



# Maschinelles Lernen auf Daten der MII zur Vorhersage von Perioperativen Myokardschäden

## MI-Symposium 11.09.2025

Benjamin Sailer, Dr. med. Sibel Sari-Yavuz, Stephanie Biergans, PhD, Raphael Verbücheln, Lars-Christian Achauer, Prof. Dr. med. Peter Rosenberger, Michaela Hardt, PhD, Prof. Dr. med. Michael Koeppen

Medizinisches Datenintegrationszentrum und  
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin am Universitätsklinikum Tübingen

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

## Perioperativer Myokardschaden (PMI):

- Definition:
  - ↓ Postoperativer Anstieg des kardialen Troponins (cTn) über die 99. Perzentile
  - ↓ Keine Anzeichen eines Herzinfarkts
- Häufigkeit: 16% von nicht-kardialen Operationen<sup>1</sup>
- Krankheitslast: Mortalität innerhalb von 30 Tagen steigt von 1.5% auf 8.9% in Patient:innen mit PMI<sup>1</sup>

## Ziele für den Einsatz von Maschinellern Lernen:

- Identifikation von Risikofaktoren
- Entwicklung von Risikoscores zur frühzeitigen Vorhersage von PMI

<sup>1</sup> Puelacher C, Buse GL, Seeberger D, et al. Perioperative Myocardial Injury After Noncardiac Surgery Incidence, Mortality, and Characterization. *Circulation* 2018; **137**(12): 1221-32.

# ML-Lifecycle

1. Design
2. Daten: Features, Labels
3. Trainieren von Modellparametern
4. Evaluation
5. Produktivnahme:
  - Integration in klinische Prozesse
  - Review mit Stakeholders
  - Regulatorik
6. Überwachter Betrieb:
  - Automatisiertes, kontinuierliches Monitoring von Datenverteilungen und Akkuranz
  - Feedback von Nutzern



## ■ Kohorte:

- ↓ Alle Patient:innen am UKT  $\geq 18$  Jahre mit einer nicht-kardialen Operation und Troponinmessung ohne STEMI / weiterführende kardiologische Diagnostik zwischen 2014 - 2023

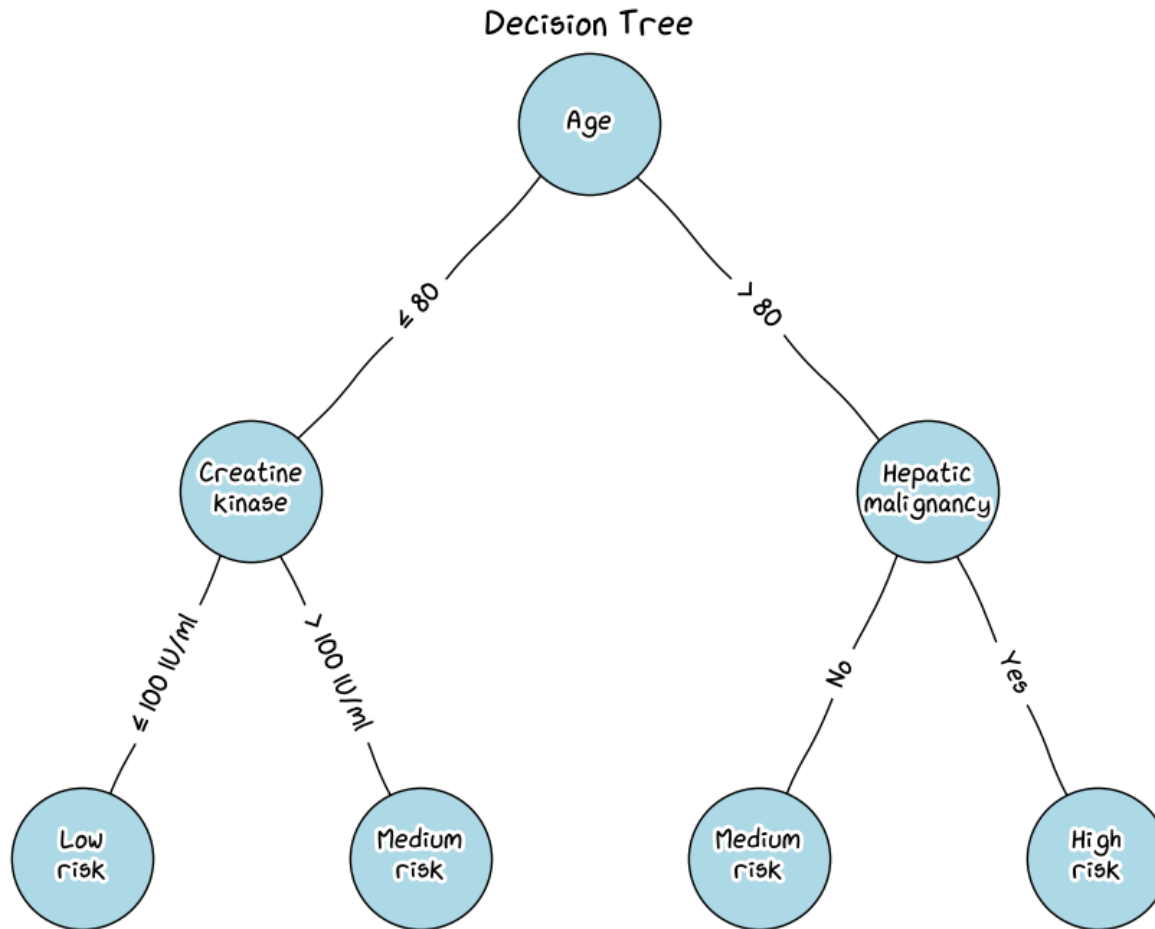
## ↓ Daten aus dem MI-I Kerndatensatz

### ↓ Features:

- ↓ Patient: Alter, Geschlecht
- ↓ Diagnose (ICD-10-kodiert)
- ↓ Operation: Art und Datum (OPS-kodiert)
- ↓ Laborwerte: Code, Messwert, Einheit and Messzeitpunkt (LOINC-kodiert)

- ↓ Label: erhöhter post-operativer Troponinwert

## ↓ **8347 Patienten mit 9411 Operationen, ca. 1300 Variablen**



Trainieren:

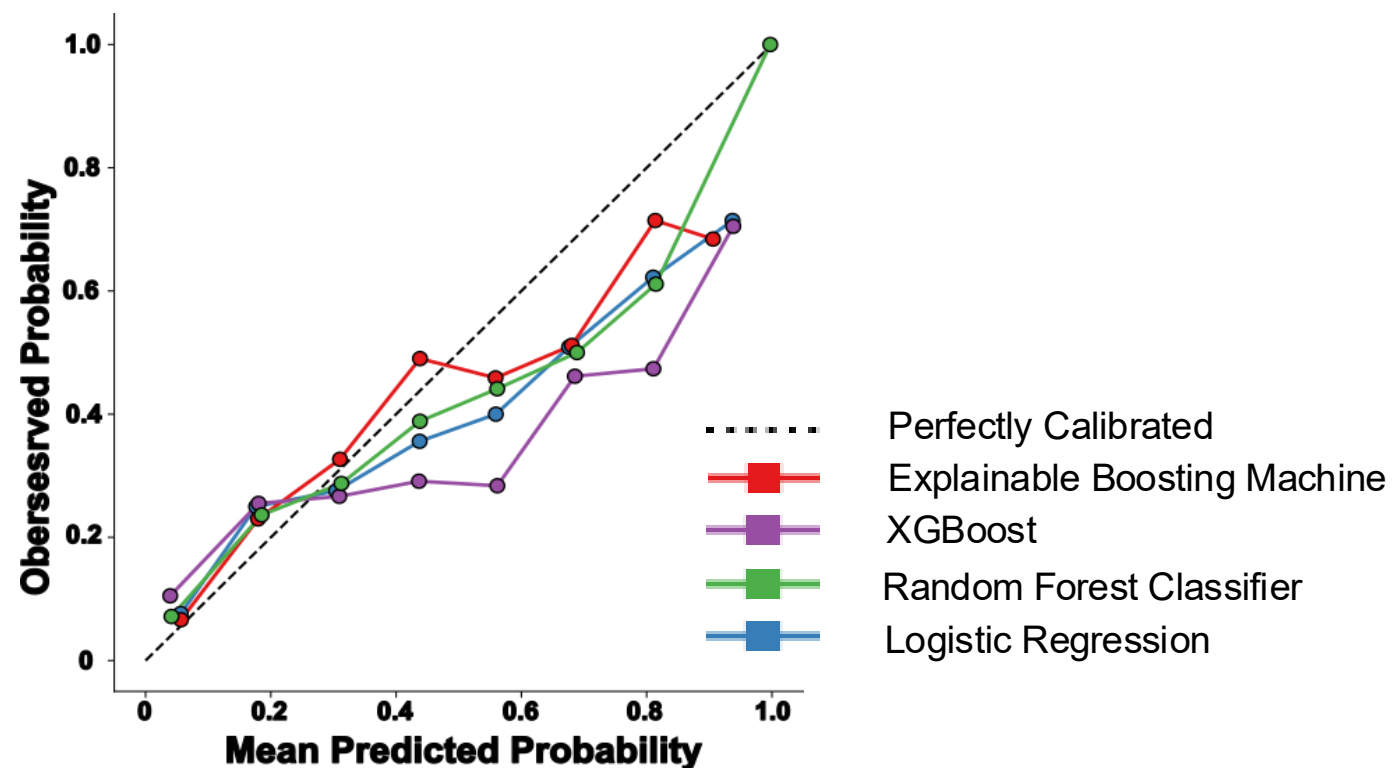
- Split points
- Feature selection
- Risiko scores in den Blättern

Hyper-parameter:

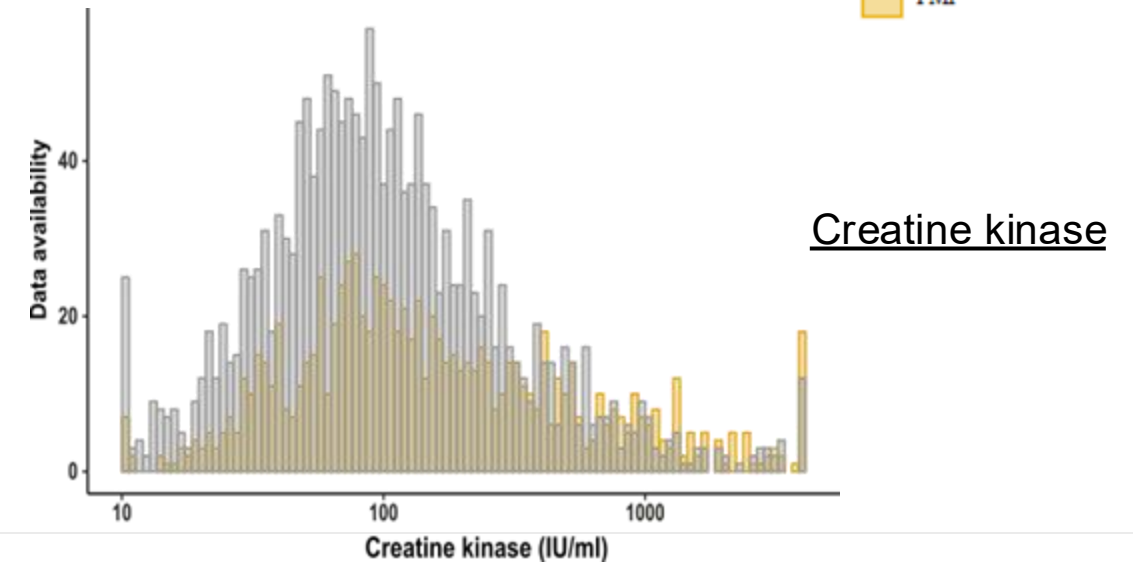
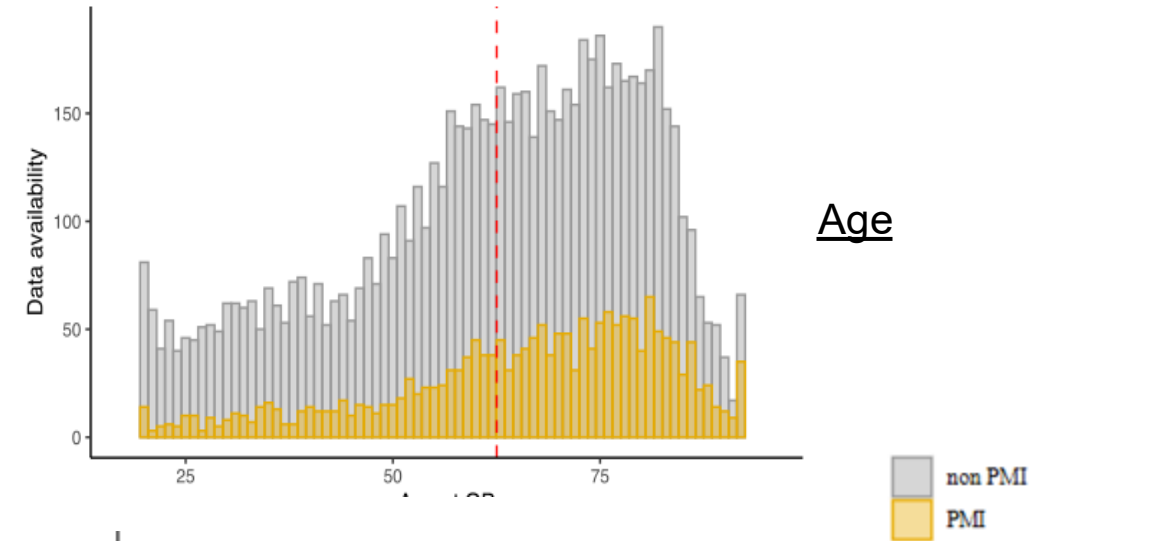
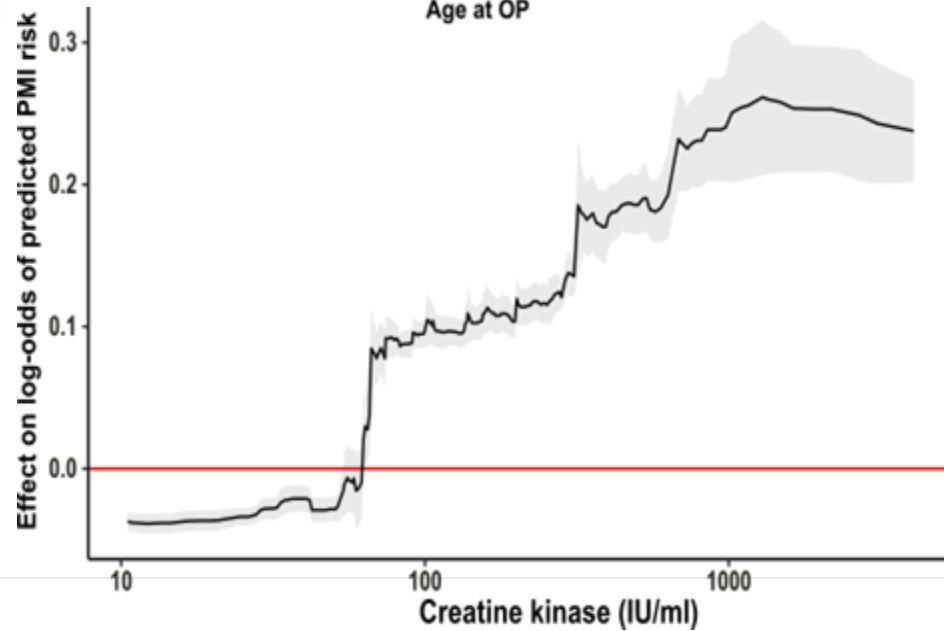
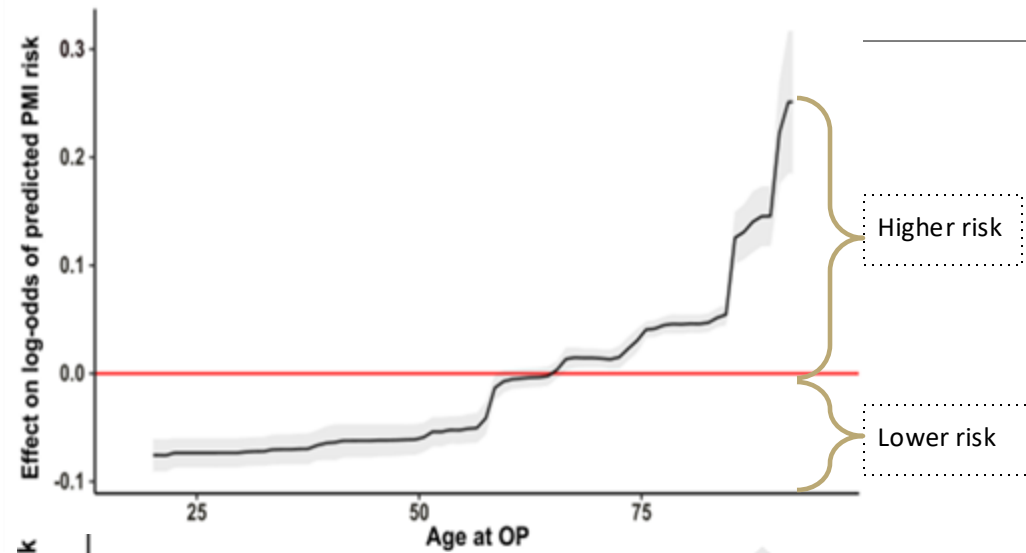
- Tiefe
- Min. Anzahl an samples für split

# Resultate

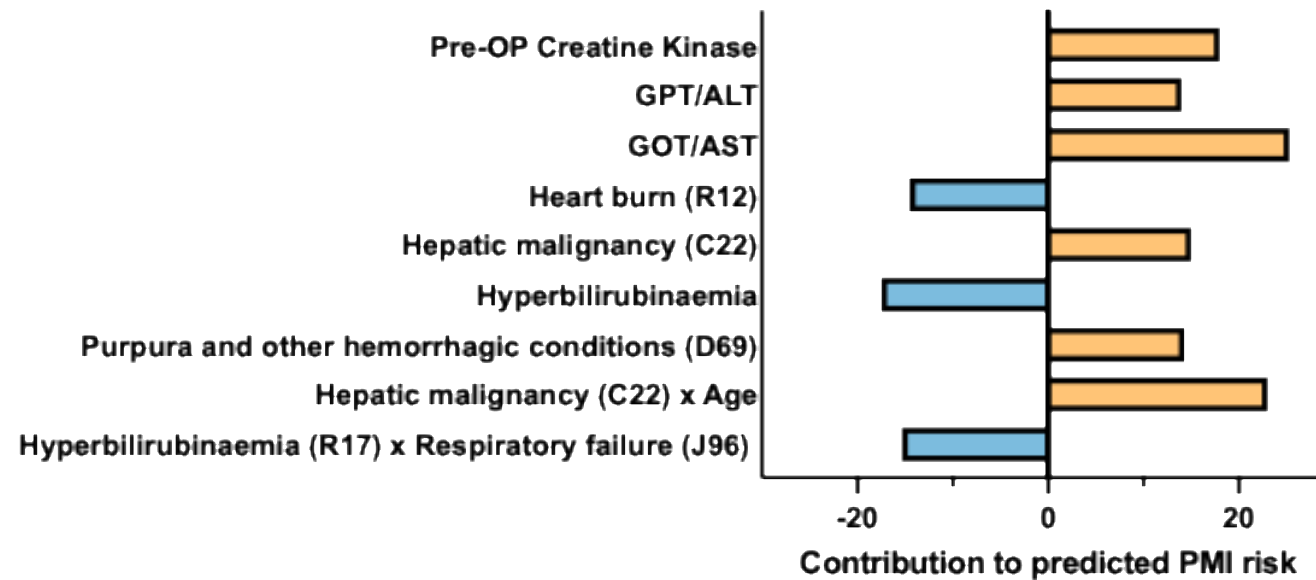
Model	AUROC (95% CI)
Explainable boosting machine	<b>0.789</b> (0.778 - 0.800)
Logistic regression	0.765 (0.753 - 0.776)
XGBoost	0.756 (0.745 - 0.768)
Random forest	0.764 (0.752 - 0.775)
Mod. Revised Cardiac Risk Index	0.626 (0.614 - 0.638)



# Resultate: Risikofaktoren



# Resultate: Visualisierung von Risikofaktoren für einen synthetischen Hoch-Risiko Patienten





# Ausblick: Projekt

## ■ Externe Generalisierbarkeit:

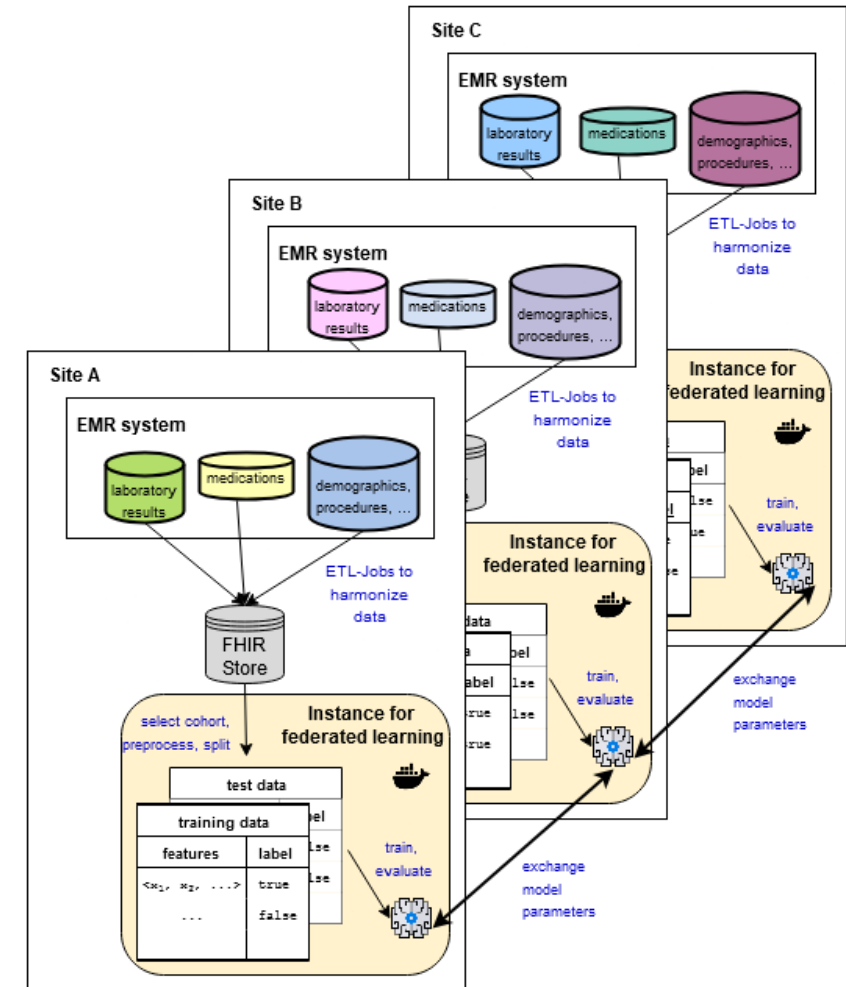
- ↓ Anfrage an MI-I Standorte über FDPG in Vorbereitung



## ■ Prospektive Beobachtungs-Studie

- ↓ Troponinwert-Erhebung für alle Patient:innen
- ↓ Risikoscores werden live berechnet und verglichen mit Einschätzungen von Kliniker:innen

## ■ Föderiertes ML mit Flame



- **Hosting von ML-Benchmarks**
- **DIZ als ML-Inferenzplattform:**
  - ↓ Von historischen Daten zu Real-time Daten

