

Machine learning zur Erkennung von HAI: Eine Wunderwaffe?

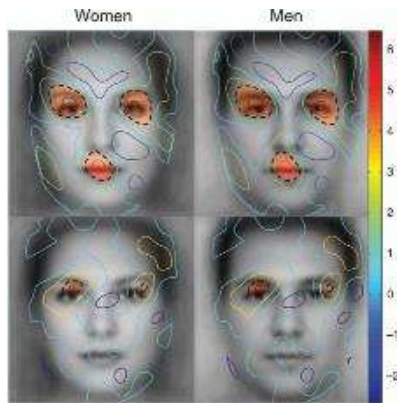


Mohamed Abbas, MD, MSc

04.05.2023

moab@hcuge.ch

Was genau ist das...?



Gesichtserkennung



DeepFake Videomanipulation

<https://www.youtube.com/watch?v=VWrhRBb-1Ig>



Autonome Fahrzeuge



Generative KI

Machine learning als Statistik

- In den Medien wird ML oft als eine Form der **künstlichen Intelligenz** dargestellt, die in Robotern implementiert wird, welche die menschliche Intelligenz nachahmen können
- Dies ist eine übertriebene Version des ML, die noch Jahrzehnte brauchen könnte, um realisiert zu werden!
- Meistens läuft ML auf statistische Algorithmen hinaus, die versuchen, komplexe Muster aus beobachteten Daten (z. B. Gesichtern, Stimmen) zu extrahieren. Diese Algorithmen werden auch als "Mustererkennung" oder "Data Mining" bezeichnet.
- Bei der Extraktion von Datenmodellen mit ML geht es oft darum, eine bestimmte abhängige Variable vorherzusagen, und zwar auf der Grundlage einer bestimmten Anzahl unabhängiger Variablen oder Merkmale. Das **ist exakt das Gleiche wie bei der linearen Regression**. In dieser Hinsicht kann das maschinelle Lernen als eine Erweiterung der statistischen Modellierung betrachtet werden.

Artificial Intelligence



Machine Learning



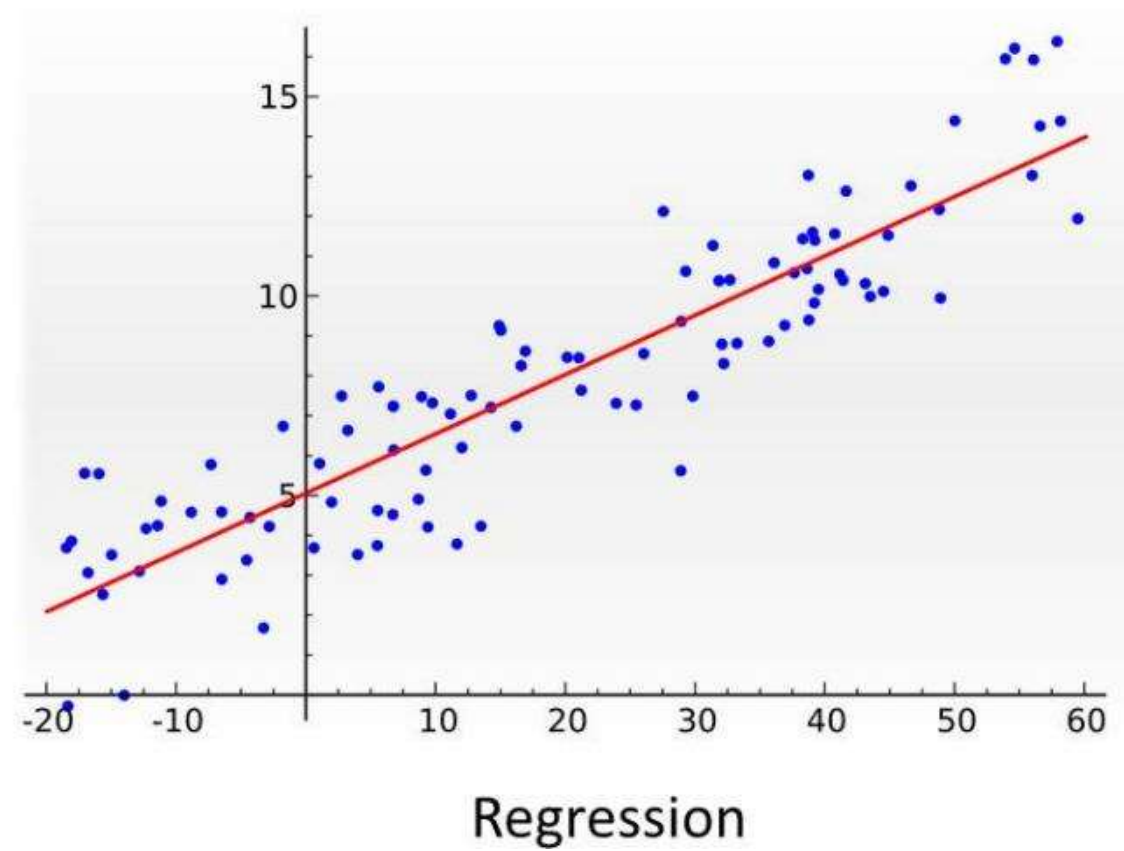
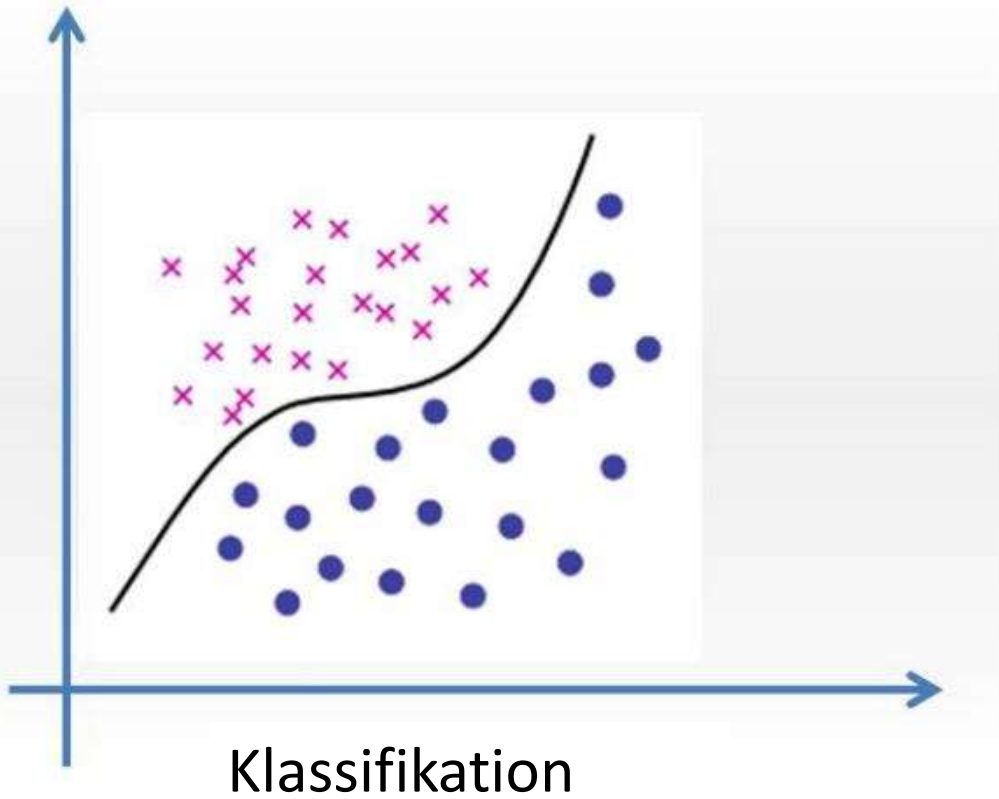
Neural Networks



Deep Learning

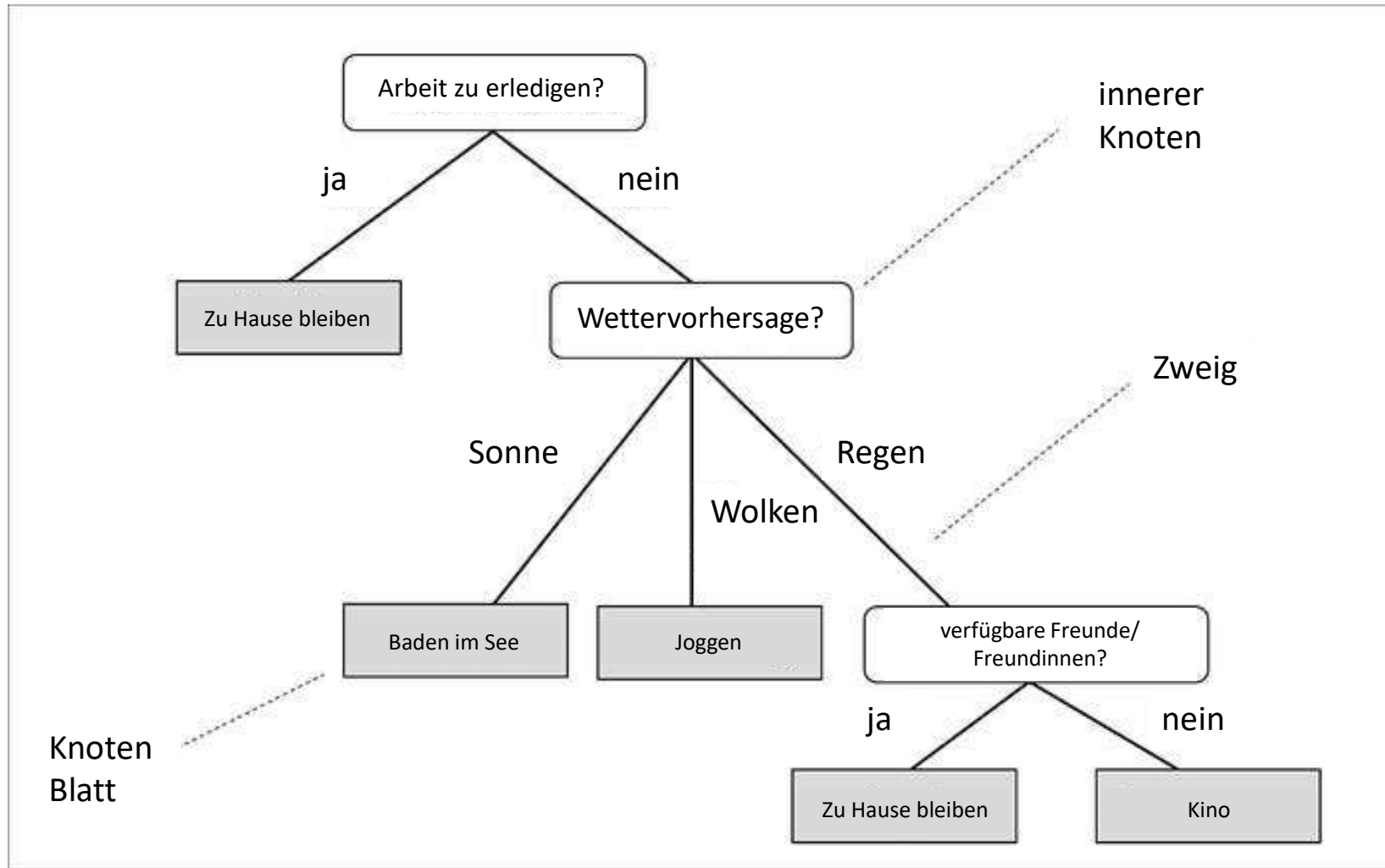


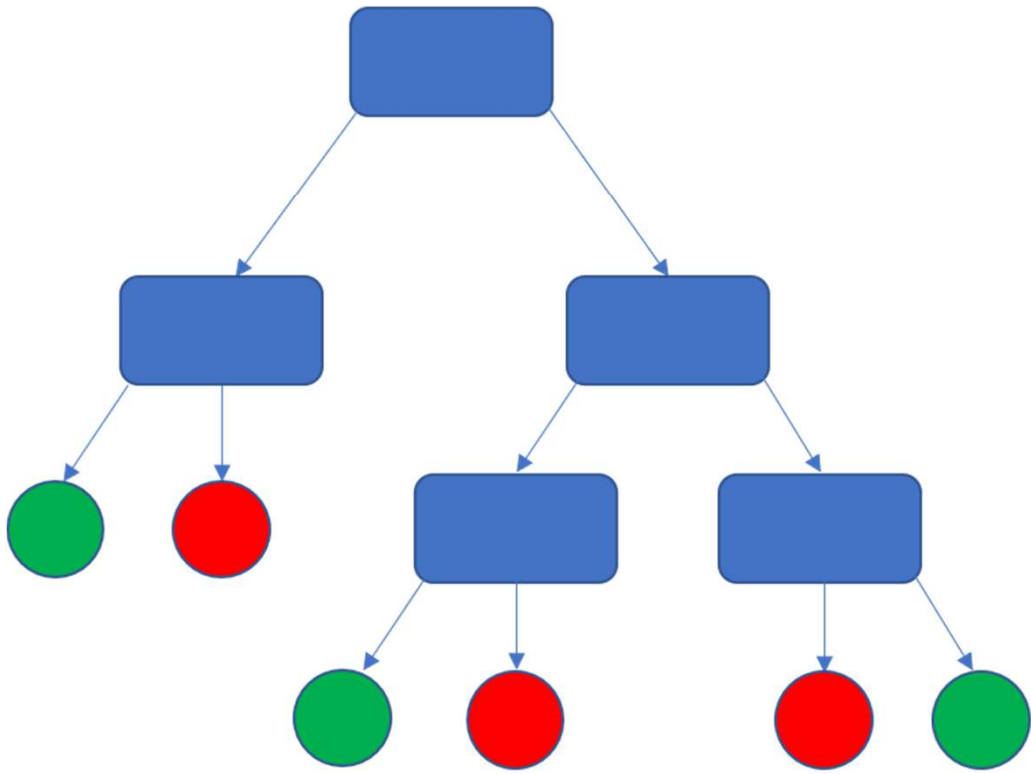
Lineare Modelle



<https://kindsonthegenius.com/blog/introduction-to-machine-learning-ml/>

Nichtlineare Modelle





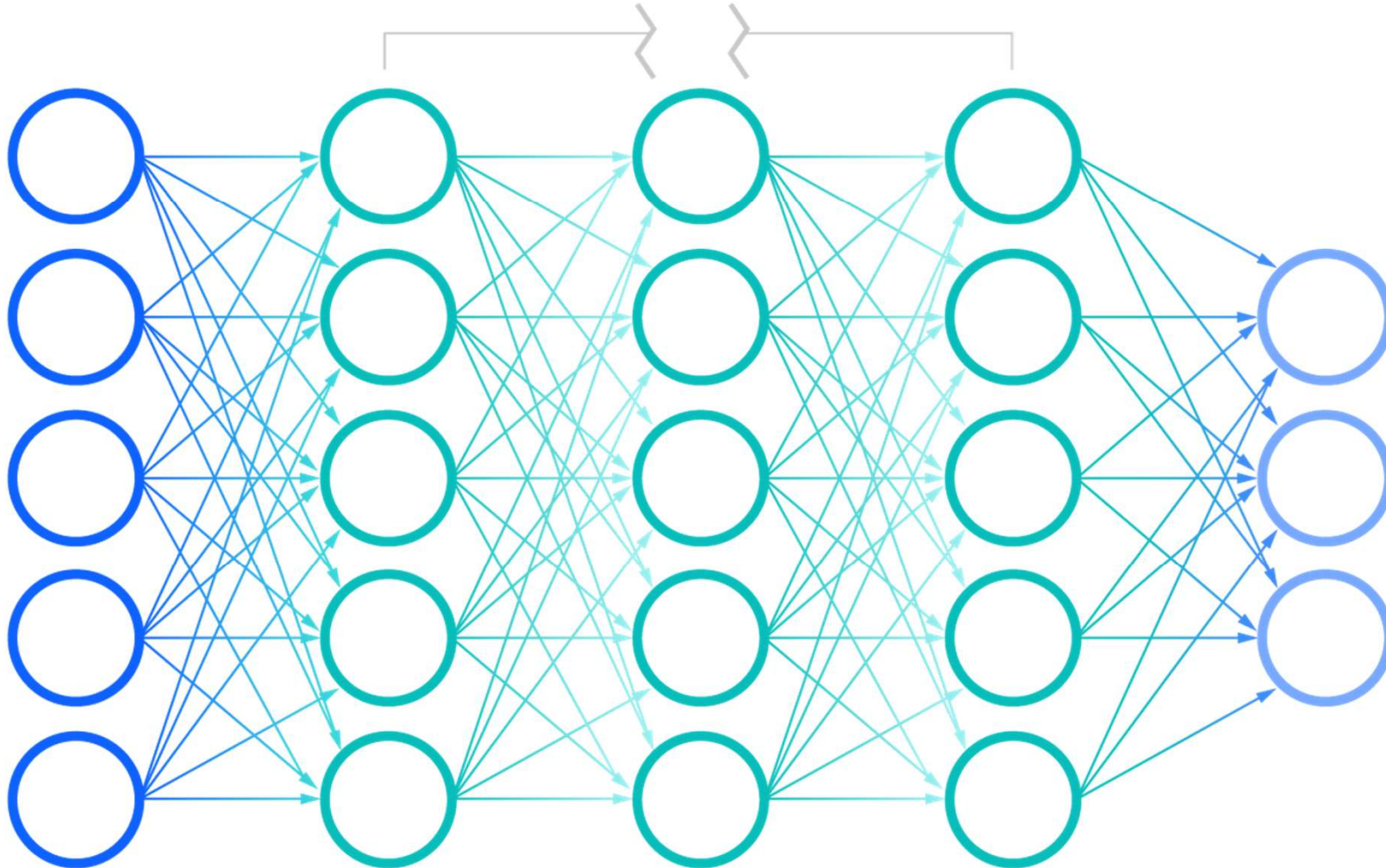
Decision Tree

Deep neural network

Input layer

Multiple hidden layers

Output layer

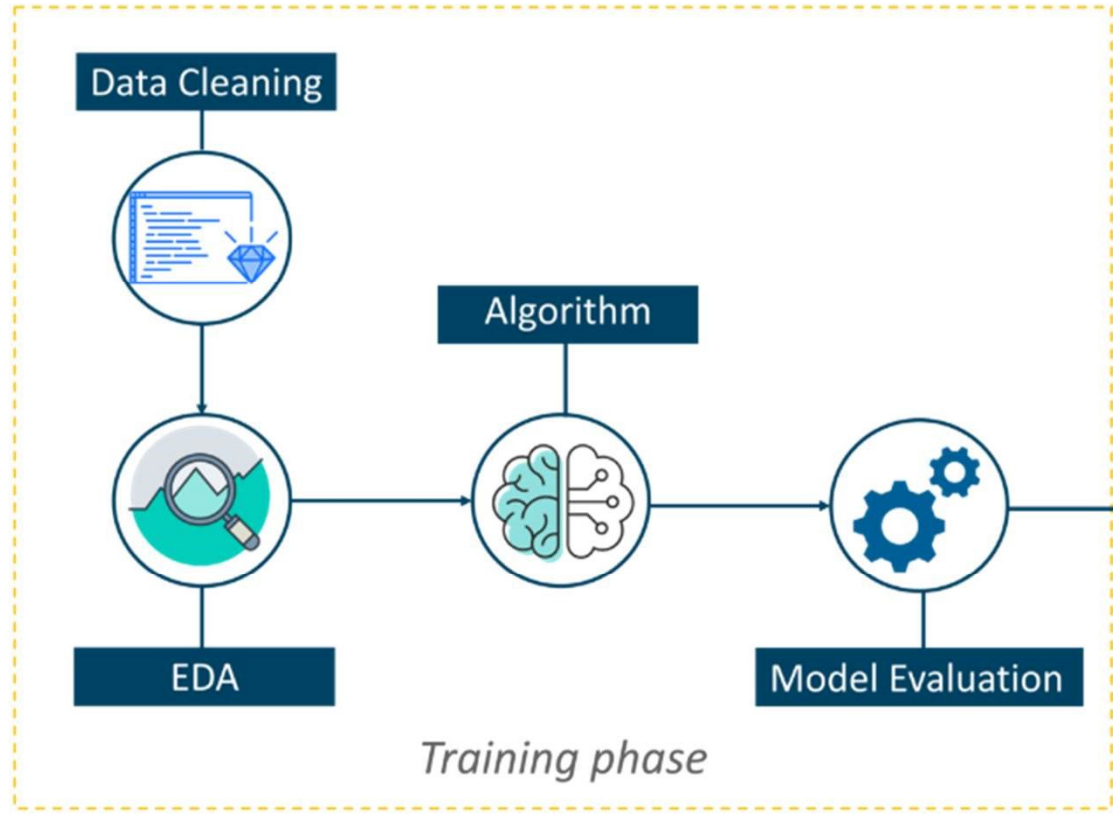


<https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>

Labelled Data



Known output



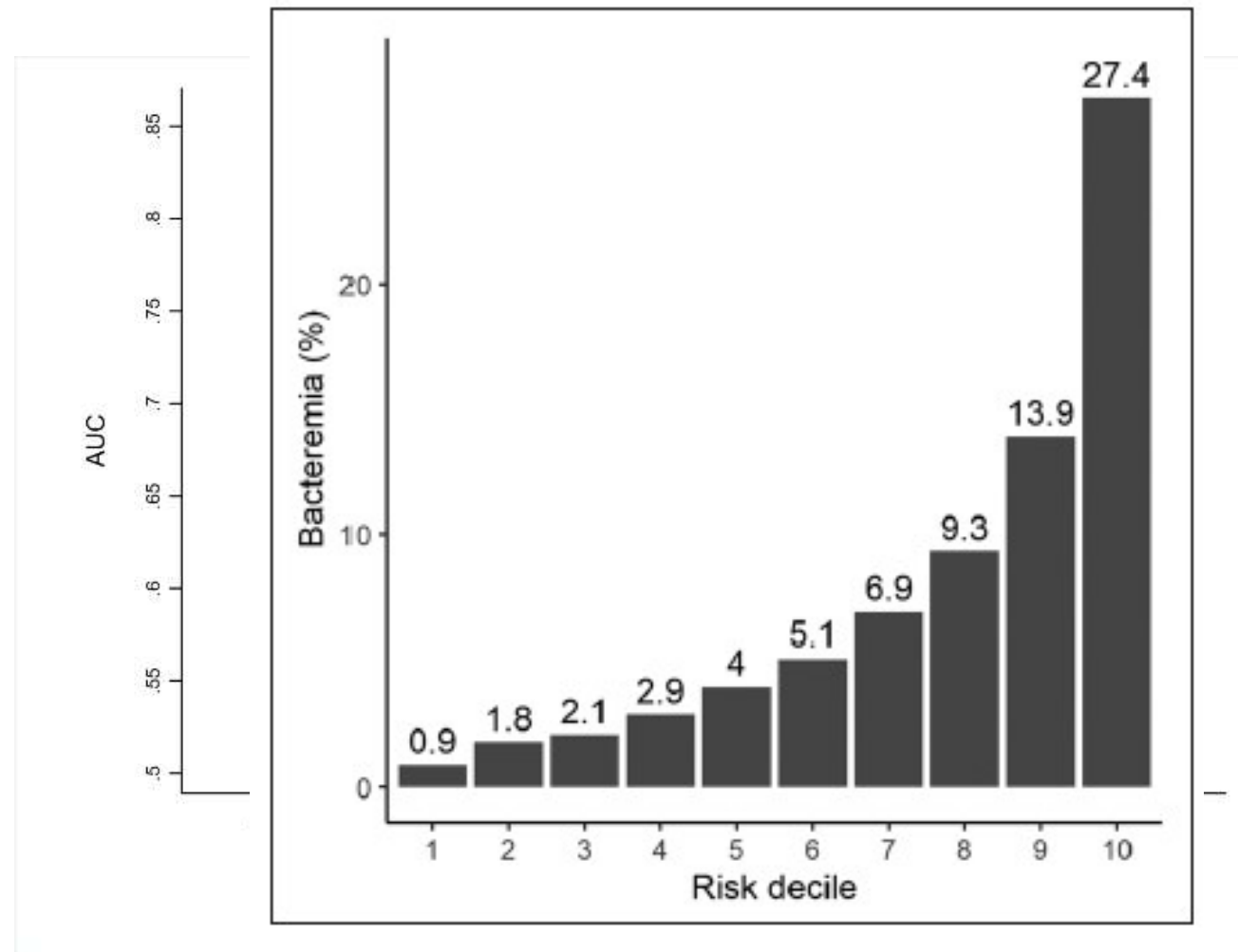
Labelled Output



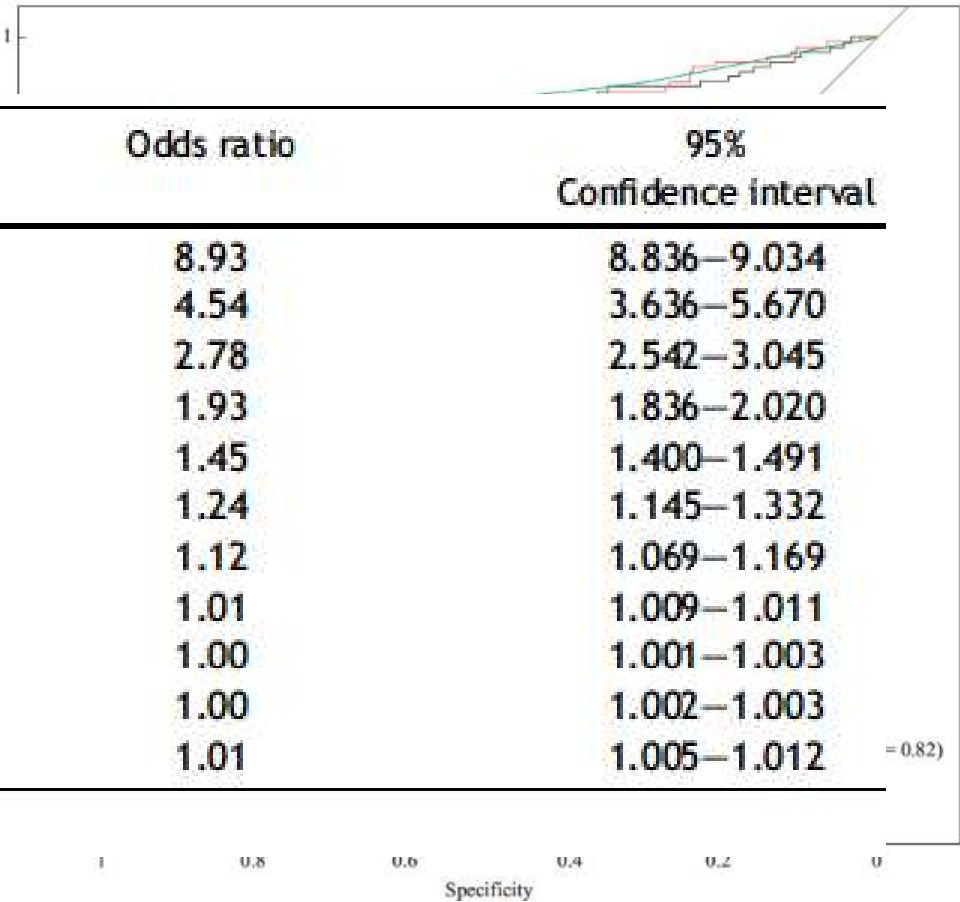
KI für die Vorhersage von HAI

The Development and Validation of a Machine Learning Model to Predict Bacteremia and Fungemia in Hospitalized Patients Using Electronic Health Record Data

- 2 Spitäler in den USA
- 76 688 erwachsene Patienten
- 252 569 Tage Blutkulturen
- Ergebnis: Wahrscheinlichkeit, dass eine Blutkultur positiv ist
- Vorhersagemodell unter Verwendung einer Gradientenverstärkungsmaschine (GBM)



Prediction of impending central-line-associated bloodstream infections in hospitalized cardiac patients: development and testing of a machine-learning model




Variables	Odds ratio	95% Confidence interval
Number of antibiotics administered in last 24 h	8.93	8.836–9.034
Positive blood culture result from previous 24 h	4.54	3.636–5.670
Positive blood result from previous 7 days	2.78	2.542–3.045
Exposure to PN in last 48 h	1.93	1.836–2.020
Max temperature measurement in last 24 h (°C)	1.45	1.400–1.491
C-Reactive protein >0.5 mg/dL	1.24	1.145–1.332
Alteplase count in last 24 h	1.12	1.069–1.169
Max heart rate measurement in last 24 h (beats/min)	1.01	1.009–1.011
Current length of stay in ICU (days)	1.00	1.001–1.003
Cumulative time exposed to antibiotics (days)	1.00	1.002–1.003
Age of patient (years)	1.01	1.005–1.012

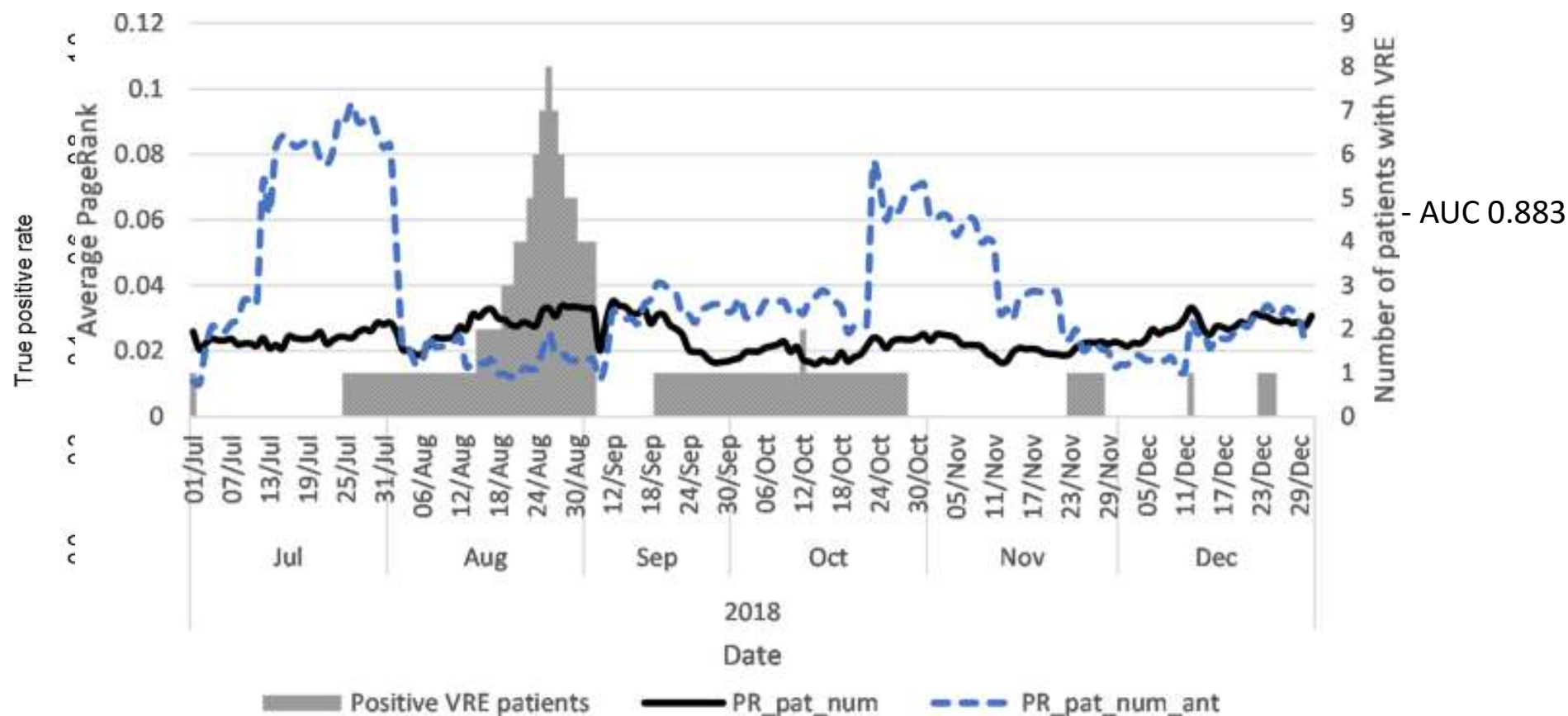
ICU, intensive care unit; PN, parenteral nutrition.

KI für die Vorhersage von Kolonialisierung





Spatiotemporal prediction of vancomycin-resistant Enterococcus colonisation

- Niederlande (Groningen) 01.2018 – 12.2019
 - Nutzung von Patientenbewegungen
 - Tägliche Bestimmung von:
 - Anzahl der Patienten/Station
 - Anzahl der Patienten mit Antibiotika/Station
- } Kenngrossen der Zentralität
- Aufbau zielgerichteter dynamischer räumlich-zeitlicher Netzwerke
 - Verwendung des PageRank-Algorithmus  mit ML
 - Modellierung der Anzahl von VRE-Patienten auf Stationsebene

Spatiotemporal prediction of vancomycin-resistant Enterococcus colonisation



Extending outbreak investigation with machine learning and graph theory: Benefits of new tools with application to a nosocomial outbreak of a multidrug-resistant organism

Andrew Atkinson PhD^{1,a} , Benjamin Ellenberger MSc^{2,a} , Vanja Piezzi MD¹, Tanja Kaspar MPH¹,
Luisa Salazar-Vizcaya PhD¹, Olga Endrich MD³, Alexander B. Leichtle MD^{2,4}  and Jonas Marschall MD^{1,5} 

- Was sind die Risikofaktoren für eine VRE-Kolonisation?
- Welche Patienten sollten gescreent werden?
- Welches sind die "Hotspots" im Hinblick auf Geräte, Räume und Mitarbeiter, an denen eine Ansteckung stattgefunden haben könnte?
- Worin besteht der potenzielle Vorteil eines auf der Netzwerkgraphenmethode basierenden Kontaktscreenings im Vergleich zum herkömmlichen Kontaktscreening auf Grundlage von räumlicher Nähe?

Risikofaktoren für erworbene VRE

Table 3. Estimated Features From Decision-Tree Analysis

Characteristic	Importance
No. of different antibiotics	0.214
Charlson score, mean	0.191
No. of rooms	0.145
Age	0.107
Charlson score (last)	0.104
No. of hospitalizations	0.067
No. of surgeries, all stays (per surgery)	0.066
Length of stay (per 5 days)	0.064
ICU stay (at any time)	0.020
Sex	0.011
Patient had surgery at any time	0.010

Note. ICU, intensive care unit.



Bestätigung der Ergebnisse der logistischen Regression!

Extending outbreak investigation with machine learning and graph theory: Benefits of new tools with application to a nosocomial outbreak of a multidrug-resistant organism

Table 4. Example Hotspot List of Rooms, Devices, and Employees^a

Node Identification	Node Type	Score
EKG service	Room	9.5
Examination room ZZ	Room	8.0
14252	Device	6.9
Operating room ZY	Room	3.5
BX04	Room	2.3
F123	Room	2.2
A	Employee	2.1
Operating room Y	Room	2.1
B	Employee	2.0
Gastro1	Room	2.0
ZHS-01	Room	1.7

Example visualization shows collections of the geospatial locations in orange, turquoise (colonized patients with devices in yellow, and employees in the left panel, it is possible to select all patients. In the bottom row, the select a subset of the timeline of VRE

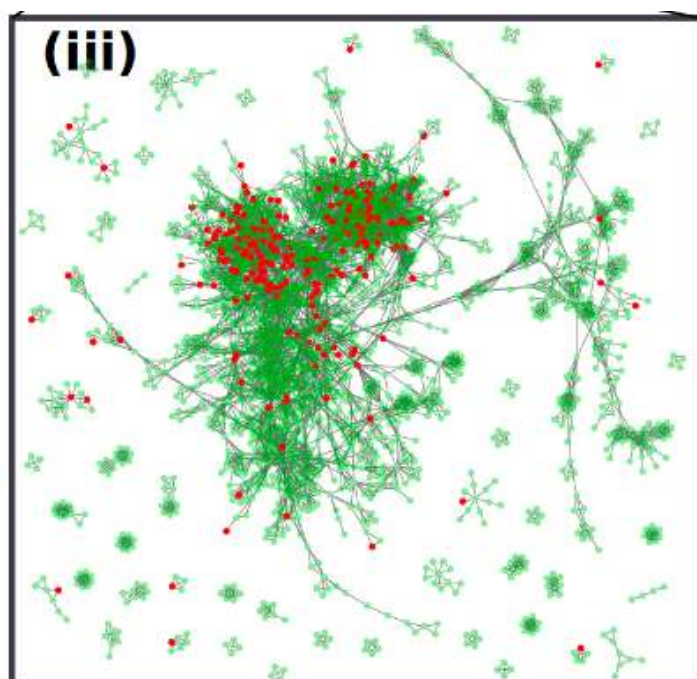
Note. EKG, electrocardiogram.

^aThis shows that the electrocardiogram service and the examination room ZZ have many interactions, and thus could likely serve as carriers for transmission.

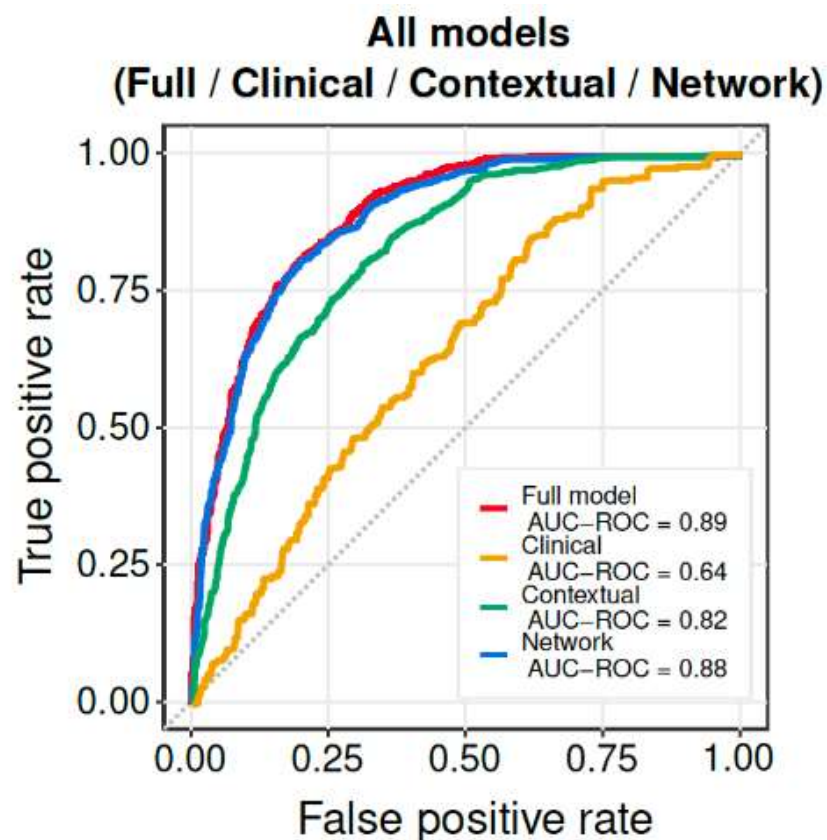
Extending outbreak investigation with machine learning and graph theory: Benefits of new tools with application to a nosocomial outbreak of a multidrug-resistant organism

40% weniger Screenings
Identifizierung von 102 "übersehenen" positiven
Patienten

Prediction of hospital-onset COVID-19 infections using dynamic networks of patient contact: an international retrospective cohort study



- Infectious patient
- Non-infectious patient
- Contact (room)



Vorteile der Vorhersage von Kolonisierung



Vorsorgemassnahmen

Verringerung des Übertragungsrisikos



Ressourcenzuteilung:

Priorität für das Screening von
Personen mit dem höchsten Risiko



Scientia potentia est

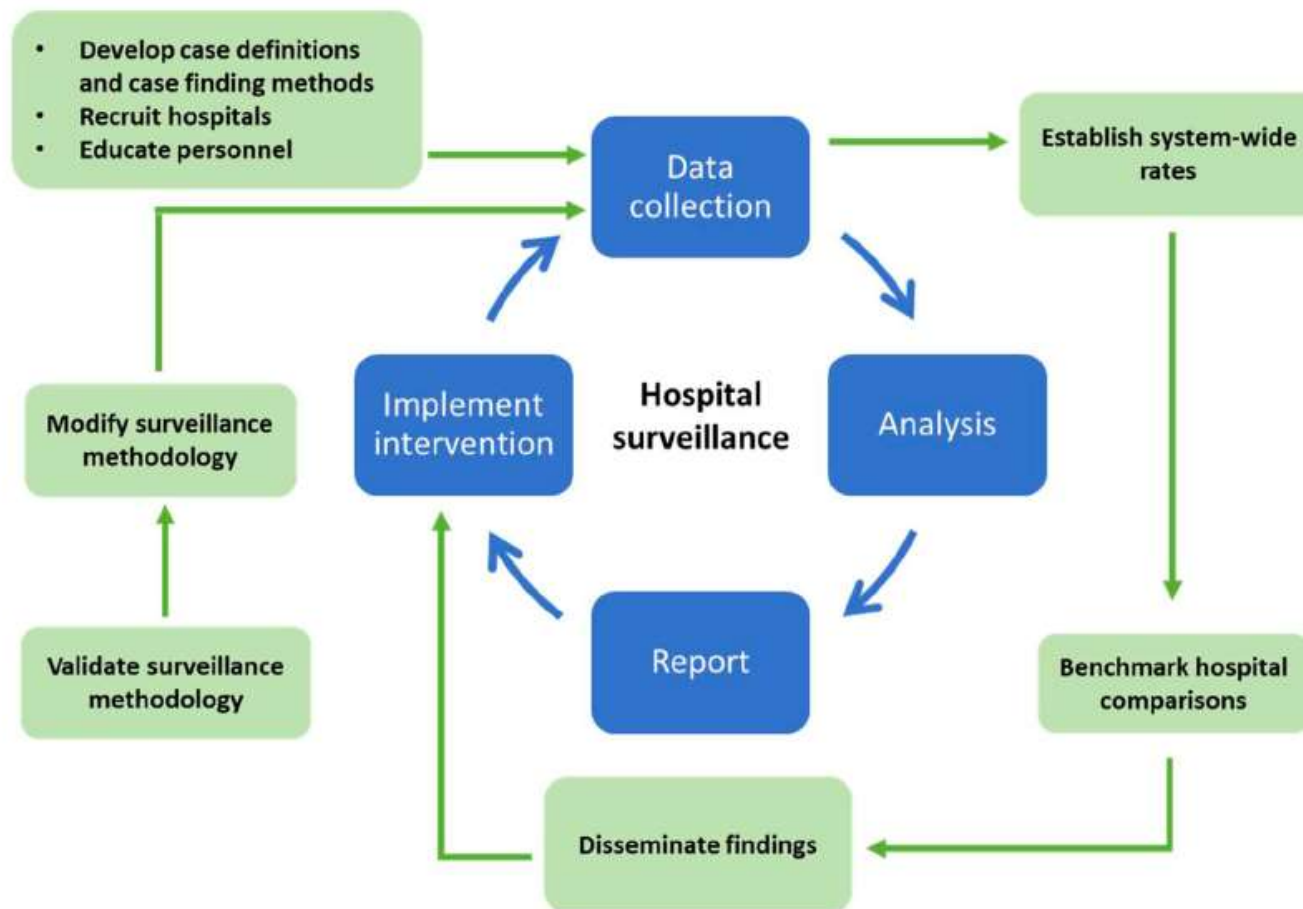


Überwachung



Vorhersage





Adapted from: Edmond MB. National and international surveillance systems for nosocomial infections.
 In: Wenzel RP, editor. Prevention and control of nosocomial infections. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. pp. 109–19.47.

Probleme mit der manuellen Überwachung

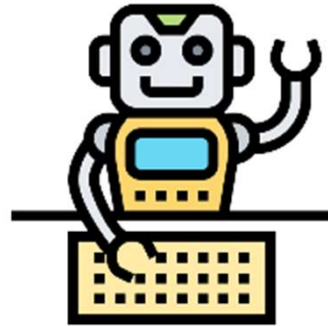
Hohe
Personalintensität

Schlechte
Übereinstimmung
zwischen den Evaluatoren

Subjektiv

Verzögert

Ziele der Automatisierung



Manuelle
Entscheidungsfindung
ersetzen



Standardisierung
verbessern

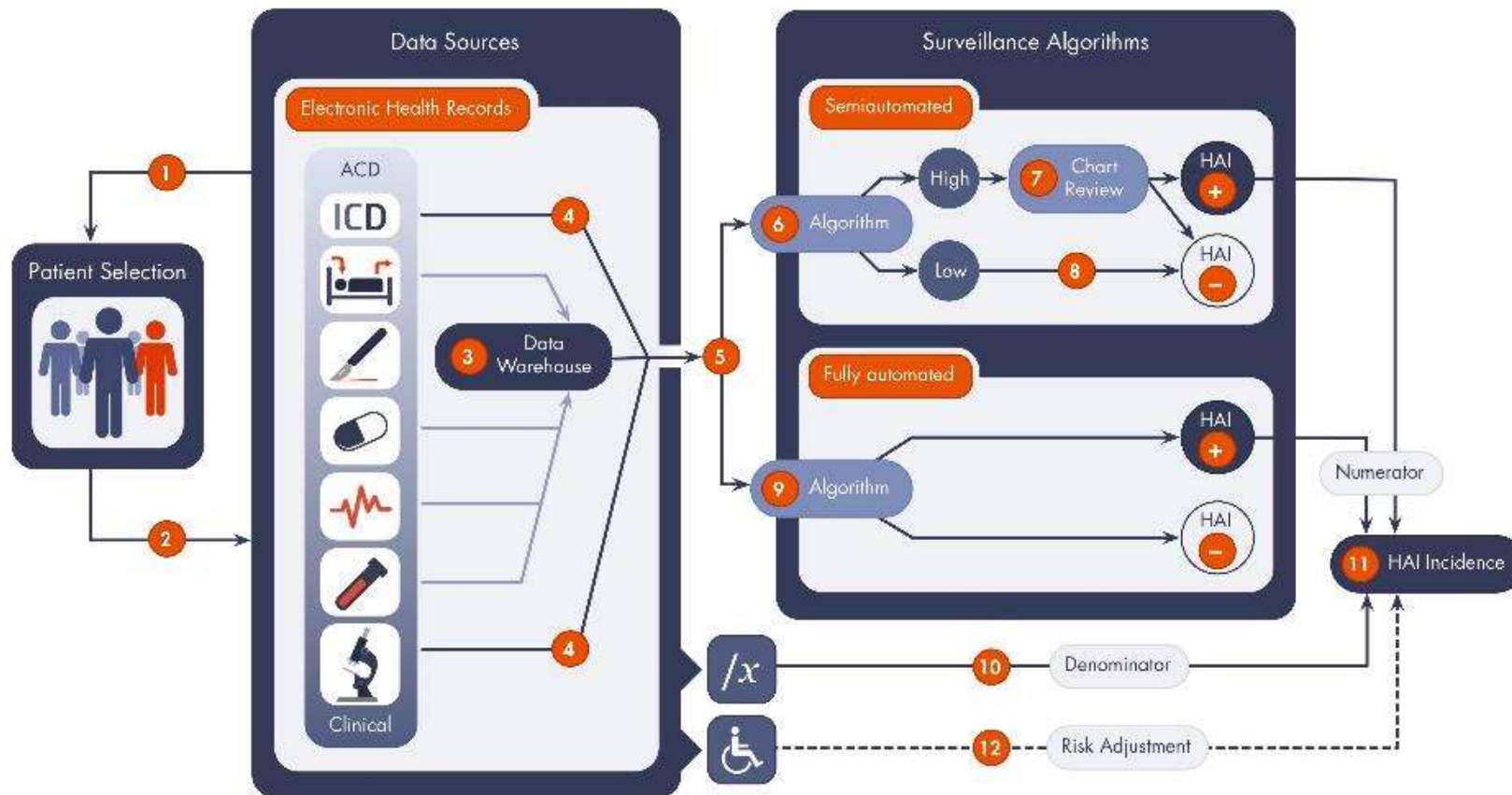


Reduktion der
Arbeitsbelastung



Daten in Echtzeit

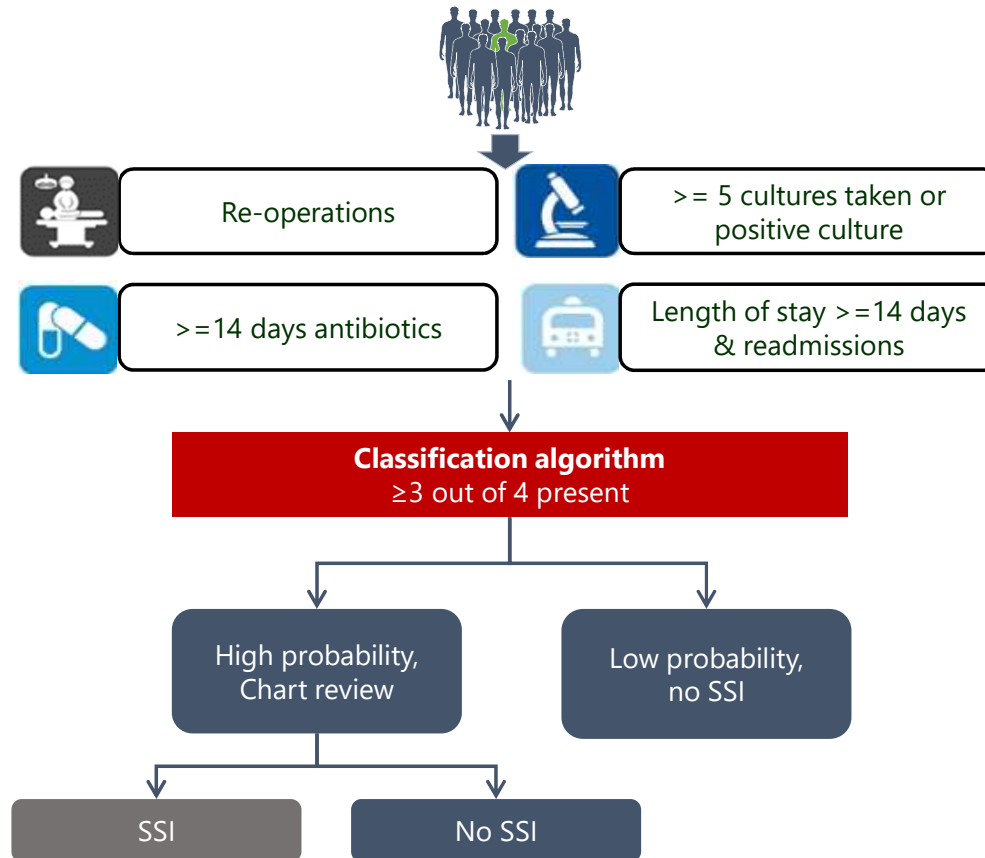
Arten der automatisierten Überwachung



Courtesy: Dr JDM Verberk (PhD)

Sips et al. Curr Opin Infect Dis. 2017. [10.1097/QCO.0000000000000376](https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000376)

Beispiel für einen halbautomatischen Klassifizierungsalgorithmus unter Verwendung von Regeln



Externe Validierung

72-100% Empfindlichkeit

98-100% negativer prädiktiver Wert

87-92% Reduktion des Arbeitsaufwands

Stellenwert der KI bei der automatisierten
Überwachung?

Vollautomatisierte Überwachung



Warum gibt es diesen Haftungsausschluss?

ChatGPT kann möglicherweise falsche Informationen über Personen, Orte oder Fakten liefern.



Der Haftungsausschluss ist aus mehreren Gründen vorhanden:



1. **Beschränkungen in den Trainingsdaten:** Als KI-Sprachmodell wird ChatGPT auf einer riesigen Menge von Texten aus dem Internet trainiert. Dieser Datensatz kann Ungenauigkeiten, Vorurteile oder veraltete Informationen enthalten, die die KI unbeabsichtigt lernen und wiedergeben kann. Da der Wissensstichtag im September 2021 liegt, werden neuere Informationen möglicherweise nicht in den Antworten der KI berücksichtigt.
2. **Inhärente Vorurteile:** Die Trainingsdaten können auch verschiedene in den Texten vorhandene Vorurteile enthalten, die die KI unbeabsichtigt übernehmen könnte. Diese Vorurteile können dazu führen, dass Antworten generiert werden, die politisch, kulturell oder ethisch unangemessen sind.
3. **Fehlender gesunder Menschenverstand und logisches Denken:** Obwohl ChatGPT menschenähnliche Texte generieren kann, fehlen ihm der gesunde Menschenverstand und das tiefe Verständnis, das Menschen besitzen. Infolgedessen kann es Informationen oder Ratschläge liefern, die inkorrekt, unsinnig oder unhelpful sind.
4. **Keine Quellenüberprüfung:** ChatGPT überprüft nicht die Quellen der bereitgestellten Informationen. Es generiert Antworten basierend auf Mustern und Assoziationen, die aus den Trainingsdaten gelernt wurden, ohne die Glaubwürdigkeit der Quellen beurteilen zu können.

Der Haftungsausschluss dient als Erinnerung an die Benutzer, dass die Ausgabe der KI fehlerhaft, voreingenommen oder anderweitig problematisch sein könnte. Benutzer sollten die von der KI bereitgestellten Informationen immer mit glaubwürdigen Quellen überprüfen und bestätigen, bevor sie sich darauf verlassen.

Schlussfolgerungen

- Digitalisierung der Überwachung = die Zukunft
- KI = eine Erweiterung der Regression
 - Aber – potentiell ein interessantes Werkzeug für automatisierte Erkennung
- Netzwerkforschung
- Für SSI: Kombination mit von Patienten berichteten Outcomes (PROMs)?
 - SMS Swissnoso
 - Sonstige?
- Vorbehalte: - Datenqualität
 - Externe Validierung
 - Integration mit der elektronischen Akte = SCHWIERIG!

Danksagungen

- M. Etienne Chalot
- M. Daniel Teixeira
- M. Americo Agostinho
- Dr. Ben Meuleman
- Prof. Stephan Harbarth