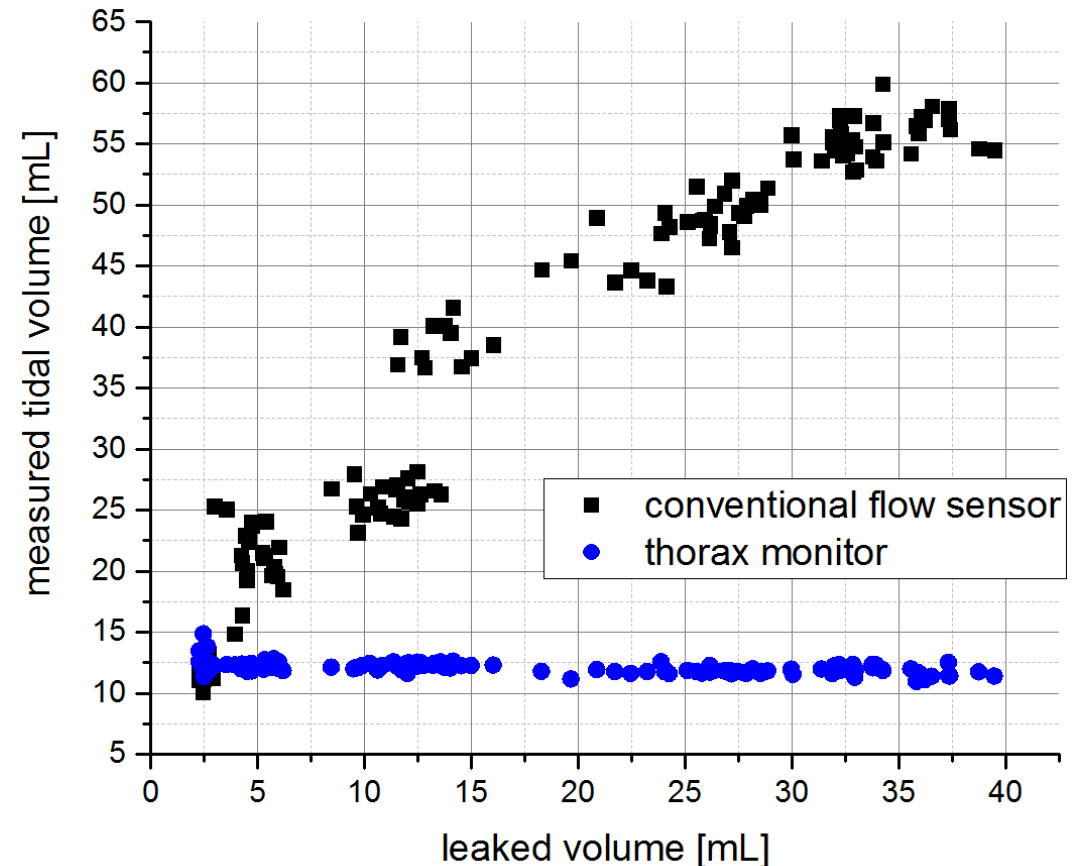
# Vergleich zu konventionellen Flusssensoren – zeitliche Auflösung

- Der vom Thoraxmonitor gemessene Phasenversatz korreliert mit dem Lungenvolumen. Durch einfache zeitliche Ableitung des Phasenversatz entsteht ein Signal, das mit dem Fluss korreliert
- Das abgeleitete Signal (in Blau) zeigt hierbei keinen signifikanten zeitlichen Versatz zum Signal eines handelsüblichen Flusssensors (in Rot)
- Damit lässt sich mit dem Thoraxmonitor ein gleichwertiger Trigger erzeugen wie mit einem leakagefreien Flusssensor.



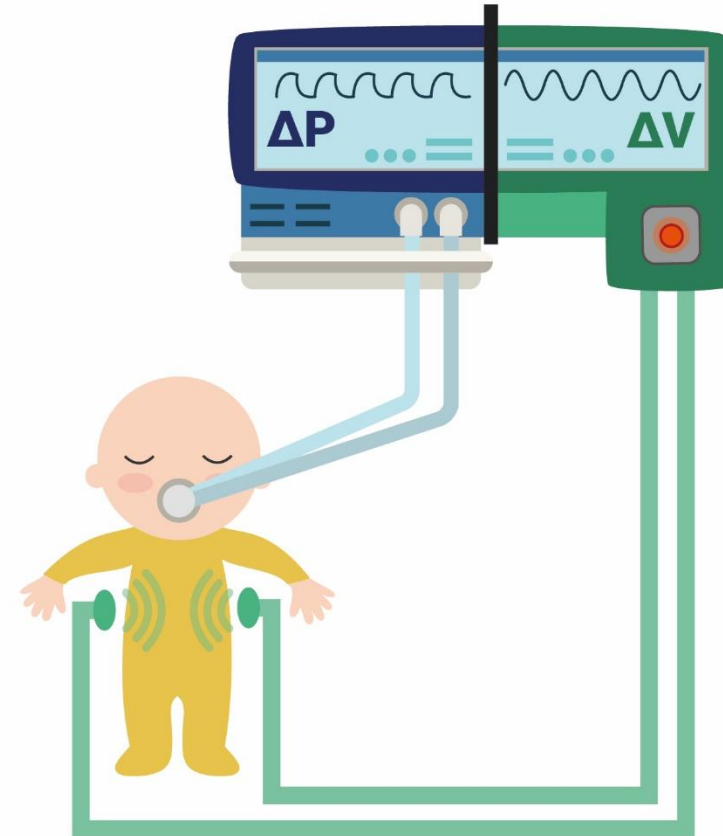
# Vergleich zu konventionellen Flusssensoren – Leckagen

- Das Verhalten des Thoraxmonitors unter Leckagen wurde mit Hilfe eines Lungenphantoms untersucht und mit einem konventionellen Flusssensor verglichen.
- Das Lungenphantom wurde mit einem professionellen Beatmungsgerät im CPAP Modus beatmet und ein zusätzliches Ventil im Beatmungskreislauf diente zur Erzeugung von Leckagen.
- Der Thoraxmonitor (in Blau) lieferte trotz Leckage ein konstantes Ergebnis für das applizierte Volumen. Der konventionelle Flusssensor (in Schwarz) zeigte hingegen ein stark divergierendes Verhalten.



# Mögliche Applikationen

- Trigger für Beatmungsgeräte zur Patientensynchronisation
- Detektion von Leckagen in Beatmungssystemen
- Trendüberwachung des Tidalvolumens
- Allgemeines Patientenmonitoring (z.B. Plötzlicher Kindstod)



# Kontakte und weitere Informationen

## ■ Kontakte:

- **Dr.-Ing Jens Langejürgen**  
stv. Abteilungsleiter Fraunhofer PAMB  
Mail: [jens.langejuegen@ipa.fraunhofer.de](mailto:jens.langejuegen@ipa.fraunhofer.de)  
Tel.: +49 62117207 187
- **Jan Ringkamp, M. Sc.**  
wiss. Mitarbeiter  
Mail: [jan.ringkamp@ipa.fraunhofer.de](mailto:jan.ringkamp@ipa.fraunhofer.de)  
Tel.: +49 62117207 130

## ■ Wissenschaftliche Publikationen:

- Ringkamp, J., Radler, P., Lebhardt, P., and Langejürgen, J.: A novel non-invasive, non-conductive method for measuring respiration, J. Sens. Sens. Syst., 9, 27–32, doi:10.5194/jsss-9-27-2020, 2020.

## ■ Website:

- [www.pamb.ipa.fraunhofer.de](http://www.pamb.ipa.fraunhofer.de)