

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)

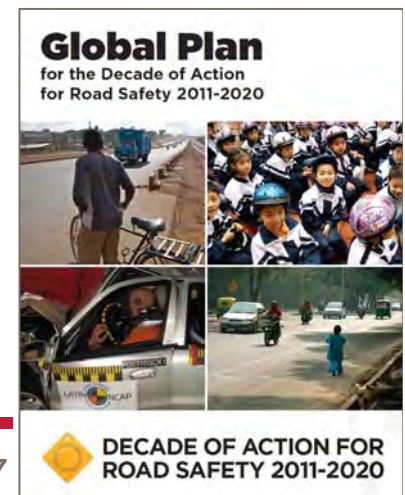
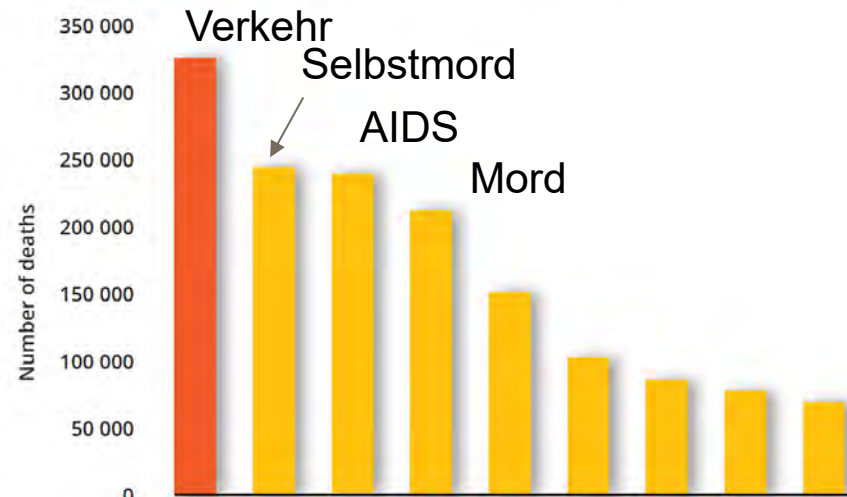
- Paradigma (Reichert)
 - Die richtige Information
 - Zur richtigen Zeit
 - Am richtigen Ort



WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

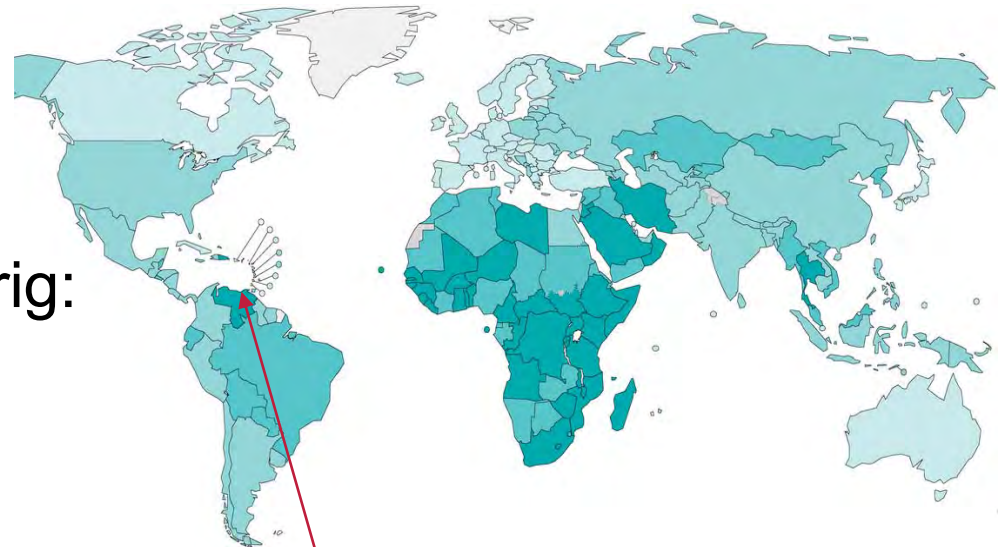
- Heutige Situation
 - 1.25 Mio Tote pro Jahr
 - 3.400 Tote pro Tag
- Killer No. 1 bei 15-29 jährig:
 - Straßenverlehr

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

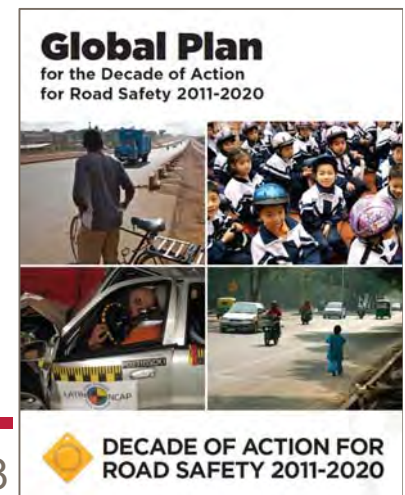


WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

- 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)

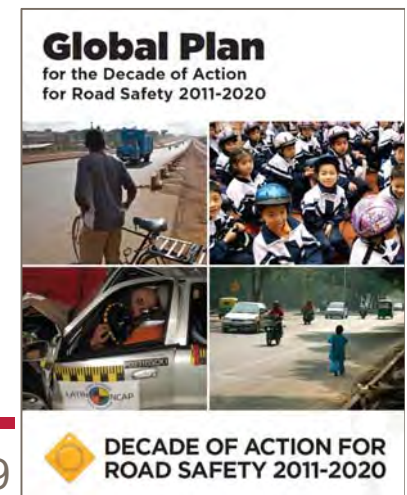
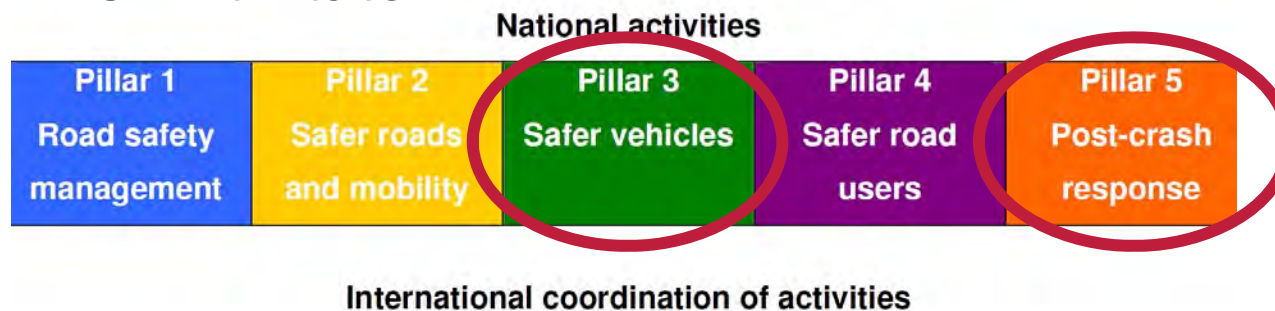


WHO Global Plan for Road Safety 2011-2020

- 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

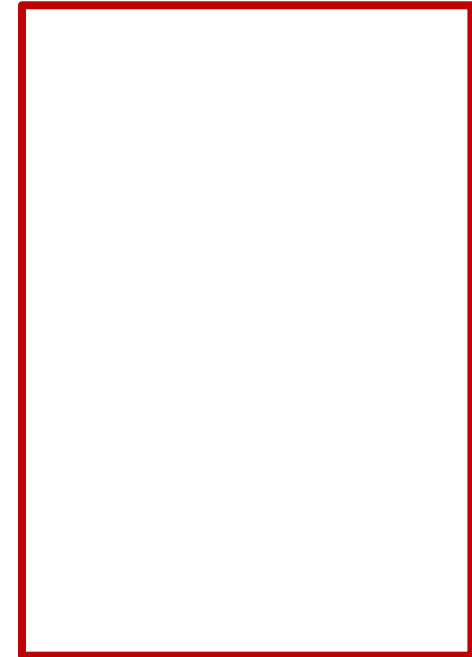
16-Jähriger stirbt bei Motorradunfall

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.



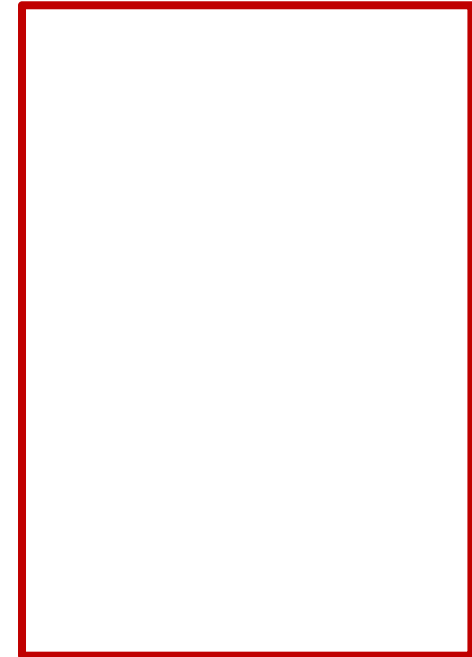
Fallbeispiel: Michael Schumacher

- 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



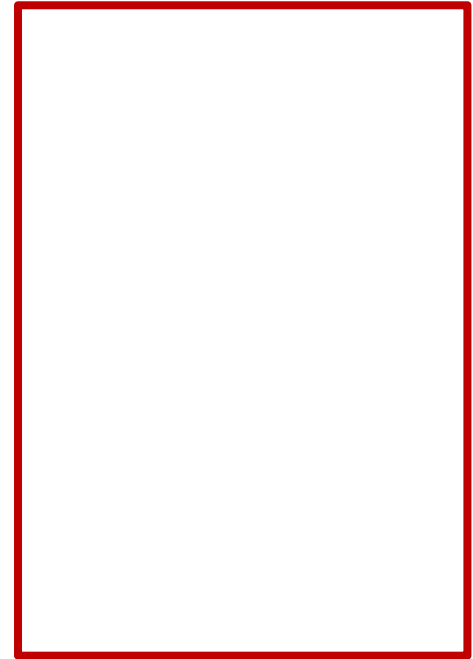
Fallbeispiel: Michael Schumacher

- 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

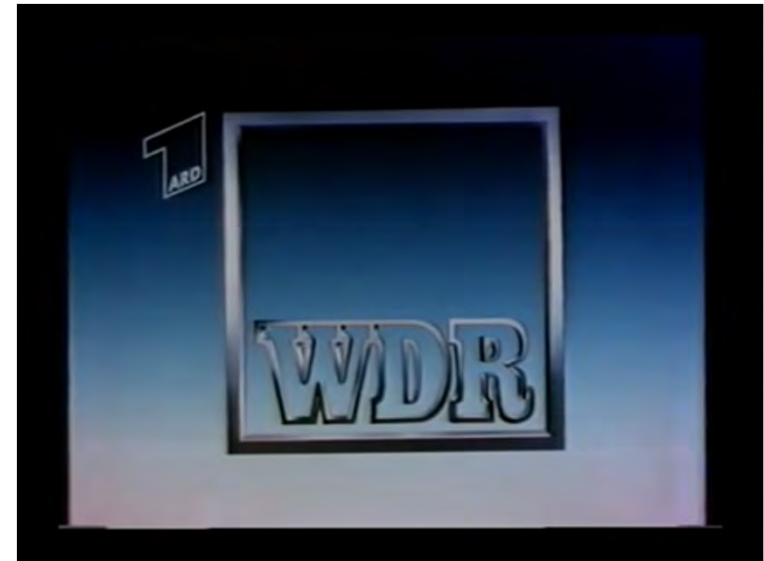


Übersicht

- 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



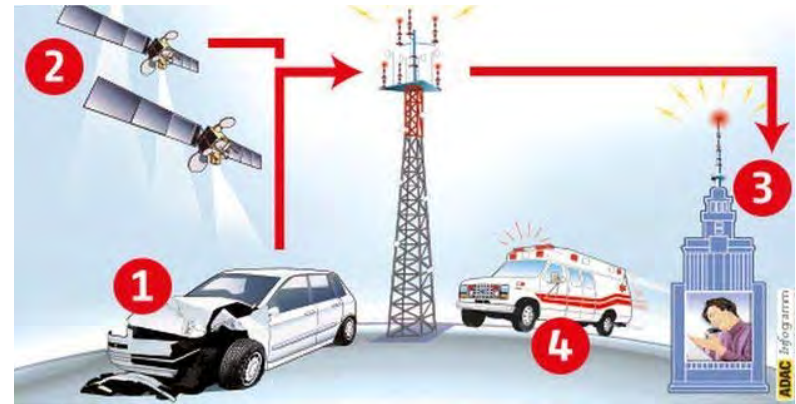
Notruf 1982 – 2018

- 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)



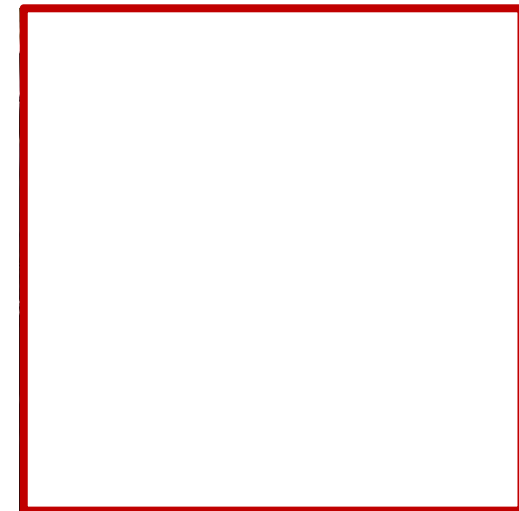
eCall 2018

- 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
 - ...



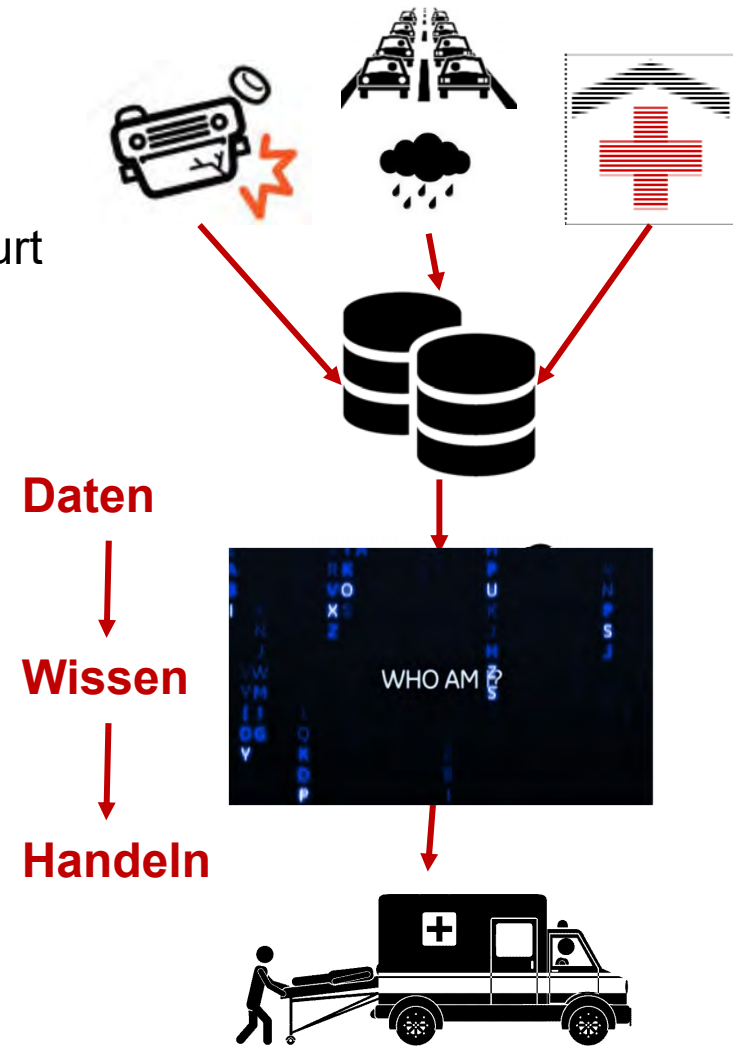
eCall 2018: Ist das zeitgemäß?

- 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.

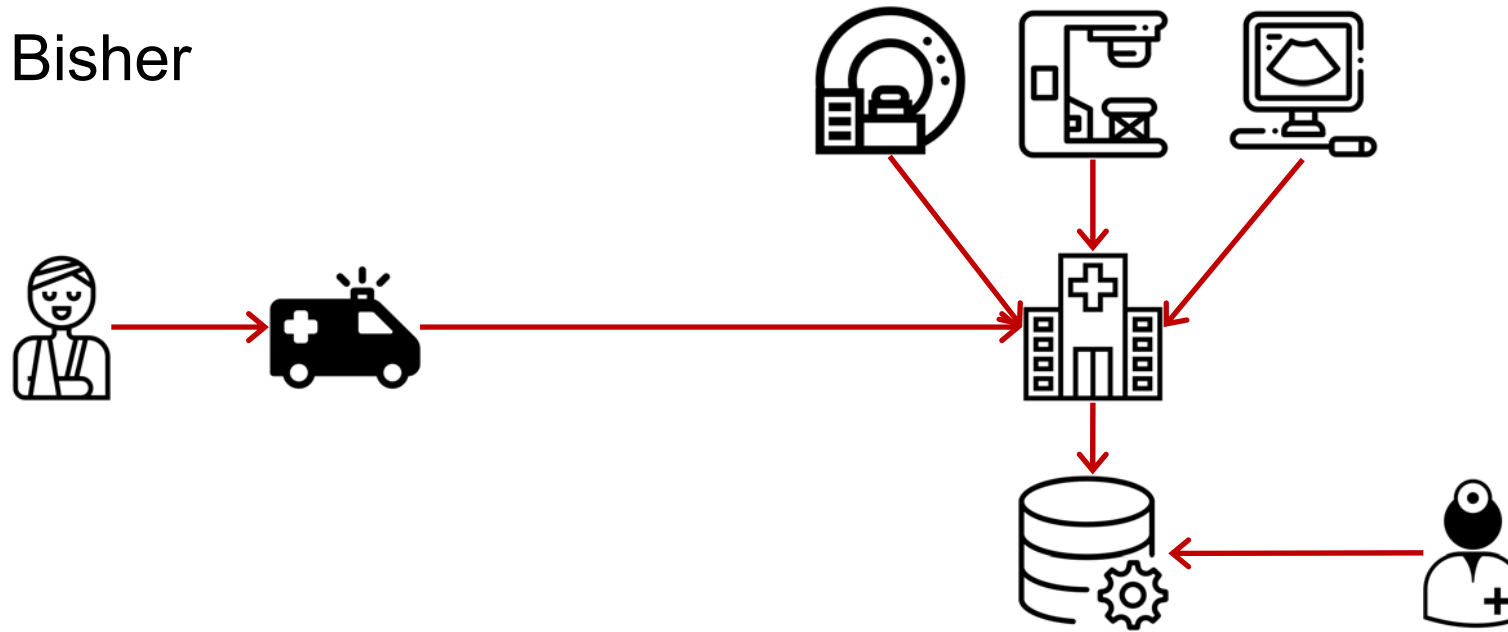


Übersicht

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

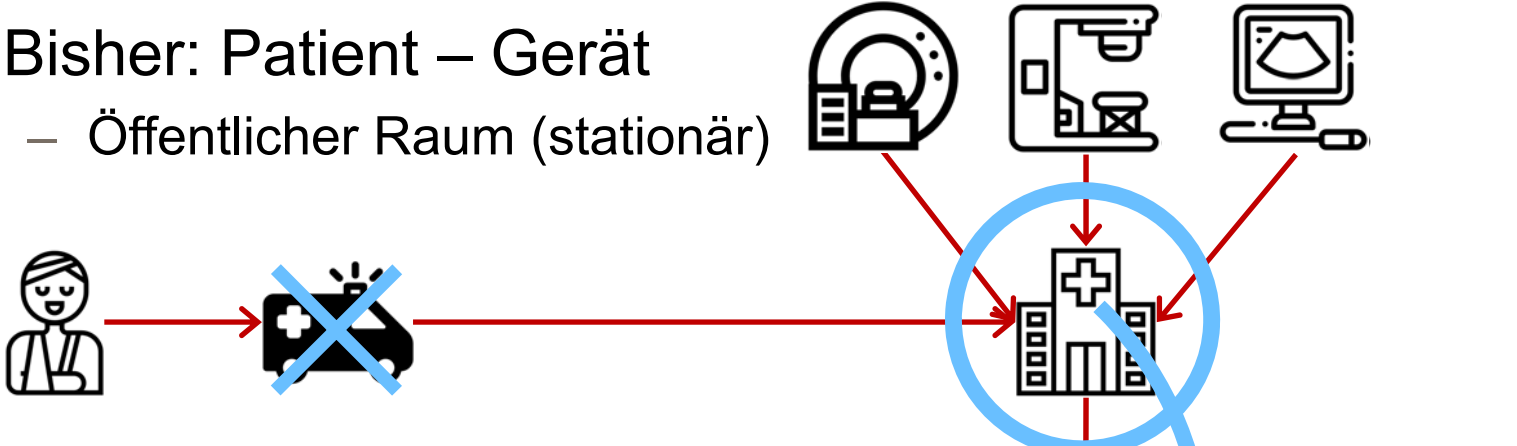
Mobile Datenerzeugung

- Bisher

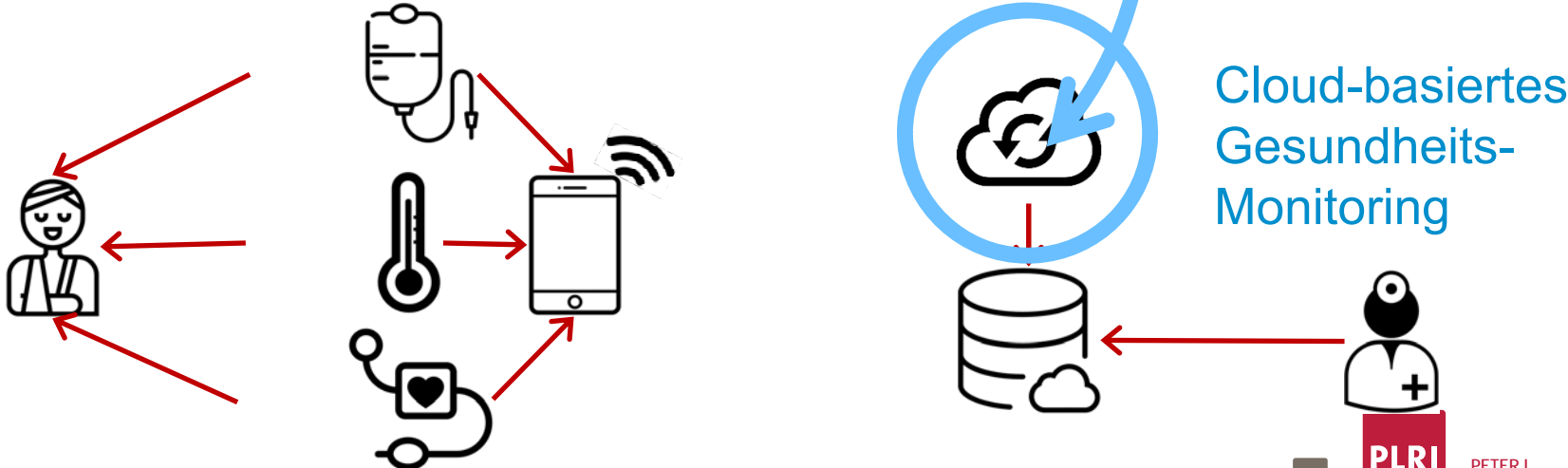


Mobile Datenerzeugung

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



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



Mobile Datenerzeugung

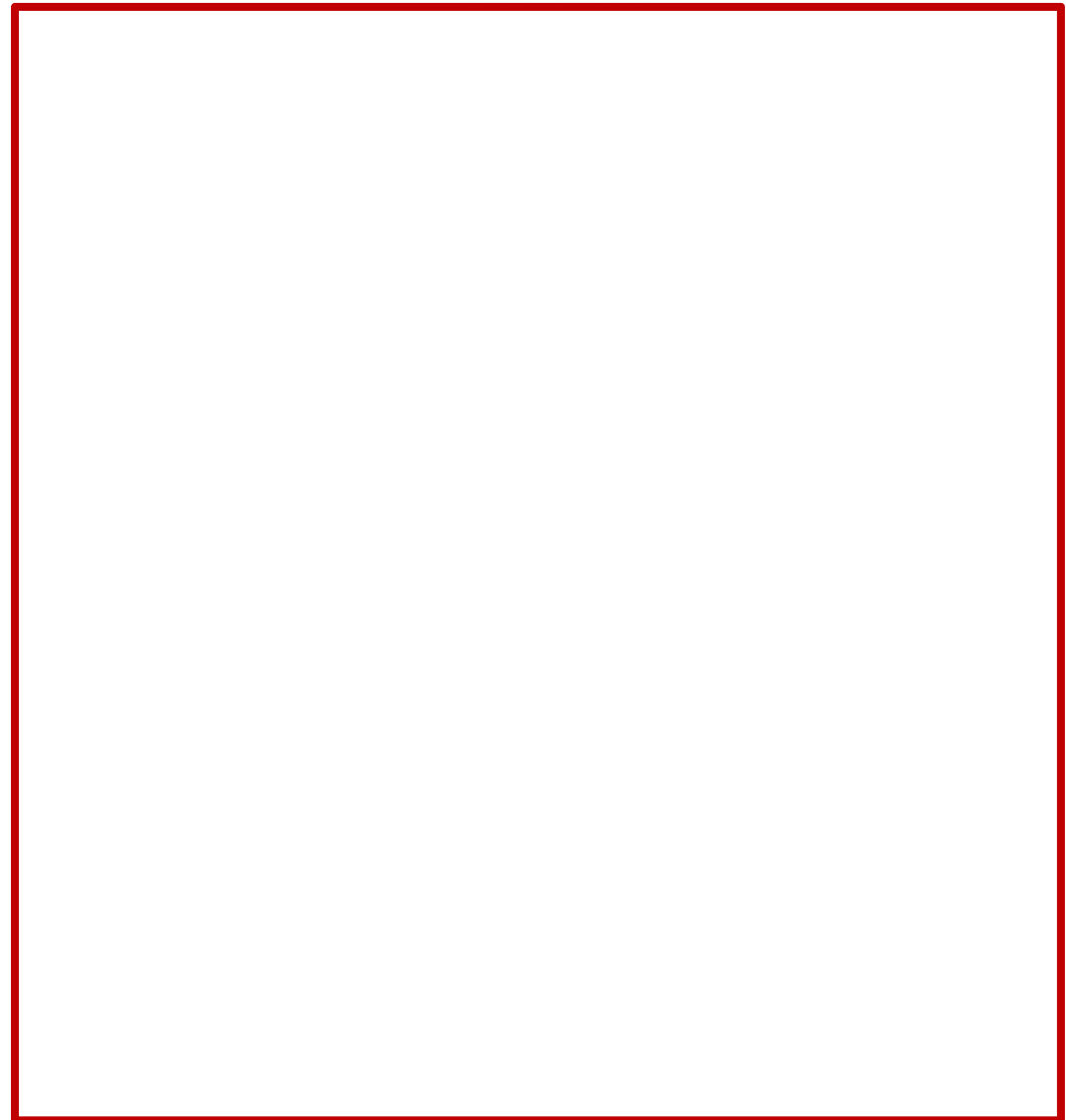
- Beispiele

- 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
- ...

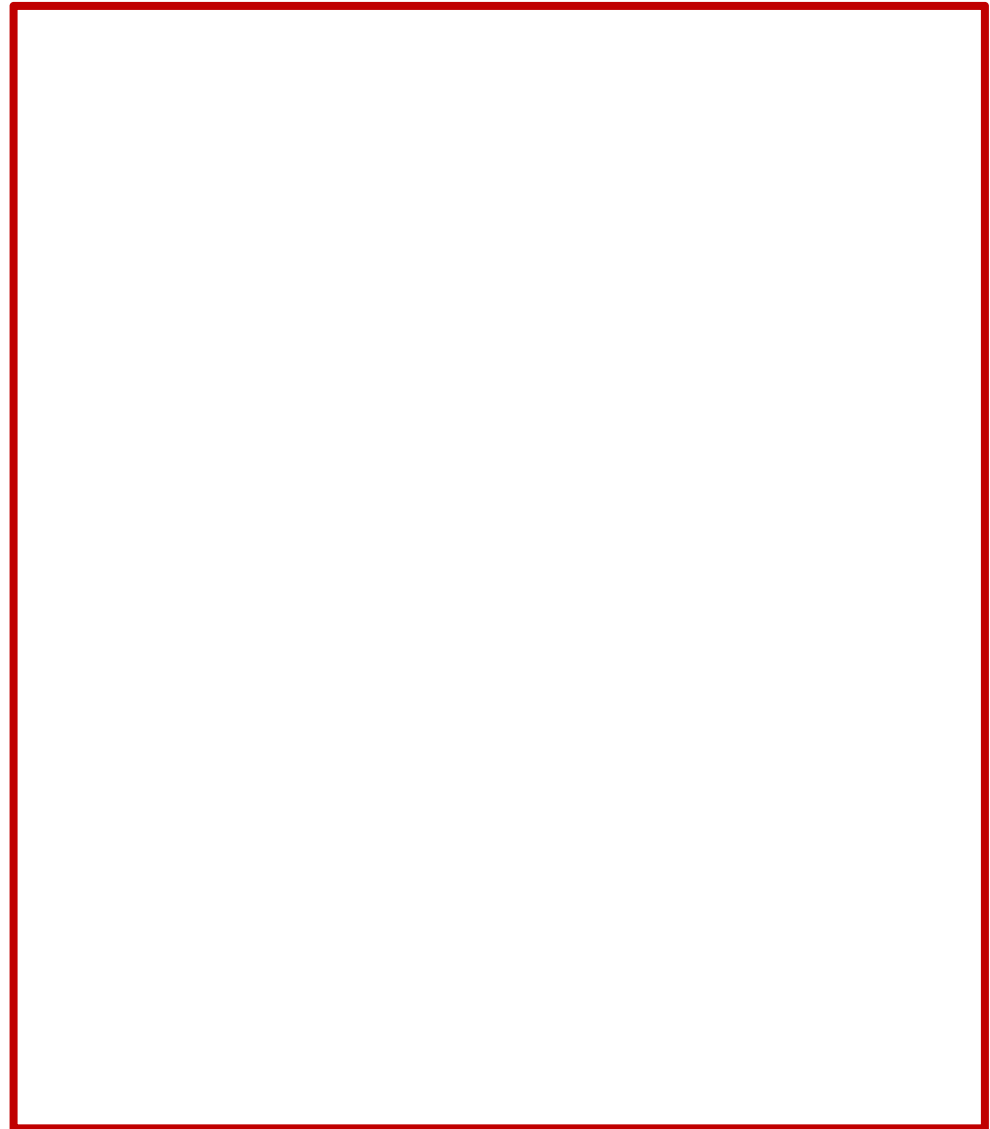


- Skalen der Umgebung

- 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

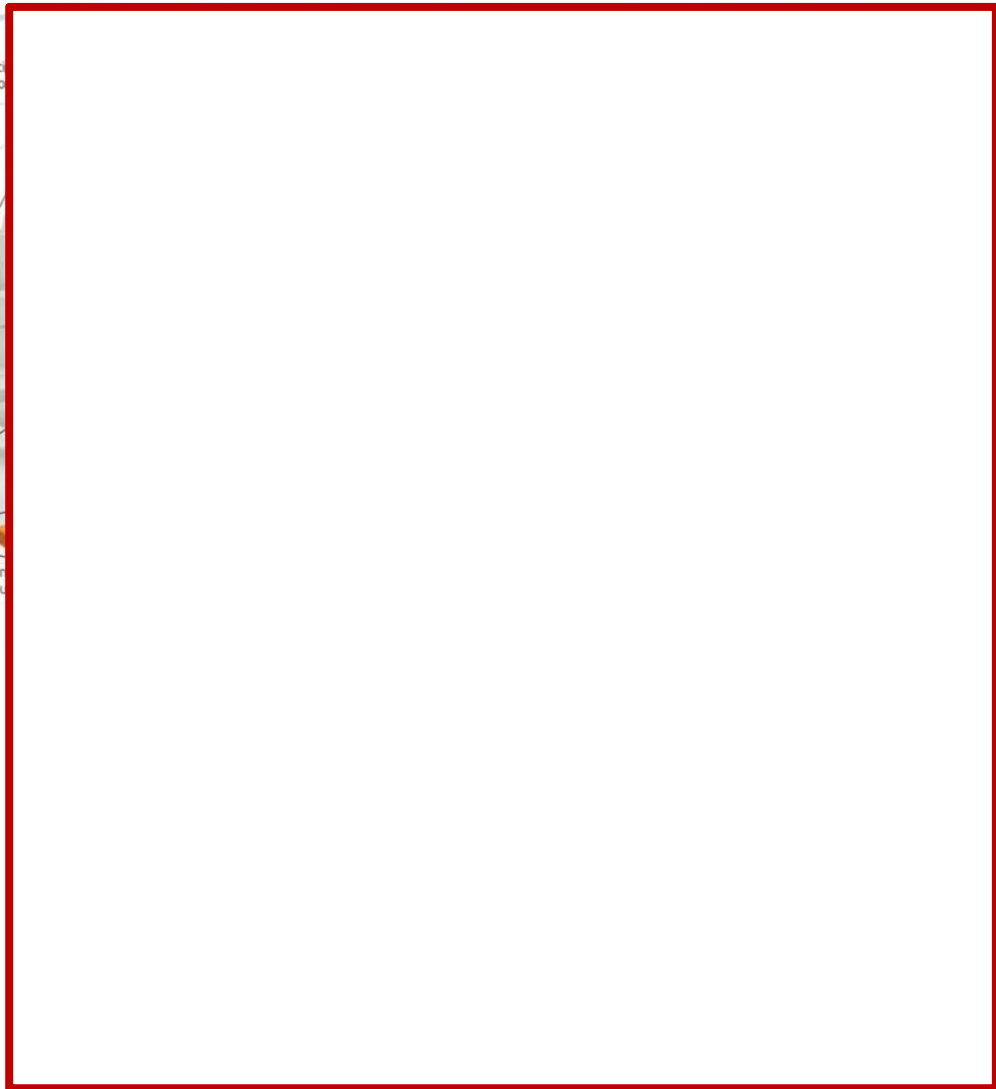
- Beispiele

- 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

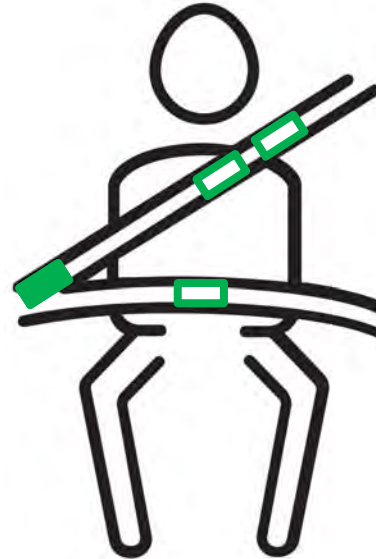


Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Optimale Position

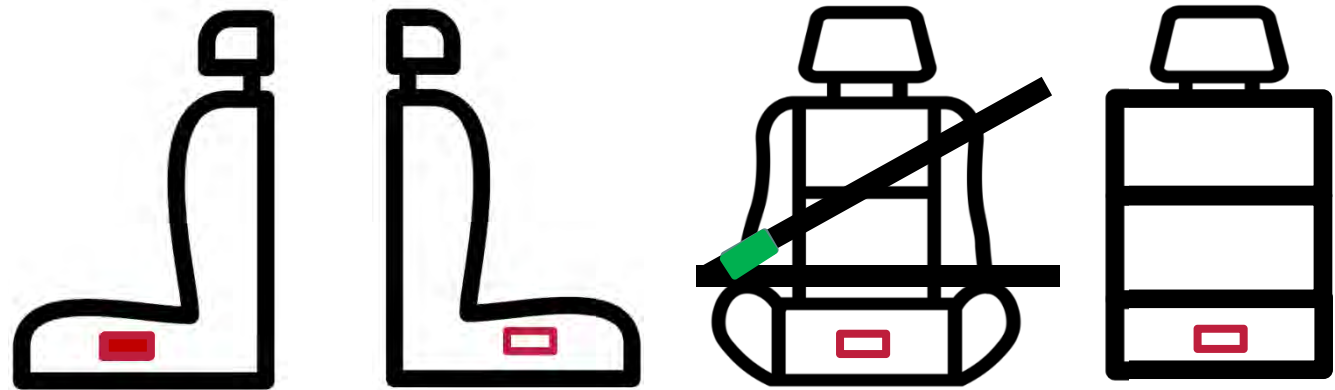
- Messgeber

- Schulter
- Brust
- Hüfte
- Bauch



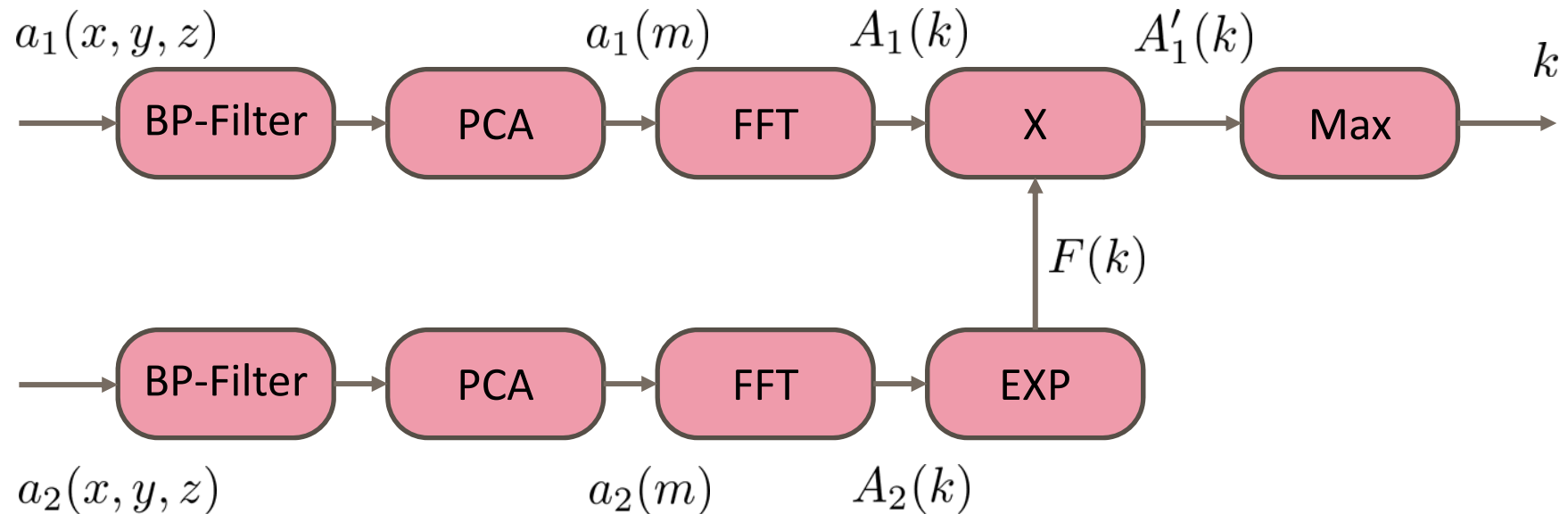
- Referenz

- Links
- Rechts
- Vorne
- Hinten



Atmung mit Beschleunigungssensor im Sitzgurt

- Signalanalyse



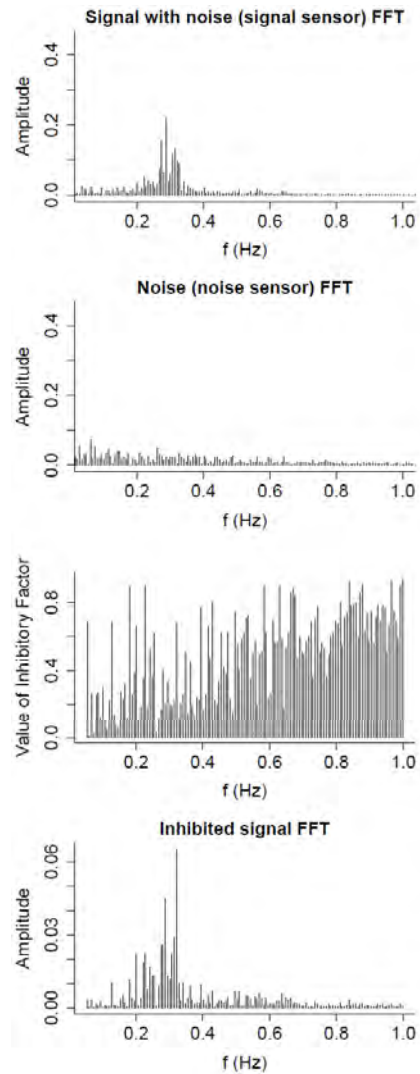
- Normierungsfunktion

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

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

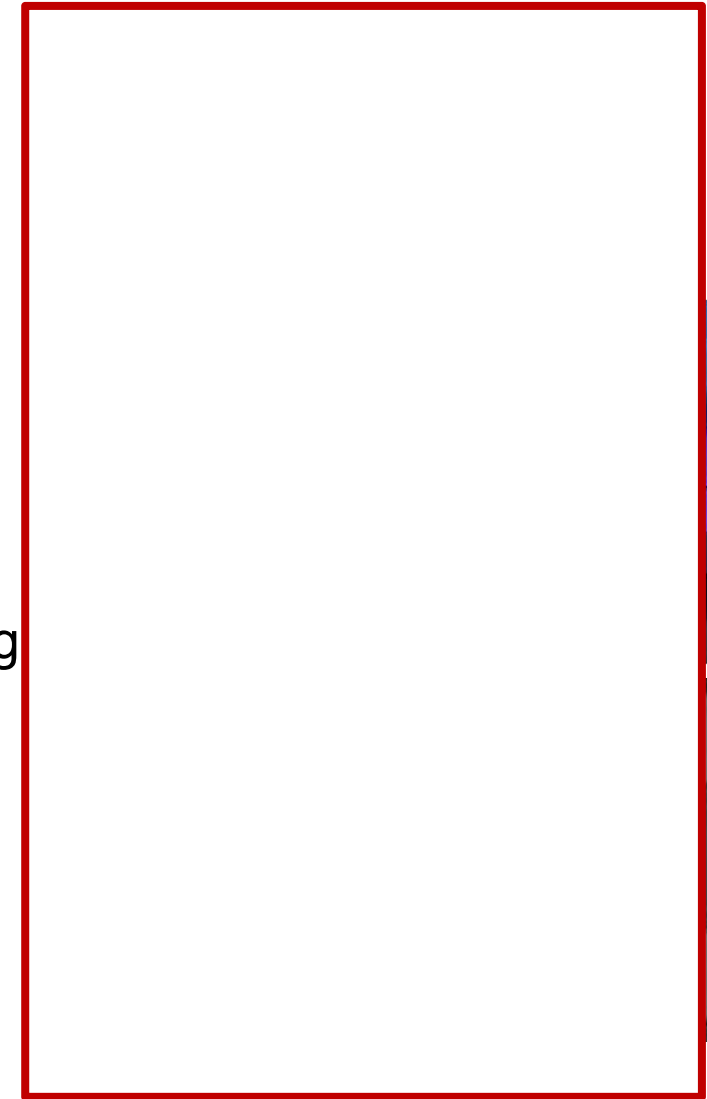
Stufe 3: Big Data



© Mc Kinsey 2011

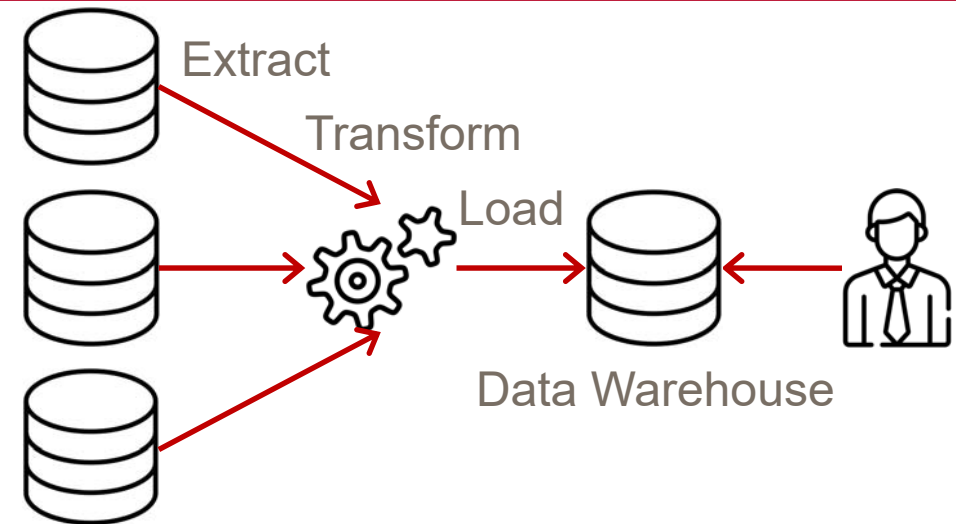
Stufe 3: Big Data Analytics

- 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

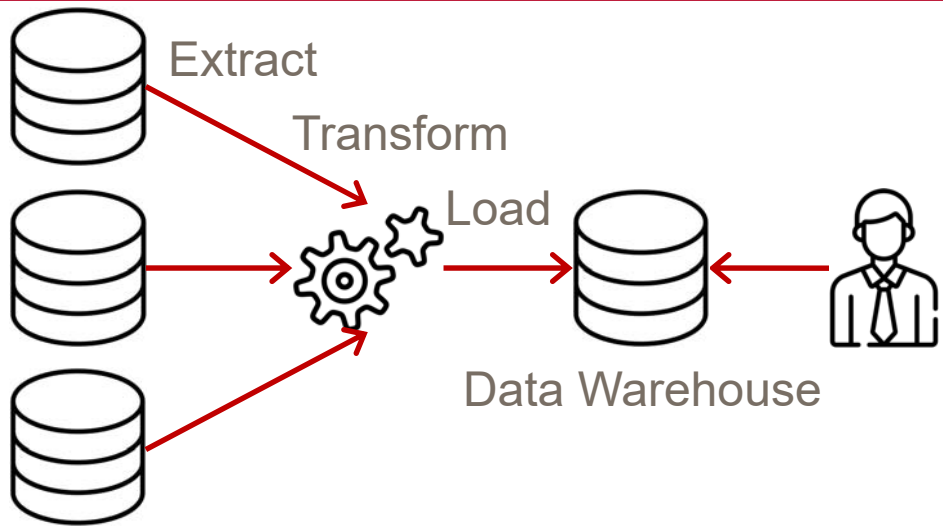
- Bisher



Integrationsarchitektur

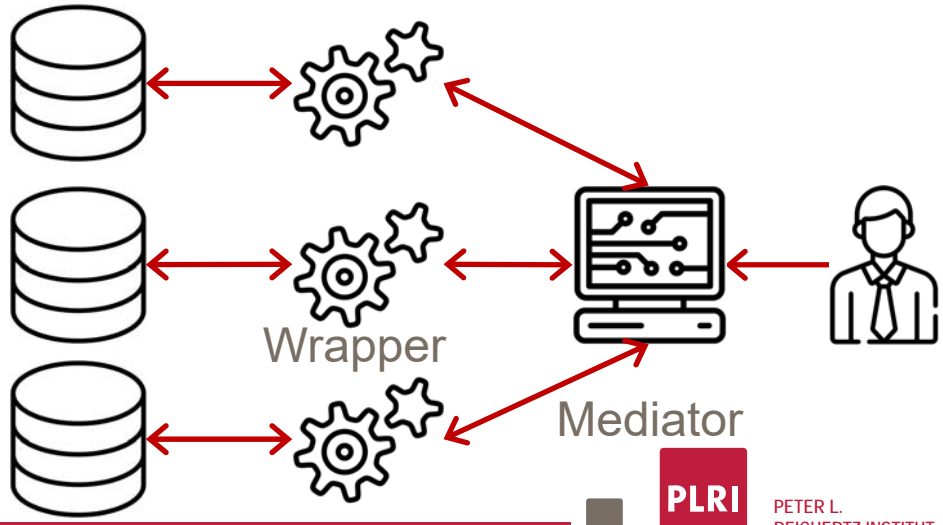
- Bisher: Daten–Algorithmus

- Register
- Daten Warehouse

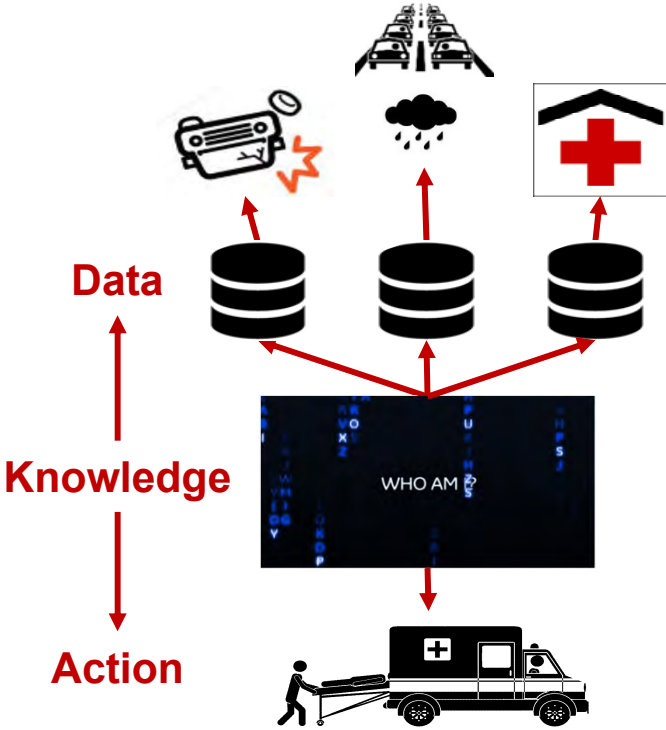
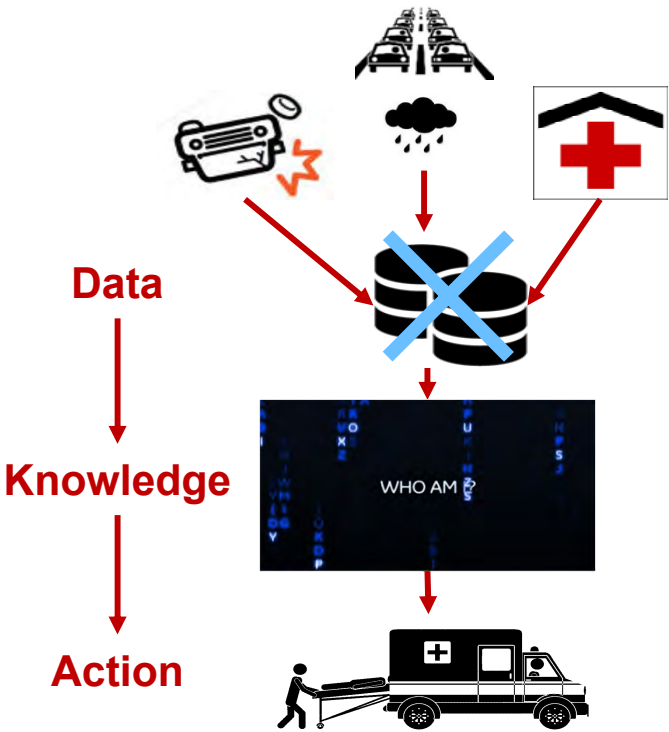
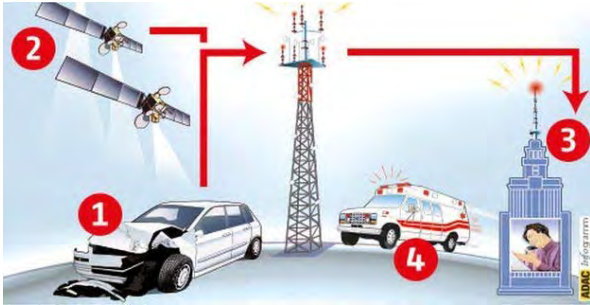
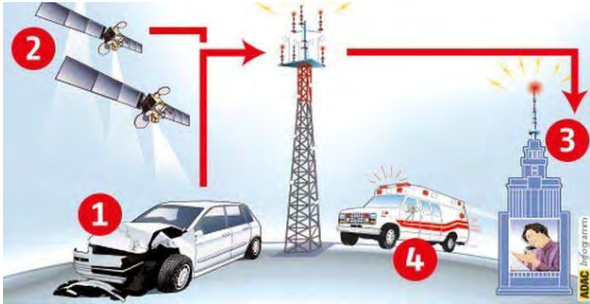


- Künftig: Algorithmus–Daten

- Datenintegrationszentrum



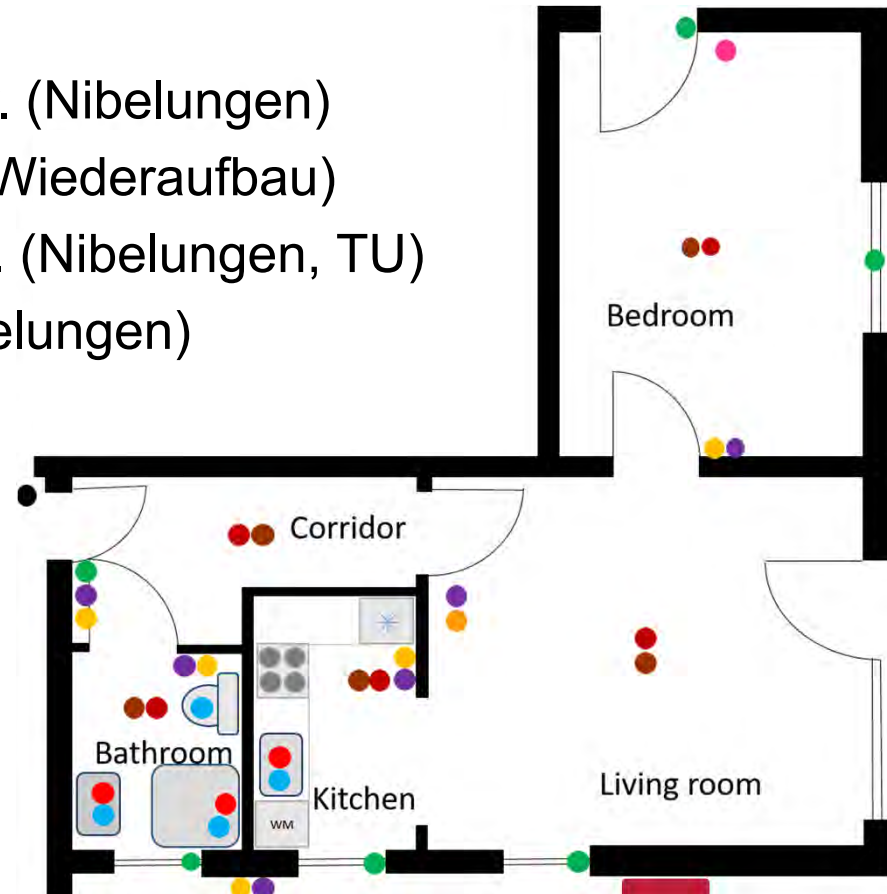
Beispiel: eCall Vision 2020



Analogie: Wohnung

- Forschungswohnung @ PLRI
 - 50 m², 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

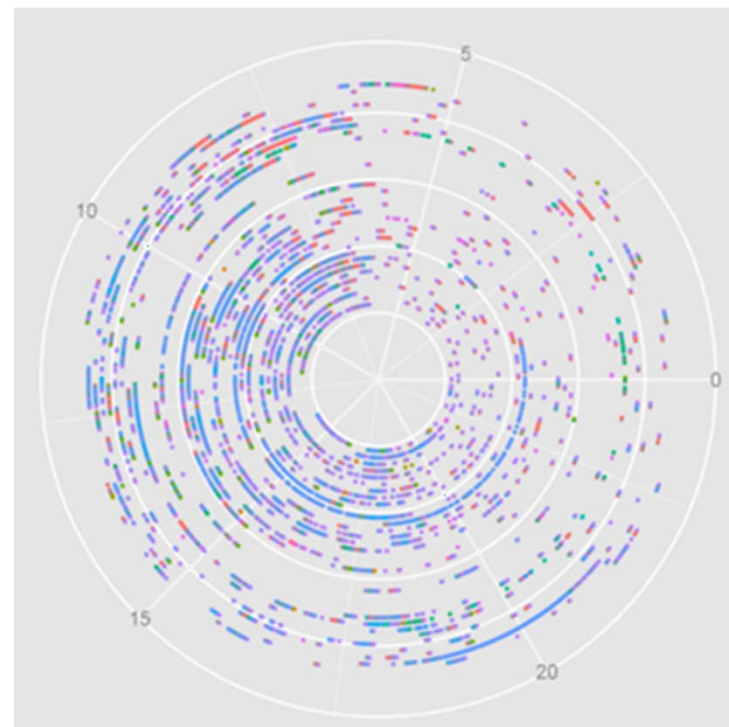
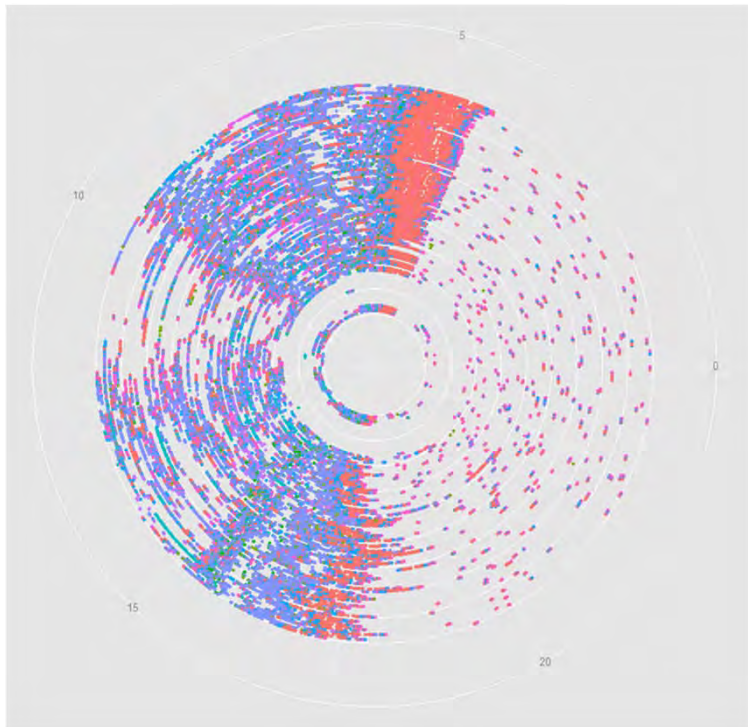


PLRI

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

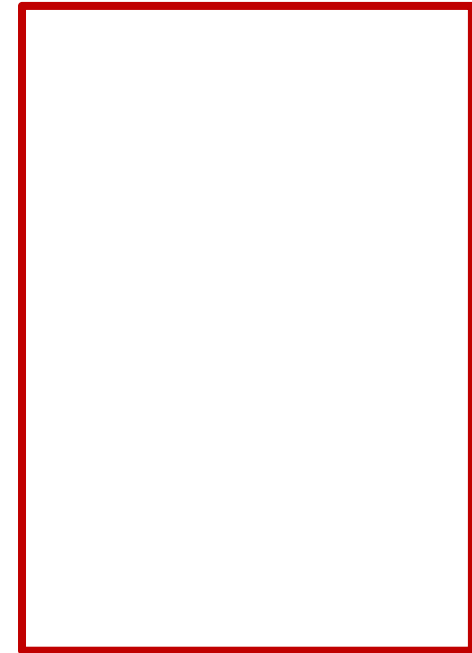
Data Ownership

- 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

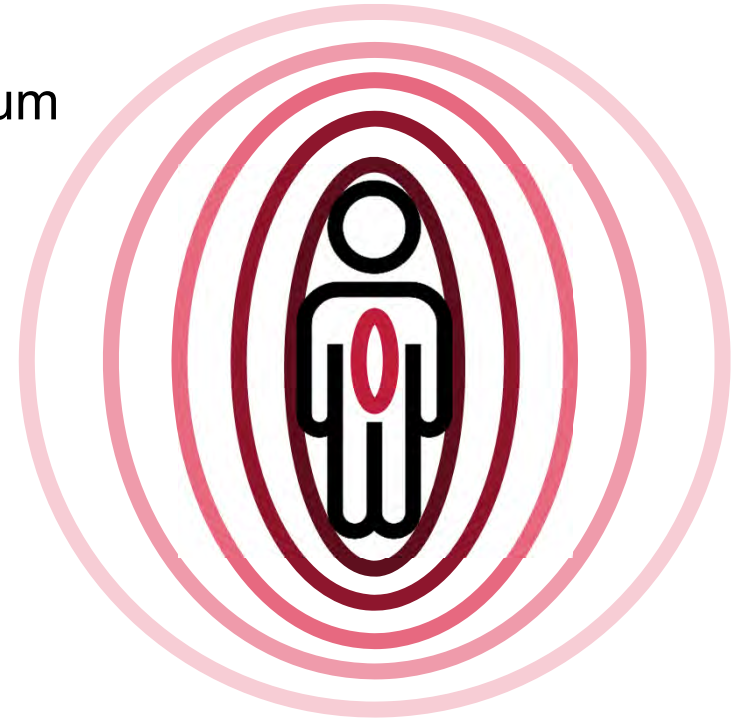


Übersicht

- 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

