



Matthias Menzi

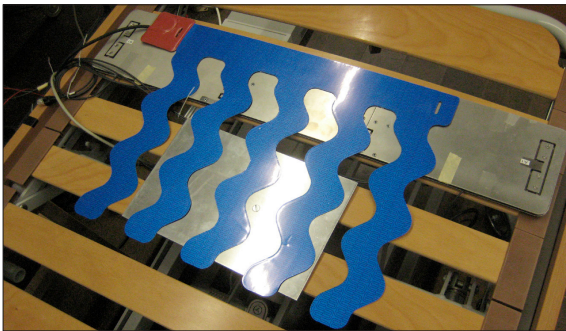


Cornelius Jäger

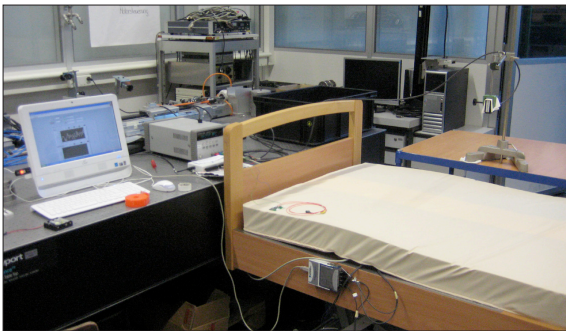
Diplomanden	Matthias Menzi, Cornelius Jäger
Examinator	Prof. Dr. Guido Schuster
Experte	Andrin Maggi, compliant concept c/o Empa, Dübendorf ZH
Themengebiet	Digitale Signalverarbeitung
Projektpartner	compliant concept c/o Empa, Dübendorf ZH

## Sensorikkonzept für ein intelligentes Bettsystem

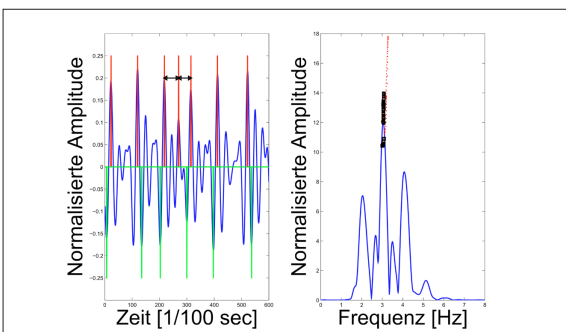
Ausarbeitung und Test von verschiedenen Sensorsystemen sowie Erstellung eines Algorithmus zur Bestimmung des Herzschlages



Aufbau mit Dehnungsmessstreifen (Stahlplatte oben), Emfit Ferroelektret (blaue Matte) und Geofon (unter Aluplatte unten) im Messbett verbaut



Messaufbau mit verschiedenen Sensoren im Labor von compliant concept in der Empa in Dübendorf



Ausschnitt aus einer Messung mit Dehnungsmessstreifen im Zeit- und Frequenzbereich mit Maximalwernererkennung (rot) und erkannten Ausreissern (schwarz)

**Ausgangslage:** compliant concept hat ein intelligentes Bettsystem entwickelt, welches in der Lage ist, Patienten selbstständig zu bewegen. Der Zweck des Systems ist, einem möglichen Dekubitus vorzubeugen. Damit selbstständig erkannt wird, dass ein Patient zu lange auf einer Stelle liegt, wurde ein Sensorsystem entwickelt, das die Position des Patienten erkennt und so bei langer Bewegungslosigkeit eine Verlagerung anregen kann. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde untersucht, wie weit man das bestehende Sensorsystem zur Detektion von Atmung und Herzschlag einsetzen kann.

**Ziel der Arbeit:** Aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen sollen die optimalen Einstellungen für die Sensoren gefunden werden, um damit den Herzschlag zu bestimmen. Im Wesentlichen werden Untersuchungen in zwei Richtungen angestrebt:

- Ideale Platzierung der bestehenden Sensoren
- Evaluation von weiteren Sensoren und Verfahren

Auch für die neuen Messeinheiten wird versucht, die am besten geeignete Position zu finden. Die ausgewählten Sensoren sollen gegeneinander abgewogen und die besten auf experimenteller Basis in das System integriert werden. Mit dem aufgebauten System werden anschliessend verschiedene Messserien durchgeführt und die Resultate mit einem geeigneten Algorithmus ausgewertet und verglichen. Der Algorithmus soll ebenfalls im Rahmen der Bachelorarbeit entwickelt werden. Parallel zu den Messungen soll mit einem EKG-Messgerät der effektive Puls ermittelt und als Referenz gewählt werden.

**Ergebnis:** Nebst dem Aufbau mit Dehnungsmessstreifen, welcher von compliant concept zur Verfügung gestellt wurde, wurden folgende Sensoren genauer untersucht:

- Beschleunigungssensor
- Drucksensor
- Geofon
- Mikrofon
- Emfit quasipiezoelektrischer Sensor
- Optischer Distanzsensor

Zusätzlich zu den untersuchten Sensoren standen noch das Gyroskop und eine Druckererkennung auf Basis von Piezokristallen im Fokus. Diese Varianten wurden aber aufgrund der Ähnlichkeit zu den bereits vorhandenen Beschleunigungs- und Emfitelementen nicht weiter vertieft. Nach einigen Untersuchungen stellten sich die bereits verwendeten Dehnungsmessstreifen und die Emfitelemente, wenn sie richtig positioniert werden, als am geeignetsten heraus. Die anderen Sensoren schieden einerseits durch schlechtere Messwerte und andererseits durch andere Gegebenheiten wie höheren Wartungsaufwand oder grössere Anfälligkeit auf Umgebungseinflüsse aus. Die Dehnungsmessstreifen und die Emfitelemente lieferten schliesslich beide akzeptable Ergebnisse. Sie können einerseits mit einem Spitzenwertfinder und andererseits mit einem Algorithmus auf Basis der Fouriertransformation ausgewertet werden. Beide weisen nur geringe Abweichungen zur Pulsrate des EKG-Signals auf. Um das Ergebnis weiter zu verbessern, wurden die verschiedenen Signale und die unterschiedlichen Verfahren miteinander kombiniert, um eine bestmögliche Genauigkeit und Stabilität zu erreichen.