

# Unfall- und Notfallinformatik

## Vom eCall zu eHealth im Fahrzeug



MHH  
Medizinische Hochschule  
Hannover



Technische  
Universität  
Braunschweig



# Übersicht

---

- Einleitung
  - PLRI
  - Definition: Medizinische Informatik
  - WHO Road Savety Reports
  - Fallbeispiel
- Notruf
- Diagnostische Räume
- eHealth in privaten Diagnostischen Räumen
- Diskussion
- Zusammenfassung

# PLRI: Das Peter L. Reichertz Institut

- 1969
  - **Peter L. Reichertz** wird an die MHH berufen
- 1975
  - Nebenfach Medizin an der TU Braunschweig (Prof. Reichertz)
- 1996
  - **Dietrich P. Pretschner** gründet das Institut für Medizinische Informatik der TU BS
- 2000
  - **Herbert K. Matthies** wird apl. Prof. für Medizinische Informatik an der MHH



Prof. Reichertz  
(1930 - 1987)



Prof. Pretschner  
(1938 - 2007)



Prof. Matthies

# PLRI: Das Peter L. Reichertz Institut

---

- 2004
  - **Reinhold Haux** wird Leiter des Instituts für Medizinische Informatik der TU BS
- 2007
  - **Gründung des PLRI** (Haux & Pretschner)
  - einzige Organisation von MHH und TU BS
- 2015
  - **Michael Marschollek** wird Leiter des PLRI, Campus Hannover
- 2017
  - **Thomas M. Deserno** wird Leiter des PLRI, Campus Braunschweig



Prof. Dr. Reinhold Haux



Prof. Dr. med. Dr.-Ing. Michael Marschollek



Prof. Dr. Thomas Deserno

# PLRI: Thomas M. Deserno (né Lehmann)

- **Werdegang**

- 1966: geboren
- 1985: Abitur
- 1992: Diplom Elektrotechnik
- 1998: Promotion Informatik
- 2004: Habilitation Medizinische Informatik
- 2007: apl. Professor Medizinische Informatik

RWTH Aachen  
University



- **Forschung**

- Medizinische Bildverarbeitung
- Computerunterstützte Diagnose
- Bild- & Datenmanagement
- IT für die klinische Forschung
- Mobile Health



Image-guided  
navigation of blind



# Definition: Medizinische Informatik

---

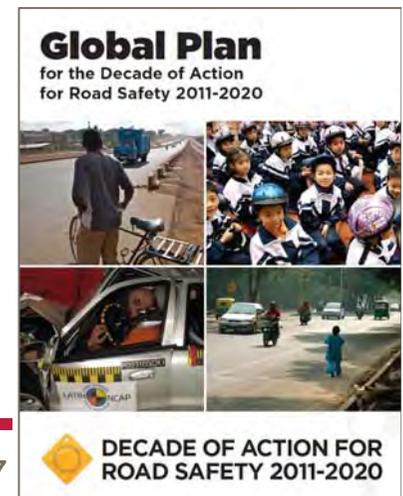
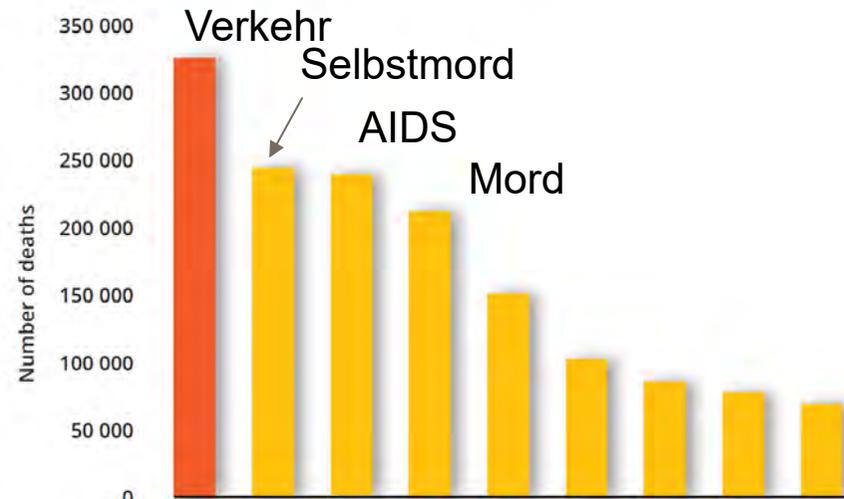
- Wikipedia
  - Wissenschaft der systematischen Erschließung, Darstellung, Verwaltung, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Algorithmen, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen.
  
- Informatik vs. Medizinische Informatik
  - Komplexität der Information
  - Semantik der Information (Bedeutung)
  
- Paradigma (Reichert)
  - Die richtige Information
  - Zur richtigen Zeit
  - Am richtigen Ort



# WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

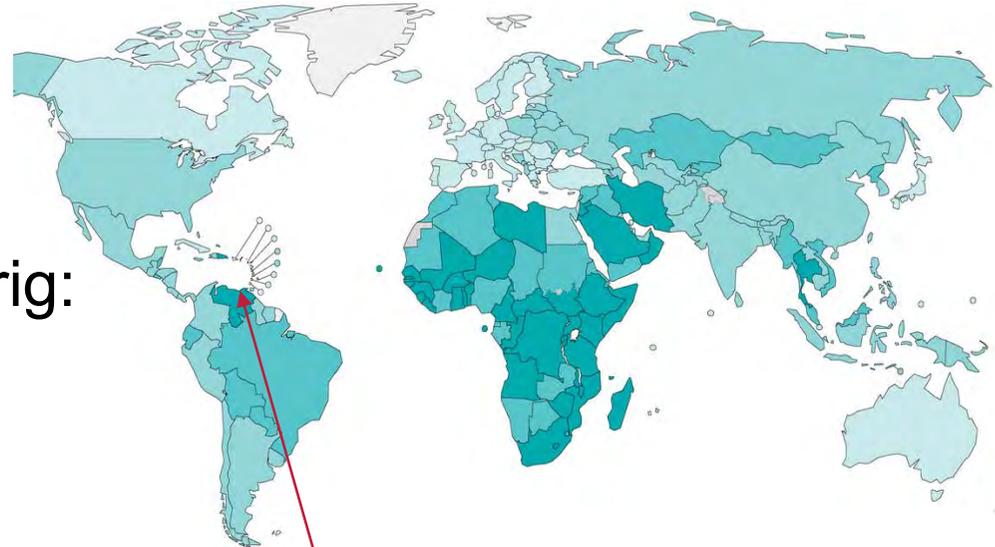
- Heutige Situation
  - 1.25 Mio Tote pro Jahr
  - 3.400 Tote pro Tag
- Killer No. 1 bei 15-29 jährig:
  - Straßenverkehr

Top ten causes of death among people aged 15–29 years, 2012

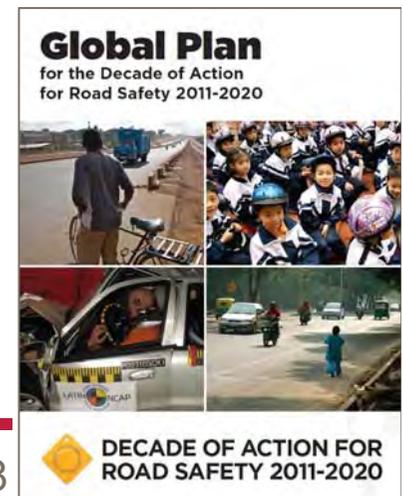


# WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

- Heutige Situation
  - 1.25 Mio Tote pro Jahr
  - 3.400 Tote pro Tag
- Killer No. 1 bei 15-29 jährig:
  - Straßenverkehr
- Europa?



> 25 Tote pro 100,000 Einwohner  
Mortalitätsrate durch Verkehrsunfälle  
(WHO 2013)

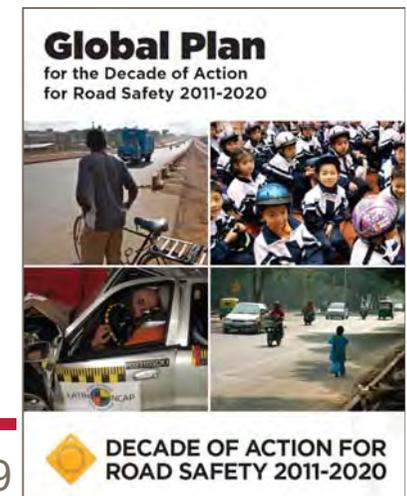


# WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

- Heutige Situation
  - 1.25 Mio Tote pro Jahr
  - 3.400 Tote pro Tag
- Killer No. 1 bei 15-29 jährig:
  - Straßenverkehr
- Europa?
  - 27.03.2018, Peine
  - Bestes Wetter, kein Verkehr
  - Ursache unklar (Gesundheit?)
- WHO Aktivitäten

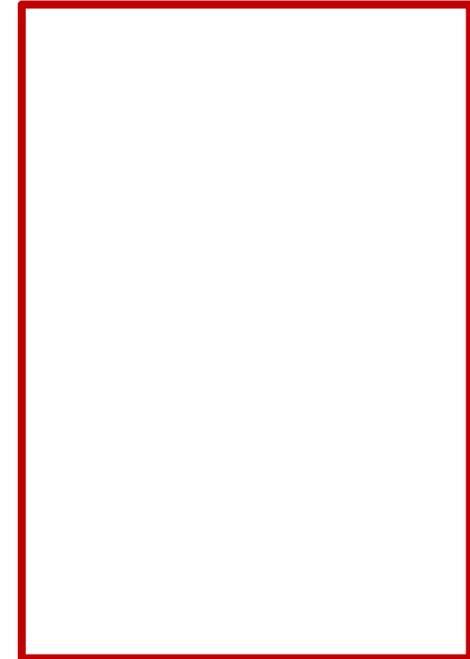
## 16-Jähriger stirbt bei Motorradunfall

Ein 16-jähriger Motorradfahrer ist am Nachmittag bei einem schwerem Verkehrsunfall auf der Landesstraße 321 tödlich verunglückt. Aus noch unbekannter Ursache war er zwischen Wolterf und Sophiental von der Fahrbahn abgekommen und frontal in eine Leitplanke geprallt, teilte die Polizei mit.



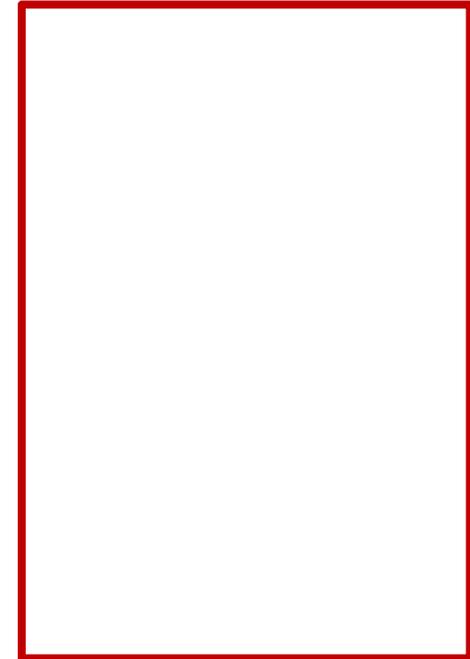
# Fallbeispiel: Michael Schumacher

- 30.12.2013
  - t=0: Sonne, langsam, Helm, Unfall
  - t+10: Ersthelfer Team
  - t+25: Hubschrauber  
Schumacher bei Bewusstsein (Kondition)  
20 min Flugzeit zum Traumazentrum
  - t+30: Schumacher kollabiert, nicht intubiert
  - t+40: Hubschrauber umgeleitet  
nächstes Krankenhaus, kein Traumazentrum
  - t+100: Schumacher stabilisiert
  - t+120: Traumazentrum erreicht

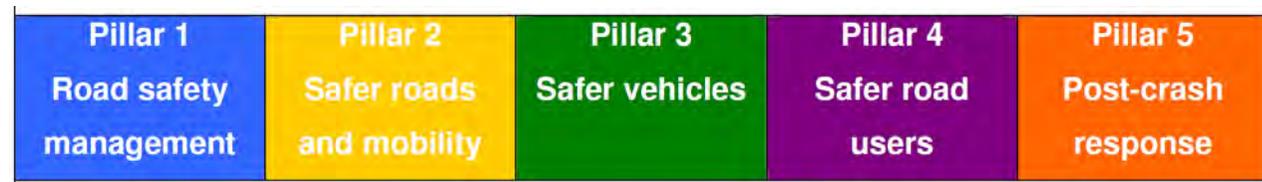


# Fallbeispiel: Michael Schumacher

- 30.12.2013
  - t=0: Sonne, langsam, Helm, Unfall
  - t+10: Ersthelfer Team
  - t+25: Hubschrauber  
Schumacher bei Bewusstsein (Kondition)  
20 min Flugzeit zum Traumazentrum
  - t+30: Schumacher kollabiert, nicht intubiert
  - t+40: Hubschrauber umgeleitet  
nächstes Krankenhaus, kein Traumazentrum
  - t+100: Schumacher stabilisiert
  - t+120: Traumazentrum erreicht

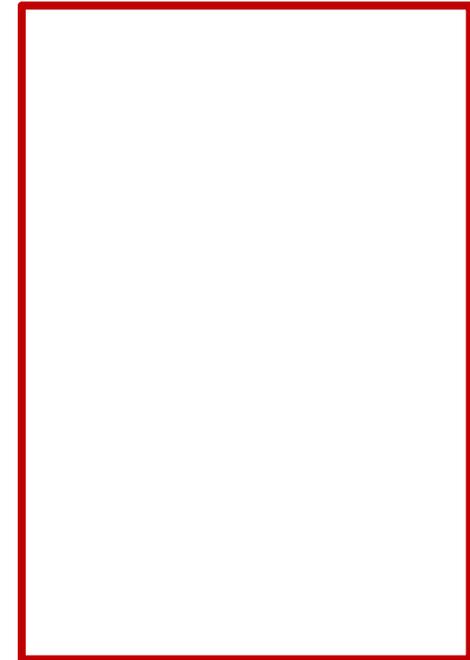


- Was lief falsch?



# Fallbeispiel: Michael Schumacher

- 30.12.2013
  - t=0: Sonne, langsam, Helm, Unfall
  - t+10: Ersthelfer Team
  - t+25: Hubschrauber  
Schumacher bei Bewusstsein (Kondition)  
20 min Flugzeit zum Traumazentrum
  - t+30: Schumacher kollabiert, nicht intubiert
  - t+40: Hubschrauber umgeleitet  
nächstes Krankenhaus, kein Traumazentrum
  - t+100: Schumacher stabilisiert
  - t+120: Traumazentrum erreicht



- Was lief falsch?

- Besseres Fahrzeug  
(aktiver Helm mit Sensorik)
- Mehr Information für den Notruf



# Übersicht

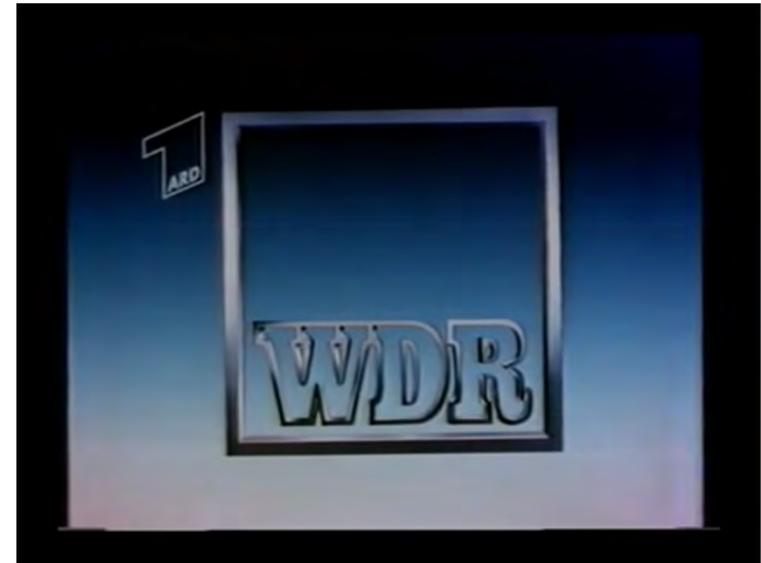
---

- Einleitung
- Notruf
  - Notruf 1982
  - eCall 2018
  - eCall 2020
  - Definition: Unfall- & Notfallinformatik
- Diagnostische Räume
- eHealth in privaten Diagnostischen Räumen
- Diskussion
- Zusammenfassung

# Notruf 1982

---

- Der 7. Sinn
  - Unfallstelle absichern
  - Hilfe rufen
  - Erste Hilfe leisten



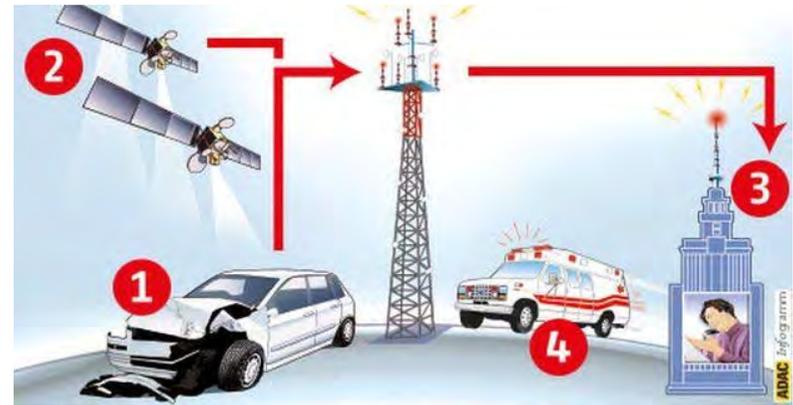
# Notruf 1982 – 2018

- Der 7. Sinn
  - Unfallstelle absichern
  - Hilfe rufen
  - Erste Hilfe leisten
- Hilfe rufen
  - 1982: Telefonzelle finden
  - 1992: D-Netz Mobiltelefon
  - 2007: Apple iPhone
  - 2015: eCall (EU Beschluss)
  - 2018: eCall (in Serie)



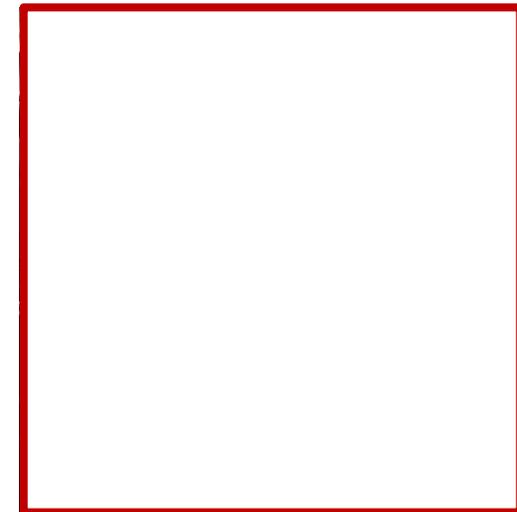
# eCall 2018

- 1. Auto detektiert Crash
  - Airbag (Sensorik)
- 2. Meldung via Mobilfunk
  - GPS Ortung
  - Fahrzeuginformation
- 3. Rück-Anruf vom Operator
  - Telefon-Sprechverbindung (multi-lingul)
  - Keine Antwort?
- 4. Rettungsdienst
  - GPS Koordinaten als Zielort
  - Rettungstransportwagen (RTW)
  - Notarzt
  - ...



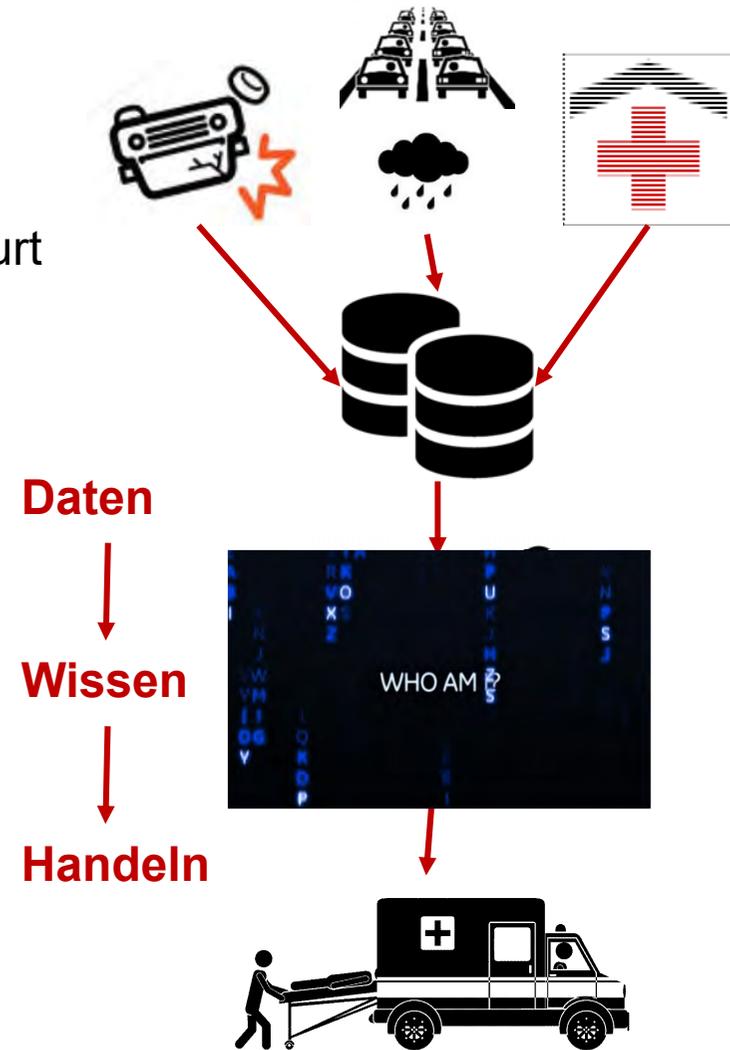
# eCall 2018: Ist das zeitgemäß?

- Minimal Data Set
  - Position 1, Position 2
  - Zeitstempel, Fahrzeugart
- Smart Cars
  - Beschleunigungen (Airbags)
  - Sitzbelegung, Gewicht
  - Insassenidentifikation (Fahrer)
  - Wetter, Temperatur, Verkehr, Reifendruck, ...
  - Pedal / Lenkrad-Bewegung
- Medizinisches Bio-Monitoring
  - EKG
  - Hautimpedanz (Stress)
  - Atemfrequenz
  - ...



# eCall 2020: Die Vision

- **Daten: Unfallregister**
  - Sensordaten (Fahrzeug)
    - Art: Typ, Baujahr
    - Insassen: Anzahl, Gewicht (Alter), Gurt
    - Sensorik: Ort, Zeit, Licht,
    - Systeme: ABS, ESP, Airbag
  - Gesundheitsdaten (Mensch)
    - Elektronische Gesundheitsakte: Verletzung, Behandlung, Erfolg
  - Umweltdaten (Exposom)
    - Wetter, Verkehr
- **Wissen: Algorithmus**
  - Verletzungsvorhersage pro Sitz
- **Handlung: Optimale Hilfeleistung**
  - automatisch, sekundenschnell



# Definition: Unfall- & Notfall-Informatik

---

- Ist die Wissenschaft von der systematischen Erfassung und Bereitstellung
  - *medizinischer* Daten (z.B. elektronische Gesundheitsakte) sowie
  - *sensorischer* Daten der Umgebung des Menschen (z.B. Beschleunigungs-Sensorik im Fahrzeug),
- deren
  - *syntaktische* Integration und
  - *semantische* Integration und
- Analyse,
- um Unfälle oder medizinische Notfälle
  - zu prognostizieren,
  - zu vermeiden oder
  - deren Auswirkungen auf das betroffene Individuum zu lindern.



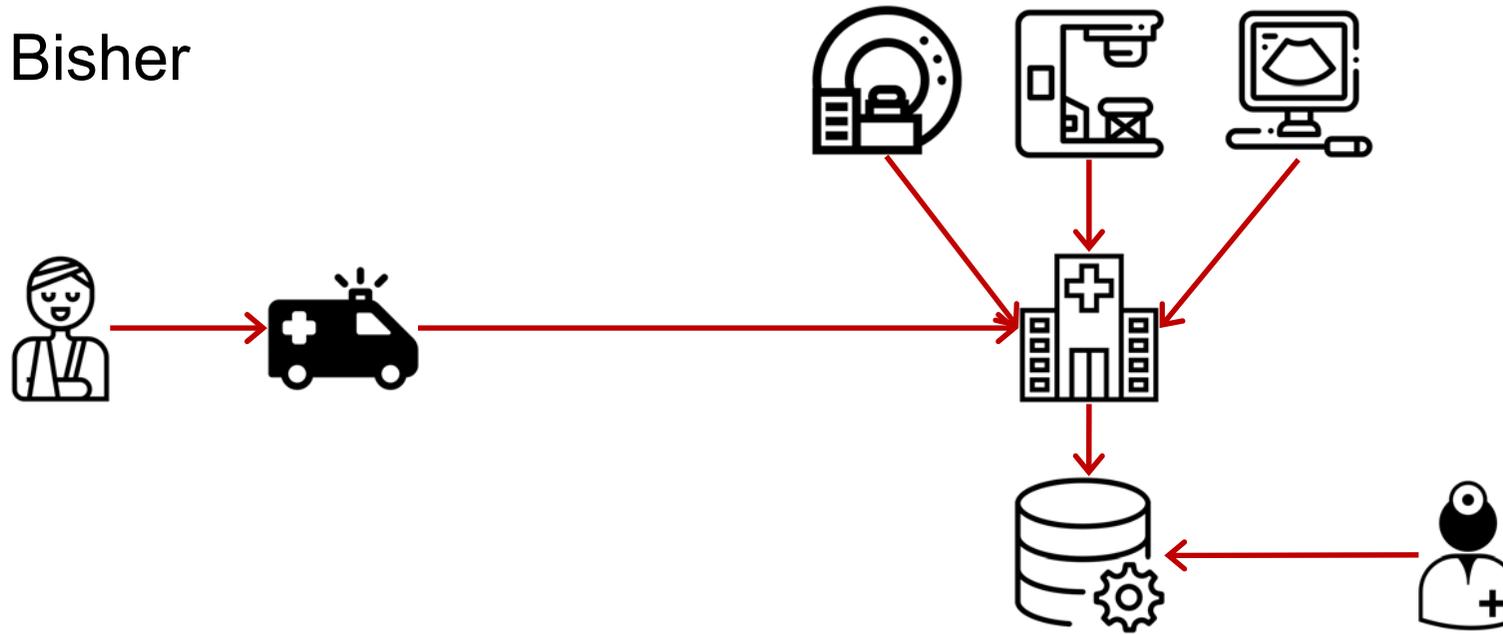
# Übersicht

---

- Einleitung
- Notruf
- Diagnostische Räume
  - Mobile Datenerzeugung
  - Räumliche Skalen
  - Arten von Diagnostischen Räumen
- eHealth in privaten Diagnostischen Räumen
- Beispiele
- Diskussion

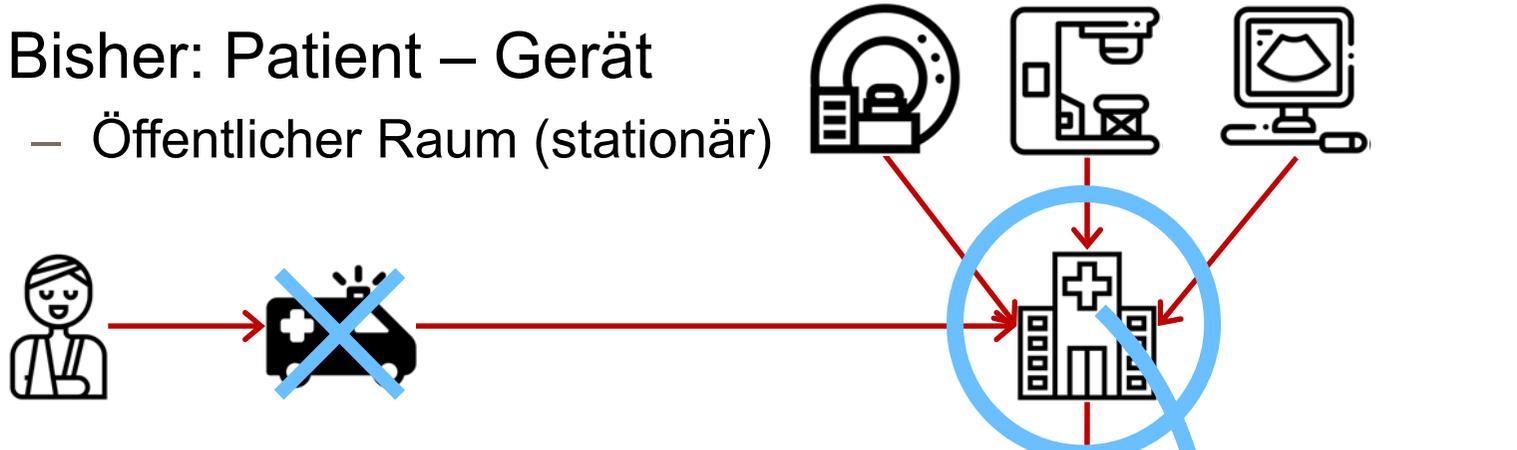
# Mobile Datenerzeugung

- Bisher



# Mobile Datenerzeugung

- Bisher: Patient – Gerät
  - Öffentlicher Raum (stationär)



- Künftig: Gerät – Patient
  - Privater Raum (smart & mobil)



# Mobile Datenerzeugung

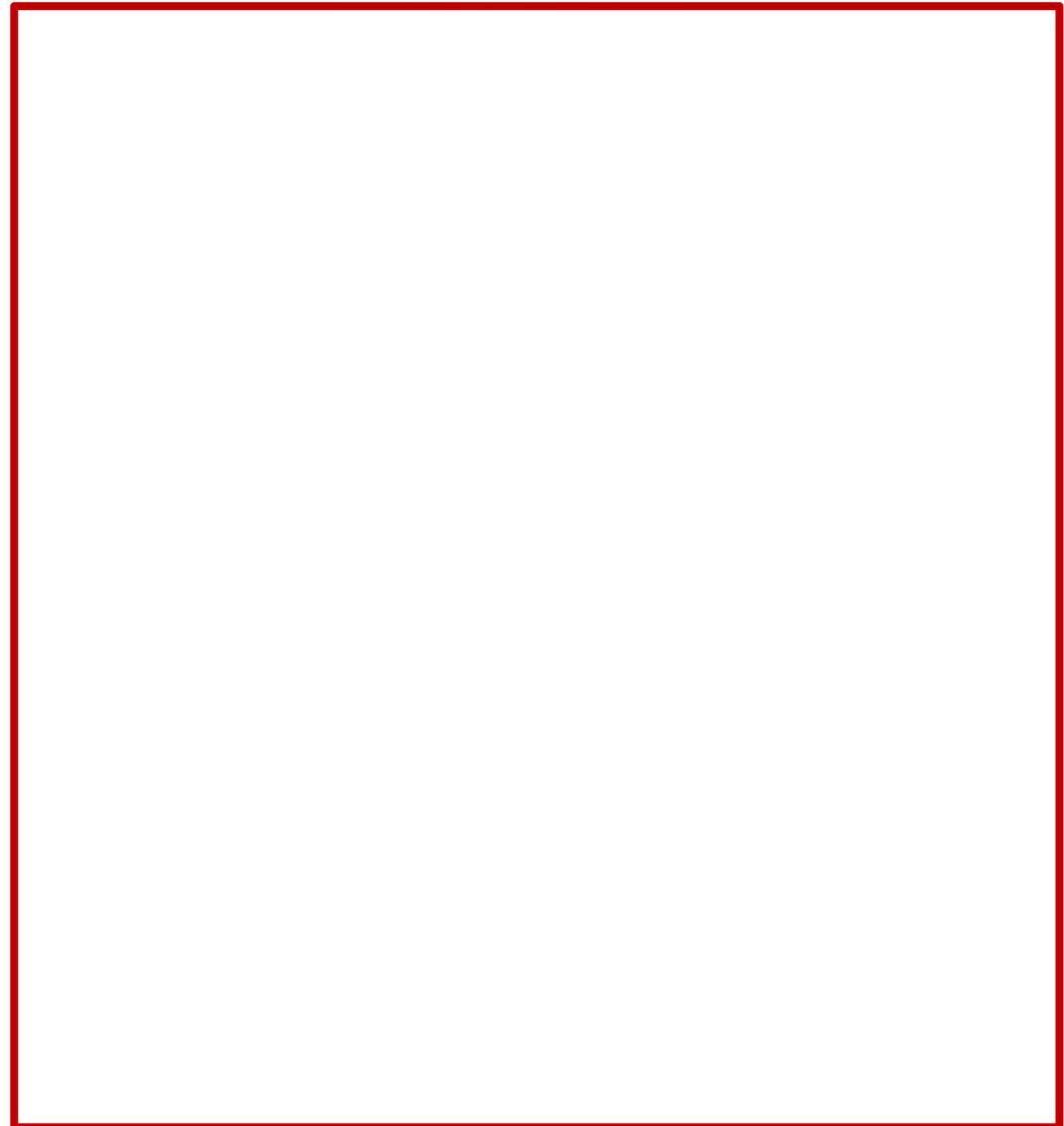
- Beispiele

- Fundoskopie
- Dermatoskopie
- Endoskopie
- Pulsoximeter
- EKG
- Ultraschall
- ...



# Räumliche Skalen

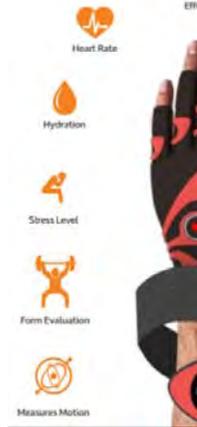
- Beispiele
  - Fundoskopie
  - Dermatoskopie
  - Endoskopie
  - Pulsoximeter
  - EKG
  - Ultraschall
  - ...
- Skalen der Umgebung
  - Implantate



# Räumliche Skalen

- Beispiele

- Fundoskopie
- Dermatoskopie
- Endoskopie
- Pulsoximeter
- EKG
- Ultraschall
- ...

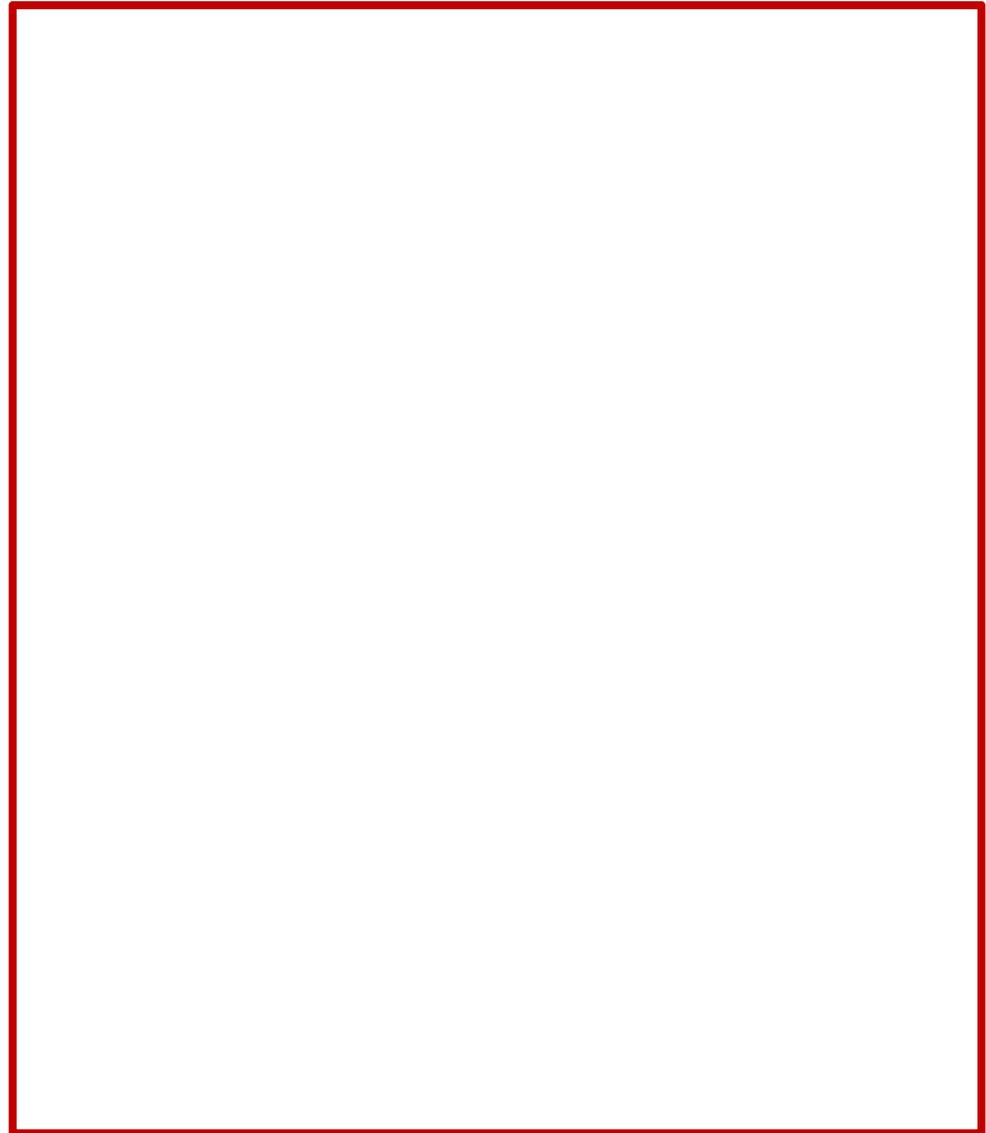


- Skalen der Umgebung

- Implantate
- Kleidung & mobile Geräte

# Räumliche Skalen

- Beispiele
  - Fundoskopie
  - Dermatoskopie
  - Endoskopie
  - Pulsoximeter
  - EKG
  - Ultraschall
  - ...
- Skalen der Umgebung
  - Implantate
  - Kleidung & mobile Geräte
  - Fahrzeuge



# Räumliche Skalen

- Beispiele

- Fundoskopie
- Dermatoskopie
- Endoskopie
- Pulsoximeter
- EKG
- Ultraschall
- ...

- Skalen der Umgebung

- Implantate
- Kleidung & mobile Geräte
- Fahrzeuge
- Wohnungen

Light-int  
sensor

Power sens

Lamp sens

Bed sen

Door

Ho  
ser

# Räumliche Skalen

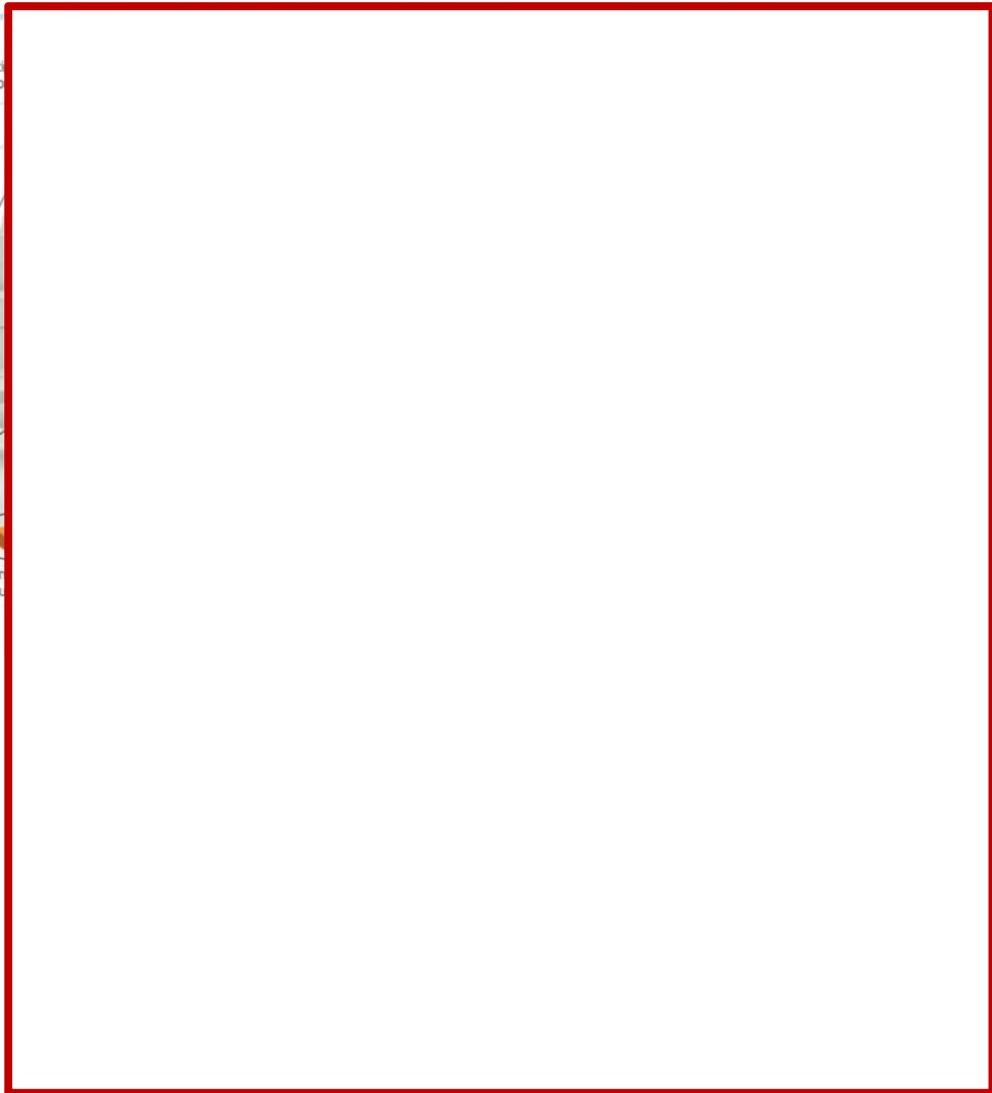
- Beispiele

- Fundoskopie
- Dermatoskopie
- Endoskopie
- Pulsoximeter
- EKG
- Ultraschall
- ...



- Skalen der Umgebung

- Implantate
- Kleidung & mobile Geräte
- Fahrzeuge
- Wohnungen
- Umwelt (Stadt)



Beispiel: Flugschreiber

# Arten von Diagnostischen Räumen

---

- Medizinische EDR

- Smart Implants
- Smart Wearables
- Smart Cars
- Smart Homes
- Smart Cities

} persönlich  
} privat  
} öffentlich

- Private Räume

- Fahrzeug
- Wohnung

“Das Fahrzeug als privater Raum”  
“Das Fahrzeug als Diagnostischer Raum”

# Übersicht

---

- Einleitung
- Notruf
- Diagnostische Räume
- eHealth in privaten diagnostischen Räumen
  - Stufe 1: nicht-medizinische Sensorik
  - Stufe 2: medizinische Sensorik
  - Stufe 3: Kommunikation & Big Data Analytics
  - Integrationsarchitekturen
  - Analogie: Wohnung
- Diskussion
- Zusammenfassung

# Stufe 1: Nicht-medizinische Sensorik

---

- Vitalmonitoring (Fahrzeug = Fitnissarmband)
  - Gurtschließalarm: Körpergewicht (Gewichtssensor im Sitz)
  - Klimaanlage: Körpertemperatur (Thermosensor im Sitz)
  - Müdigkeitsassistentz: Lied- / Pulsschlag (Kamera im Innenraum)
  - ...
- Bewegungsabläufe (Fahrzeug = Diagnostischer Raum)
  - Zeitintervalle indizieren Mobilitätsstatus
    - Tür Öffnen bis Schließen / Angurten / Motor starten
  - Bedienelemente indizieren Krankheiten
    - Lenkrad: Handzittern und Parkinson
    - Gaspedal: Fußzittern und Parkinson
  - ...



# Stufe 2: Medizinische Sensorik

- Anforderungen
  - Unbemerkt
  - Integriert
  - Automatisch
  - Preisgünstig
- Was ist machbar?
  - Atmung
  - Puls
  - EKG
  - Hautimpedanz
  - ...
- Beispiel
  - Atmung  
mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

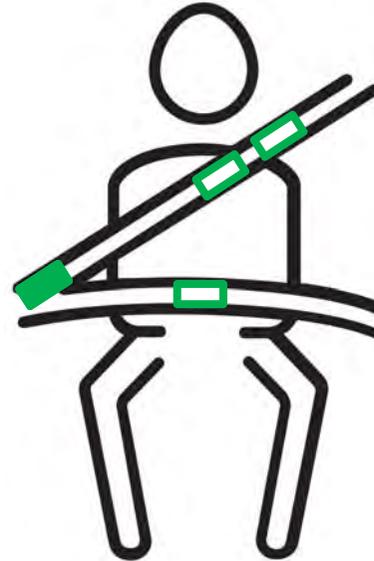


# Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Optimale Position

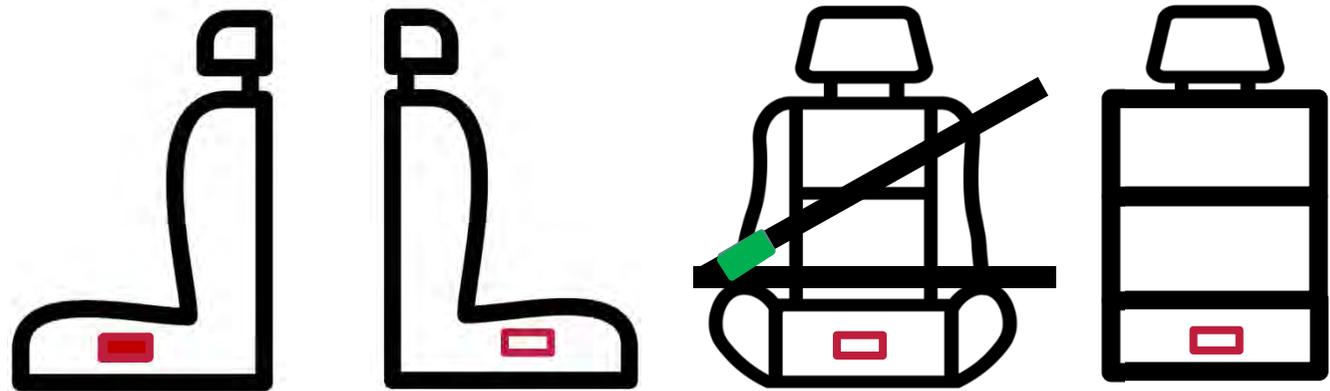
- Messgeber

- Schulter
- Brust
- Hüfte
- Bauch



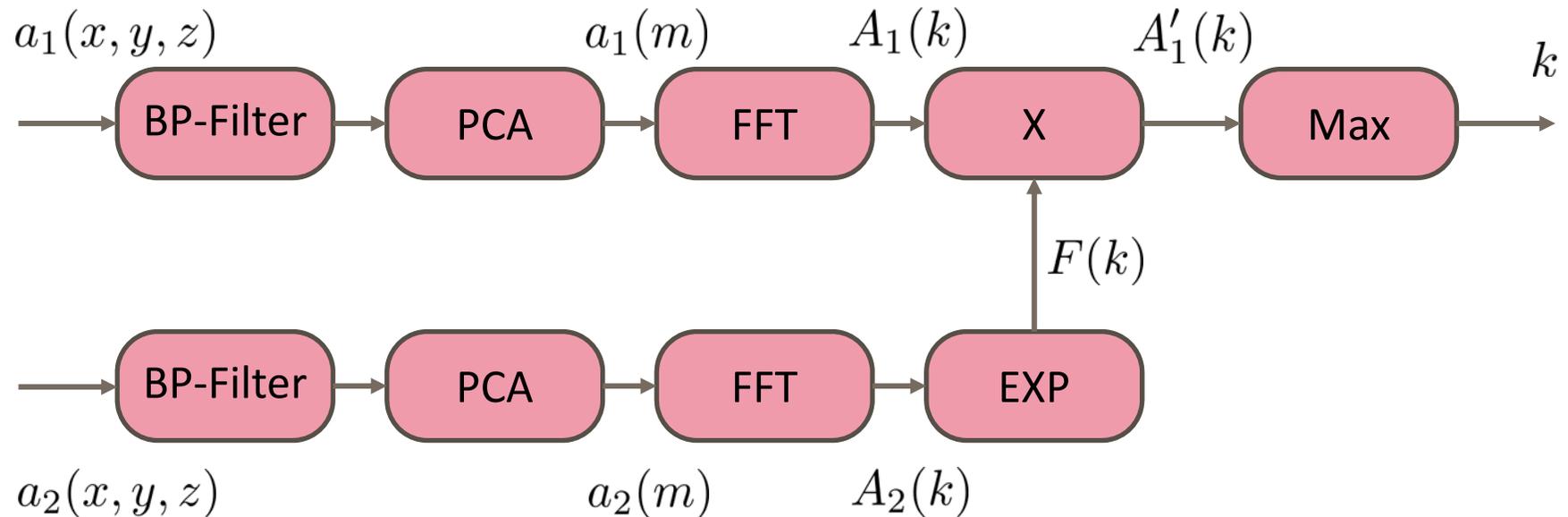
- Referenz

- Links
- Rechts
- Vorne
- Hinten



# Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Signalanalyse



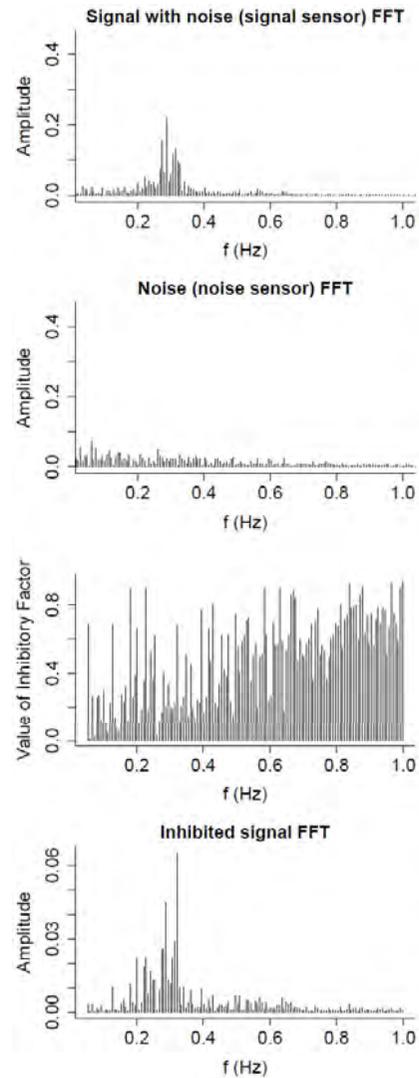
- Normierungsfunktion

$$F(k) = e^{-\left\{ \frac{|X_2(k)|}{\frac{1}{K} \sum_{i=1}^K X_2(i)} \right\}}$$

# Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Beispiel-signale

- Stand Engine on
- Drive Normal Road
- Drive Bumpy Road



# Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Ergebnis [Atmung / min]
  - 18 Experimente

Tester	25 % Quantil	Median	75 % Quantil	Reference (EKG-basiert)
T1	11.18	12.08	12.61	12
T2	14.62	18.26	19.11	18
T3	6.86	7.76	12.25	7

# Stufe 3: Kommunikation

---

- Mobilfunk
  - G4
  - G5



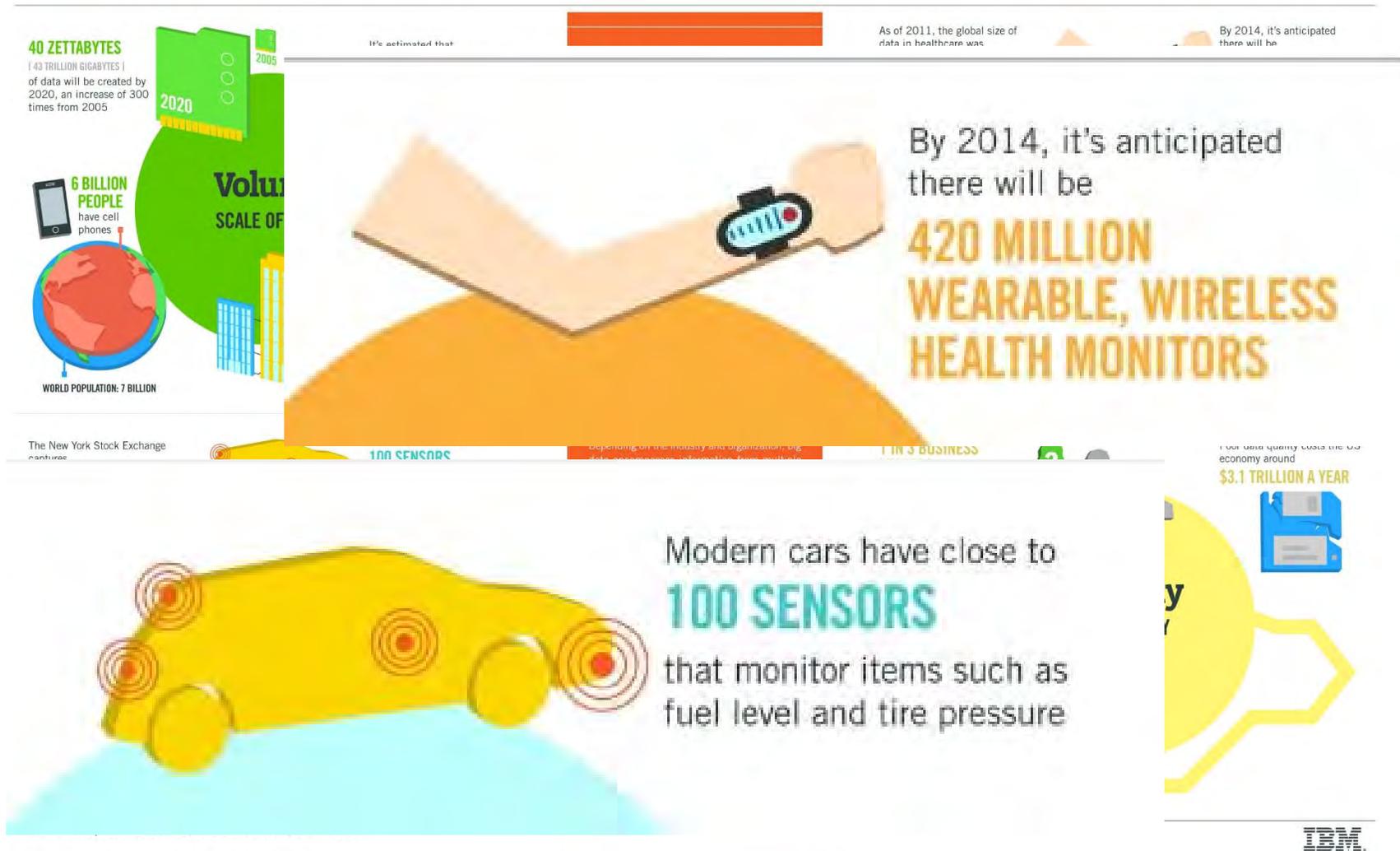
# Stufe 3: Big Data

---

## Big Data Definition: 3 von 4 Vs

- Volume
  - Datenumfang
  - 6 Milliarden Menschen haben ein Smartphone
- Velocity
  - Kontinuierliche Datenerfassung
  - Vitalparameter-Monitoring
- Variety
  - Unterschiedliche Datenformen
  - Medizinische Sensoren, Krankenakten, Exposom
- Veracity
  - Ungewissheit der Daten
  - Schlechte Qualität mobile Sensoren

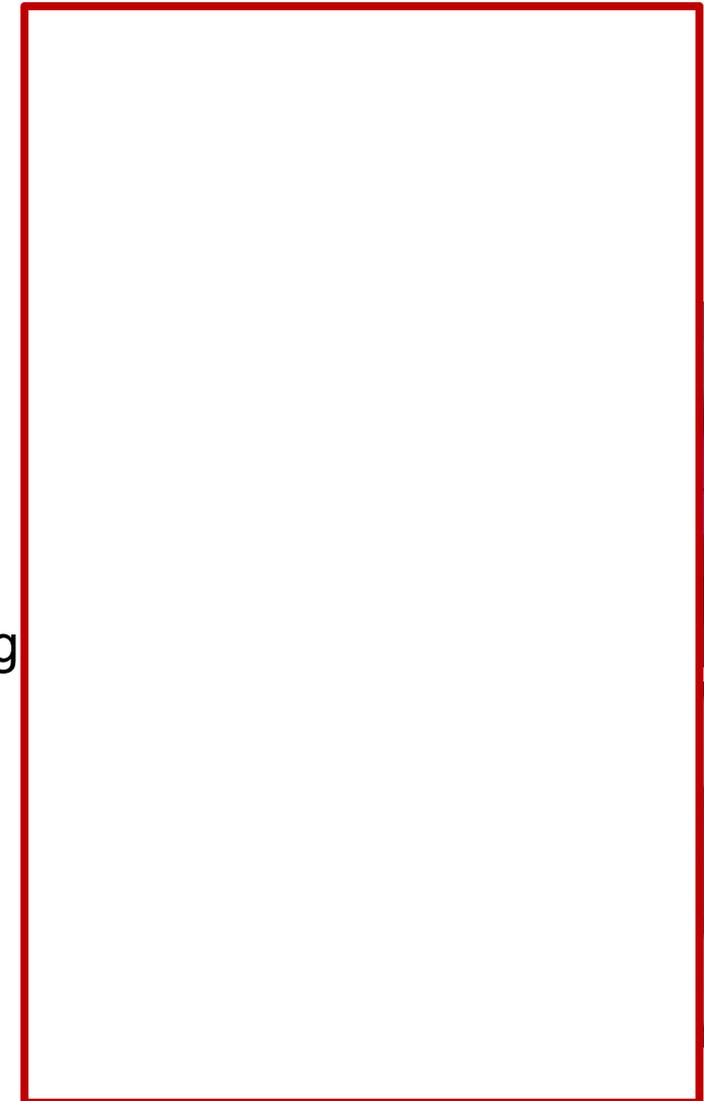
# Stufe 3: Big Data



© Mc Kinsey 2011

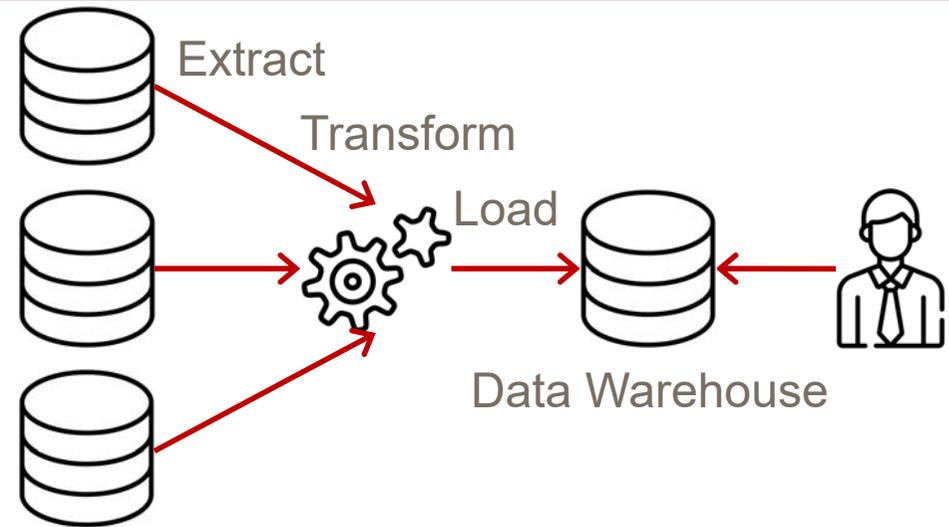
# Stufe 3: Big Data Analytics

- Beispiel: Dr. Watson
  - 2011: Jeopardy Gewinner
  - 2012: IBM und MD Anderson Cancer Center
    - 605.000 Einzeldokumente Medizin
    - 2.000.000 Textseiten
    - 25.000 Trainingsfälle
    - 14.700 h Fine-Tuning durch Ärzte
  - 2012: Offenes Application Programming Interface (API)
  - 2016: IBM–Anderson Zusammenarbeit abgebrochen (\$ 60 Mio. Projekt)
- Probleme
  - Lernende Systeme
  - Ereignisvorhersage



# Integrationsarchitektur

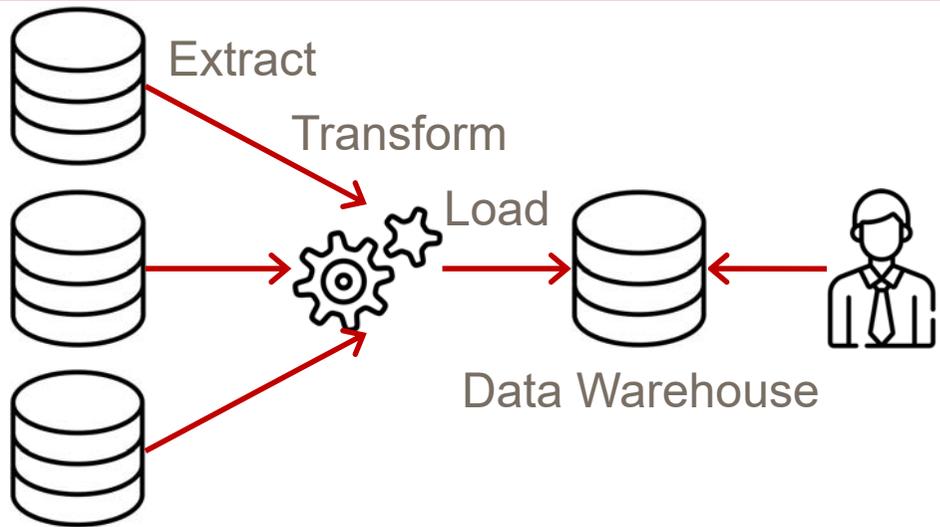
- Bisher



# Integrationsarchitektur

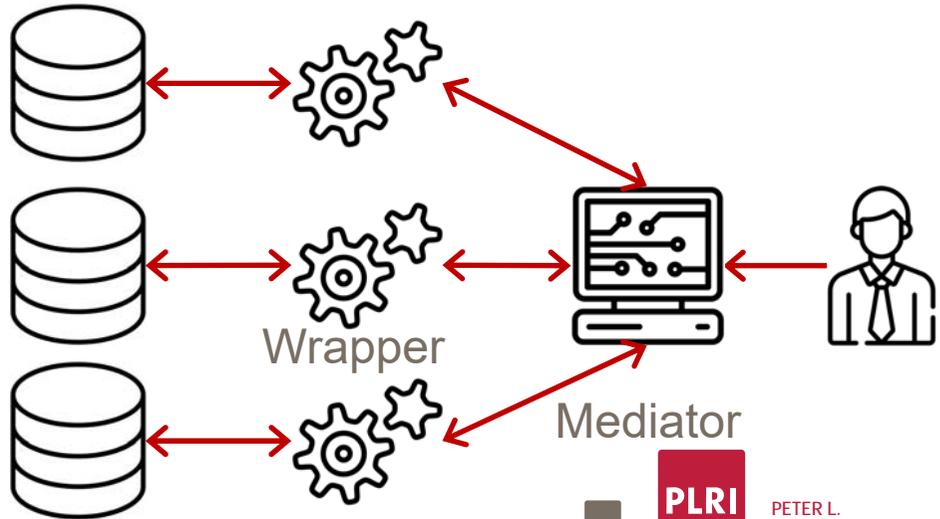
- Bisher: Daten–Algorithmus

- Register
- Daten Warehouse

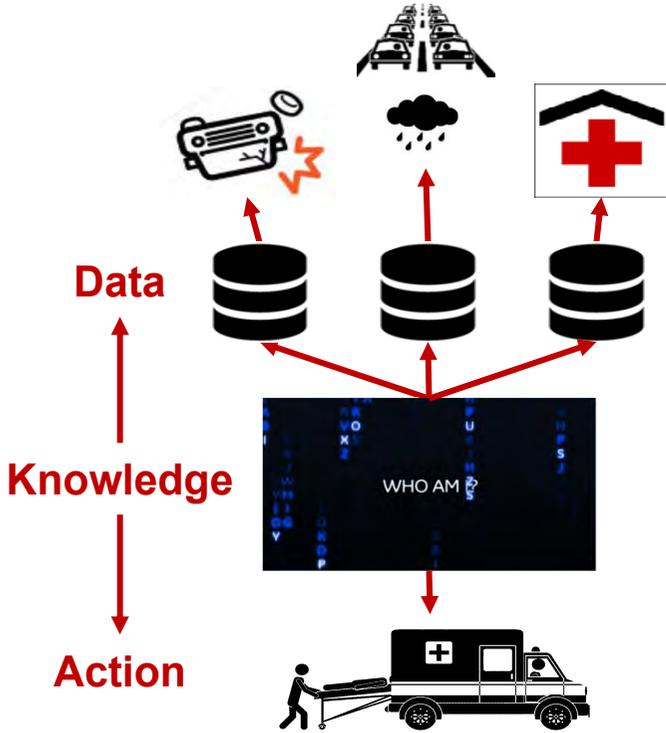
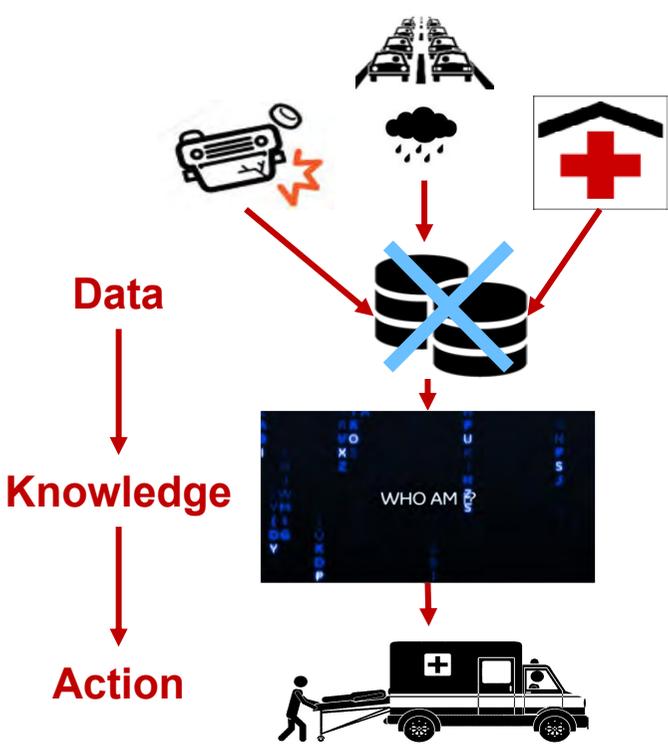


- Künftig: Algorithmus–Daten

- Datenintegrationszentrum



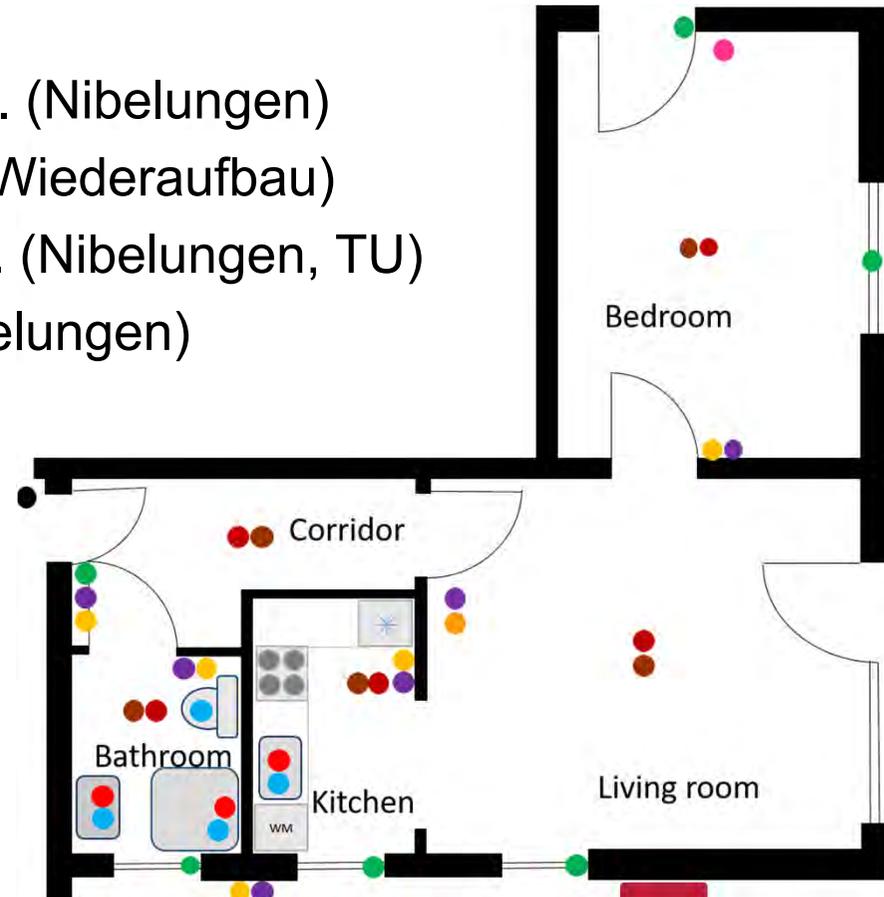
# Beispiel: eCall Vision 2020



# Analogie: Wohnung

- Forschungswohnung @ PLRI
  - 50 m<sup>2</sup>, Küche, Bad, Wohn- & Schlafzimmer
- Living Labs
  - 1 Braunschweig Halberstadtstr. (Nibelungen)
  - 1 Braunschweig Ilmenau-Str. (Wiederaufbau)
  - 6 Braunschweig Bochumer Str. (Nibelungen, TU)
  - 1 Goslar (Wiederaufbau & Nibelungen)
  - 1 Seesen (Wiederaufbau)
- Sensoren & Technologie
  - KNX Bus & EIB Dämon
  - UNIX Server, SQL Datenbank
  - Ethernet
  - Tablet PC

Bewegung, Kaltwasser, Warmwasser  
Helligkeit, Öffnung, Temperatur, Luftfeuchte

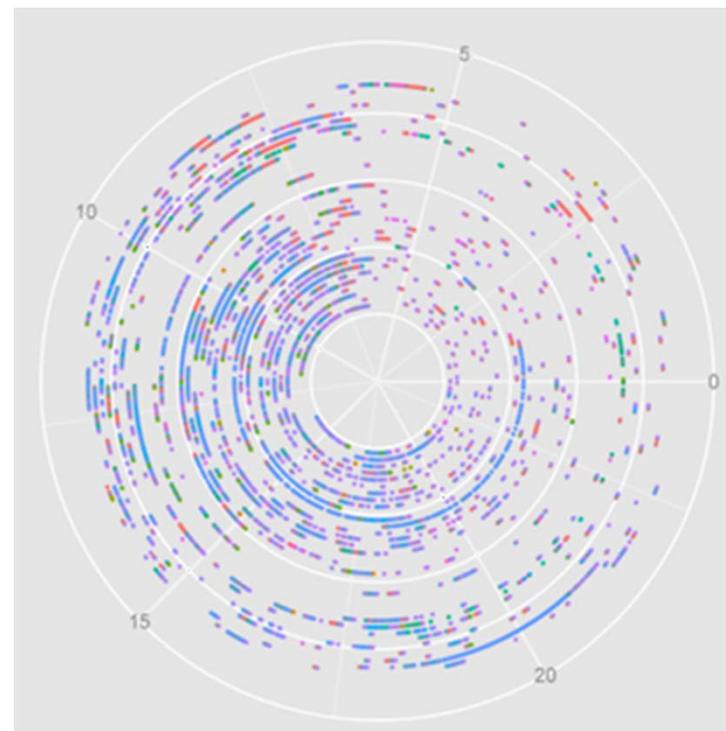
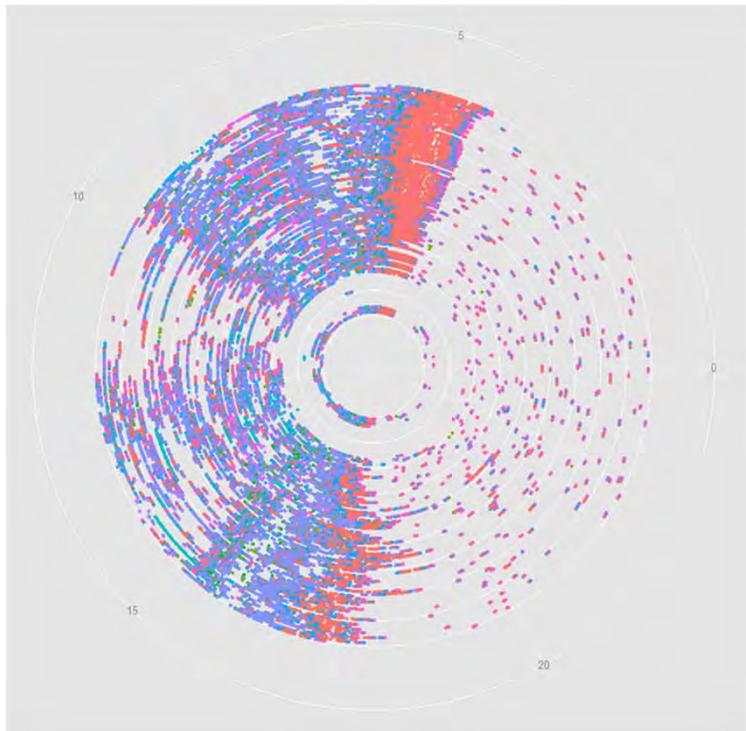


PLRI

PETER L.  
REICHERTZ INSTITUT  
FÜR MEDIZINISCHE  
INFORMATIK

# Analogie: Wohnung

- Ergebnis
  - Strukturierter Tagesablauf (OK)
  - Unregelmäßigkeiten (Alarm)



# Übersicht

---

- Einleitung
- Notruf
- Diagnostische Räume
- eHealth in privaten diagnostischen Räumen
- Diskussion
  - Paradigmenwechsel
  - Data Ownership
  - Fallbeispiel: was wäre wenn...
- Zusammenfassung

# Paradigmenwechsel

---

- **Sensorik**
  - Vielfältig, dezentral, mit schlechter Qualität statt teuer und monolithisch im Krankenhaus
- **Algorithmik**
  - Big Data Analytics
  - Dr Watson für automatische Alarmer
- **Infrastruktur**
  - Keine Register sondern Verknüpfung-on-demand
  - Anonymisierung
  - Datenschutz erfüllbar
- **Data Ownership**
  - Wem gehören die Daten eigentlich?

# Data Ownership

---

- Dr. Thomas Deserno am 31.01.2018, 19.30 Uhr
  - PLRI Leiter Standort Braunschweig



# Data Ownership

- Dr. Thomas Deserno am 24.10.2018, 11.30 Uhr
  - PLRI Leiter Standort Braunschweig



**Datenintegrationszentren: Rahmenbedingungen**

- **Datenschutz**
  - European General Data Protection Regulation (EU-GDPR)
  - Seit 25. Mai 2018
  - "Privacy by design"
  - "Privacy by default"
- **Datensicherheit**
  - Externe Algorithmen auf internen Daten
  - Seit 13. Mai 2017
  - "WannaCry"
- **Dateneigentum**
  - Medizinisch & Nicht-medizinisch
  - Anonymisiert & pseudonymisiert
  - "Opt-Out" & "Opt-In"

24.10.2018 Thomas M. Deserno 15 00:04:56

**DKOU2018**  
Deutscher Kongress für  
Orthopädie und Unfallchirurgie

Stellen Sie Ihre Fragen live ins Auditorium: [www.sli.do/dkou18](http://www.sli.do/dkou18)

# Data Ownership

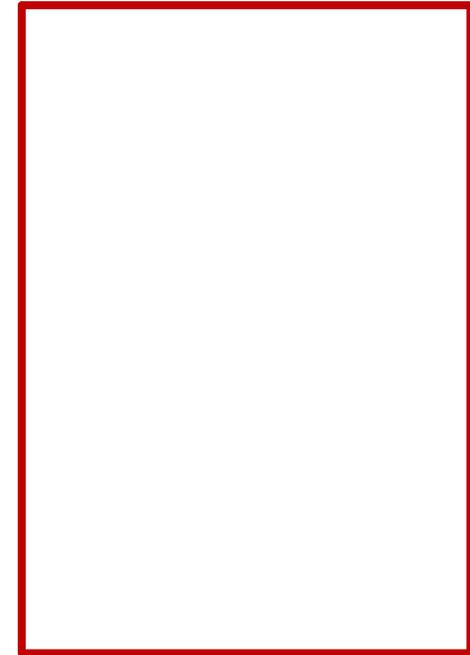
---

- Dr. Thomas Gebhart am 24.10.2018, 13.00 Uhr
  - Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesminister für Gesundheit.



# Fallbeispiel: Was wäre wenn...

- 30.12.2013
  - t=0: Sonne, langsam, Helm, Unfall
    - Helm sendet Daten
    - Algorithmus errechnet Verletzungsprofil
    - Notruf mit Hubschrauberanforderung
  - t+10: Ersthelfer Team
    - Intubation
  - t+15: Hubschrauber (10 min früher)
    - 20 min Flugzeit
  - t+35: Ankunft Traumazentrum
- Tracer-Diagnose Schädel/Hirntrauma
  - Ankunft Traumazentrum < t+60
- Gute Chancen der Gesundheit



# Übersicht

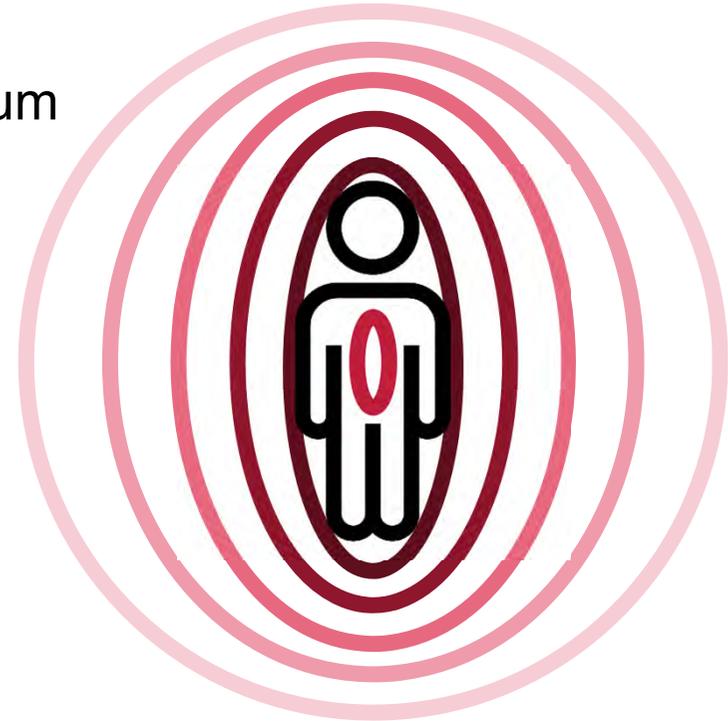
---

- Einleitung
- Notruf
- Diagnostische Räume
- eHealth in privaten diagnostischen Räumen
- Diskussion
- Zusammenfassung

# Zusammenfassung

---

- Unfall- und Notfallinformatik
  - Das Fahrzeug als diagnostischer Raum
  - Sensorik der Umgebung (technisch & medizinisch)
  - Gesundheitsdaten (Individuum & Bevölkerung)
- Analyse
  - Echtzeit
- Ziel
  - Prädiktion
  - Prävention



# Zusammenfassung

---

## Das Paradigma der Medizinischen Informatik

- PLRI ~ 1970  
(Peter L. Reichertz)
  - Die richtige Information
  - zur richtigen Zeit
  - am richtigen Ort
- PLRI ~ 2020  
(Thomas M. Deserno)
  - Die korrekte Vorhersage
  - für einen individuellen Menschen
  - möglichst lange vor dem Eintritt des Ereignisses

