

# Medizinelektronik

## Studienrichtungswahl MT

Ouadie Touijer

Lehrstuhl für Intelligente Technische Elektronik und Systeme  
Department Elektrotechnik-Elektronik-Informationstechnik (EEI)  
c/o Nuremberg Campus of Technology (NCT)

Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi  
Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer



## Vorlesungen

- Medical Electronics / Medizinelektronik
- Low-Power Biomedical Electronics
- Body Area Communication
- Multiphysikalische Systeme & Komponenten

## Seminare

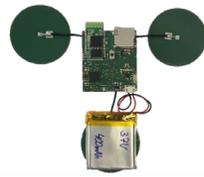
- Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag
- Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living

## Abschlussarbeiten

- Bachelorarbeiten
- Forschungspraktika
- Masterarbeiten

Sensor-  
systeme

Tragbare  
Biosignalerfassung  
Wearables



Magnetfeld-basierte  
Lokalisierung von  
Endoskopiekapseln



Daten-  
übertragung

Molekulare Kommunikation

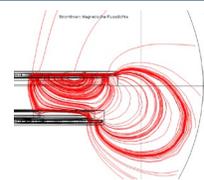


Körpergebundene Kommunikation

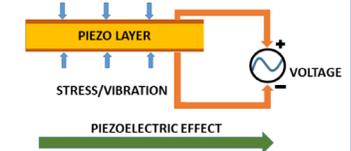


Energie-  
versorgung

Induktive transkutane  
Energieübertragung

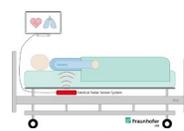


Piezo Energy Harvesting



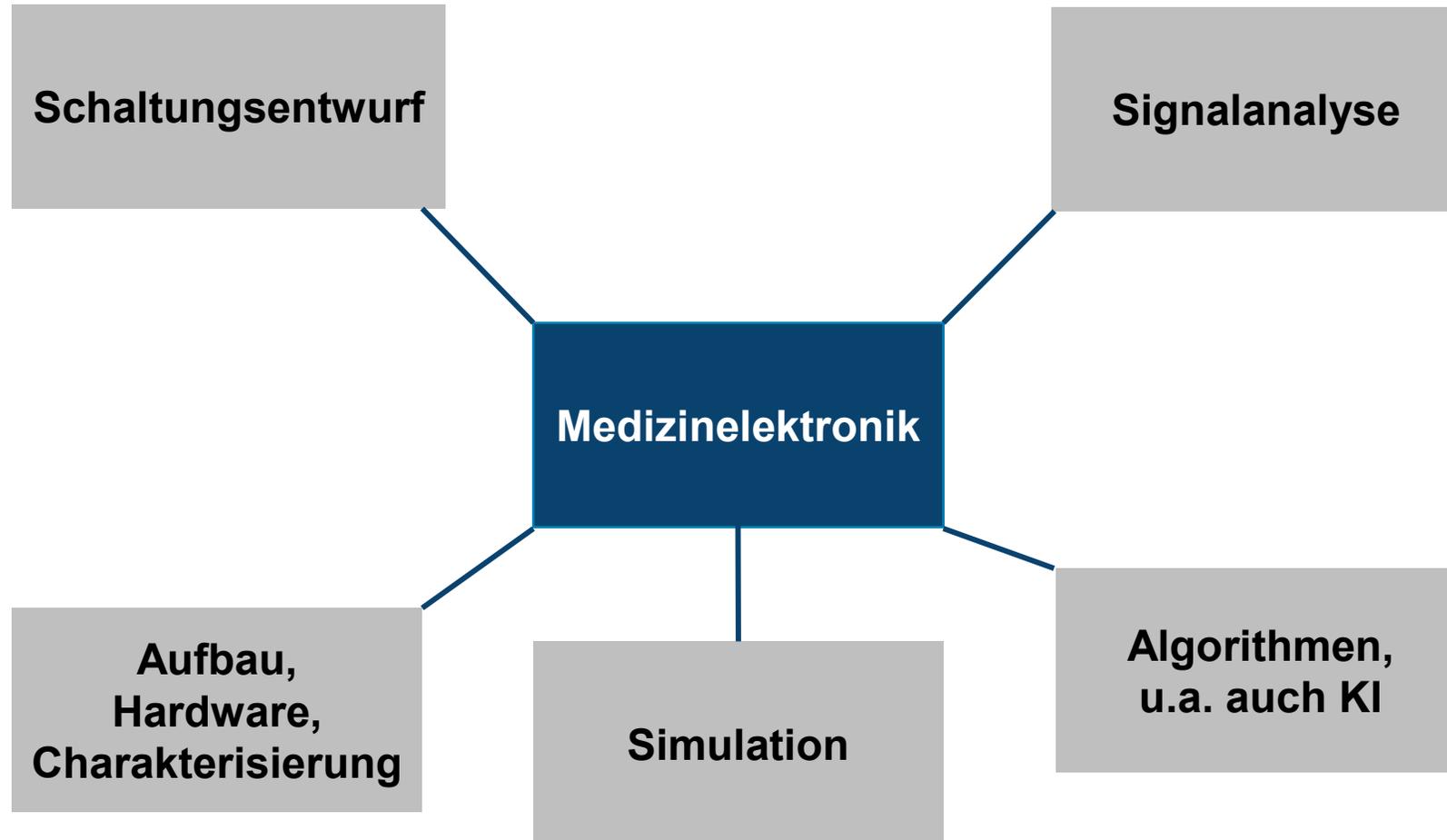
Hochfrequenz-  
technik

Radarbasierte Vitalparameter



Sende und empfang Kette für MRT



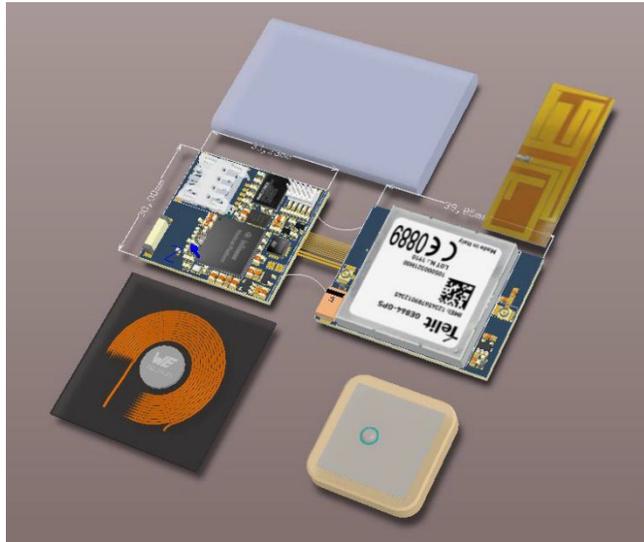


**Forschungsbereich**  
***Tragbare Sensorik, Wearables***



## Notfallsystem für Pflege von alten und/oder dementen Patienten

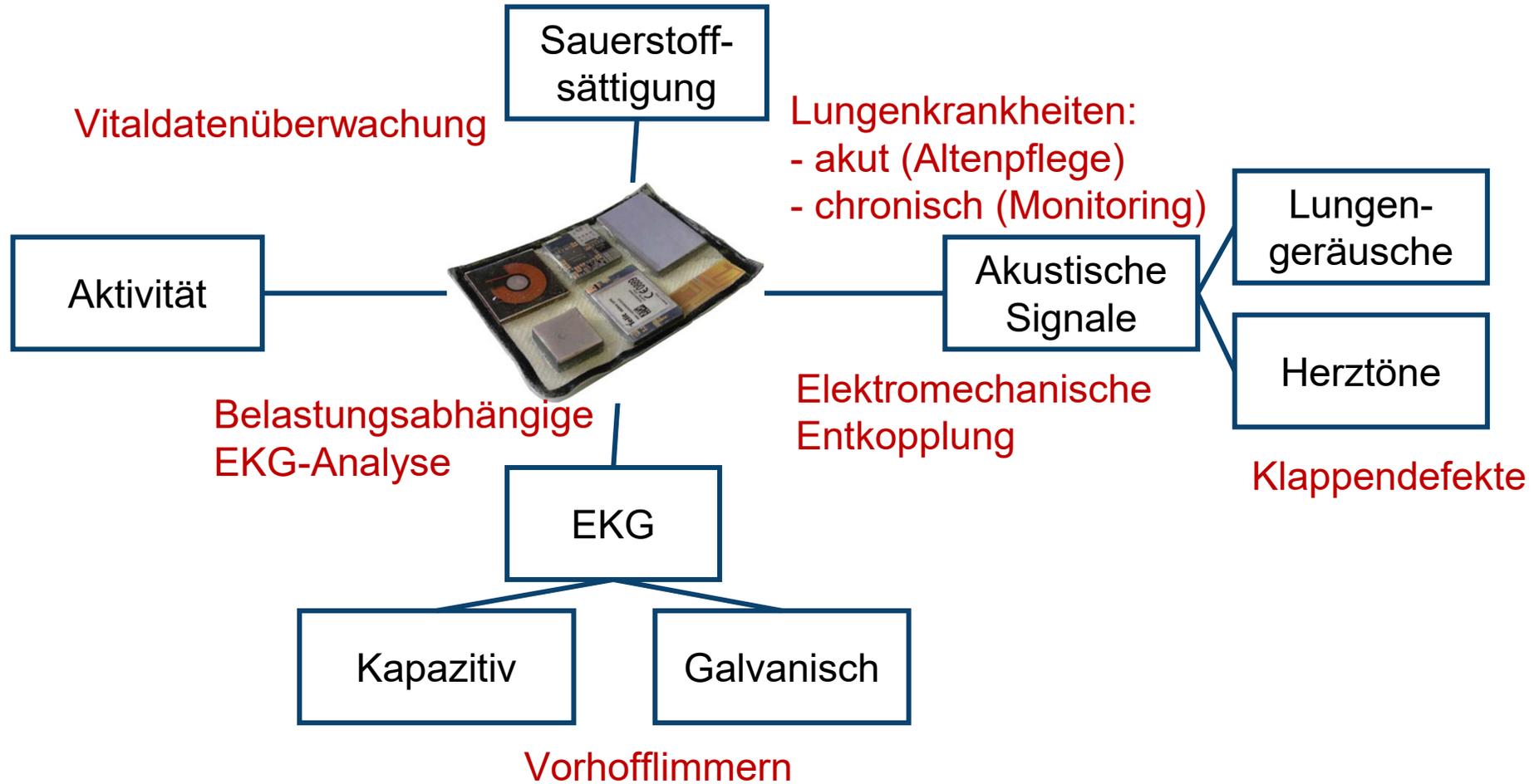
- ⇒ Sturzerkennung
- ⇒ Lokalisierung

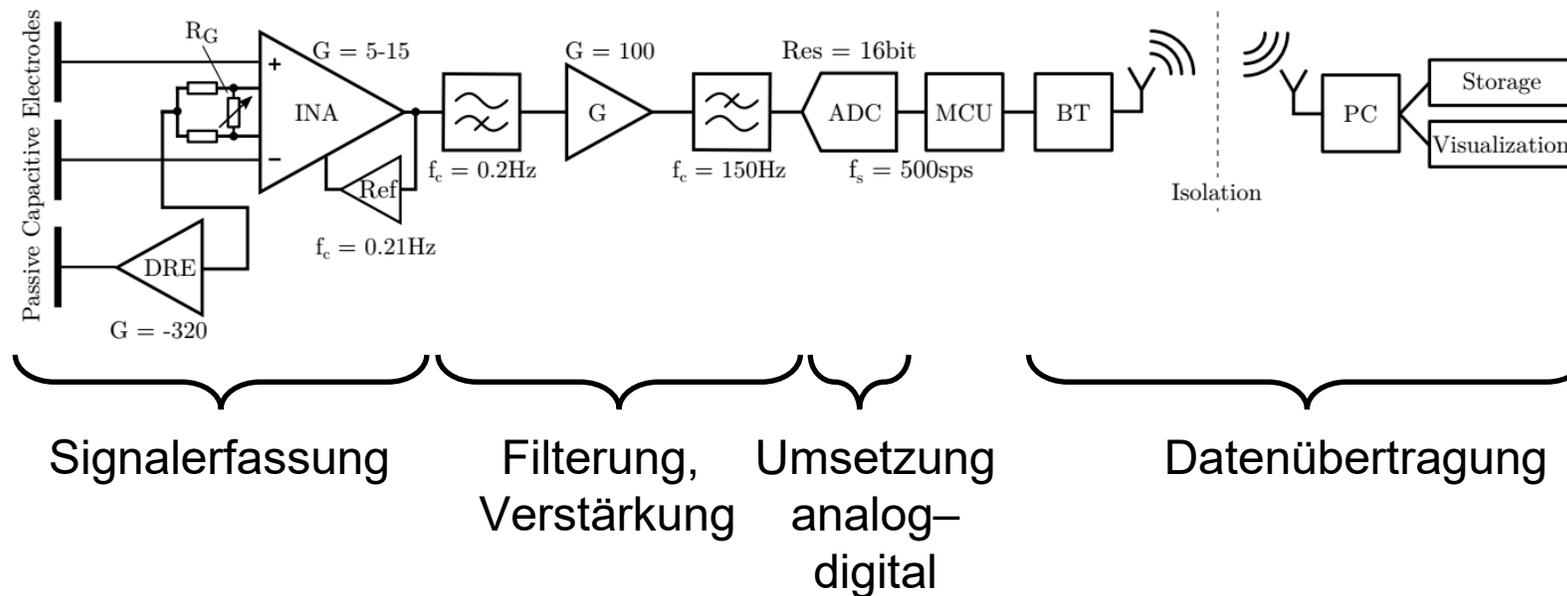
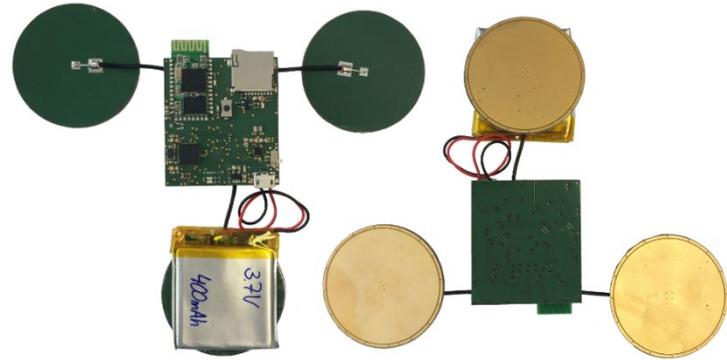


Konzeptbild während des Forschungsprojekts  
*Gesundheitsassistentenpflaster für den Rücken*



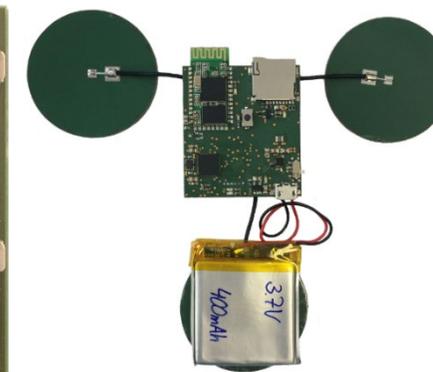
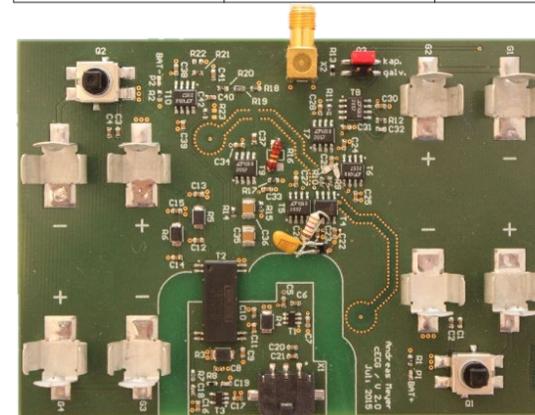
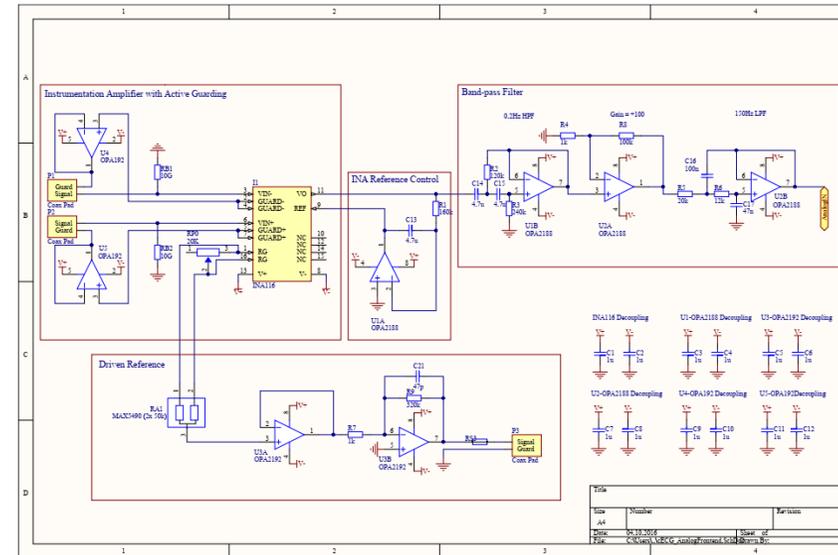
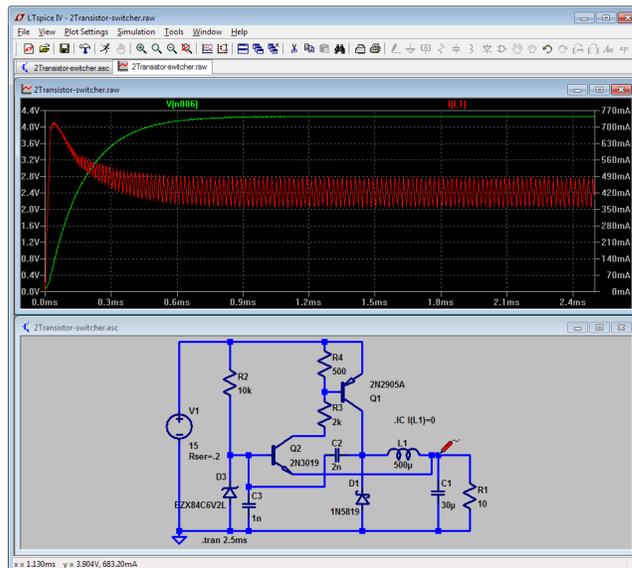
Kommerzielles Produkt (moio.care)





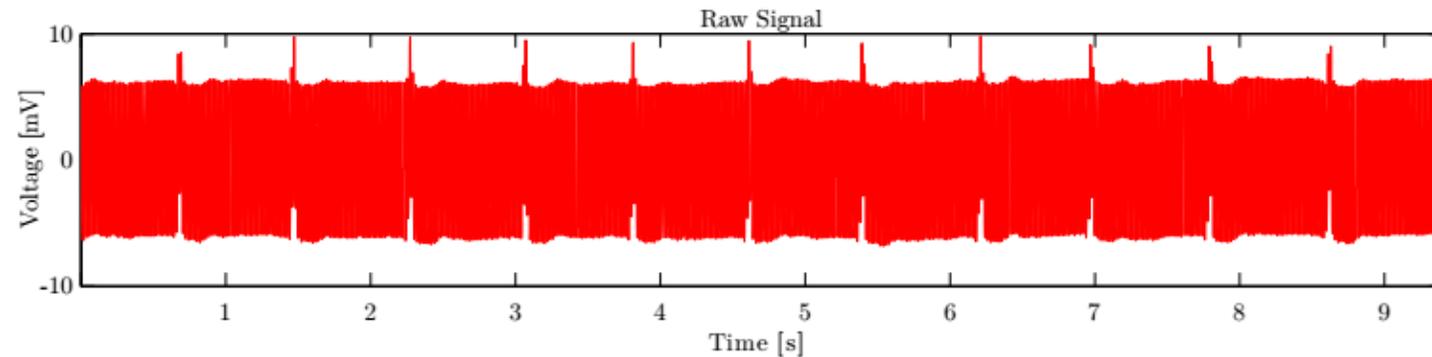
### Arbeitsweise

- Schaltungsentwurf
- Schaltungssimulation
- Aufbau der Schaltung
- Vermessung der Schaltung

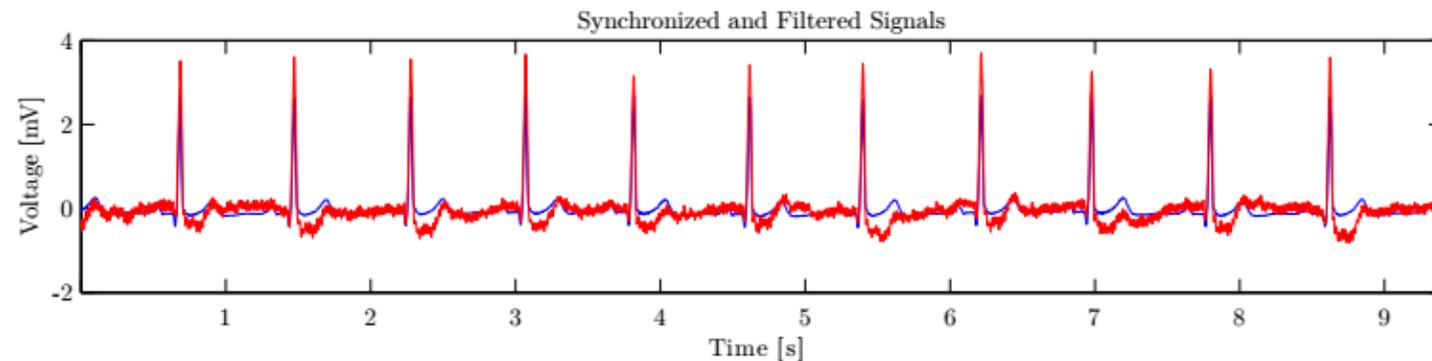


### Messung des EKG durch drei Lagen Kleidung (Baumwoll-T-shirt, 2 Sweatshirts)

Rohsignal



Gefiltertes  
Signal mit  
Referenz-EKG



**Rekordergebnis, durch 2,1 mm isolierende Kleidung!!**

### Hardware-Design

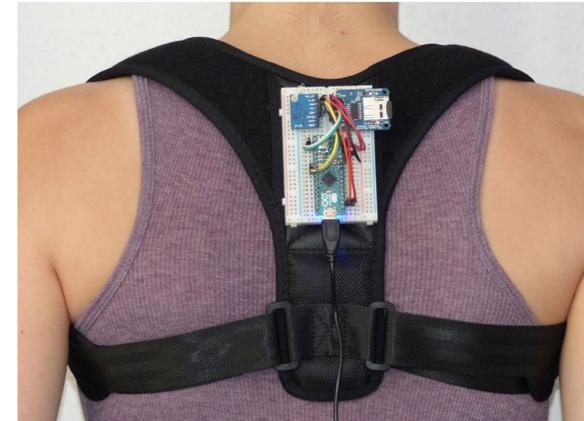
- Arduino-basierte Sensorplattform
- Sensoren: Beschleunigung  
Drehrate,  
Luftdruck

### Datenanalyse

- Machine-Learning-Verfahren
- Kompromiss zwischen Klassifikationsgüte  
und Energieverbrauch

### Anwendung

- Aktivität als eigenständige Messgröße
- Hintergrundinformation für andere Messgrößen



**Forschungsbereich**  
***Induktive Energieübertragung***



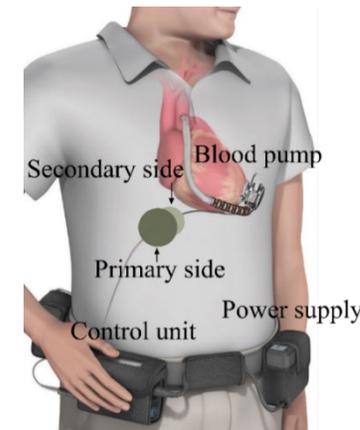
### Stand der Technik

- Kabelgebundene Energieversorgung von Herzunterstützungssystemen (VAD)
- Hohes Infektionsrisiko



### Idee

- Induktive Energieübertragung über die Hautbarriere hinweg

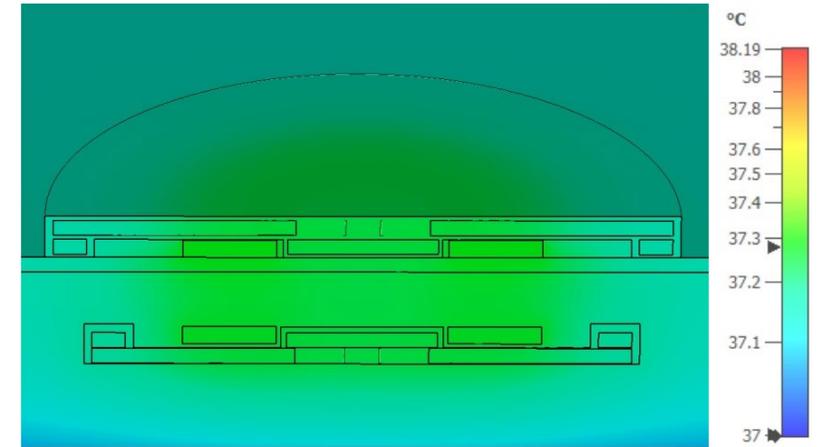
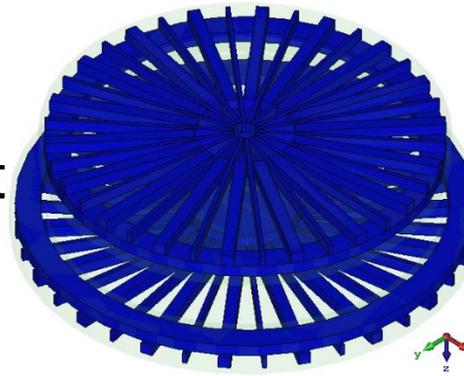


### Herausforderung

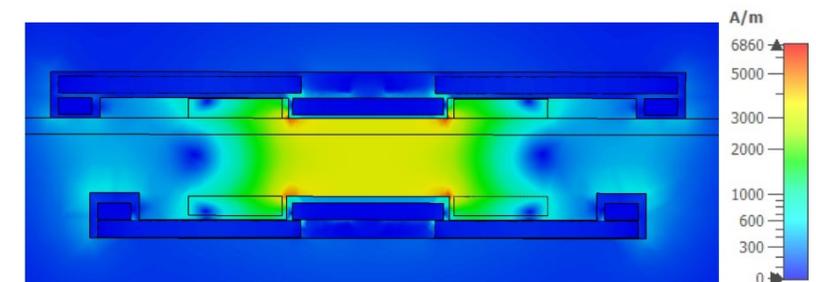
- Energieverluste im Gewebe und Erwärmung

### Idee

- Führung des Magnetfelds durch Kombination von Materialien mit unterschiedlichem  $\mu_r$
- Verteilung des Feldes über eine möglichst große Fläche
- Multiphysikalische Betrachtung: Elektrodynamik, Thermik, Fluidik



Temperaturverteilung



Magnetische Feldstärke

### Arbeitsweise

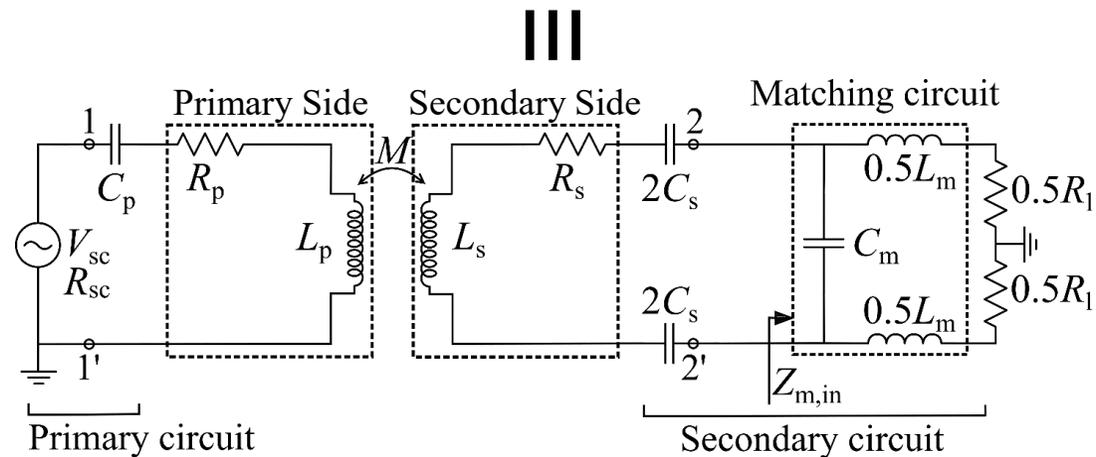
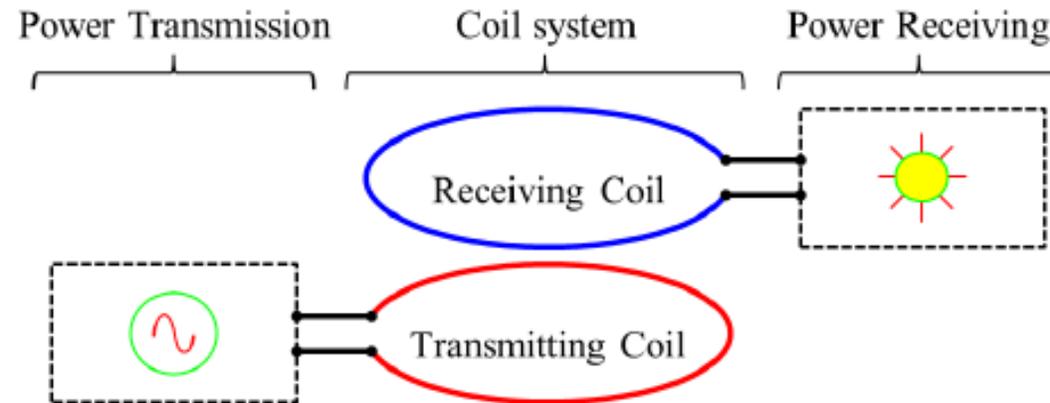
- Feldsimulation mittels Finite-Elemente-Methode (FEM)

### Idee

- Optimierung des Schaltungsdesigns auf möglichst niedrige Verluste

### Arbeitsweise

- Schaltungssimulation
- Aufbau und Vermessung der Schaltung

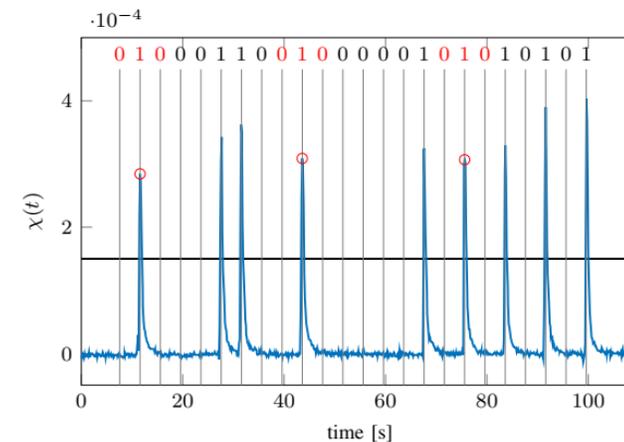
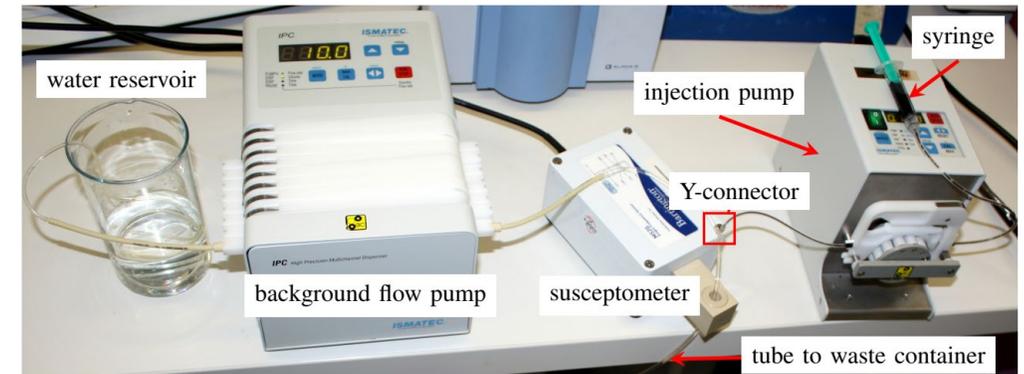


**Forschungsbereich**  
***Molekulare Kommunikation***

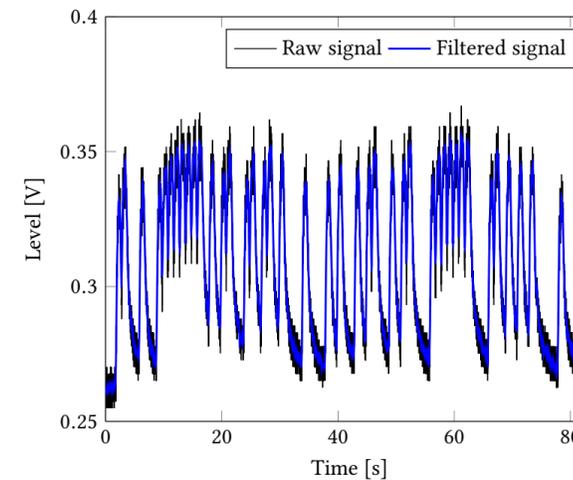
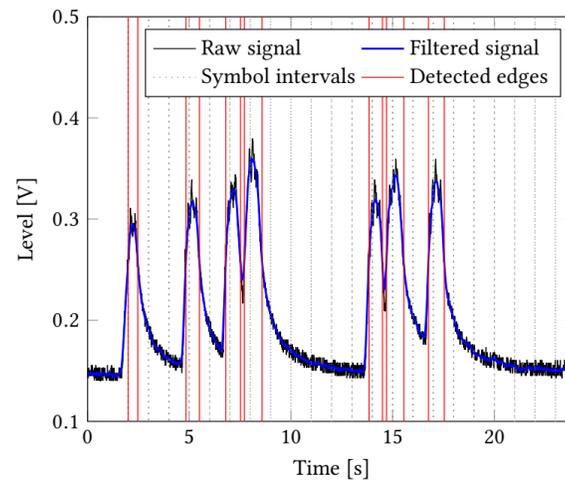
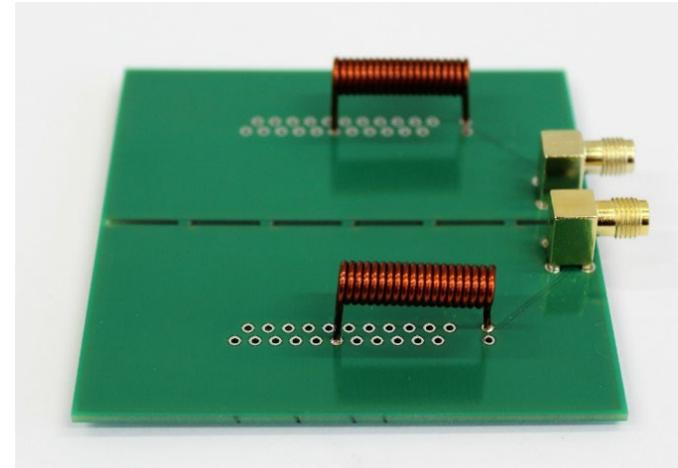
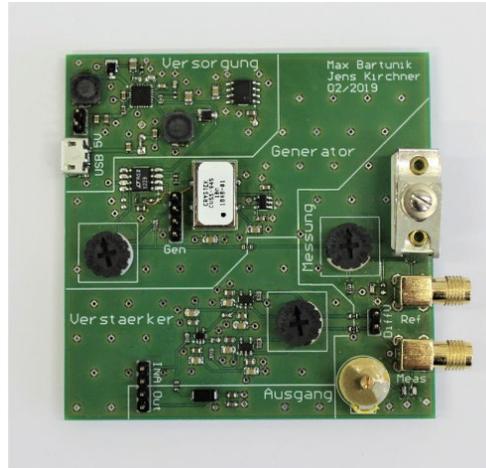


## Konzept

- Codierung von Information in Form unterschiedlicher Molekül-/Partikelkonzentrationen
- Demonstrator basierend auf superparamagnetischen Eisenoxid-Nanopartikeln (SPIONs)



# Detektorentwicklung

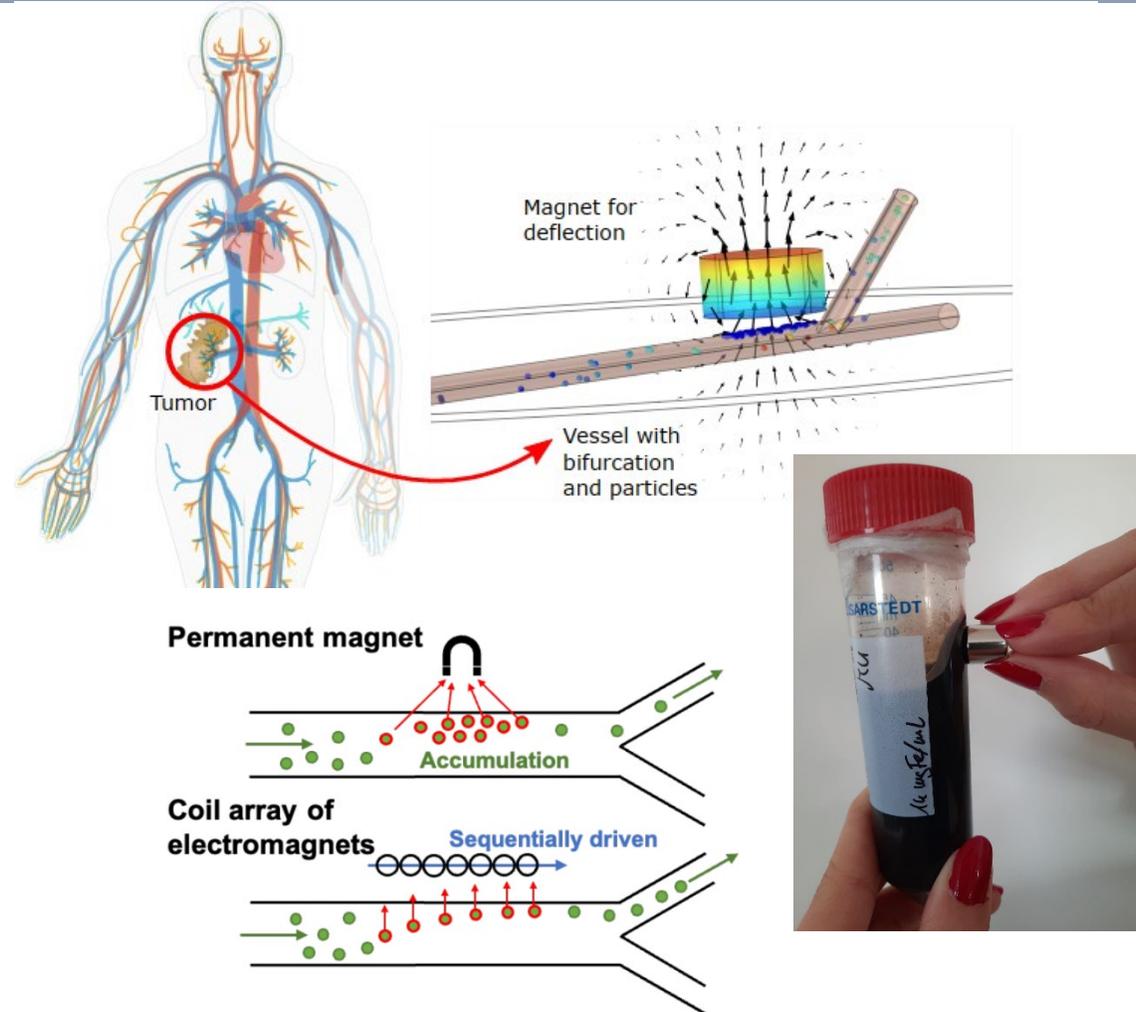


### Idee

- Krebsmedikament an Partikel binden
- Steuerung der Partikel in den Tumor durch Magnetfelder ermöglicht lokale Krebstherapie

### Arbeitsweise

- Multiphysikalische Simulation
- Aufbau und Vermessung



Unsichtbare Wellen  
für sichtbare  
Gesundheit

# Forschungsbereich Hochfrequenztechnik in der Medizinelektronik

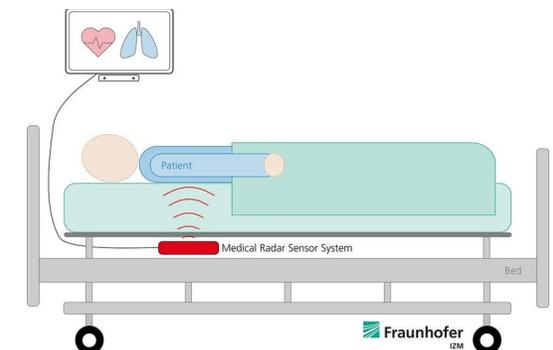
- **Magnetresonanztomographie (MRT)**

- 📶 Hochfrequenz-Sende- und Empfangsketten für bildgebende Diagnostik
- 🔄 Erzeugung und Detektion von präzisen HF-Signalen im MHz-Bereich
- 🔧 Signalverarbeitung, Verstärkerdesign, Phasenkontrolle



- **Radarbasierte Vitalparametererfassung**

- ❤️ Kontaktlose Messung von Atem- & Herzfrequenz
- 📡 Nutzung von GHz-Radar zur Bewegungserkennung
- 👶 Anwendung z. B. bei Neugeborenen oder Schlafüberwachung



## 📌 Rolle im MRT

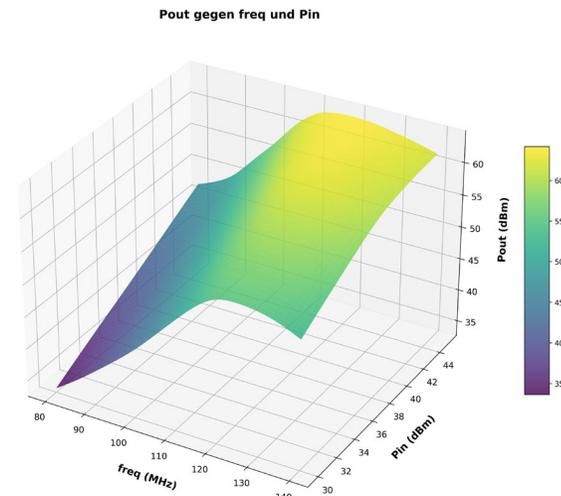
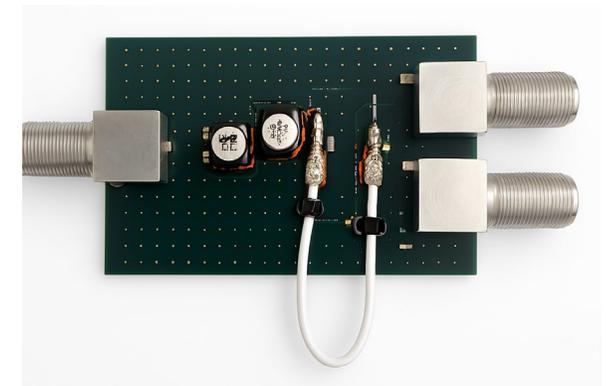
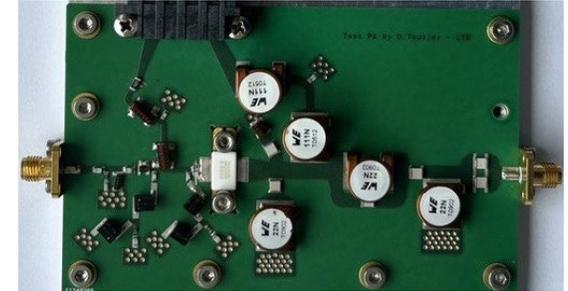
- Sendet starke HF-Pulse (z. B. bei 128 MHz) zur Anregung von Wasserstoffkernen
- Gesteuert in Amplitude und Phase für optimale Bildqualität

## ⚙️ Typischer Aufbau

- Signalquelle → Leistungsverstärker → Matching-Netzwerk → HF-Spule

## 📌 Besondere Anforderungen

- Hohe Linearität & Leistung (bis zu 40 kW)
- Gepulster Betrieb mit präziser Steuerung
- Zuverlässigkeit & Sicherheit im medizinischen Umfeld



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!