

My Car, My Health Center
Die Zukunft integrierter
Gesundheitsfunktionen im
Automobil

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Wer wir sind



Europas größte Organisation für angewandte Forschung mit ca. 30,000 Mitarbeitern und 76 Instituten.

Das Fraunhofer IIS ist das größte Fraunhofer Institut und beheimatet führende Experten für KI, Sensortechnologien und Digital Health.«



Gegründet 1985, mehr als 1200 Mitarbeiter

16 Standorte in 12 Städten: **Erlangen**, Nürnberg, Fürth, Dresden, Ilmenau, München, Bamberg, Waischenfeld, Coburg, Würzburg, Deggendorf, Passau

Digital Health and Analytics

Geschäftsfeld Medical Sensing and Analytics



Medical Data Analysis

- KI-basierte Prädiktion und longitudinale Modelle
- Multimodale Biosignalanalyse
- Durchführung von Probandenstudien
- Klinische Studien und Device Validierung



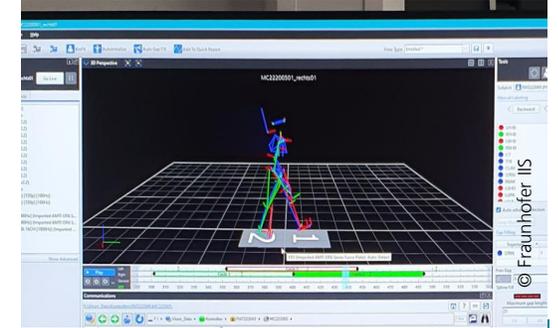
Medical Sensor Systems

- Lizenzierung von medical grade wearables
- R&D Services zu Sensorintegration und Analyse Körpersensordaten
- Bioinstrumentierung



Mobile Health Lab

- Digitales, dezentrales Studienmanagement (DTM)
- Multizentrisches Studienmanagement (DPM)



Digital Health Pathways

- Sensor-basierte digitale Gesundheitsversorgung

Digital Health and Analytics

In der Anwendung

Medizin und Gesundheit

Umfassende Datengrundlage durch komfortables Langzeitmonitoring für Prävention und Vermeidung von Akutsituationen

Smart Home

Integration medizinischer Sensorik in Gegenstände des täglichen Bedarfs

Automotive Health

Monitoring von Sitzposition und Vitalparametern im Auto

Well-Being und Sport

Erfassung von Vitaldaten für optimiertes Training und gesundheitsbewusste Lebensweise

Arbeitsschutz

Früherkennung von gesundheitlichen Akutsituationen und Stressbelastung

Forschung

Langfristiges Monitoring von Vitaldaten im Alltag als Datengrundlage für Forschung

Projektbeispiel | Smart Home

Hamberger Medical GmbH – EKG Seat

Kundenproblem

Ausweitung des Portfolios auf einen Toilettensitz mit integrierter Vitalsensorik

→ **Fraunhofer IIS hat einen Toilettensitz mit integrierten EKG-Elektroden entwickelt**

Das Ergebnis

Kommerziell erhältlicher Toilettensitz mit integrierter EKG-Elektronik und Smartphone App um das EKG zu kontrollieren und analysieren – als Medizinprodukt zugelassen

Unser Vorgehen

- Konzept und wissenschaftlich-technische Begleitung
- Evaluationsmessungen
- Umfragen mit Ärzten und Patienten
- Planung, Umsetzung und Auswertung einer biomedizinischen Pilotstudie mit 83 Probanden und 2 Kliniken
- Beratung zum Qualitätsmanagement und zur Rückvergütungsstrategie
- Planung, Umsetzung und Auswertung der klinischen Zulassungsstudie



Projektbeispiel | Medizin und Gesundheit

KI-basierte Biosignalanalyse

Mit unseren KI-basierten Algorithmen interpretieren wir multimodale Biosignale, wie zum Beispiel EKG Daten unter Realbedingungen und klassifizieren kardiologische Events

Unser Wertangebot

1. KI-basierte Methoden zur multimodalen Signalanalyse (DNNs)
2. Energieeffiziente Implementierungen für spezielle Hardware-Plattformen
3. Kundenspezifische Entwicklungen und Lizenzierung

KI-basierte Arrhythmiedetektion

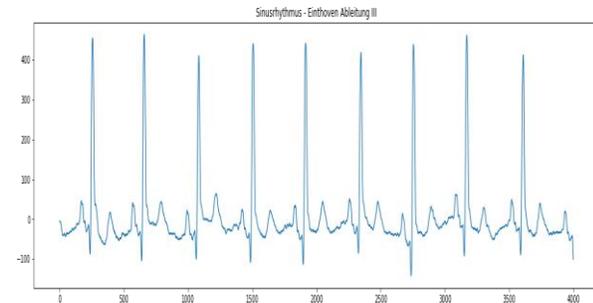
1. Analyse von >43.000 12-Lead EKGs
2. Mehr als 20 verschiedene Arrhythmien
3. Möglichst hohe Sensitivität und Spezifität

IEEE Computing in Cardiology Physionet Challenge: 4. Platz

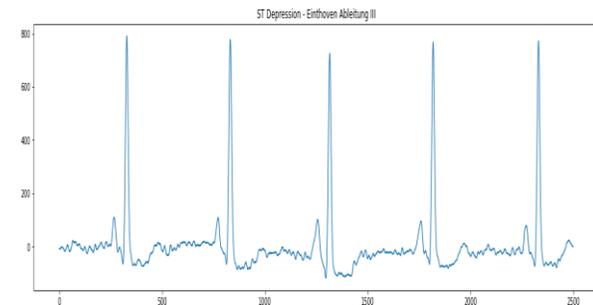
Oppelt, M. P., Riehl, M., Kemeth, F. P., & Steffan, J. (2020). Combining Scatter Transform and Deep Neural Networks for Multilabel Electrocardiogram Signal Classification. IEEE Computing in Cardiology Proceedings.

BMBF Sprunginnovation 'Energieeffizientes KI-System': 1. Platz

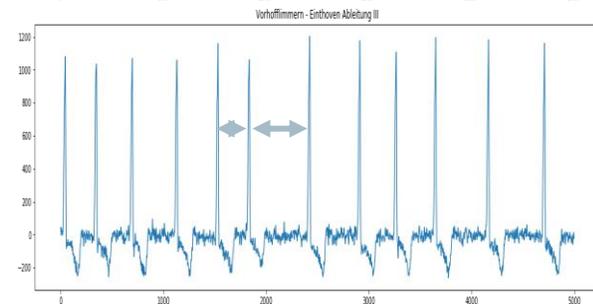
Prof. D. Fey (FAU), M. Oppelt, M. Breiling, (Fraunhofer IIS): „Low-Power Low-Memory Low-Cost EKG-Signalanalyse mit ML-Algorithmen (Lo3-ML)



Sinus Rhythmus



ST Depression



Atrial Fibrillation

Automotive Health

Warum ergibt Gesundheitsanalyse gerade im Auto Sinn?



Regelmäßig genutzte Umgebung

- 41,7 % der Deutschen ab 14 Jahren nutzen täglich oder fast täglich das Auto (2021), als Fahrer und Mitfahrer *
- Monitoring über lange Zeiträume gut umsetzbar

Abgeschlossene Umgebung mit in der Regel gleichen Nutzern

- Automobil ist ein geschlossener Raum bzw unter Umständen auch ein geschlossenes System
- Datenschutzkonformität

Bewegungsarme Situation

- Beim Fahren gibt es relativ wenig Bewegung verglichen mit anderen Alltagssituationen

Automotive Health

Im Fahrzeug lassen sich viele gesundheitsrelevante Parameter detektieren

Sensor- und
Signalfusion für
Driver Monitoring

Atmungsparameter
im Sitz

Drucksensoren im
Sitz: Bewegung und
Mobilisierung



Diverse Parameter
über Wearables (EKG,
EDA, etc)

Kamerabasierte
Parameter (z.b. HR)

Multi-Touch Sensoren
für physiologische
Parameter (ECG, PPG)

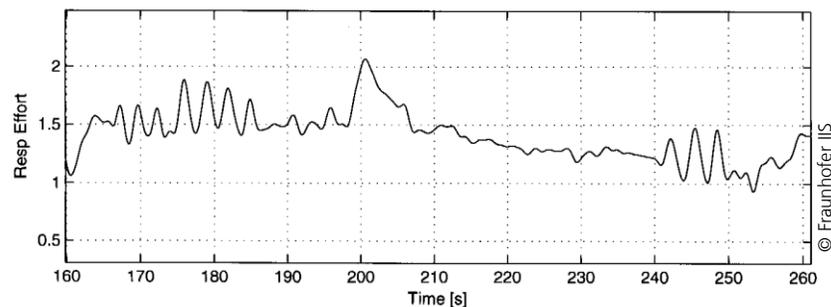
Atmungssensor im Gurt

Erfassung der thorakalen Atembewegung

Messung der Atemfrequenz im Sitz

- Primärspule in Rückenlehne des Sitzes erzeugt ein induktives Feld
- Sekundärspule integriert im Sicherheitsgurt empfängt das erzeugte Feld
- Fahrer moduliert durch Atembewegungen des Brustkorbs das aufgenommene Signal
- Ergebnis ist ein Zeitverlauf, der nach Filterung der Atemaktivität entspricht

Übertragung via RFID



Integrierte Drucksensoren

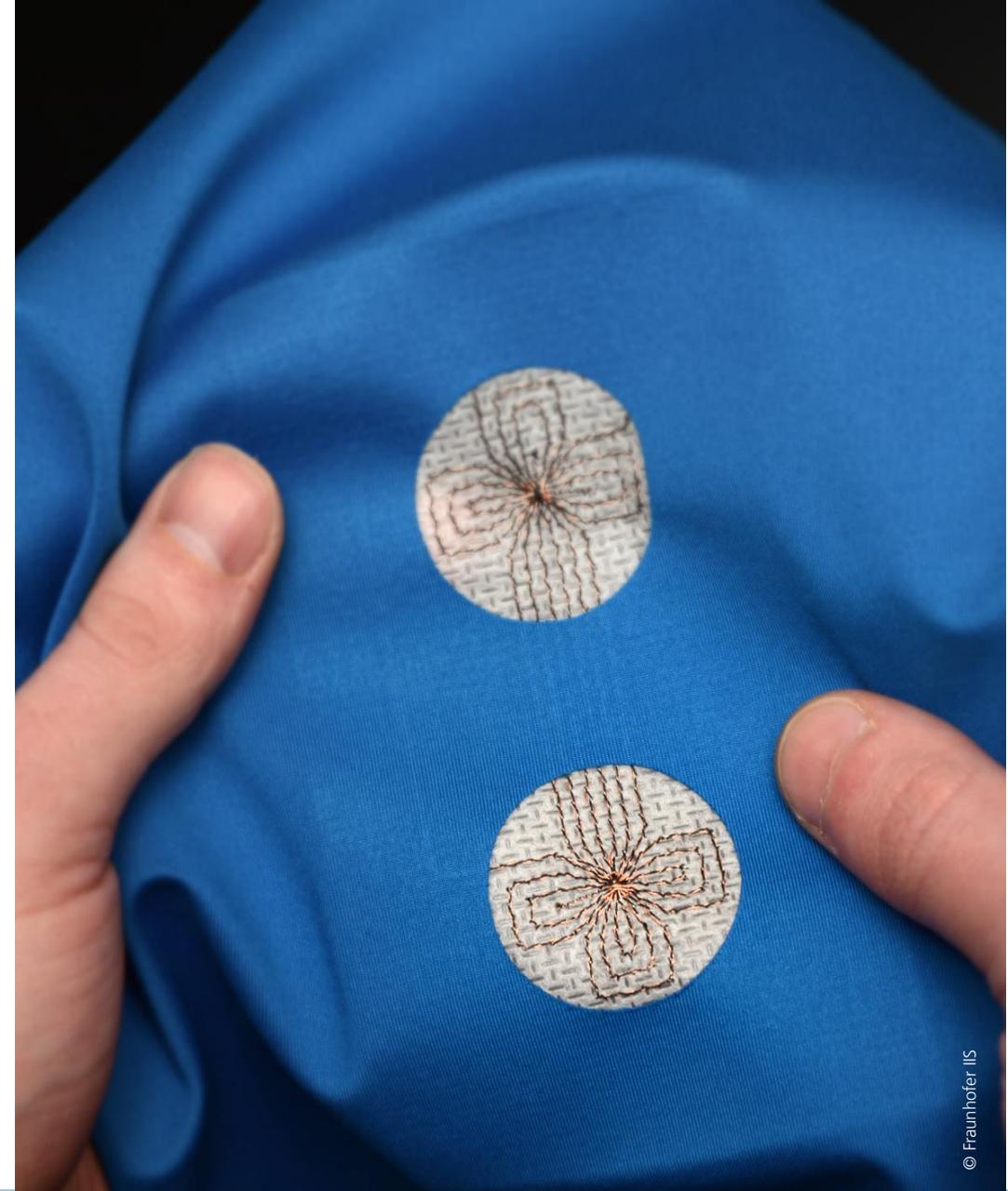
Sensorik zur Bewegungserfassung

Sensormatrix mit kapazitiven Sensorfeldern zur Messung der Druckverteilung in Echtzeit

- Positionsgenaue Detektion der Änderungen des elektrischen Felds durch Druckbelastungen auf die Sitzfläche (Gegenkapazitätsmessung, engl. Mutual-Capacitance-Sensing)
- Detektion minimaler Kapazitätsänderungen (Messbereich von 4 pF mit einer Auflösung von 16 Bit)
- Schmale Sensorbauhöhe von ca. 0,5 mm → Kein Einfluss auf den Sitzkomfort
- Atmungsaktives Material, einfache Integration in textile Oberflächen

Übertragung via Bluetooth

Aktivitätsparameter für Bewegungsanalyse und Profil



Projektbeispiel | Automotive Health

Referenzprojekt Daimler AG

Scope

Evaluation eines Mobilisationssitzes

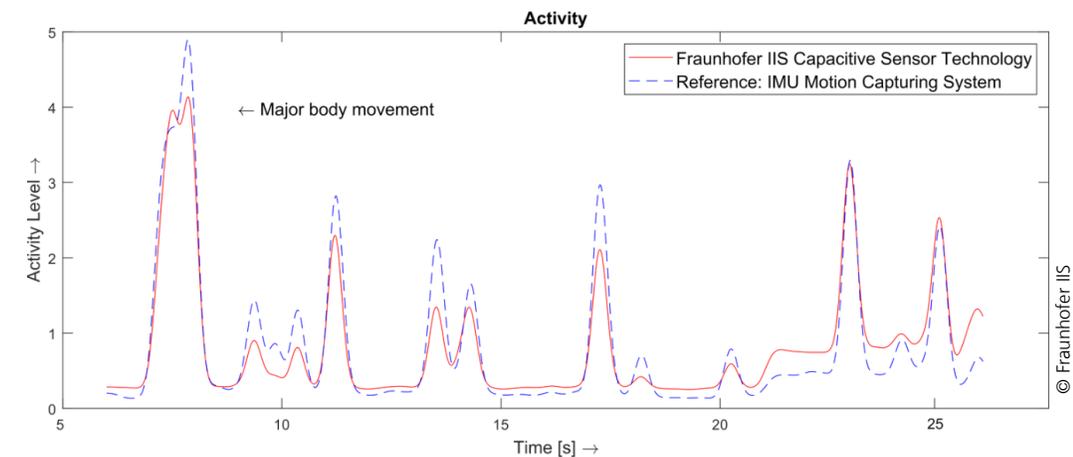
Prävention von Immobilität bei LKW Fahrern mit Luftkissen

Anforderungsanalyse und Testspezifikationen

Realisierung eines Teststandes und Integration spezieller kapazitiver Sensoren in einen LKW Sitz

Probandenstudien im Teststand und im Realverkehr

Ergebnis: Mobilisierung steigert die Entspannung und fördert die Aufmerksamkeit

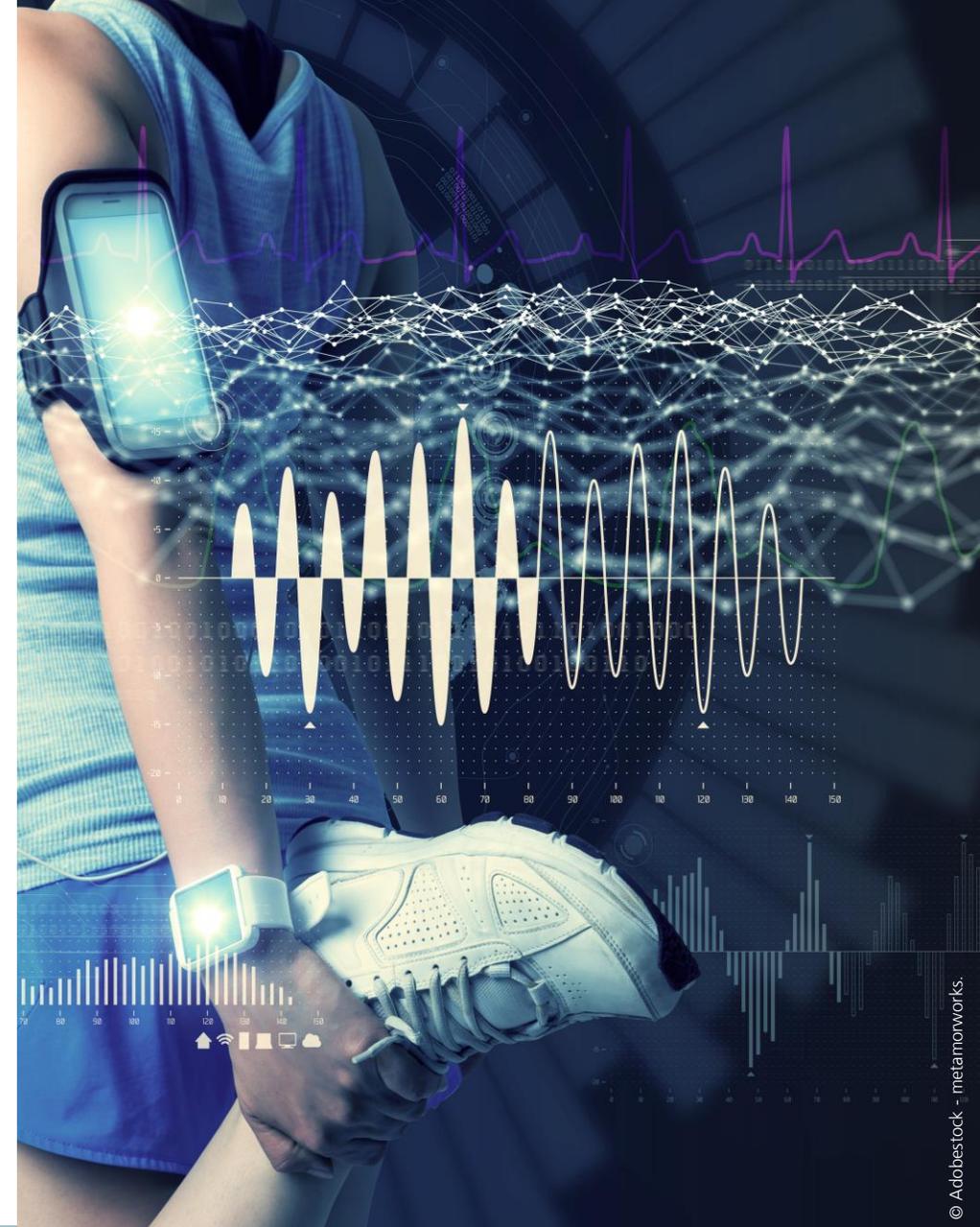


Erfassung von Biosignalen mit Wearables

Kopplung von externen Geräten mit dem Auto

Off-the-shelf Wearables bieten viele Vorteile

- Moderne Wearables (Apple Watch, Garmin, Fitbit etc.) werden von vielen Menschen sowieso getragen und im Zuge ihrer Gesundheitsvorsorge genutzt
- Viele Parameter messbar: HR, HRV, EDA, PPG, Aktivität ...
- Einige Hersteller bieten offene Schnittstellen, die mit den Automobilen verbunden werden können
- Zur Einschätzung der technischen Güte validieren wir Wearables gegen den Goldstandard



Projektbeispiel | Medizin und Gesundheit

CardioTEXTIL zur Langzeit-EKG Aufnahme im Alltag – oder im Auto

Spezifikationen

Signalaufnahme nach medizinischem Standard: Einthoven I, II, III

Abnehmbare Elektronik
Kompatibel mit Drittanbieter-Elektronik

Onboard Datenspeicherung auf Elektronik (SD-Card)

Inertialsensoren messen Beschleunigung in 3 Achsen

Datentransfer via Bluetooth/ Bluetooth Smart
Artefaktkompensation via Redundanzen

Kontextevaluation von ECG und Aktivität



Vorteile

1. Langzeitmonitoring
2. Signale vergleichbar mit medizinischem Standard
3. Hoher Tragekomfort
4. Keine Kabel oder Klebeelektroden
5. Waschbare Textilien

Anwendungen

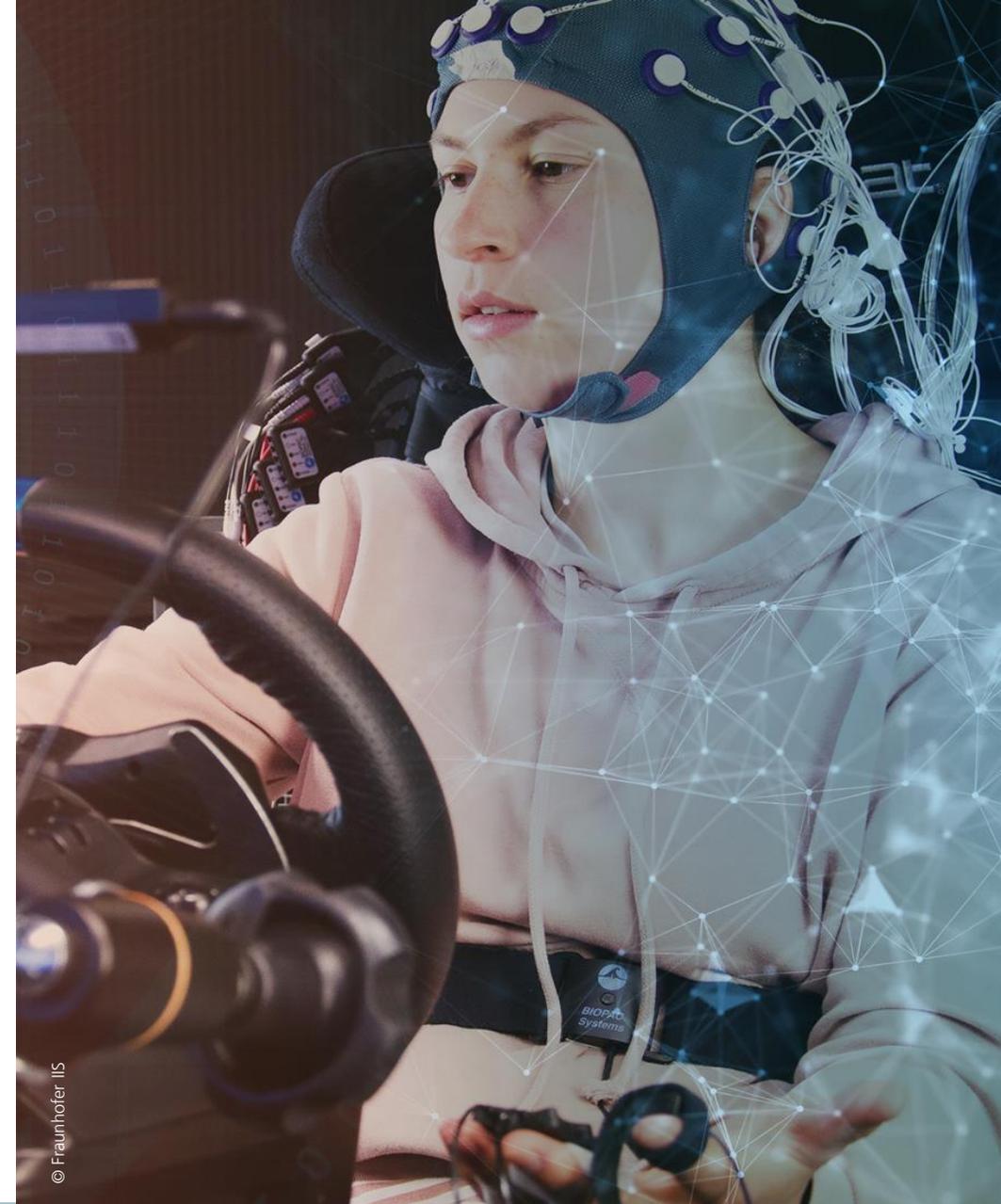
1. Früherkennung von Arrhythmien und Vorhofflimmern
2. Monitoring kardiovaskularer Risikopatienten

Kamerabasierte Biosignale

Herzraten durch die Kamera erkennen

Kontaktfreie Herzratendetektion

- Detektion von Hautarealen im Gesicht (Wange, Stirn etc.)
- Farbänderung der Haut entspricht der Frequenz des Pulses (PPG)
- Anwendbar in RGB und IR
- Genauigkeit ggü. Goldstandard EKG – ca. 5-8 Schläge (in RGB)



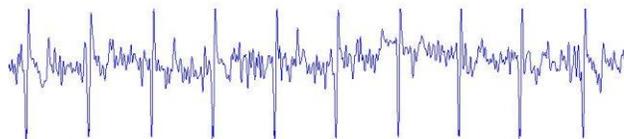
Multitouch Sensoren

Hochaufgelöste Herzraten durch Berührungen messen

Messung der Herzrate durch Auflegen der Hände auf dem Lenkrad oder dem Schaltknäuf

- Integration von EKG-Elektroden in das Lenkrad und den Schaltknäuf
- Ableitung des EKGs durch die Berührung von zwei Elektroden
- Intelligente Sensorfusion, die erkennt, welche beiden Elektroden berührt werden und über diese ein EKG ableitet
- Integration weiterer Elektroden möglich (z.B. Armlehne)
- Integration weitere Sensoren möglich, z.B. PPG im Schaltknäuf

Maximale Bewegungsfreiheit durch strategisch gut platzierte Elektroden



EKG



PPG



© Fraunhofer IIS



© Fraunhofer IIS

Multimodale Datenfusion

ADA Base

Autonomous Driving Cognitive Load Assessment Database

Unsere Datenbank enthält ein einzigartiges, multimodales Datenset als Grundlage zur Entwicklung intelligenter Algorithmen zur Erkennung von Cognitive Overload:

- Physiologische Informationen (EKG, EMG, PPG, Atmung, Eye Tracking)
- Verhaltensinformationen (FACS, Eye Tracking)
- Subjektive Informationen (Fragebögen, Standard Tests z.b. Nasa TLX)
- 2 Szenarien (n-back & driving)
- Über 50 Probanden, über 2h Rodaten

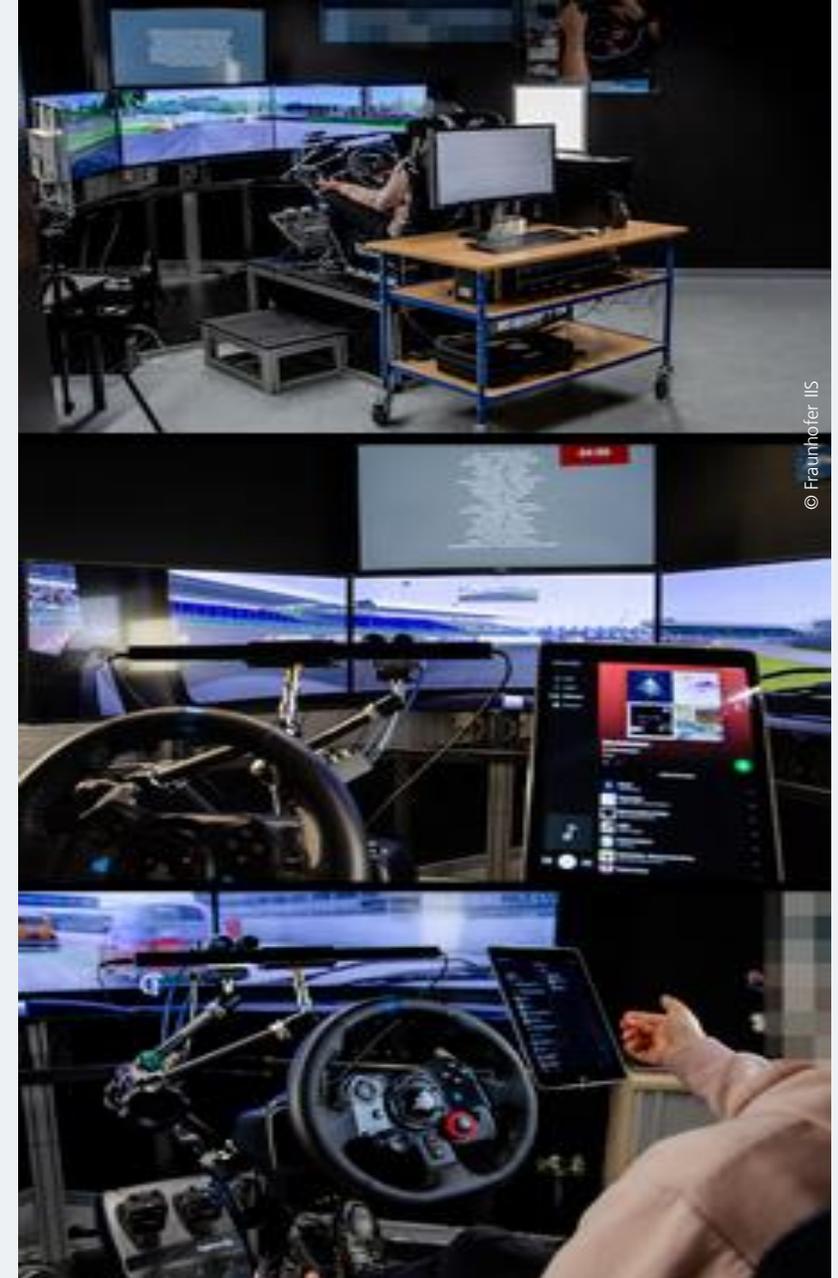
Für akademische Forschung ist ein Teil der Datenbank frei verfügbar



Paper



Dataset

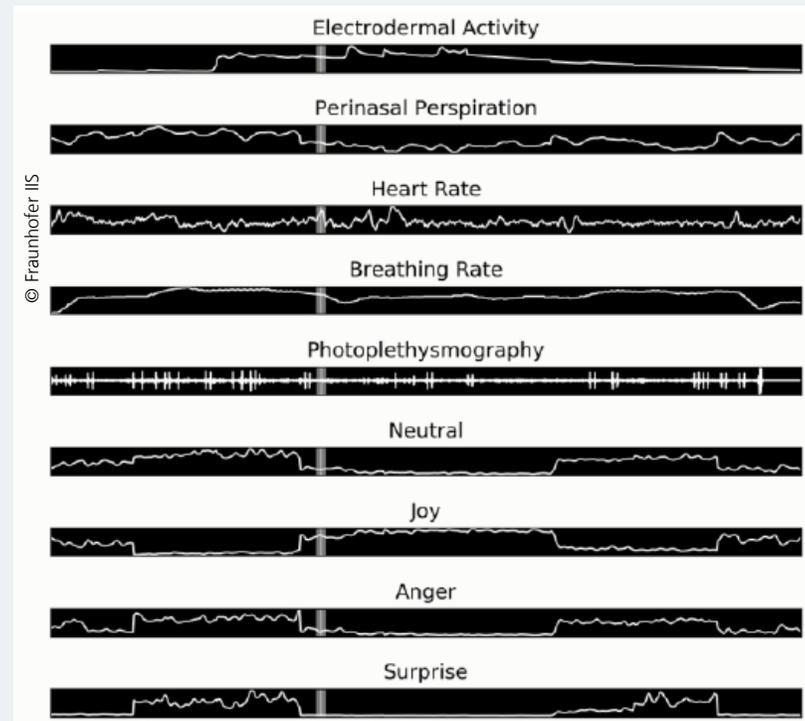
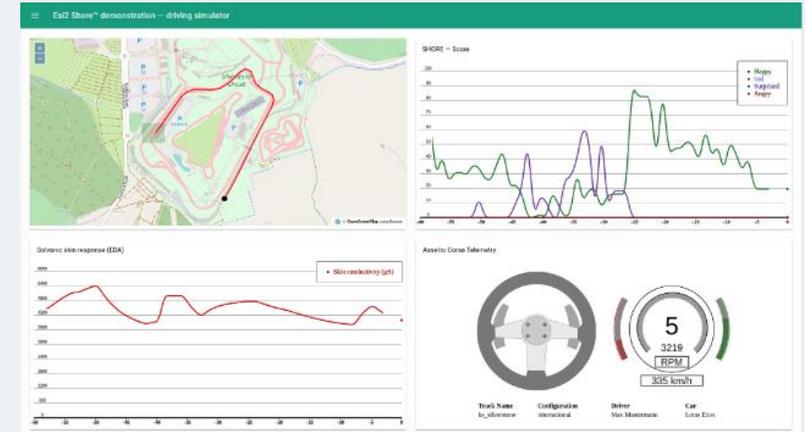


Multimodale Datenfusion

Driver Condition Monitoring – ein Signal ist gut, alle sind besser

Die Fusion der einzelnen Signale ermöglicht eine belastbarere Aussage zum psycho-physiologischen Zustand des Fahrers/Mitfahrers

- Biosignale aus Wearables und/ oder integrierten Sensoren
- Detektion von Überforderung, Müdigkeit, Aufmerksamkeit, Stress



	Single		N-Back Dual		Comb.		Single		Driving Dual		Comb.		Single		Both Dual		Comb.	
	F ₁	AUC																
PPG	0.61	0.66	0.48	0.61	0.53	0.60	0.58	0.65	0.59	0.61	0.53	0.57	0.52	0.62	0.54	0.57	0.52	0.55
	±0.10	±0.09	±0.21	±0.09	±0.10	±0.09	±0.12	±0.12	±0.07	±0.12	±0.12	±0.06	±0.16	±0.09	±0.07	±0.04	±0.09	±0.06
Respiration	0.61	0.71	0.64	0.69	0.62	0.65	0.61	0.68	0.65	0.72	0.70	0.76	0.64	0.65	0.62	0.67	0.63	0.65
	±0.14	±0.13	±0.12	±0.10	±0.11	±0.12	±0.11	±0.11	±0.11	±0.08	±0.10	±0.10	±0.05	±0.04	±0.09	±0.07	±0.05	±0.06
EMG	0.62	0.66	0.61	0.60	0.62	0.62	0.65	0.69	0.69	0.75	0.69	0.73	0.60	0.66	0.62	0.66	0.61	0.67
	±0.09	±0.08	±0.09	±0.10	±0.08	±0.05	±0.11	±0.11	±0.09	±0.09	±0.08	±0.05	±0.18	±0.05	±0.10	±0.05	±0.10	±0.06
ECG	0.67	0.73	0.67	0.73	0.64	0.71	0.71	0.87	0.73	0.88	0.79	0.87	0.67	0.74	0.70	0.78	0.70	0.75
	±0.11	±0.11	±0.08	±0.06	±0.14	±0.10	±0.15	±0.14	±0.07	±0.10	±0.09	±0.07	±0.11	±0.09	±0.08	±0.07	±0.07	±0.06
EDA	0.63	0.69	0.69	0.76	0.67	0.71	0.93	0.96	0.87	0.97	0.79	0.88	0.72	0.75	0.73	0.81	0.63	0.68
	±0.07	±0.10	±0.06	±0.08	±0.10	±0.08	±0.11	±0.06	±0.12	±0.04	±0.04	±0.03	±0.07	±0.06	±0.08	±0.05	±0.05	±0.04
Biosignals	0.70	0.79	0.70	0.78	0.69	0.77	0.88	0.97	0.92	1.00	0.86	0.96	0.73	0.81	0.76	0.87	0.74	0.81
	±0.13	±0.11	±0.09	±0.08	±0.07	±0.06	±0.08	±0.07	±0.04	±0.01	±0.06	±0.03	±0.07	±0.07	±0.08	±0.06	±0.05	±0.05
Eye Tracker	0.79	0.91	0.74	0.84	0.74	0.87	0.66	0.78	0.86	0.96	0.76	0.87	0.72	0.85	0.79	0.88	0.75	0.84
	±0.15	±0.10	±0.06	±0.07	±0.10	±0.08	±0.16	±0.15	±0.08	±0.04	±0.08	±0.06	±0.12	±0.12	±0.05	±0.04	±0.04	±0.05
Action Units	0.60	0.68	0.70	0.72	0.54	0.70	0.64	0.74	0.68	0.78	0.71	0.77	0.52	0.65	0.59	0.74	0.64	0.69
	±0.13	±0.06	±0.06	±0.10	±0.14	±0.06	±0.15	±0.09	±0.12	±0.11	±0.06	±0.08	±0.12	±0.09	±0.16	±0.08	±0.10	±0.07
Bio, AU's	0.70	0.80	0.71	0.85	0.70	0.80	0.89	0.97	0.91	0.99	0.85	0.96	0.73	0.81	0.80	0.90	0.73	0.84
	±0.14	±0.11	±0.11	±0.06	±0.08	±0.06	±0.07	±0.05	±0.05	±0.03	±0.07	±0.03	±0.05	±0.05	±0.08	±0.06	±0.08	±0.06
Eye, AU's	0.81	0.91	0.72	0.85	0.75	0.89	0.71	0.85	0.89	0.97	0.79	0.89	0.72	0.85	0.81	0.90	0.76	0.85
	±0.14	±0.12	±0.07	±0.07	±0.05	±0.05	±0.13	±0.10	±0.05	±0.02	±0.09	±0.07	±0.11	±0.10	±0.09	±0.04	±0.04	±0.05
Bio, Eye	0.83	0.93	0.68	0.85	0.76	0.89	0.90	0.96	0.93	1.00	0.88	0.96	0.82	0.92	0.83	0.91	0.81	0.90
	±0.12	±0.10	±0.17	±0.08	±0.11	±0.07	±0.08	±0.07	±0.06	±0.01	±0.06	±0.03	±0.07	±0.06	±0.09	±0.06	±0.05	±0.02
Bio, Eye, AU's	0.76	0.92	0.73	0.88	0.77	0.90	0.91	0.98	0.91	1.00	0.88	0.96	0.84	0.93	0.84	0.93	0.81	0.91
	±0.15	±0.11	±0.11	±0.08	±0.11	±0.05	±0.09	±0.05	±0.06	±0.01	±0.05	±0.03	±0.07	±0.05	±0.05	±0.04	±0.04	±0.02

Fahrer/ Insassen Zustandsanalyse

Was kann das Fraunhofer IIS bieten



Individualisierte Probandenstudie

- Testing und Validierung von Driver Monitoring Systemen (DMS)
- Aufnahme von qualitativ hochwertigen Kontextdaten als Basis zur Entwicklung von KI-Algorithmen
- Zugang zu medizinischer Expertise und Infrastruktur

Forschung und Entwicklung Sensorintegration

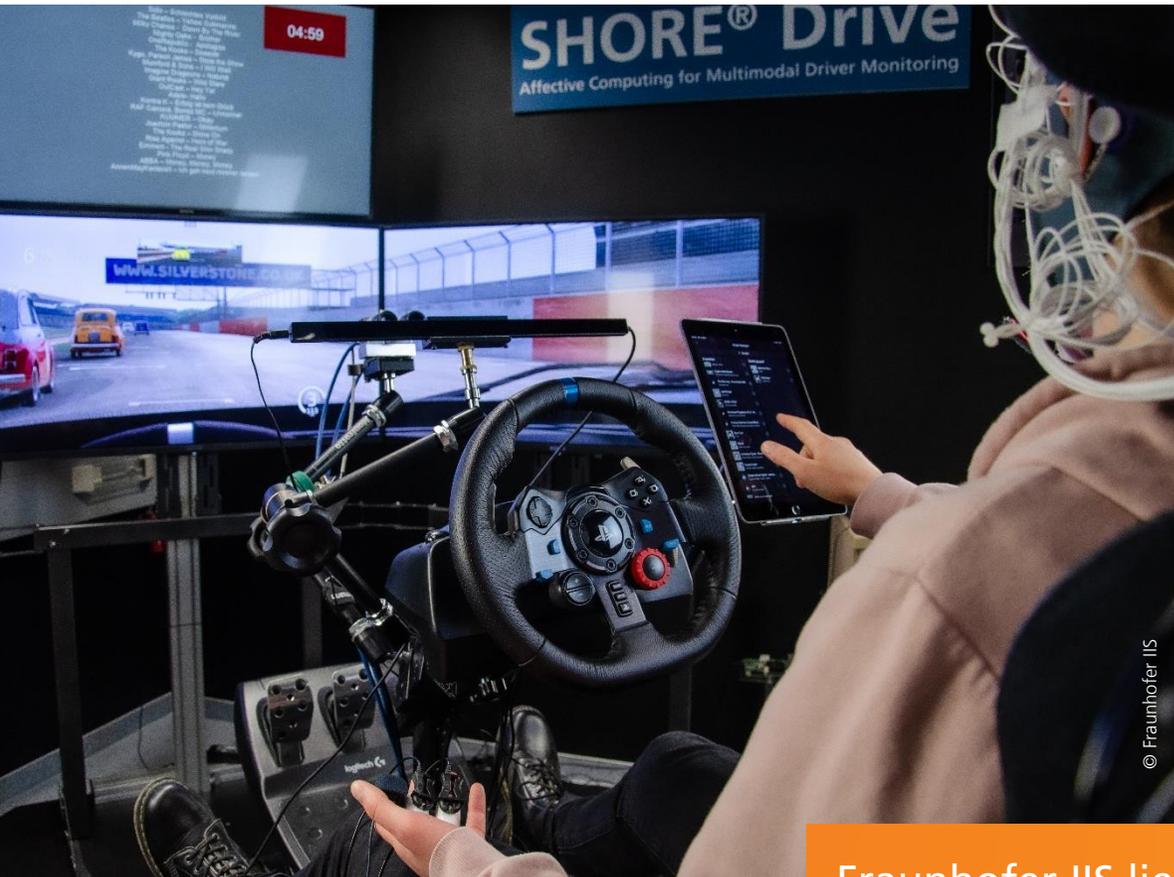
- Machbarkeitsstudien und Validierung Sensortechnologie
- Anforderungsanalyse und Systemspezifikation
- Implementierung von Laborprototypen (z.B. Sensoren)

Algorithmusentwicklung und Lizenzierung

- Multimodale Datenfusion und Analyse kognitiver Belastung
- Detektion des Fahrerzustandes aus verschiedenen medizinischen Daten

Individuelle Probandenstudien

Überblick



Studiensetup: Die individuellen Anforderungen des Kunden definieren die Art der aufgenommenen Daten, das Probandenkollektiv und die Datenanalyse.

Datenaufnahme: Unsere Messinfrastruktur für Biosignale, Fragebögen etc ist perfekt synchronisiert und schnell einsatzfähig.

Modalitäten: HR und HRV mittels EKG, EDA, Atmung, Muskelaktivität mit EMG, EEG, Blickrichtung, Fragebögen und mehr

Fahrsimulator: Das Setup bietet eine perfekte Umgebung um schnell neue Technologien auf ihre Einsatzfähigkeit im Straßenverkehr zu testen.

Datenanalyse: Wir verwenden KI-basierte Algorithmen um multimodale Daten im Sinne der Spezifikationen des Kunden zu analysieren.

Fraunhofer IIS liefert wissenschaftlich hochwertige, unabhängige Studienergebnisse!

Fahrer/ Insassen Zustandsanalyse

Was kann das Fraunhofer IIS bieten



Individualisierte Probandenstudie

- Testing und Validierung von driver monitoring Systemen
- Aufnahme von qualitativ hochwertigen Kontextdaten als Basis zur Entwicklung von KI-Algorithmen
- Zugang zu medizinischer Expertise und Infrastruktur

Forschung und Entwicklung Sensorintegration

- Machbarkeitsstudien und Validierung Sensortechnologie
- Anforderungsanalyse und Systemspezifikation
- Implementierung von Laborprototypen (z.B. Sensoren)

Algorithmusentwicklung und Lizenzierung

- Multimodale Datenfusion und Analyse kognitiver Belastung
- Detektion des Fahrerzustandes aus verschiedenen medizinischen Daten

Fahrer/ Insassen Zustandsanalyse

Was kann das Fraunhofer IIS bieten



Individualisierte Probandenstudie

- Testing und Validierung von driver monitoring Systemen
- Aufnahme von qualitativ hochwertigen Kontextdaten als Basis zur Entwicklung von KI-Algorithmen
- Zugang zu medizinischer Expertise und Infrastruktur

Forschung und Entwicklung Sensorintegration

- Machbarkeitsstudien und Validierung Sensortechnologie
- Anforderungsanalyse und Systemspezifikation
- Implementierung von Laborprototypen (z.b. Sensoren)

Algorithmusentwicklung und Lizenzierung

- Multimodale Datenfusion und Analyse kognitiver Belastung
- Detektion des Fahrerzustandes aus verschiedenen medizinischen Daten

Contacts



Dr. Nadine Lang-Richter
Head of Medical Data Analysis
Tel. +49 9131 776-7351
Nadine.lang-richter@iis.fraunhofer.de

Fraunhofer IIS
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen
www.iis.fraunhofer.de/health



Norman Pfeiffer
Head of Medical Sensor Systems
Tel. +49 9131 776-7352
Norman.pfeiffer@iis.fraunhofer.de

Fraunhofer IIS
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen
www.iis.fraunhofer.de/health