

# TP 2 – Sensorik in patientennaher Umgebung

## TA2.1 - Sensorik

Hardware-Kriterien

Version 1.0

# ZUKUNFTSLABOR Gesundheit



Zentrum für  
digitale Innovationen  
Niedersachsen

Eingereicht von:

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig  
Zentrum für digitale Innovationen Niedersachsen (ZDIN)

Braunschweig

Stand: 04.03.2021

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	3
1 Einleitung.....	4
1.1 Anwendungsbereiche .....	4
2 Hardware-Kriterien.....	5
2.1 Sensorik zur Bewegungserfassung.....	5
2.2 Sensorik zum Vitalmonitoring.....	8
2.3 Sensorik zur Erfassung von Umgebungsparametern .....	9
2.4 Sensorik zur Erfassung von psychologischen Parametern .....	11

## Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
EDA	Elektrodermale Aktivität
EHR	Electronic Health Record
EKG	Elektrokardiographie
EMG	Elektromyographie
FPS	Frames per Second
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
IMU	Inertial Measurement Unit
PCG	Phonokardiographie
PPG	Photoplethysmographie
SDK	Software Development Kit
WLAN	Wireless Local Area Network
ZDIN	Zentrum für digitale Innovation Niedersachsen
ZLG	Zukunftslabor Gesundheit

# 1 Einleitung

Das Teilprojekt 2 hat die Konzeption und Entwicklung eines umfassenden Sensorik Systems in patientennaher Umgebung als Ziel. Dabei werden diverse verschiedenartige Sensoren in einem System zusammengefasst, um gesundheitsrelevante Informationen zu sammeln und mit dem EHR zu verknüpfen.

Ein grundlegender erster Schritt ist die Aufstellung von Hardware Kriterien zur richtigen Sensorauswahl. Nur Sensoren mit ausreichender Messgenauigkeit für den jeweiligen Anwendungszweck können Verwendung finden. Ebenso gilt es die Integrierbarkeit der Sensorik in den Wohnraum des Patienten zu berücksichtigen. Des Weiteren müssen Schnittstellen vorhanden sein, um die Kommunikation zwischen den einzelnen Sensoren und dem EHR gewährleisten zu können.

## 1.1 Anwendungsbereiche

Zur Erfassung umfassender gesundheitsrelevanter Daten werden verschiedene Anwendungsbereiche definiert in denen unterschiedliche Sensor-Typen genutzt werden:

- Sensorik zur Bewegungserfassung
- Sensorik zum Vitalmonitoring
- Sensorik zur Erfassung von Umgebungsparametern
- Sensorik zur Erfassung von psychologischen Parametern

Die Bewegungserfassung zur Erfassung von Pflegehandlungen und Schätzung von Belastungen des Körpers können in bildgebende und körpernahe Sensorik unterschieden werden. Festinstallierte Kamerasysteme ermöglichen die Analyse von Haltungen und Bewegungen, welche unter Umständen zu negativen Folgen für die Gesundheit des/der Handelnden führen. Ein Beispiel hierfür ist die Interaktion zwischen Pflegenden und Patient\*in am Pflegebett. An Körper oder Kleidung angebrachte Sensorik ermöglicht die Auswertung von Bewegungen und Positionen auch außerhalb des Messbereichs der kamerabasierten Sensorik. Elektromyographie (EMG) und Bodenkraftmessplatten geben zusätzlich Aufschluss über Muskelaktivität und Kraftverteilung während der Bewegungsabläufe.

Die körpernahe Sensorik zum Vitalmonitoring kann sowohl tragbare als auch fest in die Umgebung integrierte Sensoren beinhalten. Dabei werden die Sensoren unauffällig in Sitzflächen oder Kleidung integriert, um Vitalparameter während alltäglichen Vorgängen zu messen. Diese Sensoren sollen physiologische Parameter, wie Herzschlag, Atmung, Durchblutung, oder auch Sauerstoffsättigung aufnehmen.

Zusätzlich werden Sensoren zur Erfassung der Umgebungsparameter eingesetzt. Umgebungsparameter, wie bspw. der Ozon- und Kohlendioxidanteil in der Raumluft, stellen unter Umständen eine Belastung für den menschlichen Körper dar und können auch zu langfristigen ernsten Gesundheitsschäden führen, wie im Falle von Nanopartikeln. Verschiedene gesundheitsrelevante Umgebungsparameter werden überwacht, um eine Schätzung der Belastung vornehmen zu können.

Die sensorische Ermittlung des Gemütszustands ist auch ein Forschungsgebiet, dass psychologischen wie auch psychosomatischen Leiden vorbeugen oder zumindest helfen soll diese kontrolliert adressieren zu können.

## 2 Hardware-Kriterien

Im Folgenden werden Hardware Kriterien für die einzelnen Anwendungsbereiche der Sensorik aufgestellt. Die Trennung in die Anwendungsbereiche erfolgt, da die Unterschiede in den Anwendungsbereichen zu unterschiedlichen Anforderungen an die Hardware führen.

### 2.1 Sensorik zur Bewegungserfassung

Bewegungserfassung ist eine der Fallstudien, die im Rahmen des Zukunftslabors Gesundheit untersucht werden sollen. Diesbezüglich haben die Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminden/Göttingen, die Abteilung für Assistenzsysteme und Medizintechnik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, das Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz Universität Hannover und das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig jeweils die folgenden Kriterien zur Auswahl von Sensoren aufgesetzt.

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminden/Göttingen	
Sensorart: <b>Tiefenbildkamera</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"><li>- Möglichkeit der Verarbeitung von Sensorrohdaten direkt am Gerät</li><li>- Qualität der Aufzeichnungen</li><li>- Verfügbarkeit des Body Tracking SDK</li><li>- Möglichkeit, unsere Physiotherapie-Anwendung direkt auf dem Gerät auszuführen</li><li>- Gerätemaße (Portabilität)</li><li>- Etablierte Ports und Schnittstellen</li><li>- Einfache Installation und Verwendung</li><li>- Keine benutzerdefinierte Hardwareentwicklung</li><li>- Preis (muss unter 300 € pro Einheit liegen, inkl. Lizenz- und Importgebühren)</li><li>- Verfügbarkeit eines D-Pad IR-Eingangsmittels</li></ul>

Anforderung an Zeitsynchronisation:	keine
-------------------------------------	-------

**Abteilung für Assistenzsysteme und Medizintechnik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg**

**Sensorart: Tiefenbildkamera**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genauigkeit der Messung</li> <li>- Verfügbarkeit von Rohdaten</li> <li>- Qualität der Aufnahmen</li> <li>- Body Tracking SDK</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Fall</li> <li>- Synchronisierung erfolgt durch eine spezifische Aktivität (z.B. einem Sprung)</li> </ul>

**Sensorart: Sensoranzug**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genauigkeit der Messung</li> <li>- Verfügbarkeit von Rohdaten</li> <li>- Kurze Setup-Zeit / einfacher Kalibrierungsprozess</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Fall</li> <li>- Synchronisierung erfolgt durch eine spezifische Aktivität (z.B. einem Sprung)</li> </ul>

**Sensorart: IMU (Inertial Measurement Unit)**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genauigkeit der Messung</li> <li>- Verfügbarkeit von Rohdaten</li> <li>- Kurze Setup-Zeit / einfacher Kalibrierungsprozess</li> <li>- Gerätemaße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Fall</li> <li>- Synchronisierung erfolgt durch eine spezifische Aktivität (z.B. einem Sprung)</li> </ul>

**Sensorart: EMG (Elektromyographie)**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genauigkeit der Messung</li> <li>- Verfügbarkeit von Rohdaten</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Fall</li> <li>- Synchronisierung erfolgt durch eine spezifische Aktivität (z.B. einem Sprung)</li> </ul>

**Sensorart: Bodenkraftmessplatte**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genauigkeit der Messung</li> <li>- Verfügbarkeit von Rohdaten</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Fall</li> <li>- Synchronisierung erfolgt durch eine spezifische Aktivität (z.B. einem Sprung)</li> </ul>

**Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz Universität Hannover**

**Sensorart: IMU**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenzugriff</li> <li>- Kalibration</li> <li>- Robustheit</li> <li>- Protokolle</li> <li>- Energieverbrauch</li> <li>- Größe</li> <li>- Gewicht</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Je nach Fall

**Sensorart: Kamera**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe</li> <li>- Gewicht</li> <li>- Bildqualität</li> <li>- Geschwindigkeit</li> <li>- Brennweitenbereich</li> <li>- Bildstabilisator</li> <li>- Optischer oder digitaler Sucher</li> <li>- Mechanischer Zoom, kein Zoom oder motorgetriebener Zoom</li> <li>- Energieversorgung</li> <li>- Robustheit (Wasserdicht? Trittsicher? Stoßfest?)</li> <li>- Ausbaufähigkeit (Fernauslöser, Blitzsystem, Objektive und Konverter)</li> <li>- Handhabung / Bedienung / Zugriff auf Software und die Programmierbarkeit der Kameraeinstellungen</li> <li>- Gesichtserkennungstechniken (z. B. "Smile Shot")</li> <li>- Anschlüsse (HDTV Anschluss, HDMI, PictBridge, WLAN-Übertragung)</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Je nach Fall

**Sensorart: IRF-Kamera**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preis</li> <li>- Aufnahmevolumen</li> <li>- Kalibration</li> <li>- Software</li> <li>- Handhabung</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Je nach Fall

**Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig**

**Sensorart: Ultraschall**

Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompatibel mit Buskoppler</li> <li>- Unterstützung der ADC-Schnittstelle</li> </ul>
-------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niedrige Kosten</li> <li>- Genauigkeit</li> <li>- Geringe Reaktionszeit (Detektionszeit)</li> <li>- Gerätemaße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	keine
<b>Sensorart: Kamera</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Hohe" Bildrate (60/120 FPS) bei Kameras</li> <li>- Kompatibel mit Raspberry Pi</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Zukünftig kann die Synchronisation zwischen Kamera und Bussystem automatisch realisiert werden, indem zu Beginn der Aufzeichnungen ein Flag an den Bus gesendet wird.

## 2.2 Sensorik zum Vitalmonitoring

Vitalmonitoring ist eines der Fallstudien, die im Rahmen des Zukunftslabors Gesundheit untersucht werden sollen. Hier ist das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig federführend und hat jeweils die folgenden Kriterien zur Auswahl von Sensoren vereinbart.

<b>Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig</b>	
<b>Sensorart: Kapazitive EKG (Elektrokardiographie)</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (fallabhängig)</li> <li>- Zuverlässigkeit (fallabhängig)</li> <li>- Interoperabilität / Benutzerfreundlichkeit (Können wir mit dem Sensor programmieren? Wird eine gängige API für häufig verwendete Sprachen angeboten? Werden Protokolle für die drahtlose Kommunikation unterstützt?) (fallabhängig)</li> <li>- Kundendienst</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Je nach Fall
<b>Sensorart: EKG</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messgenauigkeit</li> <li>- Unterstützung von drahtloser Übertragung</li> <li>- Wiederverwendbarkeit von Elektroden (trocken)</li> <li>- Unterstützung einer hohen Abtastrate</li> <li>- Zuverlässigkeit der Daten</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Die Synchronisation wird von Raspberry Pi unterstützt, das mit BASIS verbunden ist.
<b>Sensorart: Accelerometer</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (fallabhängig)</li> <li>- Zuverlässigkeit (fallabhängig)</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interoperabilität / Benutzerfreundlichkeit (Steht eine Sensor-API zur Programmierung zur Verfügung? Kommunikationsprotokolle?) (fallabhängig)</li> <li>- Preis (fallabhängig)</li> <li>- Möglichkeit des Einsatzes (fallabhängig)</li> <li>- Kundendienst</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Je nach Fall
<b>Sensorart: PPG (Photoplethysmographie)</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geräteabmessungen</li> <li>- Unauffälligkeit</li> <li>- Kommunikationsschnittstelle (IIC)</li> <li>- Auflösung</li> <li>- Kosten</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Verallgemeinbarkeit der Anwendung</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Die Synchronisation wird von Raspberry Pi unterstützt, das mit BASIS verbunden ist.
<b>Sensorart: PCG (Phonokardiographie)</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Off-the-Shelf Produkt</li> <li>- Präferenz für deutsche Hersteller (Idealerweise mit Sitz in Niedersachsen)</li> <li>- Mindestens eine Frequenzabdeckung von 20 Hz bis 1 kHz (Extension Mode)</li> <li>- Integrierbarkeit in physikalische Umgebung mit Körperberührung (Barrierefrei/Grifflos, Klein, Autonomer Betrieb)</li> <li>- Unterstützung regulärer Datenanbindung an PC (Bluetooth, USB, AUX)</li> <li>- Unterstützung regulärer Datenformate (WAV-Dateien)</li> <li>- Vernünftige Laufzeit (bei Batterie-Betrieb)</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	<p>Alle Aufnahmen sollten mit einem präzisen Eingangszeitstempel versehen werden, um eine saubere Zuordnung zu anderen zeitlich aufgelösten Messdaten zu gewährleisten.</p> <p>Eine Auflösung im Millisekundenbereich oder besser wird angestrebt.</p> <p>Der Zeitstempel sollte über das existierende Bussystem BASIS getriggert werden (Onset/Offset).</p>

### 2.3 Sensorik zur Erfassung von Umgebungsparametern

Die Erfassung von Umgebungsparametern ist derzeit ein Unterbau zur Fallstudie zu Vitalmonitoring, die im Rahmen des Zukunftslabors Gesundheit untersucht werden sollen. Hier ist das Institut für Technische Assistenzsysteme der Jade Hochschule Oldenburg federführend und hat jeweils die folgenden Kriterien zur Auswahl von Sensoren vereinbart.

Institut für Technische Assistenzsysteme der Jade Hochschule Oldenburg	
<b>Sensorart: Helligkeit und Spektroskopie</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Belege für gesundheitliche Auswirkungen)</li> <li>- Konnektivität</li> <li>- Interoperabilität</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Preis</li> <li>- Sensorgröße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Nicht notwendig, aber mit Raspberry Pi möglich
<b>Sensorart: Temperatur und Luftfeuchtigkeit</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Belege für gesundheitliche Auswirkungen)</li> <li>- Konnektivität</li> <li>- Interoperabilität</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Preis</li> <li>- Sensorgröße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Nicht notwendig, aber mit Raspberry Pi möglich
<b>Sensorart: Feinstaub</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Belege für gesundheitliche Auswirkungen)</li> <li>- Konnektivität</li> <li>- Interoperabilität</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Preis</li> <li>- Sensorgröße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Nicht notwendig, aber mit Raspberry Pi möglich
<b>Sensorart: Kohlendioxid</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Belege für gesundheitliche Auswirkungen)</li> <li>- Konnektivität</li> <li>- Interoperabilität</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Preis</li> <li>- Sensorgröße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Nicht notwendig, aber mit Raspberry Pi möglich

Sensorart: <b>Multigas</b>	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter (Belege für gesundheitliche Auswirkungen)</li> <li>- Konnektivität</li> <li>- Interoperabilität</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Zuverlässigkeit</li> <li>- Preis</li> <li>- Sensorgröße</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Nicht notwendig, aber mit Raspberry Pi möglich

## 2.4 Sensorik zur Erfassung von psychologischen Parametern

Psychologische Parameter werden im Rahmen der Fallstudie Vitalmonitoring ermittelt, die im Rahmen des Zukunftslabors Gesundheit untersucht werden sollen. Hier ist das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig federführend und hat jeweils die folgenden Kriterien zur Auswahl von Sensoren vereinbart.

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig	
Sensorart: <b>EDA</b> (Elektrodermale Aktivität) in Kombination mit EKG und PPG	
Auswahlkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kosten</li> <li>- Meßgenauigkeit</li> <li>- Niedrige Reaktionszeit (Detektionsszeit)</li> <li>- Verlässlichkeit</li> <li>- Verallgemeinbarkeit der Anwendung</li> <li>- Möglichkeit der Verarbeitung von Sensorrohdaten direkt am Gerät</li> <li>- Qualität der Aufnahmen</li> <li>- Etablierte Ports und Schnittstellen</li> <li>- Einfache Installation und Verwendung</li> <li>- Keine benutzerspezifische Hardwareentwicklung</li> </ul>
Anforderung an Zeitsynchronisation:	Die Synchronisation wird von Raspberry Pi unterstützt, das mit BASIS verbunden ist. Zukünftige Weiterentwicklung von Verfahren zur Bewältigung der Herausforderung der Synchronisation.