Maschinelles Lernen für die rechtzeitige Erkennung von Sepsis nutzen:

Einblicke aus der Swiss Sepsis Study

Catherine Jutzeler, PhD
Professorin für Biomedizinische Datenwissenschaften

ETH zürich

GSASA Kongress | 29. November, 2024 | Basel.

Blutvergiftung frühzeitig mit KI erkennen

(kib) Kann ein auf künstlicher Intelligenz (KI) basierendes Frühwarnsystem die Überlebenschance von Patienten mit einer Sepsis verbessern? Auf diese Frage fanden US-Forscher eine Antwort.

04.08.2022

Frühwarnsystem kann eine Sepsis rascher erkennen

Eine Sepsis entwickelt sich sehr schnell. Forschende der Johns Hopkins Universität haben nun ein Tool entwickelt, das Symptome früher erkennen und Todesfälle verhindern soll.

Christoph Meier, 22. Juli 2022 um 10:00

Sepsistherapie mit Big Data und künstlicher Intelligenz verbessern

Montag, 27. Mai 2019

Newsletter abonnieren | Zur Startseite

Mit KI Sepsis in den Griff bekommen

Freitag, 1. Oktober 2021

Newsletter abonnieren | Zur Startseite

/Kateryna Kon, AdobeStock.com

Sepsis erkennen: KI versagt aufgrund falschen Trainings jämmerlich

Der Einsatz von KI-Systemen wird immer wieder mit wundersam guten Ergebnissen vorangetrieben. Allerdings zeigt sich an einem aktuellen Beispiel, dass es ein tödliches Risiko darstellen kann, sich darauf zu verlassen.

PDF Pocket 6

Christian Kahle, 24.06.2021 13:10 Uhr

MOTIVATION.

Sepsis stellt eine globale gesundheitliche Priorität dar.

~ **50 000 000** Fälle pro Jahr

Überlebende leiden an **lebenslangen Folgen**

Mindestens **11 000 000 Todesfälle**
→ 1 Todesfall alle 2,8 Sekunden

1 von 5 Todesfällen weltweit wird mit Sepsis in Verbindung gebracht

WAS IST SEPSIS?

‘Blutvergiftung’.

Eine Sepsis entsteht, wenn die Reaktion des Körpers auf eine Infektion das **eigene Gewebe und die eigenen Organe schädigt**.

Sepsis kann zu Schock, Multiorganversagen und Tod führen - vor allem, wenn sie **nicht rechtzeitig erkannt und behandelt** wird.

Sepsis-3-Definition: Sepsis ist eine lebensbedrohliche Organfunktionsstörung, die durch eine gestörte Reaktion des Wirts auf eine Infektion verursacht wird.

SYMPTOME EINER SEPSIS.

Höchst unspezifisch.

- Schnelle Atmung und Herzfrequenz
- Fieber oder Schüttelfrost
- Muskelschwäche oder -schmerz
- Verwirrung, undeutliches Sprechen, Desorientierung
- Blasenprobleme
- Verfärbte Haut

BEDEUTUNG DER FRÜHERKENNUNG.

Sepsiserkennung - ein Wettlauf mit der Zeit.

Die Identifizierung von Bakterienarten im Blut dauert immer noch **24-48 Stunden.**

Jede Stunde verzögerter wirksamer Antibiotikabehandlung **erhöht die Sterblichkeit** um ~8 %.

Erhebliche **Verbesserung** der Patientenergebnisse

Verkürzt die Dauer des Krankenhausaufenthalts

BEDEUTUNG DER FRÜHERKENNUNG.

Sepsiserkennung - ein Wettlauf mit der Zeit.

Zu Beginn ist hektisches Fieber **schwer zu erkennen**, aber leicht zu behandeln; bleibt es unbehandelt, wird es leicht zu erkennen und **schwer zu behandeln**.

(Niccolò Machiavelli, Il Principe)

FRÜHZEITIGE ERKENNUNG EINER SEPSIS.

Warum sollten wir maschinelles Lernen in Betracht ziehen?

Pathophysiologie der Sepsis: Ein **komplexer, vielseitiger** Prozess

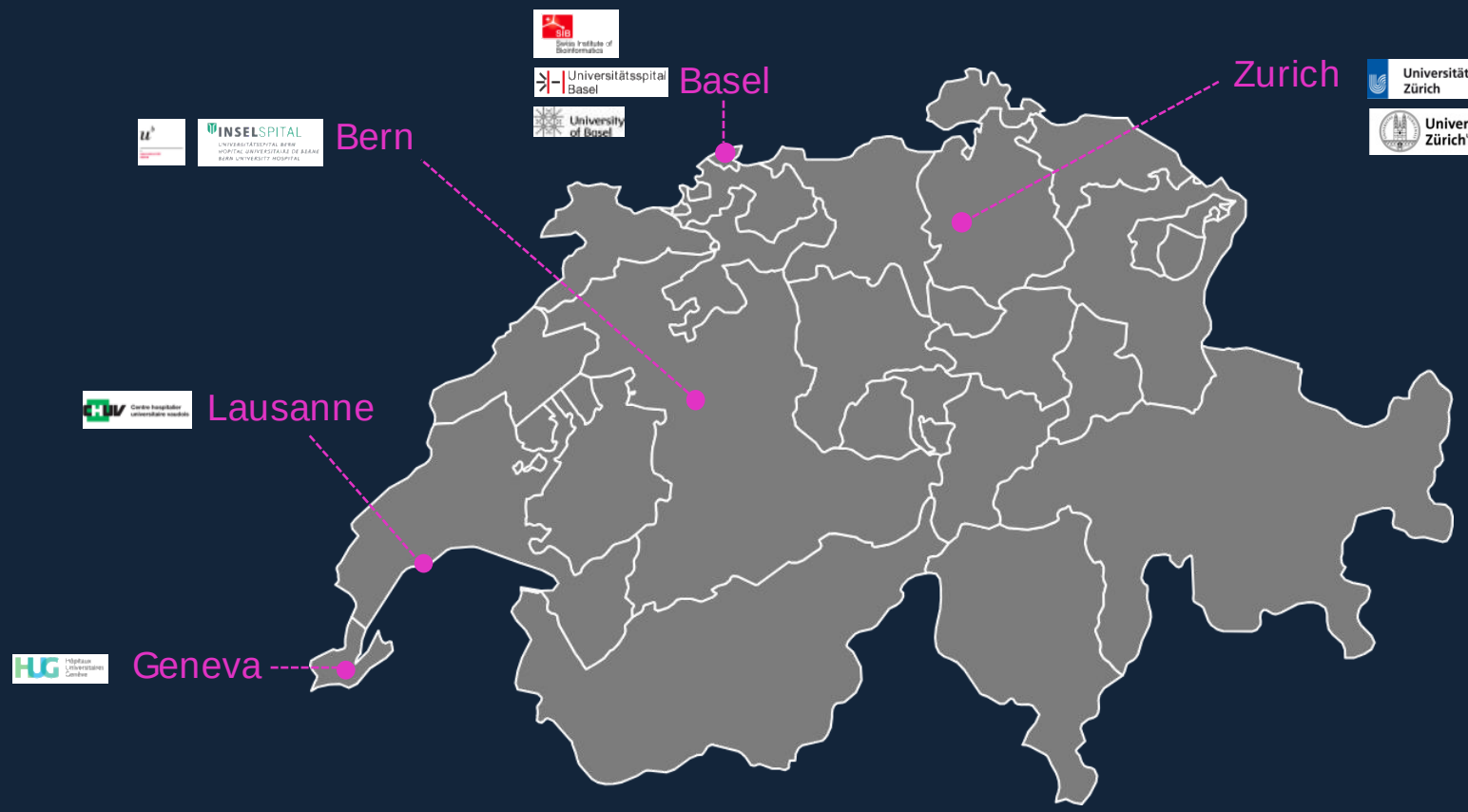
Unterscheidung der Sepsis von Krankheitszuständen (z. B. Entzündungen), die sich durch ähnliche klinische Anzeichen (z. B. Veränderungen der Vitalfunktionen) und Symptome (z. B. Fieber) auszeichnen

Grosse Mengen an verfügbaren digitalen Gesundheitsdaten (Labor-, Vital-, genetische, molekulare, klinische Daten und Gesundheitsgeschichte)

Modelle für maschinelles Lernen können auf natürliche Weise mit der Fülle und Komplexität digitaler Patientendaten umgehen, indem sie Vorhersagemuster in den Daten erlernen → kann verwendet werden, um genaue Vorhersagen darüber zu treffen, welcher Patient eine Sepsis entwickelt.

PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

5 Universitätskliniken, 3 akademische Einrichtungen, 22 Konsortiumsmitglieder.



Lead

Prof. Adrian Egli

Prof. Catherine Jutzeler

PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

Eine nationale Initiative zur Bekämpfung der Sepsis.

Ziel
Vorhersage, ob ein Patient während des Aufenthalts auf der Intensivstation eine Sepsis entwickeln wird, anhand von klinischen Routinedaten.

Aktueller Stand
• 18.000 gesammelte Gesundheitsdaten in der ganzen Schweiz (ab 2022) • 5 Universitätsspitäler • Weiterführung als nationaler Datenstrom 'IICU' (2022-2025)

Können wir den Ausbruch der Sepsis 6 und 12 Stunden vor dem Ereignis mithilfe von maschinellem Lernen vorhersagen?

STUDIENPOPULATION.

Prospektiv erhobene Daten.

Aufnahmen auf der Intensivstation von 5 verschiedenen Zentren (2019-

Variabel / Zentrum	Basel	Bern	Genf	Lausanne	Zurich
Anzahl Patienten	3887	4512	2152	2334	5171
Aufenthalte	4091	4834	2195	2443	1459
Zeitspanne	2019-2022	2019-2022	2019-2021	2019-2021	2019-2021
Alter, Median (IQR)	68 (57 - 77)	65 (54 - 75)	62 (52 - 73)	65 (55 - 75)	64 (52 - 74)
Sterberate, %	21.6	30.9	21.6	27.9	20.8
LOS, Median (IQR)	40.3 (24.1 - 69.3)	57.2 (36.8 - 118.0)	49.1 (25.3 - 112.7)	57.3 (25.5 - 141.3)	25.3 (14.8 - 86.9)
Geschlecht, %	66.9(M), 33.1(F)	62.0(M), 38.0(F)	66.0(M), 34.0(F)	68.0(M), 32.0(F)	63.4(M), 36.5(F)

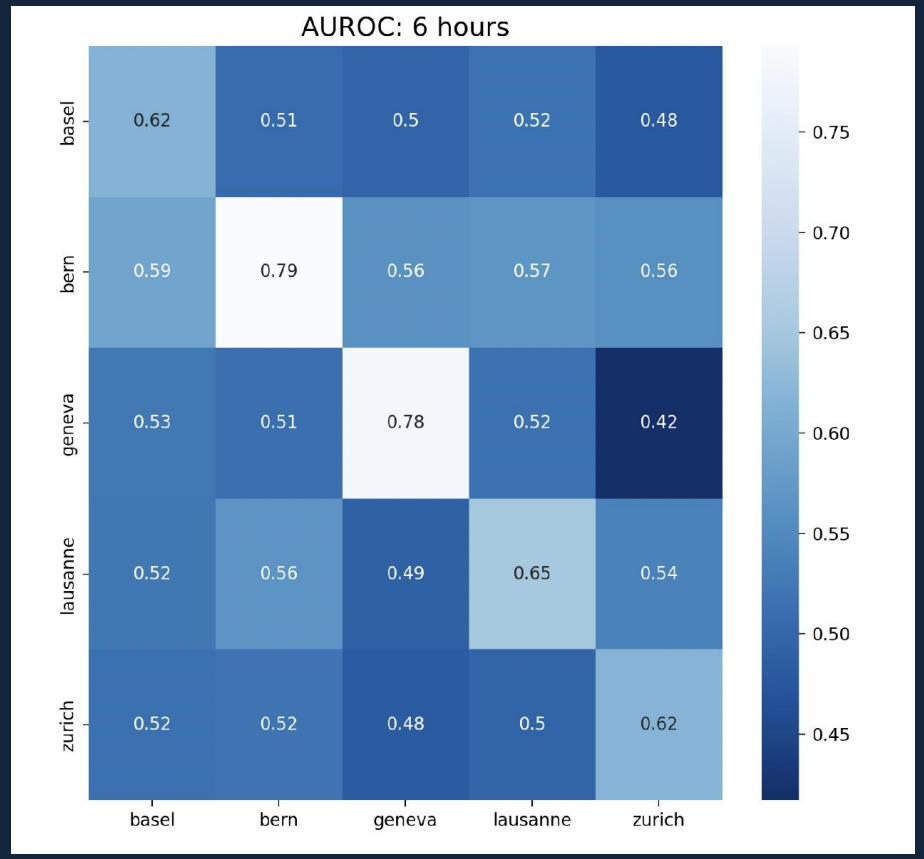
METHODEN.

Klassifizierungproblem.

- **Label**: Sepsis ja/nein
- **Unabhängige Variablen:** Überwachungsdaten (Herzfrequenz, Blutdruck, Temperatur) Medikamenteninformationen, Komorbiditäten, Laborwerte
- **Datenaufteilung**: 70% Training, 30% Test
- **Algorithmen**:
  - Logistische Regression
  - LightGBM
  - XGBoost
  - Random Forrest
- **Leistungsmaß:** Fläche unter der Receiver-Operator-Kurve (AUC-ROC)

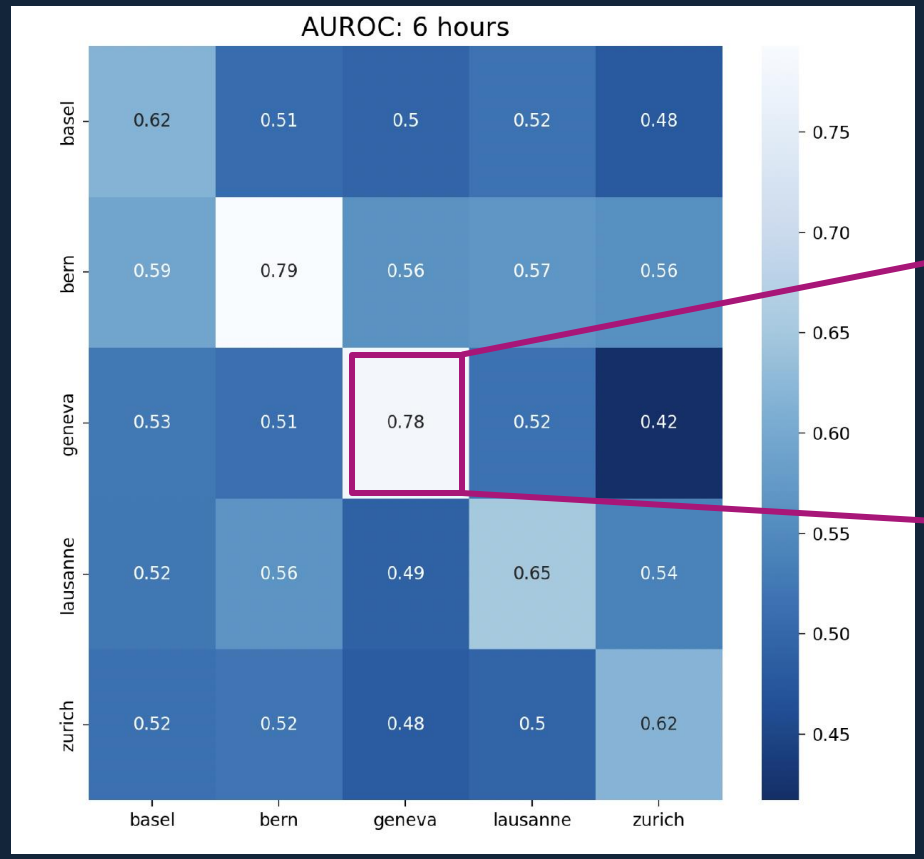
PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

Vorläufige Ergebnisse (unveröffentlicht).



PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

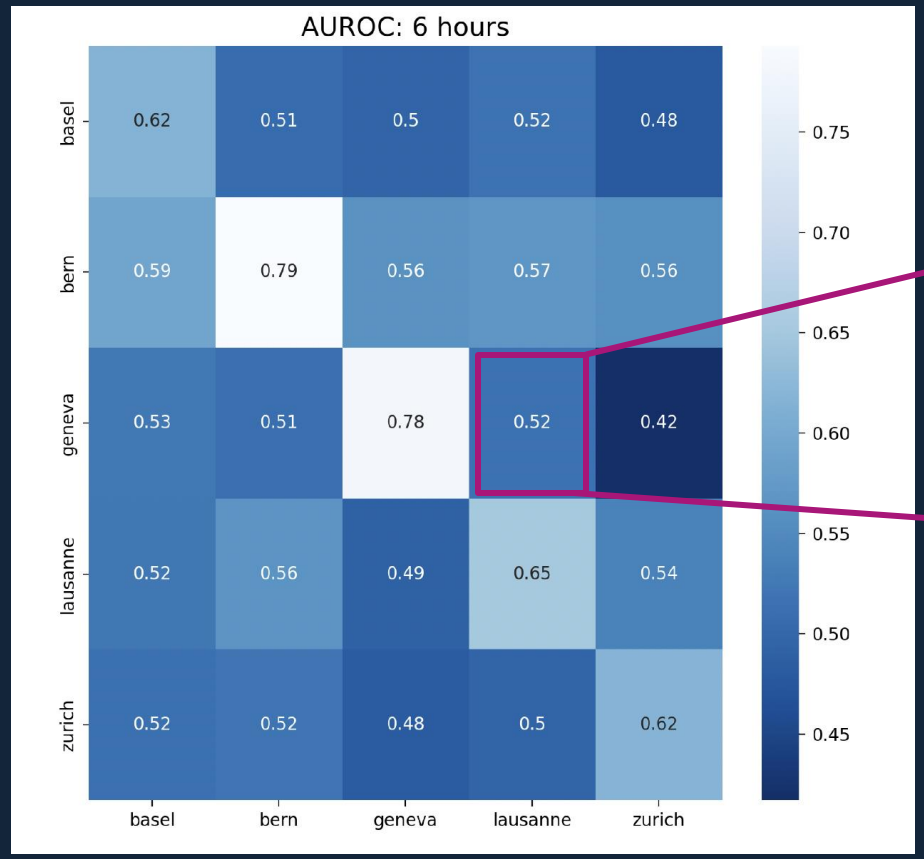
Vorläufige Ergebnisse (unveröffentlicht).

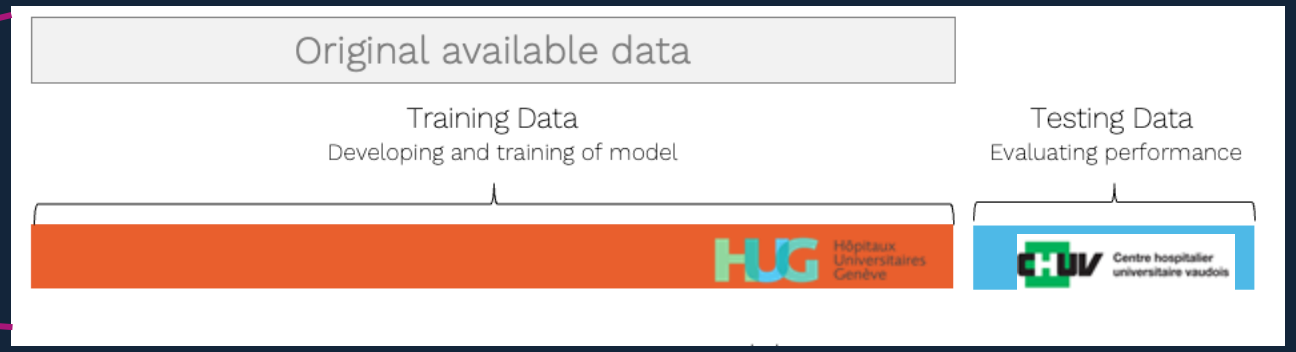


Train on Geneva → Test on Geneva

PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

Vorläufige Ergebnisse (unveröffentlicht).

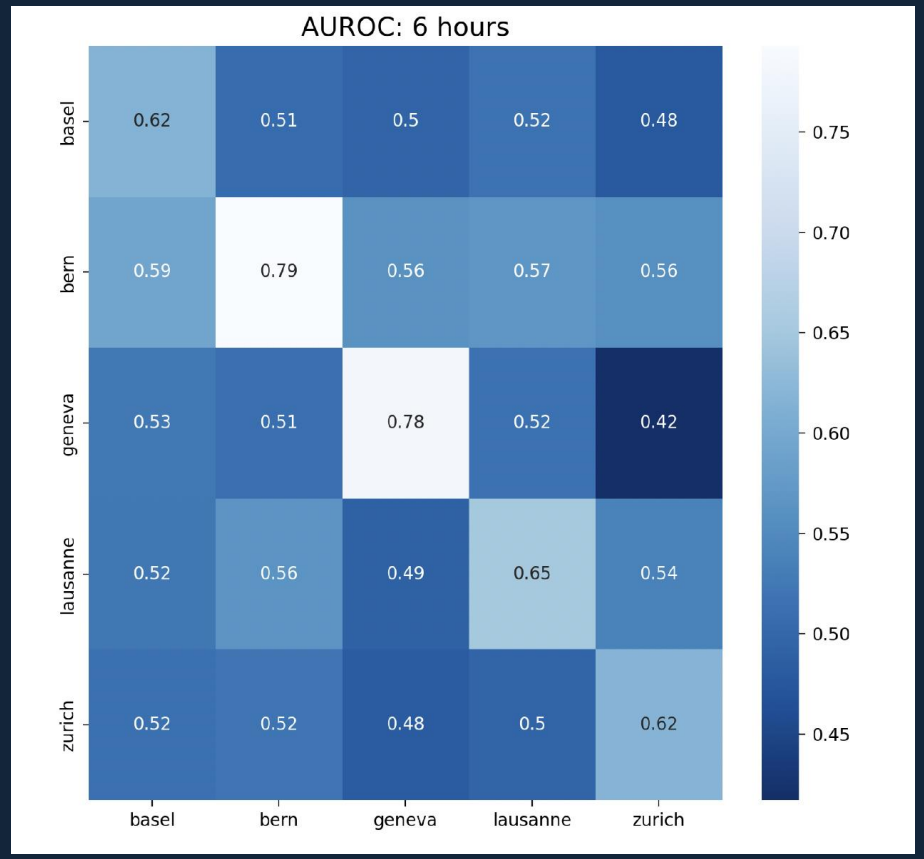


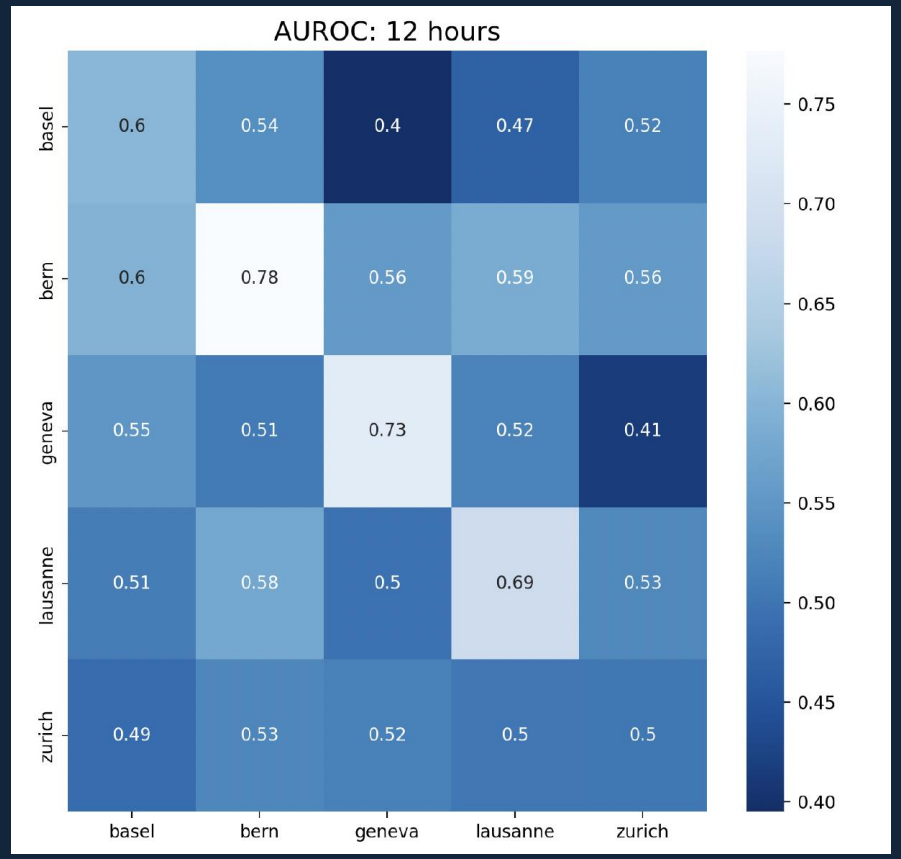


Train on Geneva → Test on Lausanne

PERSONALISIERTE SCHWEIZER SEPSIS-STUDIE.

Vorläufige Ergebnisse (unveröffentlicht).





GRÜNDE FÜR MODERATE LEISTUNGEN.

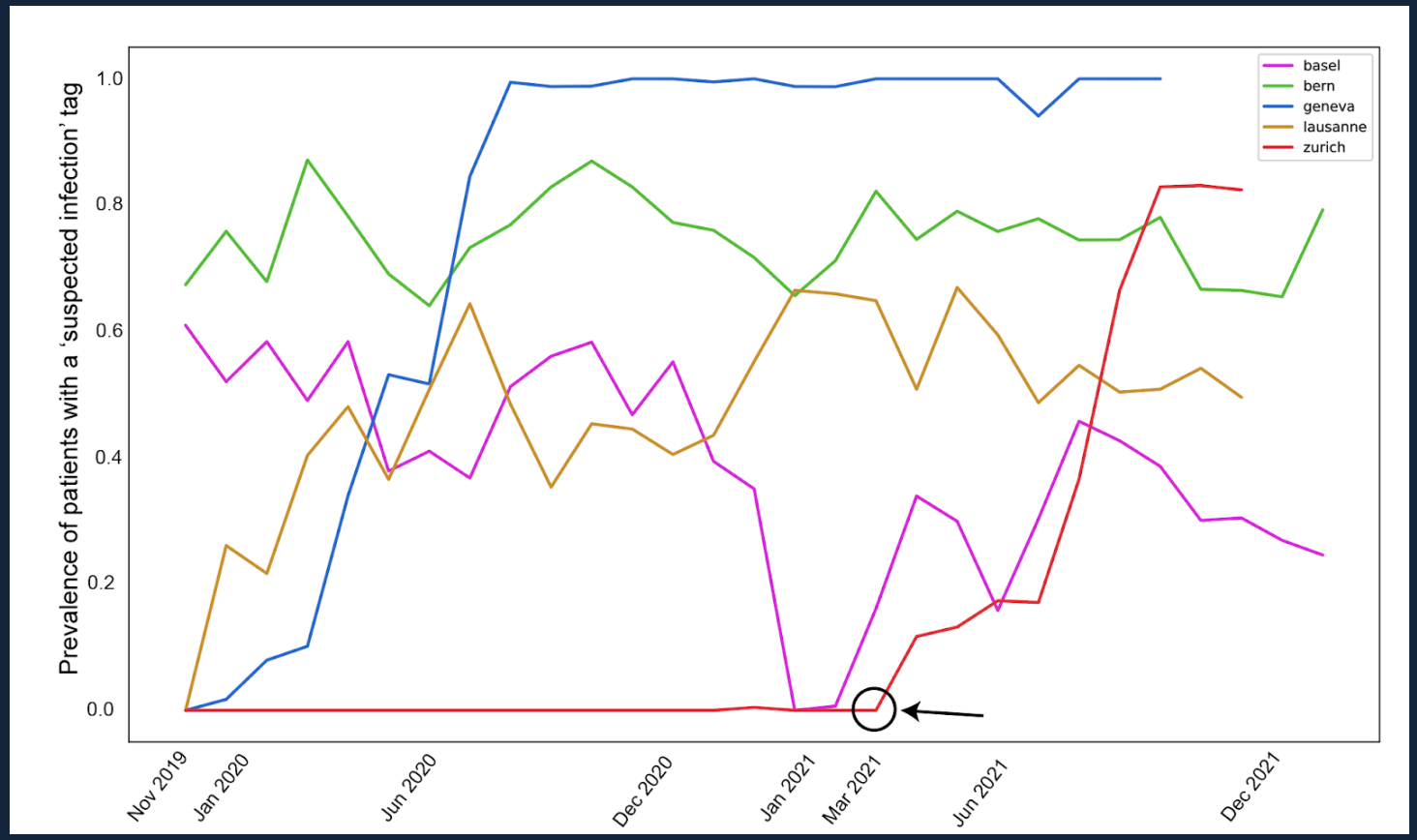
Machinelles Lernen.

- Wahl des Modells für maschinelles Lernen
- Falscher Zeithorizont → sollten wir ihn auf 3 Stunden verkürzen?
- Unzureichende Datenqualität
  - Vergleichen wir Äpfel mit Äpfeln? Oder doch Äpfeln mit Orangen?

Datenqualität und Vergleichbarkeit sind für maschinelles Lernen (und Statistik) unerlässlich!

GELERNTE LEKTIONEN.

Definition der Bezeichnung Sepsis.



Verschiedene Krankenhäuser verwenden unterschiedliche Definitionen von "vermuteter Infektion", die die Grundlage für unsere Sepsis-Kennzeichnung bilden.

→ Unterschiedliche Prävalenz

GELERNTE LEKTIONEN.

Probleme mit der Datenqualität verhindern derzeit die Multizentrenanalyse.

- **Unstimmigkeiten** bei der Angabe von Referenzbereichen für Laborergebnisse durch Krankenhäuser
- **Unstimmigkeiten** bei den für die Laborergebnisse verwendeten Einheiten, wobei die Wertebereiche ähnlich sein können, obwohl unterschiedliche Einheiten verwendet werden (was die Umrechnung der Einheiten unzureichend macht)
- **Fehlende Werte**, die für die Berechnung der SOFA-Scores benötigt werden
- Die **Verwendung unterschiedlicher** SNOMED-Codes zur Referenzierung von Blutproben
- **Grundlegende Annahmen** (z.B. UTC-8-Codierung) sind nicht gültig: In wie vielen Zeitzonen sind die Schweizer Spitäler verteilt?

Jedes dieser Probleme muss sorgfältig beachtet und gelöst werden, um die Qualität und Konsistenz des Datensatzes zu gewährleisten.

MASCHINELLES LERNEN FÜR DIE SEPSISVORHERSAGE

Ausblick.

- **Vergleichbarkeit, Reproduzierbarkeit und Robustheit** sind Schlüsselfragen bei der Vorhersage von Sepsis und ML in der Medizin im Allgemeinen.
- **Harmonisierung** von Daten aus verschiedenen Quellen
- **Integration** von Omics-Daten
- **Prospektive klinische Validierung** von Vorhersagen
- Viele Ansätze und **Erkenntnisse** gelten auch für andere klinische Vorhersageaufgaben

Die Vorhersage von Sepsis ist nach wie vor ein sehr spannendes Thema im Bereich des maschinellen Lernens in der Medizin.

DANKSAGUNGEN.

‘Große Dinge in der Wissenschaft werden nie von einer einzelnen Person getan, sondern von einem Team von Menschen.’

Coordinators

- Prof. Catherine Jutzeler (ETH)
- Prof. Adrian Egli (UZH)

IICU Data Manager (PHRT)

- Dr. Toussaint Nora (ETH)

IICU Project Manager (SPHN)

- Dr. Magdalena Lukamowicz-Rajska (CTC, USZ)

Clinical Dataware House Management Teams (SPHN)

Collaborators

- Prof. Karsten Borgwardt
- Dr. Michael Moor
- Bowen Fan

Consortium Members

- Prof. Thierry Calandra (CHUV)
- Prof. Jean-Daniel Chiche (CHUV)
- Prof. Hansjakob Furrer (Insel)
- Prof. Gilbert Greub (CHUV)
- Prof. Laurent Kaiser (HUG)
- Dr. Aitana Neves (SIB)
- Prof. Stephen L. Leib (UniBe)
- Dr. Sylvain Meylan (CHUV)
- Prof. Jerome Pugin (HUG)
- Prof. Yok-Ai Que (Insel)
- Prof. Gunnar Rätsch (ETH)
- Prof. Thierry Roger (CHUV)
- Prof. Reto Schüpbach (USZ)
- Prof. Jacques Schrenzel (HUG)
- Prof. Martin Siegemund (USB
- Prof. Annelies Zinkernagel (USZ)
- Ms. Jamila Hedjal (France Sepsis Association)

Funding

SPHN Swiss Personalized Health Network

Strategic Focus Area Personalized Health and Related Technologies

University of Basel · ETH zürich · CHUV Centre hospitalier universitaire vaudois · Universität Zürich · UNIVERSITÄT BERN · INSELSPITAL UNIVERSITÄTSSPITAL BERN HOPITAL UNIVERSITAIRE DE BERNE BERN UNIVERSITY HOSPITAL · Universitätsspital Basel · SIB Swiss Institute of Bioinformatics · UniversitätsSpital Zürich · HUG Hôpitaux Universitaires Genève

THANK YOU

For Your Attention

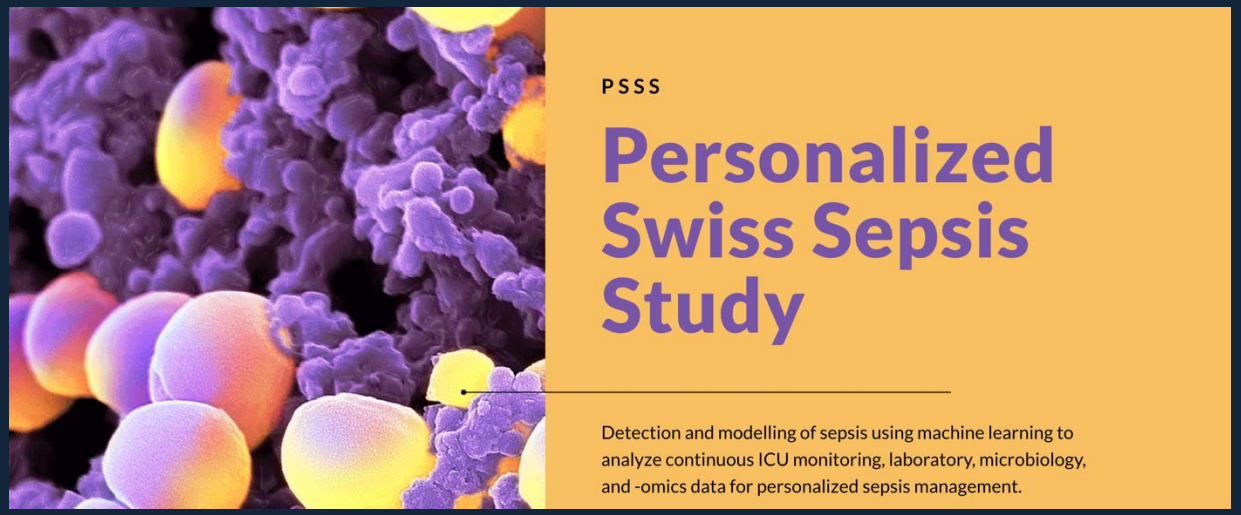
Contact

Catherine.Jutzeler@hest.ethz.ch

@Jutzeler_Cathy

Illustrations

Icons: https://thenounproject.com/
Pictures: https://unsplash.com/

PSSS Website

https://sepsis-network.ch/