

# Kontinuierliche radargestützte Vitalparameter-Erfassung auf einer Palliativstation

Tobias Steigleder<sup>1</sup>, Anke Malessa<sup>1</sup>, Kilin Shi<sup>2</sup>, Sven Schellenberger<sup>3</sup>, Maria Heckel<sup>1</sup>, Robert Weigel<sup>2</sup>, Alexander Kölpin<sup>3</sup>, Christoph Ostgathe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universitätsklinikum Erlangen, Palliativmedizinische Abteilung <sup>2</sup> Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. technische Elektronik <sup>3</sup> Technische Universität Hamburg, Institut für Hochfrequenztechnik



Video-Informationen zu dem Projekt

## Hintergrund

Monitoring von Vitalzeichen (VZ) ermöglicht es, Veränderungen der Gesundheit und Gesundheitskrisen anzuzeigen. Für die Palliativmedizin wären insbesondere das Erkennen des Sterbens aber auch die Detektion und Verlaufsbeobachtungen von Symptomen sowie von Therapiewirkungen und –nebenwirkung relevant. Gleichzeitig sollte das Monitoring belastungsfrei und den Patienten in seiner Interaktion nicht einschränkend sein. Hierfür erforschen wir eine berührungslose Erfassung von Vitalzeichen (VZ) durch ein radar-basiertes Monitoring (RBM).

## Methodik

### Studiendesign Beobachtungsstudie

Wir rekrutierten Patienten auf unserer Palliativstation. Monitoring erfolgte kontinuierlich und im klinischen Tagesbetrieb. Radarsysteme werden unter Matratzen platziert (Abb. 1) und zeichnen die Veränderung des Abstands (VA) zum nächsten Objekt mit signifikanter Permittivitätsänderung (Haut der Patienten) mit hoher Präzision auf ( $10^2$  nm in Mikrosekunden) auf. Lernende Algorithmen erkennen, ob Patienten anwesend sind, bewerten die Signalqualität und leiten VZ (Atemexkursion, Pulswelle und Herzöne) ab. Wir korrelierten die Daten mit klinischen Beobachtungen.

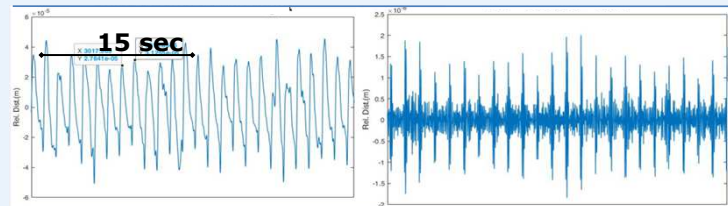


**Abb.1** Unter der Matratze ist nicht sichtbar eine Radarbank mit vier Hochfrequenzmodulen verbaut. Die Erfassung findet kontinuierlich, durch Matratze und Bekleidung hindurch und von unten statt. Am Rücken sowie an der Flanke der Patientenprobanden kann RBM Atemexkursion, Pulswelle und Herzöne erfassen.

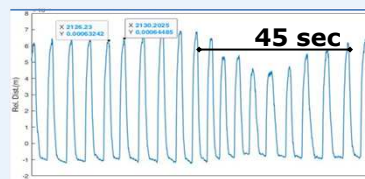
Im Aufbau befindet sich auch ein back end, das die Analog-zu-Digital-Konversion übernimmt und die Rohdaten über das Krankenhausnetzwerk an einen zentralen Server weitergibt.

## Ergebnisse

Bei n=38 Patientenprobanden zeichneten wir kontinuierlich Pulswelle (PW, Abb. 3), Herzöne (HS, Abb. 3) und Atembewegung (Abb. 4) auf. Herzrate (HR) wurde aus PW und HS und Herzratenvariabilität (HRV) aus HS abgeleitet.

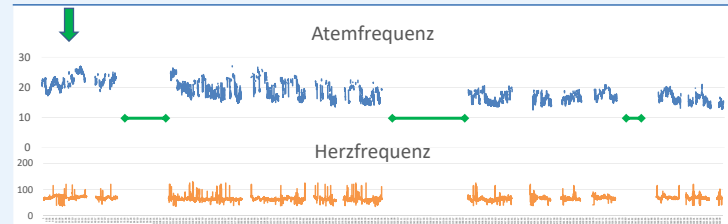


**Abb. 3a** stellt die Pulswelle und **3b** die Herzöne dar. **3a)** Die Konfiguration der Pulswelle verändert sich von Herzschlag zu Herzschlag. Die automatisierte Erfassung der Herzrate aus der Pulswelle wird möglich, da ein auf einem Semi-hidden Markov Modell basierender lernender Algorithmus die unterschiedlichen Konfigurationen kompensiert. **3b)** Die in der klinischen Routine mittels des Stethoskopes erfassten Herzöne können mit RBM hochpräzise erfasst werden. Die typische Segmentierung der Herzöne erlaubt einem lernenden Algorithmus aus den Herzönen die Herzrate hochpräzise zu extrahieren.



**Abb. 4** stellt Atemexkursionen des Thorax dar. Obwohl RBM im derzeitigen Set-Up die Patientenprobanden von unten und in der Regel damit deren Rücken oder deren Flanke erfasst, werden die biometrischen Daten regelrecht und kontinuierlich erfasst.

Wir konnten in 81% der Gesamtbehandlungsdauer VZ aufzeichnen. Die 19% Ausfallzeiten sind vor allem auf Zeiten, die nicht im Bett verbracht wurden, und auf rasche großamplitudige Willkürbewegungen mit Artefaktbildung zurückzuführen.



**Abb. 5** zeigt die Atemfrequenz (AF, blau) und HR (orange) der Probandin Fr. H. F., 62 Jahre im stationären Verlauf (dargestellt sind 2,5 Tage ab Beginn der Opiattherapie, grüner Pfeil; Abwesenheiten der Patientin außerhalb des Bettes sind mit grünen Querbalken bezeichnet). Frau F. wurde wegen einer COPD stationär aufgenommen. Die Kurven zeigen die Opiat-bedingte Regulation der Atmung zugunsten regelrechter Atemfrequenzen (blau) und die Reduktion tachykarder Episoden bei Luftnot und Angst.

## Diskussion

In diesem Projekt wurden weltweit erstmalig Vitalparameter kontinuierlich radargestützt bei Palliativpatienten erfasst. Die kontinuierliche Aufzeichnung von HR, HRV und Atemfrequenz, die sich bei Beschwerden und Behandlung verändern, ist im Setting einer Palliativstation mit RBM möglich, ohne dass die Messung sicht- oder fühlbar ist.

## Take Home Message

RBM könnte in Zukunft in der Palliativmedizin helfen, Therapiewirkung und –nebenwirkung zu erfassen, über kritische Veränderungen (z.B. Symptombelastung, Beginn Sterbephase) zu informieren und so die Behandlung zu optimieren.