

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Medizinische Fakultät

QUERSCHNITTSBEREICH 1: MEDIZINISCHE INFORMATIK

Clinical Decision Supprt Systeme (CDSS) - Grundlagen

Prof. Toralf Kirsten
Dr. Franziska Jahn
Dr. Birgit Schneider

imise.



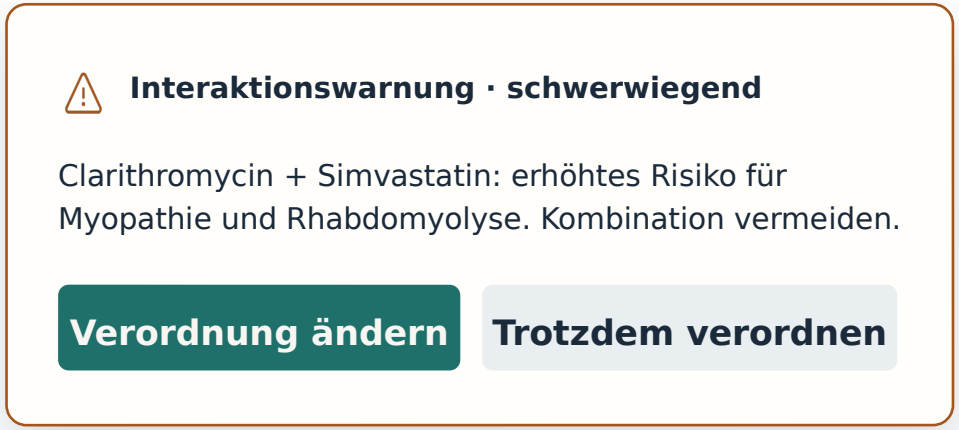
MDS
Medical Data Science

INHALT

1. Einstieg: die weggeklickte Warnung
2. Definition und Einordnung
3. Wissensbasierte Systeme
4. Datengetriebene Systeme und Künstliche Intelligenz (KI)
5. Integration in den klinischen Workflow
6. Zusammenfassung

EINSTIEG

WER HAT SO EINE WARNUNG SCHON WEGGEKLICKT?



Ein CDSS im Alltag – nützlich, aber oft lästig.

Warum klicken wir weg? Und wann wäre die Warnung lebenswichtig?

Was ist ein CDSS?

Definition, Aufbau und Formen

DATEN PLUS WISSEN ERGIBT EINE EMPFEHLUNG



Ein CDSS unterstützt die Entscheidung – es trifft sie nicht.

PASSIV ODER AKTIV?

PASSIV · AUF ABRUF

Die Ärztin fragt

Dosisrechner, Score-Rechner
Leitlinie oder Fachinformation nachschlagen
Interaktionsprüfung per Klick

AKTIV · VON SELBST

Das System meldet sich

Warnung bei der Verordnung
Erinnerung an fällige Kontrollen
Frühwarnung bei kritischen Werten

Aktive Systeme erreichen auch die, die nicht gefragt hätten – stören aber öfter.

Wissensbasierte Systeme

Wenn Menschen das Wissen als Regeln aufschreiben

WENN-DANN-REGELN

WENN Verordnung enthält Wirkstoff aus ATC J01C
UND Allergie „Penicillin“ ist dokumentiert
DANN Warnung: Penicillin-Allergie

WENN eGFR unter Grenzwert des Wirkstoffs
DANN Hinweis: Dosis anpassen

Wissensbasis
Regeln von Fachleuten formuliert

Inferenzkomponente
Prüft die Regeln gegen die Patientendaten

Erklärung
Nennt die Regel, die gegriffen hat

… und in der Informatik nennt man das ECA-Regeln (Event-Condition-Action)

HÄUFIGSTES EINSATZFELD

ARZNEIMITTELTHERAPIESICHERHEIT

Allergien

Penicillin dokumentiert, Amoxicillin verordnet

Wechselwirkungen

Clarithromycin und Simvastatin

Nierenfunktion

Dosis an die eGFR anpassen

Doppelverordnung

Gleicher Wirkstoff unter zwei Handelsnamen

Höchstdosis

Tippfehler: 100 mg statt 10 mg

Ältere Menschen

Potenziell ungeeignete Wirkstoffe, z. B. PRISCUS-Liste

KLINISCHE SCORES

DER CRB-65-SCORE FÜR FRAU M.

	Kriterium	Frau M.	Punkt
C	Neu aufgetretene Verwirrtheit	orientiert	0
R	Atemfrequenz ≥ 30/min	24/min	0
B	Blutdruck systolisch < 90 oder diastolisch ≤ 60 mmHg	125/70	0
65	Alter ≥ 65 Jahre	78 Jahre	1

ERGEBNIS

1 Punkt

Erhöhtes Risiko: stationäre Aufnahme erwägen

LEITLINIENPFADE UND EIN KLASSIKER

HEUTE

Leitlinienbasierte Pfade

Behandlungspfad als Checkliste im KIS
Empfehlung der kalkulierten Antibiose nach Hausstandard
Bündel bei Sepsisverdacht

1970ER · STANFORD

MYCIN

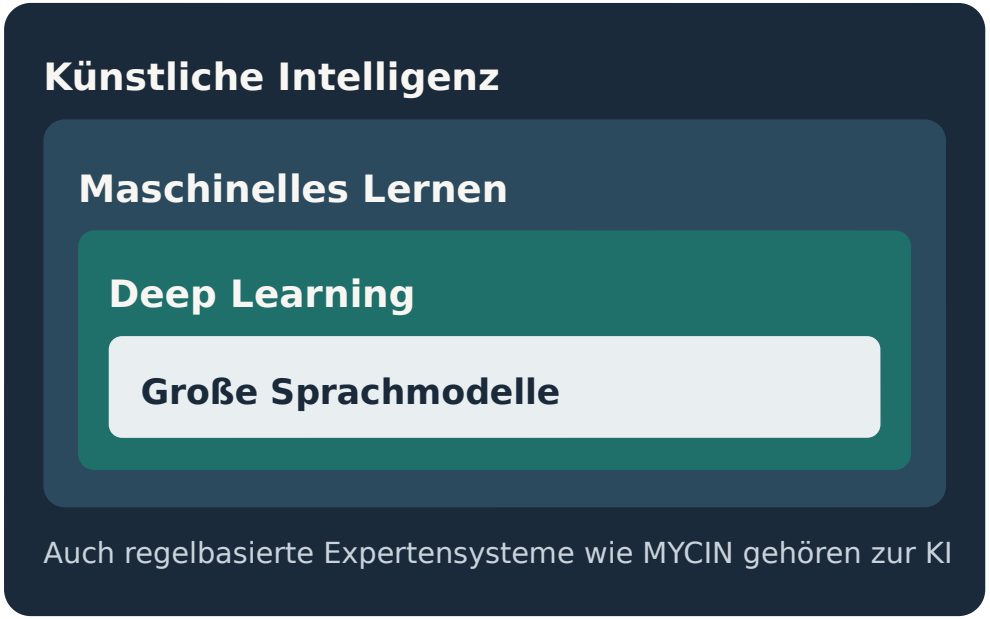
Regelbasiertes Expertensystem für Infektionen und Antibiotikawahl
In Studien auf Expertenniveau
Nie im Routinebetrieb eingesetzt

Die Lehre aus MYCIN: Gute Empfehlungen reichen nicht – das System muss in den Alltag passen.

Datengetriebene Systeme und KI

Wenn das System das Wissen aus Daten lernt

WAS IST EIGENTLICH KÜNSTLICHE INTELLIGENZ?



Das Fachgebiet, in dem Computer Aufgaben lösen, für die man sonst menschliche Intelligenz braucht.

Erkennen, Schlussfolgern, Lernen, Sprache verstehen – mit Regeln oder mit aus Daten gelernten Mustern.

DAS KI-MODELL IST DER MOTOR

Eingabe

Röntgen-Thorax von Frau M. als Pixelmatrix

→

KI-Modell

Neuronales Netz mit Millionen gelernter Parameter

trainiert an vielen befundeten Aufnahmen

→

Ausgabe

Eine Zahl: Pneumonie-Wahrscheinlichkeit 0,87

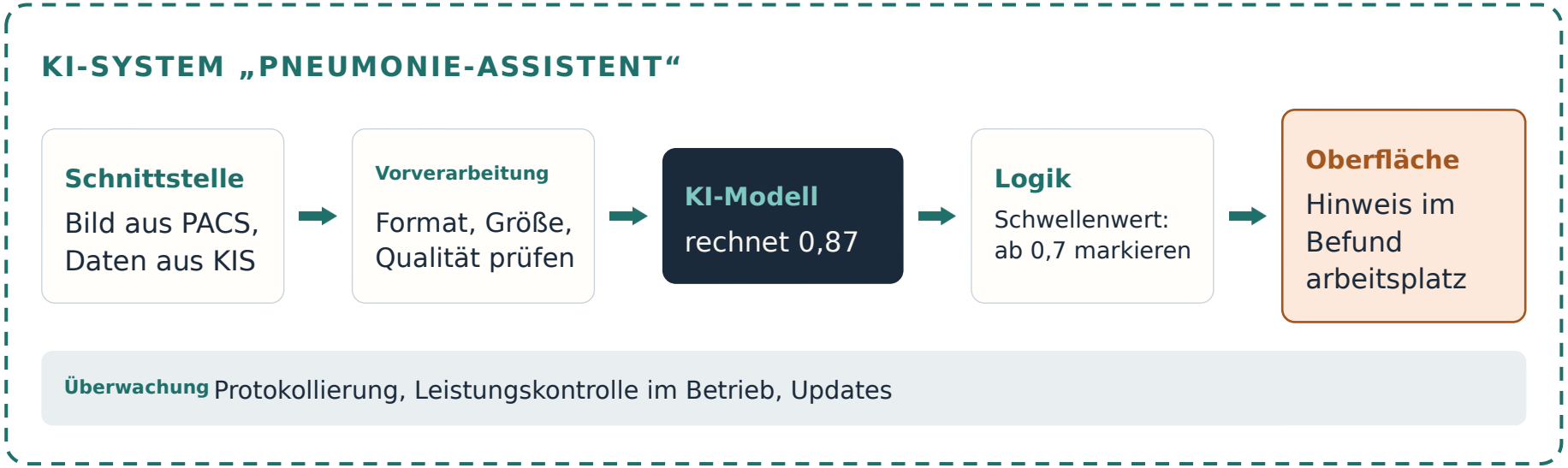
Was es ist

Eine mathematische Funktion, deren Parameter aus Daten gelernt wurden.

Was es nicht kann

Alleine nichts: Es holt keine Bilder, zeigt nichts an und kennt die Patientin nicht.

DAS KI-SYSTEM IST DAS GANZE AUTO



Erst das System nimmt Daten auf, erzeugt eine Ausgabe und beeinflusst damit eine reale Entscheidung.

DREI BEGRIFFE IM VERGLEICH

Begriff	Was ist das?	Beispiel Frau M.	Regulierung
KI	Fachgebiet und Methoden	Bilderkennung als Ansatz	nicht als solches
KI-Modell	Trainierte Funktion mit Parametern	Neuronales Netz für Thorax-Röntgen	teils, z. B. Modelle mit allgemeinem Verwendungszweck
KI-System	Einsatzfähige Anwendung mit Modell	Pneumonie-Assistent im PACS	Medizinprodukt (MDR) und KI-VO

Das Modell rechnet, das System wirkt im Alltag.

LERNEN AUS BEISPIELEN STATT REGELN SCHREIBEN

1 · Daten

Tausende Röntgenbilder mit bekannter Diagnose

2 · Training

Der Algorithmus sucht Muster, die zur Diagnose passen

3 · Modell

Gelernte Zusammenhänge, nicht lesbar wie Regeln

4 · Vorhersage

Für ein neues Bild: Wahrscheinlichkeit einer Pneumonie

	Wissensbasiert	**Datengetrieben**
Wissen von	Fachleuten, Leitlinien	Beispieldaten
Nachvollziehbar	Ja, Regel wird genannt	Oft eingeschränkt
Stärke	Klare, bekannte Zusammenhänge	Komplexe Muster, z. B. in Bildern

WO DATENGETRIEBENE SYSTEME HEUTE HELFEN

Radiologie

Rundherde, Frakturen und Infiltrate auf Röntgen- und CT-Bildern markieren

Dermatologie

Hautkrebs auf Fotos erkennen – 2017 in einer Studie auf Dermatologenniveau

Augenheilkunde

Diabetische Retinopathie im Fundusbild – 2018 in den USA als autonome Diagnose zugelassen

Sepsis-Frühwarnung

Aus Vitalwerten und Labor das Risiko berechnen – in der Praxis oft schwächer als erhofft

Stark bei Bildern und Mustern, schwieriger bei verstreuten, lückenhaften Routinedaten.

TRAINING, VALIDIERUNG, TEST



Training
Daraus lernt das Modell

Validierung
Damit wird es eingestellt und verglichen

Test
Einmal am Ende, nie vorher gesehen

Extern
Daten aus einer anderen Klinik

Ein Modell, das nur die eigenen Trainingsdaten kennt, sagt wenig über die nächste Klinik.

BRÜCKE ZUR BIOMETRIE

WIE GUT IST EIN WARNSYSTEM?

	Krank	Gesund
Alarm	richtig positiv (RP)	falsch positiv (FP)
Kein Alarm	falsch negativ (FN)	richtig negativ (RN)

Sensitivität = RP / (RP + FN)

Wie viele Kranke erkennt es?

Spezifität = RN / (RN + FP)

Wie viele Gesunde lässt es in Ruhe?

Positiver prädiktiver Wert = RP / (RP + FP)

Wie oft stimmt ein Alarm?

RECHENBEISPIEL · FIKTIVES SEPSIS-WARNSYSTEM

GUT KLINGT NICHT IMMER GUT

1.000 Patient:innen, 10 % mit Sepsis. Sensitivität 90 %, Spezifität 80 %.

	Sepsis	Keine	Summe
Alarm	90	180	270
Kein Alarm	10	720	730
Summe	100	900	1.000

POSITIVER PRÄDIKTIVER WERT

33 %

90 von 270 Alarmen stimmen. Zwei von drei Alarmen sind Fehlalarme.

Integration in den Workflow

Ohne Daten keine gute Unterstützung

EIN CDSS SIEHT NUR, WAS VERFÜGBAR UND STRUKTURIERT IST

FREITEXT IM AUFNAHMEBOGEN

„Pat. gibt Penicillin-Unverträglichkeit an.“

⚠ **Keine Warnung bei Amoxicillin**

STRUKTURIERTES ALLERGIEFELD

Substanz: Penicillin

Status: nicht gesichert

✓ **Warnung bei Amoxicillin**

Block 1: vollständig dokumentieren | Block 2: strukturiert erfassen | Block 3: Ordnungssysteme nutzen | Block 4: richtig kodieren

DIE „FIVE RIGHTS“ DER ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG

WANN EINE WARNUNG ANKOMMT

Die richtige …	Beispiel
Information	Konkreter Hinweis mit Alternative, nicht nur „Achtung“
Person	Wer verordnet, nicht die ganze Station
Darstellung	Kurz, eindeutig, Schweregrad erkennbar
Kanal	Direkt im KIS, nicht als separate Software
Zeitpunkt	Beim Verordnen, nicht erst bei der Visite

AM BEISPIEL VON FRAU M.

DIE VERORDNUNG, DIE NICHT DURCHGEHT

1 · Verordnung

Assistenzärztin wählt Amoxicillin in der Geriatrie

2 · Prüfung

Allergie, Nierenfunktion, Alter, Wechselwirkungen

3 · Warnung

Penicillin-Allergie dokumentiert – Alternative erwägen

4 · Entscheidung

Ärztin wählt ein anderes Antibiotikum und dokumentiert

Genutzte Daten: Allergie, strukturiert | Kreatinin, LOINC | Wirkstoff, ATC | Alter: 78 Jahre

QUIZFRAGE

Sensitivität 95 %, Spezifität 90 %, die Erkrankung ist selten (1 %). Was gilt für einen Alarm?

A Er stimmt zu 95 %.

B Er ist meistens ein Fehlalarm.

C Er stimmt zu 90 %.

ZUSAMMENFASSUNG IN VIER SÄTZEN

- Ein CDSS verknüpft Patientendaten mit Wissen und gibt Empfehlungen – entscheiden tut der Mensch.
- Wissensbasierte Systeme arbeiten mit nachvollziehbaren Regeln, etwa für die Arzneimittelsicherheit.
- Datengetriebene Systeme lernen aus Beispielen; ihr Nutzen zeigt sich erst am prädiktiven Wert im Alltag.
- Ohne strukturierte, kodierte Daten und gute Einbindung ins KIS hilft auch das beste System nicht.

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Medizinische Fakultät

VIELEN DANK!

Prof. Toralf Kirsten
Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE)

Härtelstraße 16-18
tkirsten@uni-leipzig.de
www.imise.uni-leipzig.de