

Visuelle Kontextinformation zur Optimierung der Beatmungstherapie (VIKOOB)

Carlotta Hennigs¹, Alexander Bigalke², Julia Sauer¹, Jasper Diesel³, Meik Frischke³, Tim Hardel⁴, Dominik Jarczak⁴, Stefan Kluge⁴, Mattias Heinrich², Frank Franz³, Philipp Rostalski¹

¹ Institut für Medizinische Elektrotechnik, Universität zu Lübeck; ² Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck; ³ Drägerwerk AG & Co. KGaA; ⁴ Klinik für Intensivmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)

1 – Projektziel

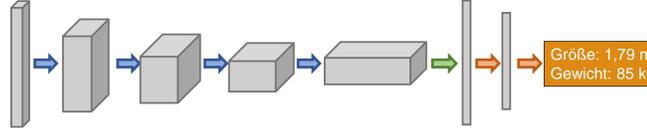
Ziel des Projekts VIKOB ist die Entwicklung eines Demonstrators für ein intelligentes, kamerabasiertes System zur Prognose von pulmonalen Veränderungen und lageabhängigen Änderungen des Gasaustauschs bei mechanisch beatmeten Intensivpatienten unter Einbeziehung des klinischen Kontexts. Auf Basis von Kameradaten werden Lage und Körpermetriken des Patienten KI-basiert ermittelt (2). Zusätzlich wird eine neuartige sEMG-Messung integriert, um die Aktivität der Atemmuskulatur des Patienten zu bestimmen (3). Die gewonnenen Kontextinformationen werden abschließend mit Hilfe mathematischer Modelle des respiratorischen Systems integriert, um eine Optimierung der Beatmungstherapie zu erzielen (4).



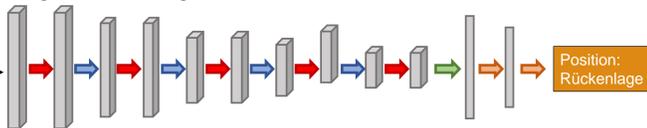
2 – KI-Basierte Lageerkennung und Metrikschätzung

Entwicklung KI-basierter Algorithmen auf 3D-Punktwolken zur

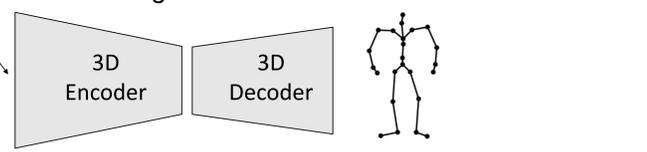
Schätzung von Körpergewicht und -größe mit 3D CNN



Lageerkennung mit tiefem 3D CNN



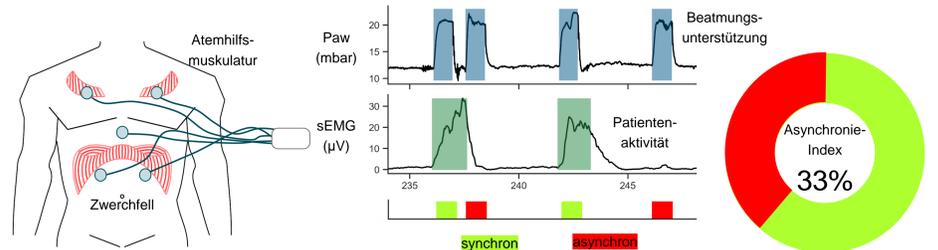
Lokalisierung der Gelenke mit V2V-PoseNet



- ➔ 3D Conv + BN + ReLU
- ➔ 3D Conv + BN + ReLU + maxPool
- ➔ fully-connected
- ➔ flatten

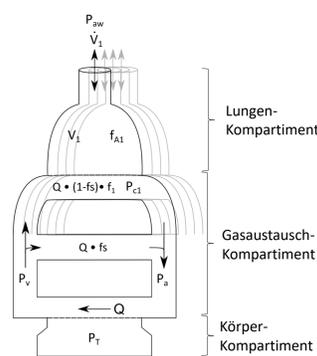
3 – Oberflächen-Elektromyographie (sEMG)

Zur Beobachtung der Spontanatemaktivität der Patient:innen wird die elektrische Aktivität der Atemmuskulatur nichtinvasiv an der Hautoberfläche gemessen. sEMG-basiert kann so die zeitliche Abstimmung der assistierten Beatmung an die Bedürfnisse der Patient:innen optimiert werden.



4 – Kontextabhängige Lungenmodellierung

Entwicklung mathematischer Modelle zur Abbildung von gewichts- und lagebedingten Lungenfunktionen zur Optimierung der Beatmung.



Atemzugs- und herzschlag aufgelöstes dynamisches Modell

↕ Gasaustausch von O₂ und CO₂

P Partialdruck (A: alveolar, a: arteriell, v: venös, c: kapillar, T: Gewebe)

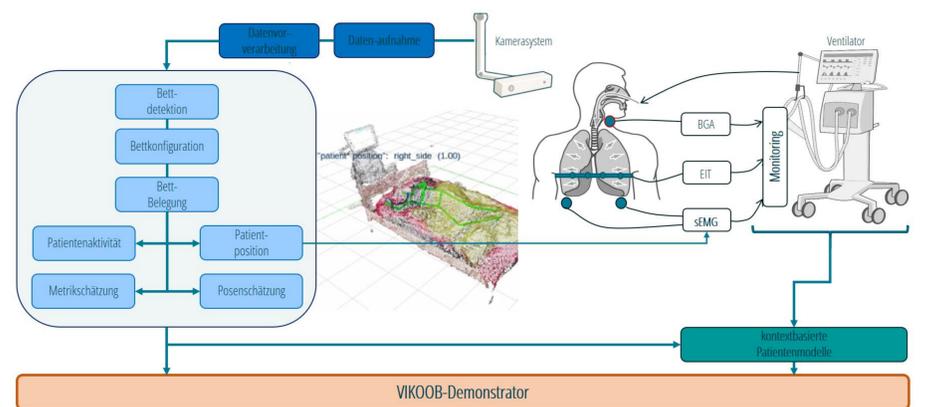
Q Herzzeitvolumen

f_s Shunt

MP Metabolische Rate für O₂ und CO₂

→ Wahl der initialen Gasaustauschparameter in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht

5 – Demonstrator



6 – Studien

Klinische Studie am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf:

- Aufnahme von bisher 5 Patienten (635 Stunden an Daten)
- Aufzeichnung von u.a. Multikamera-Tiefendaten, Beatmungsdaten, sEMG und EIT
- Annotation der Daten bzgl. akuter, klinischer Ereignisse, Lageänderung, Änderung des Gesundheitszustands

Ergänzende Probandenstudie in Laborumgebung:

- Aufnahme von bisher 33 Probanden (37.5 Stunden an Daten)
- Aufnahme zusätzlicher Kontextdaten unter kontrollierter Ausführung
- Abbildung möglicher Lagerungsänderungen und deren Einfluss auf die Messwerterfassung



Farbbild der ersten RGB-D-Kamera auf der Intensivstation während der klinischen Studie am UKE.