

Computational Health Informatics

Vorlesung WiSe 2020/21

- Einführung:
 1. Organisatorisches
 2. Fachgebiet CHI & Veranstaltungen
 3. Lernziele und Inhalte
 4. Begriffsbestimmung CHI
 5. Beispiele (auch aus FG CHI)

Organisatorisches

Kontakt

- Dr. Hans Georg Krojanski
 - krojanski@chi.uni-hannover.de
- Sprechstunde: Nach Vereinbarung
- Anschrift: Fachgebiet Computational Health Informatics, Appelstraße 11, 30167 Hannover
 - **Wegbeschreibung**



Termine

- **Vorlesungszeit:** 12.10.2020 bis 30.01.2021
 - Unterbrechung: 21.12.2020 bis 02.01.2020
- Prüfungswoche(n) derzeit noch offen
- Reine Online-Veranstaltung
- **Eintragung in die Vorlesung in Stud.IP zwingend erforderlich**
 - Z.B. für Online-Prüfungstermin-Eintragung (QIS: Keine E-Mail-Adressen) oder wichtige Ankündigungen

Online-Lehre

- Nutzung von **BigBlueButton** in Stud.IP
- "Die Aufzeichnungsfunktion in BigBlueButton wurde aus Datenschutzgründen dauerhaft deaktiviert"
(→ Ankündigung "Was ist neu in Stud.IP? | Hinweise für Lehrende" vom 09.04.2020)
⇒ Auch clientseitige Aufzeichnungen jeglicher Art sind untersagt
- Fragen bei Vorlesung im Chat oder **mündlich** (üblich: Kamera an um sich zu melden)
- Bei Übung Video und Audio nutzen für Diskussion

Vorlesung

- Keine eindeutige Zuordnung Thema \leftrightarrow VL
 - Vertiefung in der Übung
- Keine strenge Reihenfolge im Stoffplan
- Folien werden in Stud.IP hochgeladen
 - Trotzdem Mitschrift/Notizen angeraten
 - **Fragen/Diskussion zur VL in der Übung**

Übungen

- Fragen/Diskussion zur VL
- Vertiefung der Vorlesungsinhalte
- Besprechung Übungszettel (i.d.R. wöchentlich)
 - Verstehens-/Wiederholungsfragen
 - Recherchearbeiten
 - Transferaufgaben
 - Programmier- und Rechenaufgaben

Übungen

- Ausgabe der Übungszettel durch Hochladen in Stud.IP spätestens Mittwoch vor der Übung
- Bearbeitungszeit bis folgenden Dienstag 14 Uhr
 - Ausnahmen bei umfangreichen Programmieraufg.
- Abgabe per E-Mail an:
exercise-chi@chi.uni-hannover.de
- Bei Erreichen von >70% der Gesamtpunktzahl aller Übungsaufgaben +1 Notenschritt bei Gesamtnote

Prüfung

- Mündliche Prüfungen
 - Anmeldung im QIS!
 - Terminauswahl durch Eintragung in Liste;
Benachrichtigung über Stud.IP (Vorlesung CHI)
 - Dauer 25 bis **50** Minuten (5 LP) → **PO MA Inf.**
- Lehrveranstaltungsinhalte auf Karteikarten
 - Vorlesung und Übungen
 - Zufällige Auswahl von Fragen



Fachgebiet Computational Health Informatics (CHI)

\$ whoami

Medizinische Themen im FG CHI

- Bildgebende Verfahren
- IT-Infrastrukturen in der Medizin
- Informationssicherheit und Datenschutz
- IoT und Medizinische Geräte
- Mobile Geräte in der Medizin
- Augmented Reality & Virtual Reality
- AI, ML, Daten- und Bildanalyse
- **Neu:** Quanteninformationsverarbeitung



BA-Veranstaltungen CHI

Medizinische IT-Anwendungen

- Prof. Dr. Gabriele von Voigt
- SoSe 2021

- Mobile Computing in der Medizin
- App-Entwicklung im Gesundheitswesen
- Clinical Decision Support Systems
- Machine Learning und Tensor Flow
- Diagnose- und Therapieunterstützungssysteme
- Computer Assisted Surgery Systems
- Telemedizin
- Medizinische Lehr- und Lernsysteme
- Medizinische IT-Projekte

Grundlagen der Medizinischen Informatik

- Prof. Dr. Gabriele von Voigt
- WiSe 2019/20

Lernziele

- Wissen über die digitalen Prozesse und IT-Systeme im Krankenhaus und im Gesundheitswesen
- Grundlegende Kenntnisse über die Einsatzbereiche der Medizinischen Informatik
- Theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten zu Krankenhausinformationssystemen und deren Integration in das Krankenhaus

Vorlesungsthemen

- Medizinische Informatik
- Krankenhausinformationssysteme (Open Source, SAP)
- Patientenmanagement, klinisch/administrative Arbeitsplätze
- Ärztliche/pflegerische Dokumentation, medizinische Verschlüsselungssysteme
- Kommunikationsstandards, Kommunikationsserver

Vorlesungsthemen

- Leistungsstellen/Abteilungssysteme im Krankenhaus
- ERP-Module in SAP R/3 für ein Krankenhaus
- Elektronische Patientenakte
- Medizinische Forschung
- Big Data in der Medizin

MA-Veranstaltungen CHI

Seminare

- Informationssicherheit in der Medizin
 - Behandelt Datenschutz und Informationssicherheit in der Medizin, inbs. von dort im Einsatz befindlichen IT-Systemen und Geräten
 - Lernziele: Erkennen, bewerten und kritisch hinterfragen, wie die Schutzziele Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität in der Medizin erreicht werden

Seminare

- Seminar *Digital Health* (alt: AVS)
 - WiSe 20/21: Quantum Computing
 - SoSe 20: Klimawandel und Digitalisierung
 - WiSe 19/20: Space Medicine
 - SoSe 19: Digital Health
 - WiSe 18/19: Virtual Reality in der Medizin
 - WiSe 17/18: Biomedical Research Infrastructures

Computational Health Informatics (**alt**)

- Einführung, Übersicht; Einordnung & Abgrenzung
- Daten, Informationen und Wissen in der Medizin
- Modellierung und Simulation
- Systeme und Signalverarbeitung
- Biosignale und medizinische Bildgebung
- Informationssicherheit in der Medizin
- Datenschutz, Pseudonymisierung und Anonymisierung

Computational Health Informatics (**alt**)

- Verschlüsselung, Authentifizierung und Zugriffskontrolle → VL IT-IS
- Big Data und Cloud Computing in der Medizin → VL IT-IS
- IT-Infrastrukturen für Cloud Computing → VL IT-IS
 - Insb. Virtualisierung und Container
- Datenanalyse in der medizinischen Informatik

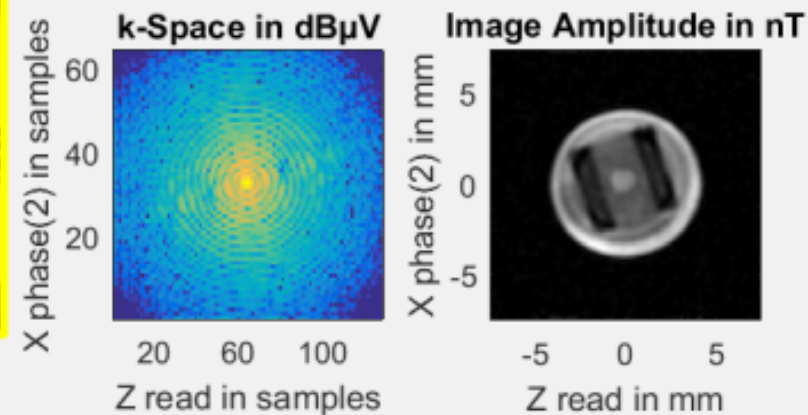
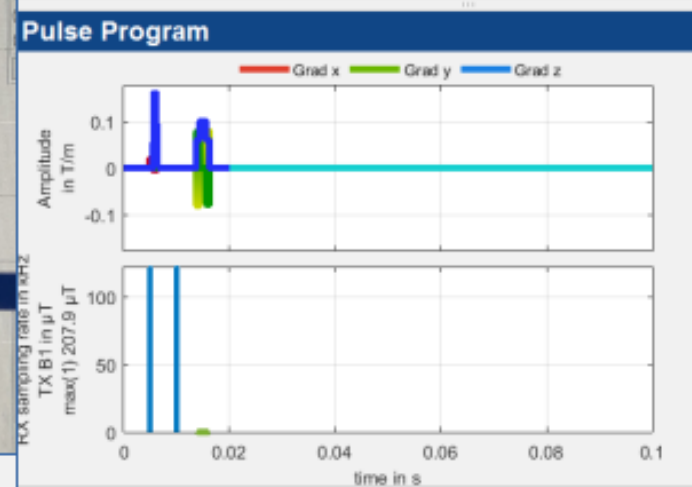
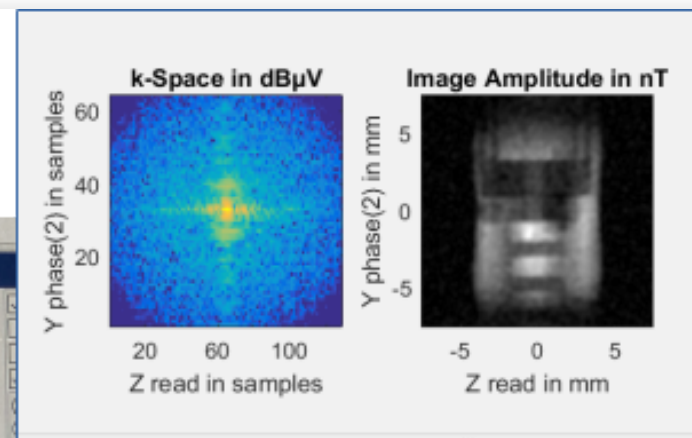
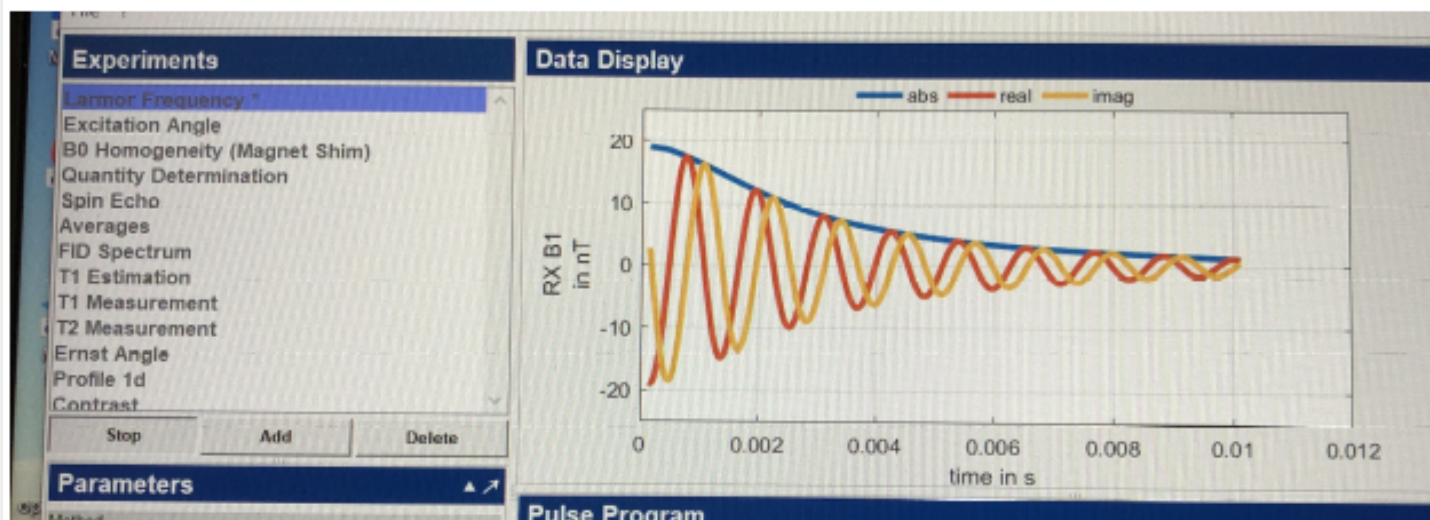
Labor Advanced CHI (ACHI) - bisher

- Big Data Infrastrukturen in der Medizin
- Linux-Systemadministration
- Deployment von Webanwendungen
- Container-Technologien
- LXC, LXD
- Docker
- Virtualisierung (insb. KVM)
- Cloud Computing Infrastrukturen

Labor Advanced CHI (ACHI) - zukünftig

- Geplant ab SoSe 2021
- Laborübungen zu folgenden Themengebieten:
 - Modellierung und Simulation von Fragestellungen aus der medizinischen Informatik
 - Biosignale: Messung und Datenverarbeitung
 - Magnetresonanztomographie und -spektroskopie
 - Datenschutz, Pseudonymisierung und Anonymisierung medizinischer Daten

Magnetresonanztomograph-Tischgerät @CHI



Labor zur LV IT-Infrastrukturen in der Medizin (WiSe 20/21)

- Linux-Systemadministration
- **Neu:** Namespaces & cgroups
- **Neu:** Mini-Docker in Go (erste Schritte)
- Deployment von Webanwendungen
- Applikationscontainer (Docker)
- Systemcontainer (LXC/LXD)
- Anwendungen in der Medizin

Lernziele und Inhalte

Lernziele

Die Lehrveranstaltung fokussiert auf typische Herausforderungen und Methoden des Fachgebietes Computational Health Informatics. Dabei wird auf die Besonderheiten medizinischer Daten eingegangen wie die besondere Schutzwürdigkeit, große Heterogenität und komplexe Struktur.

Lernziele

Es werden wichtige diagnostische Hilfen wie Biosignale und medizinische Bildgebung betrachtet, insb. deren Datenaquisition und -verarbeitung. Anhand vertiefender Beispiele aus der medizinischen Informatik werden Techniken der Datenverarbeitung, Modellierung und Simulation vermittelt und in Übungen angewandt.

Lernziele

Nach erfolgreichem Abschluss können die Studierenden:

- Fragestellungen aus der medizinischen Informatik modellieren und untersuchen
- Geeignete Techniken für die Datenverarbeitung von medizinischen Biosignalen und Bildern auswählen und benutzen
- Maßnahmen für den Datenschutz und die Informationssicherheit beim Umgang mit medizinischen Daten bewerten

Stoffplan

- Einordnung und Abgrenzung zu anderen Teilen der medizinischen Informatik und verwandten Wissenschaftsgebieten
- Medizinische Statistik
- Daten, Informationen und Wissen in der Medizin
- Modellierung und Simulation
- Systeme und Signalverarbeitung

Stoffplan

- Biosignale
- Medizinische Bildgebung (insb. NMR und MRT!)
- Informationssicherheit in der Medizin
- Datenschutz, Pseudonymisierung und Anonymisierung
- Datenanalyse in der medizinischen Informatik

Vorkenntnisse

- Bachelorstudium
 - Mathe: Insb. Analysis, Lineare Algebra
 - Grundlagen IT-Sicherheit
- Wiederholung und Vertiefung ggf. in Übung und teilweise in Vorlesung

Quellen

- Sehr unterschiedlich, je nach Thema
 - Auszüge aus Büchern
 - Wenn möglich E-Books, die über die TIB erhältlich sind
 - Originalarbeiten (paper)
 - Webseiten
 - Inkl. Programmierdokumentation
 - Blogs, etc.

Einführung & Übersicht

Was ist Computational Health Informatics?

- "Computational health informatics is a branch of computer science that deals specifically with computational techniques that are relevant in healthcare." → [Wikipedia](#)
- Außerdem ein Teil der Medizinischen Informatik (*Health Informatics*)

Medizinische Informatik: Bücher

- Biomedizinische Technik Band 6: Medizinische Informatik; H. Dickhaus, P. Knaup-Gregori (Hrsg.), De Gruyter 2015
 - Themen u.a.:
 - Medizinische Bildverarbeitung
 - Datenschutz und IT-Sicherheit in der Medizin

Medizinische Informatik: Bücher

- Medizinische Informatik kompakt; R. Jehle, C. Czeschik, T. Freund, E. Wellnhofer (Hrsg.), De Gruyter 2015
 - Themen u.a.:
 - Messwerte, Signal und Bilder
 - Statistik und Biometrie
 - Biosignalverarbeitung
 - Bildverarbeitung
 - Informationssicherheit

Medizinische Informatik

- Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Daten, Informationen und Wissen in der Medizin (keine Grundlagenwissenschaft)
- Problemlösungs- und Methodenorientiertes Fachgebiet
- Hochgradig Interdisziplinär (Mathe, Physik, Chemie, Biologie, Medizin, ..., Psychologie, Sozialwissenschaften, ...)

Medizinische Informatik

- Medizinische Informatik erfordert:
 - Denken in Systemen unterschiedlicher Abstraktion
 - Integration unterschiedlicher Wissensbereiche für Problemlösungen
 - Kenntnis des Wissens- und Methodenreperiores der einander ergänzenden Fachgebiete (inkl. deren Sprache und Denkkulturen)

Basiswissen für medizinische Informatik

- Verständnis der medizinischen, biologischen und molekularen Zusammenhänge
- Kenntnisse über das Gesundheitswesen und Prozesse in der Medizin
- Vernetzte Datenverarbeitung, Datenübertragung, Speichertechnologien, Signal- und Bildverarbeitung

Bsp. Forschungsförderung

- Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung
 - Innovationsförderung — Medizinischen Fortschritt vorantreiben
 - Medizininformatik
 - Systemmedizin
 - Personalisierte Medizin
 - Medizintechnik
 - Wirkstoffforschung

Gesellschaften: GMDS

- Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie GMDS e.V. (1955)
 - Fachausschüsse:
 - Medizinische Informatik
 - Medizinische Biometrie
 - Epidemiologie
 - Medizinische Bioinformatik und Systembiologie
 - Projektgruppen, Arbeitsgruppen, Arbeitskreise, Präsidiumskommissionen

Gesellschaften: EFMI

- **European Federation for Medical Informatics (1976)**
 - Vertreten: Europäische Länder, Firmen, Unis, Non-profit Organisationen
 - Förderung und Unterstützung von:
 - Internationale Kooperationen in Europa
 - Forschung und Entwicklung
 - Ausbildung
 - Standards
 - Repräsentation Europas in der IMIA

Gesellschaften: IMIA

- **International Medical Informatics Association (1989)**
 - Förderung und Unterstützung u.a. von:
 - Informatik im Gesundheitswesen
 - Forschung im Bereich der medizinischen Informatik und Bioinformatik
 - Förderung der Ausbildung und des verantwortlichen Handelns
 - Repräsentation der medizinischen Informatik in der WHO und anderen intern. Organisationen

Gesellschaften: TMF e.V.

- Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung e.V. (1999, seit 2003 e.V.)
 - Interdisziplinärer Austausch und projekt- wie standortübergreifende Zusammenarbeit
 - Arbeitsgruppen und Projekte

Gesellschaften: TMF e.V.

- Organisatorische, rechtlich-ethische und technologische Herausforderungen
 - (Rechts-)Gutachten, Musterverträge und Mustertexte
 - Handbücher, Checklisten, Leitfäden
 - Generische (Datenschutz-)Konzepte
 - Softwarelösungen

Ausbildung: CHI, University of Houston

- **Computational Health Informatics Track**

"The **Computational Health Informatics** specialization is a **highly interdisciplinary** degree that prepares the next generation of engineers for a career in the technological transformation of healthcare. This specialization places specific emphasis on **mobile computing, medical imaging and instrumentation, wearable sensors, multimodal data mining, and information security as applied to healthcare delivery.**"

Ausbildung: CHI, University of Houston

- Applied Digital Signal Processing
- Fundamentals of Medical Imaging
- Physiological Systems Modeling and Simulation
- Introduction to Information System Security
- ...

Was ist Computational Health Informatics?

- Sehr junges Forschungsgebiet
- Übergänge zu anderen Gebieten fließend
- **Multidisziplinär** (untersch. Fachgebiete tragen nebenläufig zu transdisziplinaren Lösungen bei)
- **Interdisziplinär** (gemeinsame Arbeit in einheitlichem konzeptionellen Rahmen [EU-Projekte, ...])

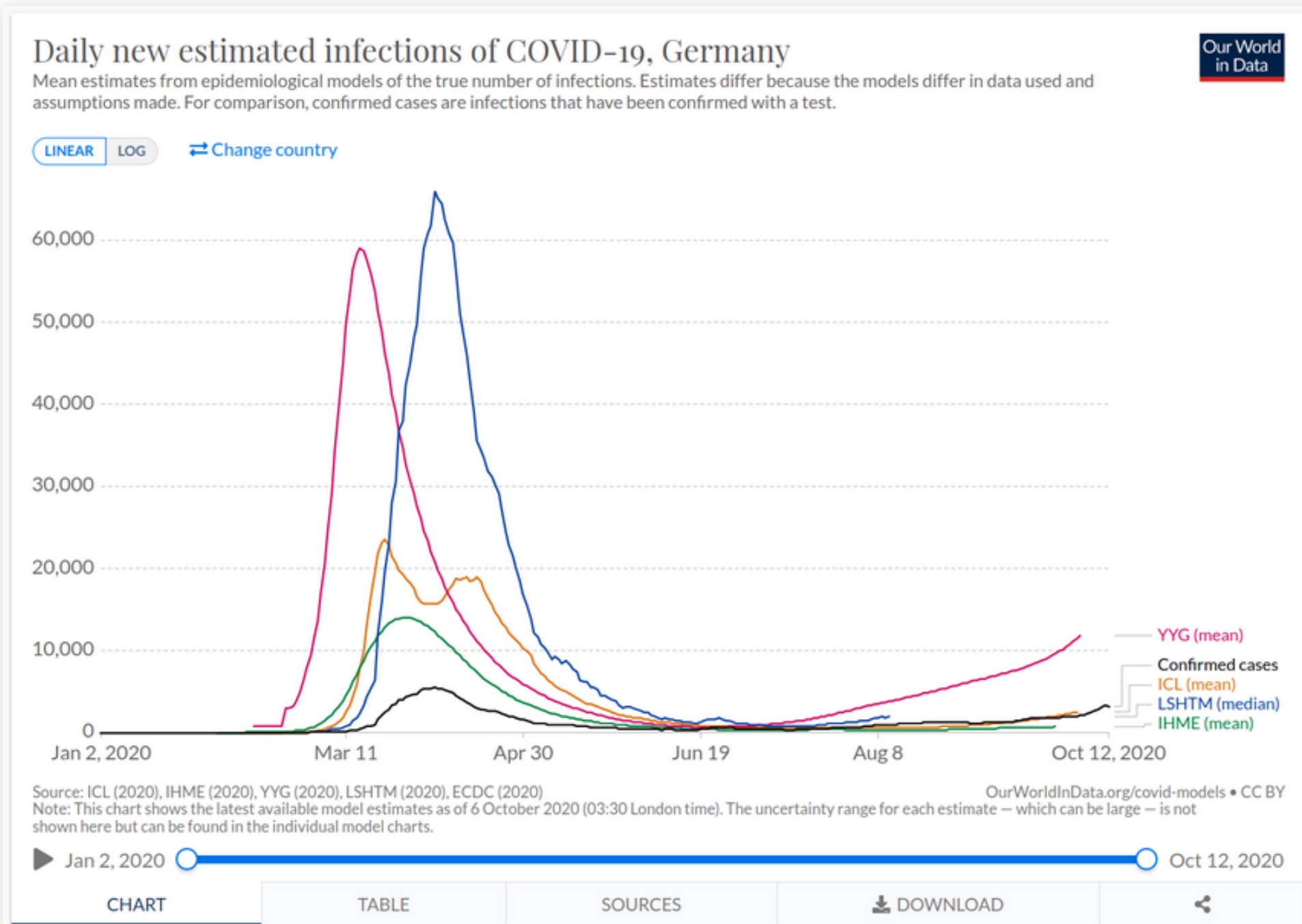
"Computational Health Informatics is the **Informatics** part of health informatics..."

Computational Health Informatics Lab, Waterloo

Computational Health Informatics

- Angewandte Forschung, Methodenentwicklung (z.T. Grundlagenforschung)
- Beantwortung med. Fragestellungen (Modellbildung, Simulation)
- Aufbereitung med. Wissens, Verfügbarmachung (Praxis, Ausbildung, Forschung, ...)
- Verbesserung der Gesundheitsversorgung (Einzelpersonen, Bevölkerung(sgruppen), ...)

Beispiele



Source: Our World in Data

- "A key limitation in our understanding of the COVID-19 pandemic is that we do not know the true number of infections. [...] To answer this question, several research groups have developed epidemiological models of COVID-19. These models use the data we have – confirmed cases and deaths, testing rates, and more – plus a range of assumptions and epidemiological knowledge to estimate true infections and other important metrics." (Hervorhebungen von mir)

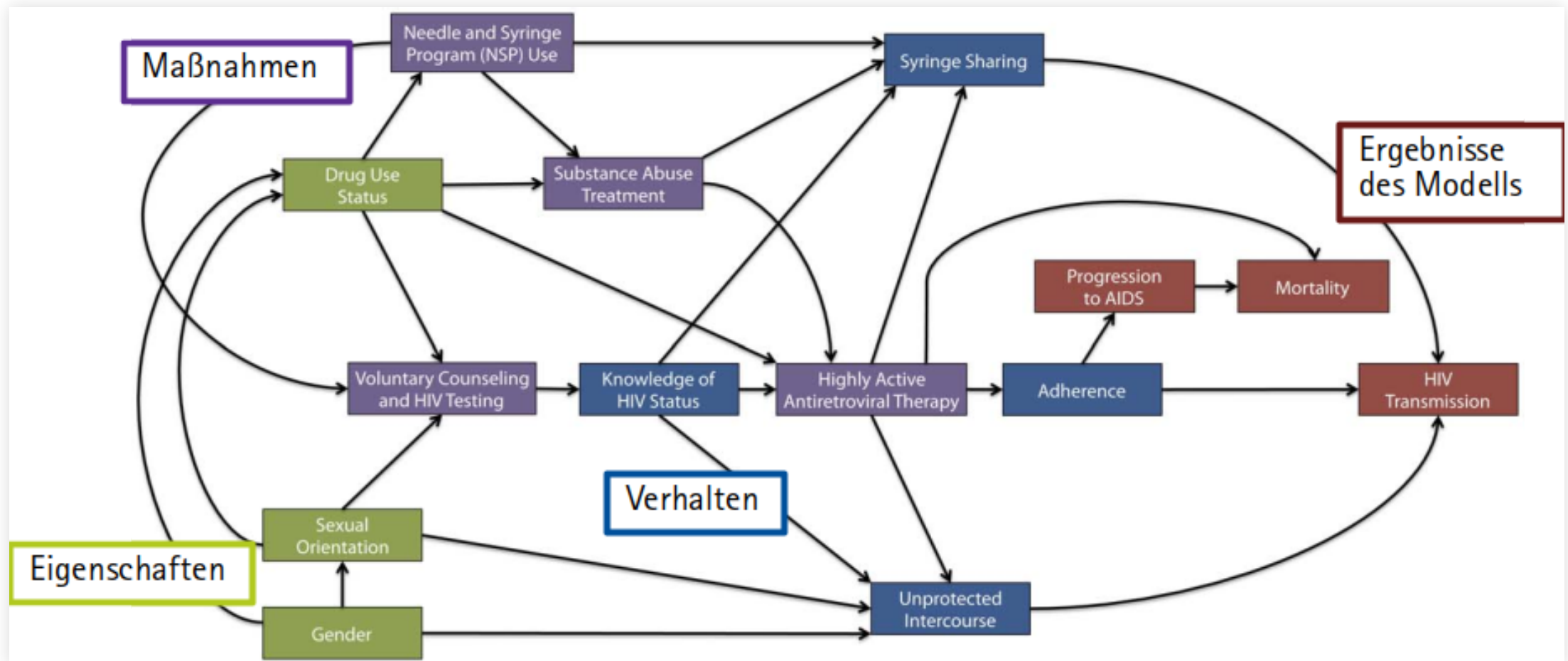
- Covid-models

Einige Linksammlungen...

- How open source software is fighting COVID-19
- A global collection of Open Source projects during COVID-19
 - Inkl. weiterer *crowdsourced lists*
- Online Portal for COVID-19 Modeling Research
- Sammlung von Infos, Tools und Aktivitäten für medizinf. Unterstützung der Covid-19-Krise
- Gesichtete, systematisierte frei verfügbare wissenschaftliche Veröffentlichungen

Agenten-basierte Modellierung I

- Epidemiologische Untersuchung: HIV-Ausbreitung NYC [MarWhi12]



- ~ 150.000 Agenten, Zeitbereich ~ 20 Jahre
- Kalibrierung des Modell z.T. mit echten Daten
 - Statistiken, Risiken
 - Therapien (antiviral, Drogentherapien)
- Wichtig für Entscheider: Welche Maßnahmen greifen, wie groß ist deren (relative) Wirksamkeit?

- Ergebnisse
(Baseline: Anstieg HIV unter *injection drug users*)
 - HIV-Tests: -12%
 - +50% Drogenbehandlungsprogramme: -26%
 - Frühere A/V-Therapie, weniger Abbrecher: -45%
 - +50% Nadelaustauschprogramme: -34%
 - **Alle 4 Maßnahmen: -60%**

Quellen

- **[Duga17]** M. Dugas, **Medizininformatik**, Springer Vieweg, 2017
- **[MarWhi12]** B. D. L. Marshall et al., **A Complex Systems Approach to Evaluate HIV Prevention in Metropolitan Areas: Preliminary Implications for Combination Intervention Strategies**, PLoS ONE, vol. 7, no. 9, p. e44833, Sep. 2012
- **[MidZim16]** E. A. Middleton, A. S. Weyrich, G. A. Zimmerman, **Platelets in Pulmonary Immune Responses and Inflammatory Lung Diseases**, Physiol. Rev. 96 (2016), 1211-1259