



neuro  
radiologie  
mannheim



Medizinische Fakultät Mannheim  
der Universität Heidelberg  
Universitätsklinikum Mannheim



# Disease models and synthetic data generation for personalized and preventive medicine

Máté E. Maros<sup>1,2</sup> MD, PhD, MSc

**MIRACUM DIFUTURE  
Symposium 2023**

Oct 09-10, 2023

1 Biomedical Informatics (DBMI) at the Center for Preventive Medicine and Digital Health (CPD), 2 Departments of Neuroradiology



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Established > Prof. Dr. Thomas Ganslandt

Director Dept. of Biomedical Informatics, MedMa, 03/2018-11/2021



Medizinische Fakultät Mannheim  
der Universität Heidelberg

Universitätsklinikum Mannheim



MIDooAi

11/2021

# Dept. Biomedical Informatics – Dr. Fabian Siegel

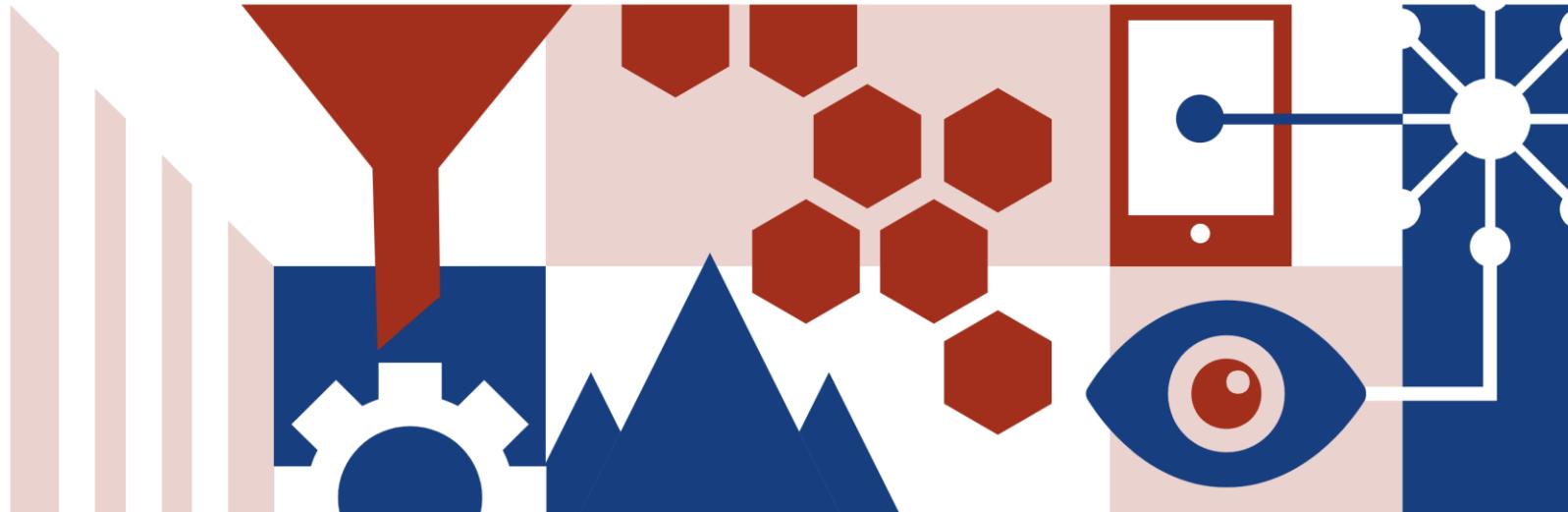
## Commissarial Director



UNIVERSITÄT HEIDELBERG | ZUKUNFT SEIT 1386

Medizinische Fakultät Mannheim  
der Universität Heidelberg  
Universitätsklinikum Mannheim

Home Fakultät Studium Forschung Einrichtungen Core Facilities Medien Karriere Klinikum



Medizinische Fakultät Mannheim > CPD > Digitale Gesundheit > Biomedizinische Informatik

Start

Team

Datenintegrationszentrum

Medizinische Statistik,  
Biomathematik und  
Informationsverarbeitung

### Biomedizinische Informatik

Die Abteilung für Biomedizinische Informatik wurde 2018 mit der Besetzung der Professur für Medizininformatik am Zentrum für Präventivmedizin und Digitale Gesundheit (CPD) angesiedelt. Inhaltliche Schwerpunkte sind die Entwicklung von Forschungs-IT-Infrastruktur im Rahmen der Medizininformatik-Initiative des BMBF, die Pilotierung von sensorgestützten Gesundheitslösungen sowie maschinelles Lernen auf Bild- und Zeitreihendaten. Der Fokus liegt auf der standortübergreifende Abstimmung interoperabler Datenstrukturen und Schnittstellen sowie der Implementierung von praktisch implementierten Lösungen.

Innerhalb des CPD bildet die Abteilung für Biomedizinische Informatik (DBMI) zusammen mit der Abteilung für Medizinische Informatik (CMI) und der noch zu besetzenden Abteilung für Biostatistik und Methoden die Basis des Department Digitale Gesundheit.



### Biomedizinische Informatik (DBMI)

Medizinische Fakultät Mannheim  
der Universität Heidelberg  
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3  
68167 Mannheim



# MIRACUM Symposium ... then ...



## MIRACUM-Symposium Mannheim

15. und 16. Juli 2021

Universitätsmedizin Mannheim

Weitere Informationen unter:

<https://www.miracum.org/>

<https://www.miracum.org/symposium-2021-einladung/>

## Foto



Teilnehmer\*innen der Steering Board-Sitzung  
des MIRACUM-Konsortiums

\*Dresden, Erlangen, Frankfurt, Freiburg,  
Gießen, Greifswald, Magdeburg, Mainz,  
Mannheim und Marburg

\*\*Hochschule Mannheim und Technische  
Hochschule Mittelhessen

\*\*\* Averbis, Freiburg

Universitätsmedizin Mannheim  
Medizinische Fakultät Mannheim  
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3  
68167 Mannheim  
[www.unimannheim.de](http://www.unimannheim.de)

# MIRACUM - DIFUTURE Symposium ... and now ...



**FAU** Friedrich-Alexander-Universität  
Medizinische Fakultät

**Uniklinikum Erlangen**

**save the date**

**9.–11. Oktober 2023**

Symposien in Erlangen

9.–10. Oktober 2023 MIRACUM-/DIFUTURE-Symposium

11. Oktober 2023 Symposium zum 20-jährigen Bestehen  
des Lehrstuhls für Medizinische Informatik  
der FAU Erlangen-Nürnberg

**miracum**

**DIFUTURE**  
Data Integration for Future Medicine

**MEDIZIN INFORMATIK INITIATIVE**

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





Suchbegriff eingeben



EN

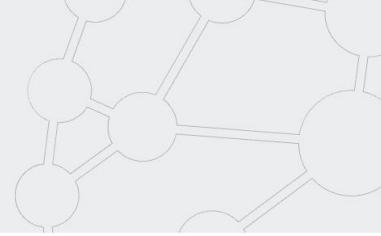
ÜBER DIE INITIATIVE

AKTUELLES

KONSORTIEN

USE CASES UND PROJEKTE

ZUSAMMENARBEIT



## Nachwuchsgruppen für die Medizininformatik

Gut ausgebildete Fachkräfte sind in Deutschland gefragt.  
Daher fördert das BMBF die Aus- und Weiterbildung von Nachwuchsgruppen  
in der Medizininformatik. Diese Gruppen unterstützen die Hochschulen bei den Arbeiten an den  
Hochschulen und werden dabei von der Medizininformatikinitiative unterstützt.

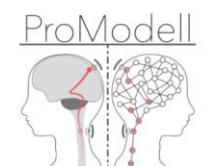
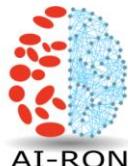


DAS KONSORTIUM NEWS FORSCHUNG LEHRE WEITERE INFORMATIONEN KONTAKT MIRACUM FORSCHUNGSPORTAL

## Nachwuchsforschergruppe

Einer der größten Herausforderungen bezüglich der Transformation hin zu einem modernen, digitalen Gesundheitswesen, ist der akute Fachkräftemangel vor allem im Bereich der (Medizin-) Informatik. Daher ist ein Kernelement innerhalb der Medizininformatikinitiative die Aus- und Weiterbildung von Medizininformatiker:innen. Aus diesem Grund fördert das BMBF an der Schnittstelle von Informatik und Medizin ergänzend 21 Nachwuchsgruppen mit rund 30 Millionen Euro (2020-2026) als Unterbau für neu eingerichtete Medizininformatik-Professuren. Die Nachwuchsgruppen sollen die Professuren unterstützen und in die Arbeiten an den Hochschulen integriert sein. Das macht das zukunftsweisende Forschungsfeld in Deutschland für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler attraktiv.

MIRACUM hat dazu die Betreuung von vier Nachwuchsforschergruppen mit eindrücklichen Forschungsschwerpunkten übernommen. Weitere Details unter folgenden Links:



# MIDorAI

**Medizininformatik für Ganzheitliche Disease Models in der personalisierten und präventiven Medizin**

## Über das Projekt

Die Versprechen von KI- und Big Data-basierter individualisierter Präzisionsmedizin mussten in letzter Zeit zunehmend kritisch infrage gestellt werden, obwohl KI-Systeme regulär die Leistungen von medizinischen Experten(panels) erreichen oder sogar übertreffen.



Die  
„Big  
bas  
Dies  
Der  
Algo  
Im K  
hete  
Auf  
Verl

## Ziele

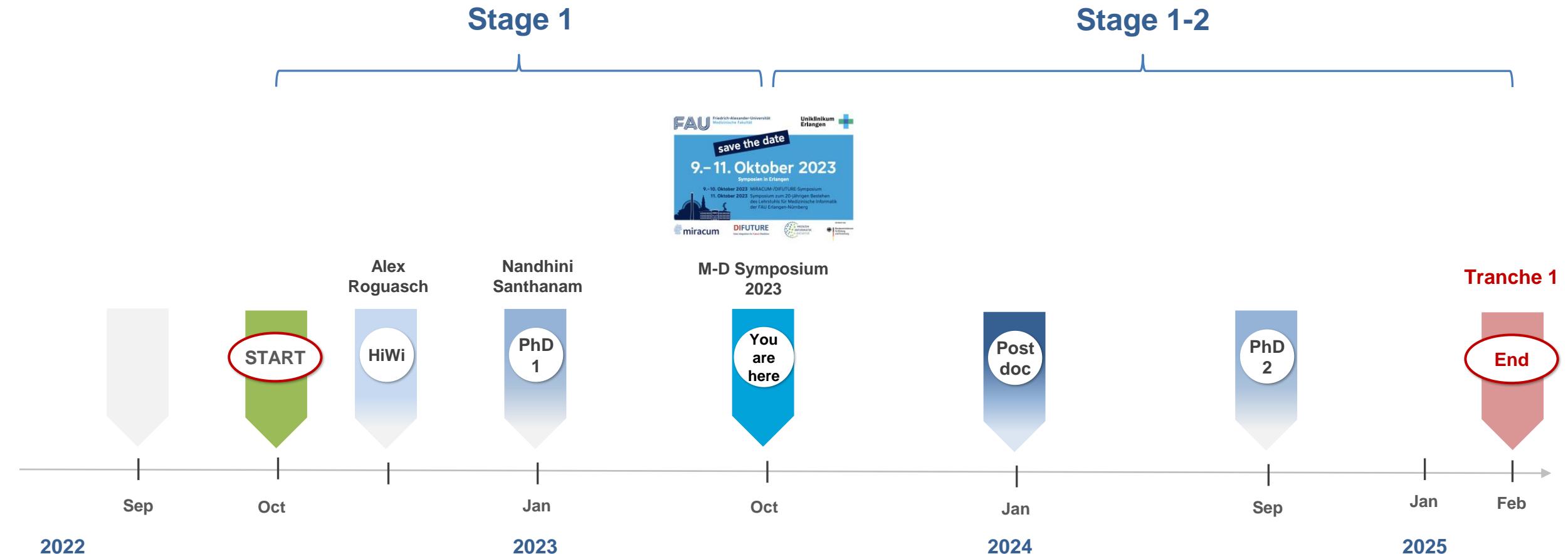
Die MIDorAI Forschergruppe soll die Themenbereiche Extraktion strukturierter Daten aus unstrukturierten Versorgungsdaten (Befunde, Bilddaten), Datenqualität und Eignung von Versorgungsdaten für Machine Learning-Zwecke sowie interoperable Bereitstellung von Disease Models auf Basis der „FAIR Guiding Principles“ (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) bearbeiten.

Ein weiterer und zunehmend an Bedeutung gewinnender Aspekt der medizinischen Daten ist die Gewährleistung der Privatsphäre dieser hoch sensitiven Patientendaten. Hierfür sollen die von MIDorAI entwickelten multimodalen Krankheitsmodelle und die daraus abgeleitete Generierung synthetischer Daten eine Schlüsselrolle spielen.

Im Rahmen der Nachwuchsgruppe möchten wir Datenintegrations- und Modellierungstools als Plattform entwickeln und diese innerhalb der MII und der allgemeinen Research Community sowie Software as a Service (SaaS) bereitstellen.

# Timeline >

9/2022 - 09/2027 > Tranche 1 + 2 á 2.5 yrs



# Concept

Stage 1



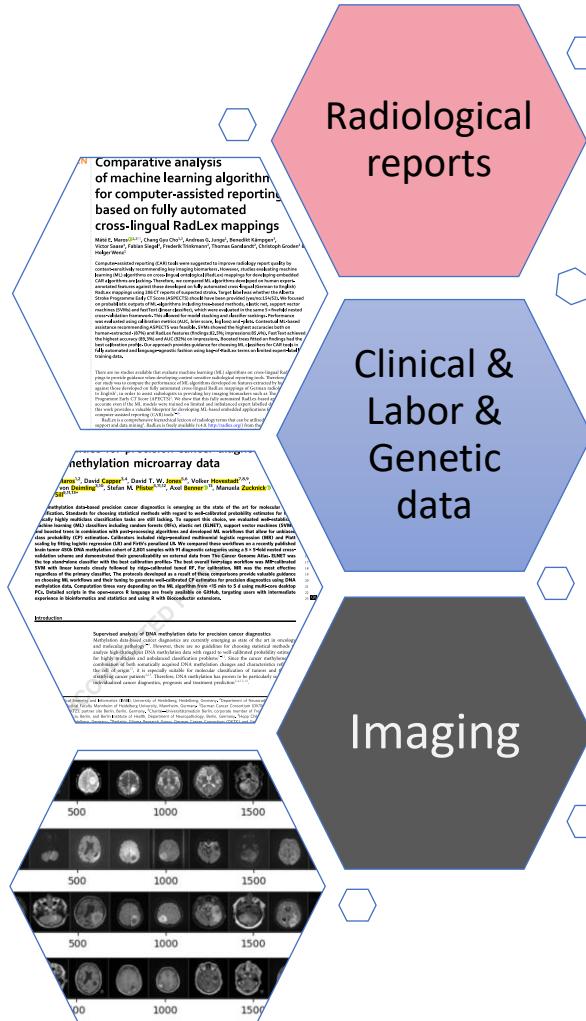
Data Extraction  
& Enhancement

DE<sup>2</sup>

# Stage 1 > Data Extraction & Enhancement > $E^2$



## Data Extraction & Enhancement

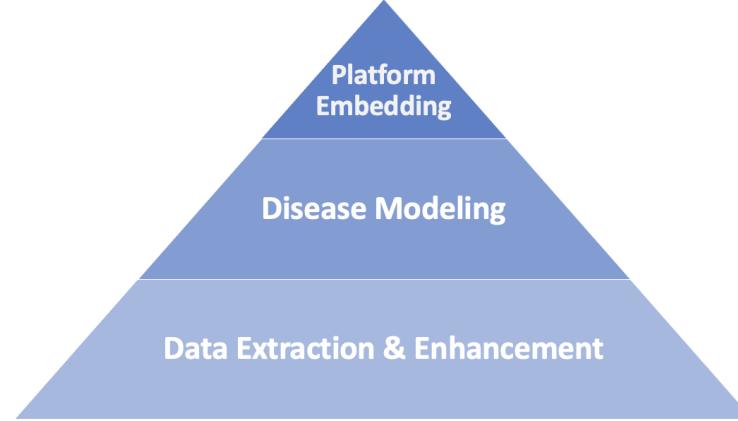


> 2 Mio reports

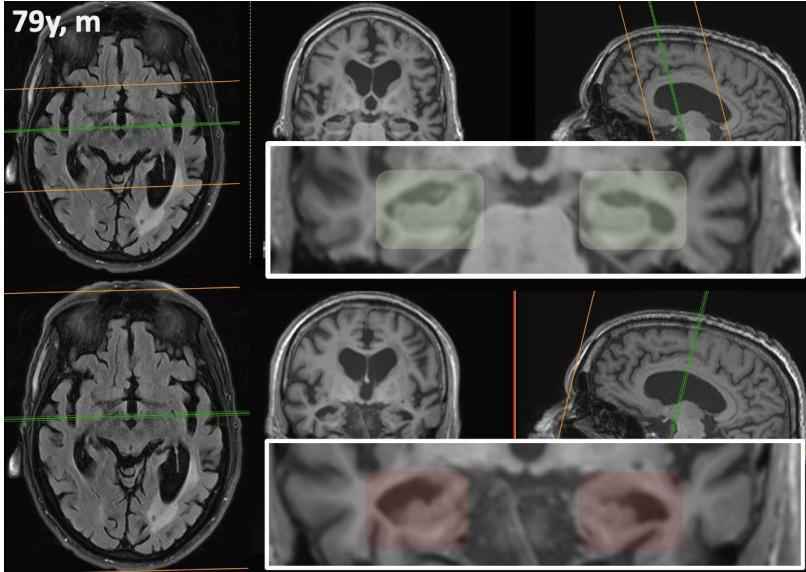
> 180 Mio lab values

> 500k cross-sectional i.  
3D: CTs, MRIs, ...

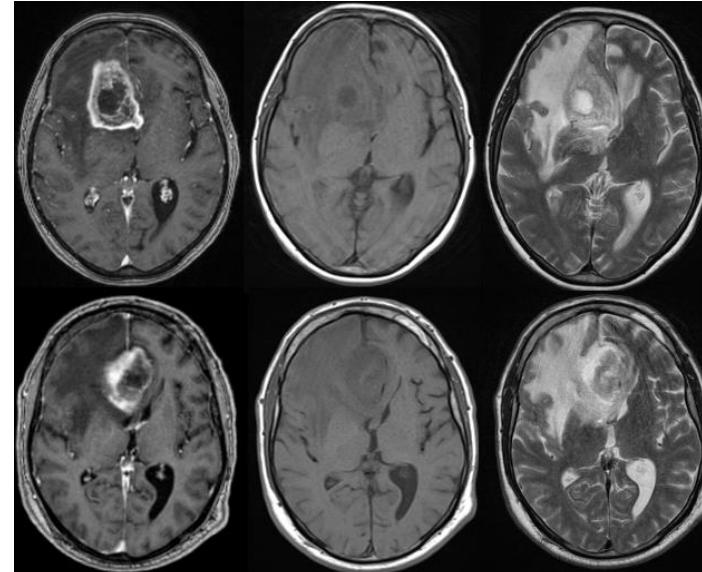
# Clinical *Use cases*



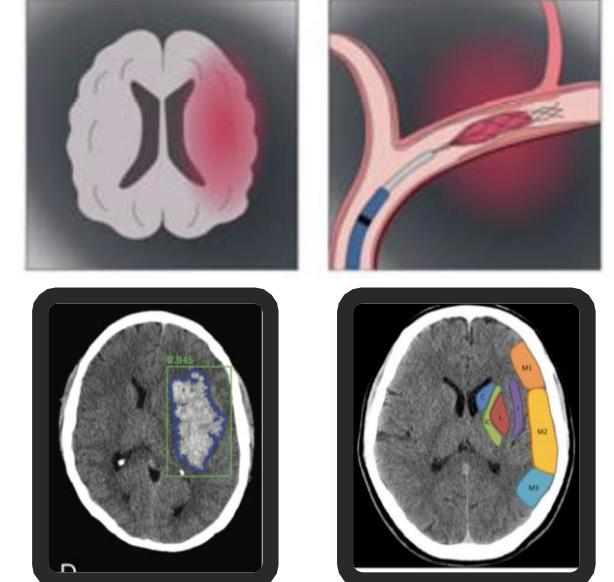
## Dementia



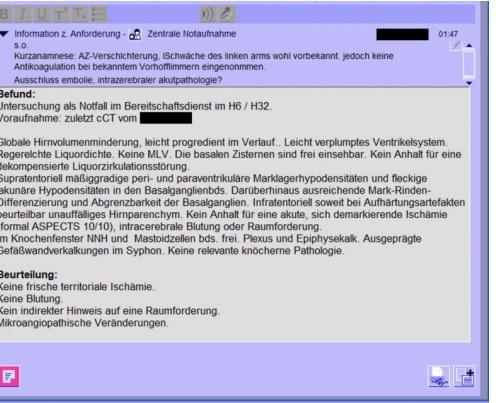
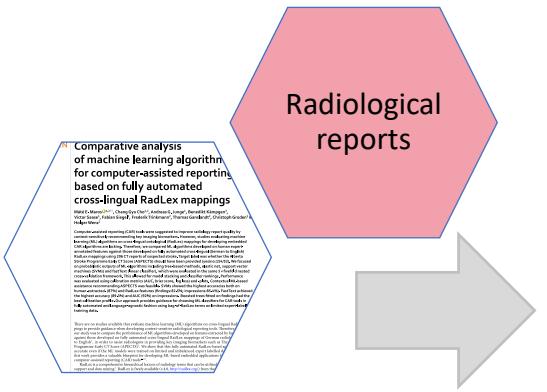
## Brain tumors



## Stroke



# Data E<sup>2</sup> > *Text* > *Ontology*



## scientific reports

OPEN

### Comparative analysis of machine learning algorithms for computer-assisted reporting based on fully automated cross-lingual RadLex mappings

Märk E, Maros<sup>1,2</sup>, Chang Gyu Cho<sup>1,2</sup>, Andreas G. Jung<sup>1</sup>, Benedikt Kämpgen<sup>1</sup>, Victor Sasa<sup>1</sup>, Fabian Siegel<sup>1</sup>, Frederik Trinkmann<sup>1</sup>, Thomas Ganslandt<sup>1</sup>, Christoph Groden<sup>1</sup> & Holger Wenz<sup>2</sup>  
Computer-assisted reporting (CAR) tools were suggested to improve radiology report quality by context-sensitive recommending key imaging biomarkers. However, studies evaluating machine learning (ML) algorithms on cross-lingual ontological (RadLex) mappings for developing embedded CAR algorithms are lacking. Therefore, we compared ML algorithms developed on human expert-annotated features against state-of-the-art automated ML algorithms developed on RadLex mappings against 200 CT images of selected organs. Target label was whether the Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS) should have been provided (yes/no: 154/43). We focused on probabilistic outputs of ML-algorithms including tree-based methods, support vector machines (SVMs) and fastText (linear classifier), which were evaluated in the same 5-fold nested cross-validation scheme. The performance of the ML-algorithms was evaluated on the test set. Model performance was evaluated using calibration metrics (AUC, brier score, log loss) and plots. Contextual ML-based assistance recommending ASPECTS was feasible. SVMs showed the highest accuracies both on human-extracted (87%) and RadLex features (findings: 82.5%; impressions: 85.4%). FastText achieved the highest accuracy (89%) and AUC (92%) on impressions. Boosted trees fitted on findings and the best calibration profile. Our approach provides guidance for choosing ML classifiers for CAR tools in fully automated and language-agnostic fashion using bag-of-RadLex terms on limited expert-labelled training data.

There are no studies available that evaluate machine learning (ML) algorithms on cross-lingual RadLex mappings to provide guidance when developing context-sensitive reporting applications. Therefore, our aim was to compare different ML-algorithms developed on features extracted by human experts against those developed to fully automated cross-lingual RadLex mappings of German radiological reports to English, in order to assist radiologists in providing key imaging biomarkers such as The Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS) in a timely manner. Our results show that ML-algorithms are accurate even if the ML models were trained on limited and imbalanced expert labelled data sets<sup>13</sup>. Hence, this work provides a valuable blueprint for developing ML-based embedded applications for context-sensitive computer-assisted reporting.

RadLex is a comprehensive hierarchical lexicon of radiology terms that can be utilized in reporting, decision support and data mining<sup>14</sup>. RadLex is freely available ( $\geq 4.0$ , <http://radlex.org>) via the Radiological Society of North America (RSNA) website. RadLex is a standard for medical imaging vocabularies present in the LOINC/RADLex Registry<sup>15</sup> or Common Data Elements (CDE; Radlement; <https://www.radlement.de>)

<sup>1</sup>Department of Neuroradiology, Medical Faculty Mannheim, Heidelberg University, Theodor-Kutzer-Ufer 1-3, 68137 Mannheim, Germany. <sup>2</sup>Department of Biomedical Informatics at the Center for Preventive Medicine and Digital Health (CPD-BW), Medical Faculty Mannheim, Heidelberg University, Mannheim, Germany. \*Empolis Information Management GmbH, Karlsruhe, Germany. \*email: maros@uni-heidelberg.de

Scientific Reports | (2021) 11:5529 | <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85016-9> | nature portfolio

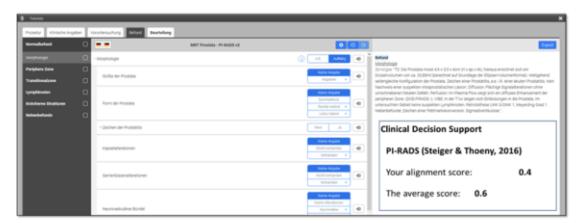
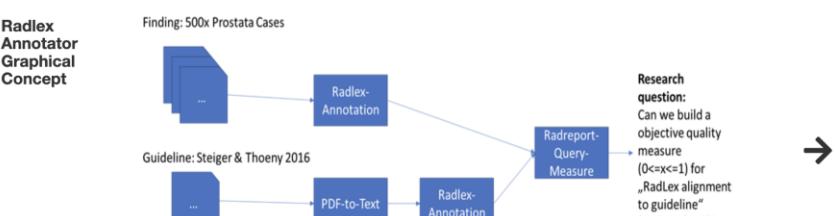


## EMPOLIS KNOWLEDGE EXPRESS

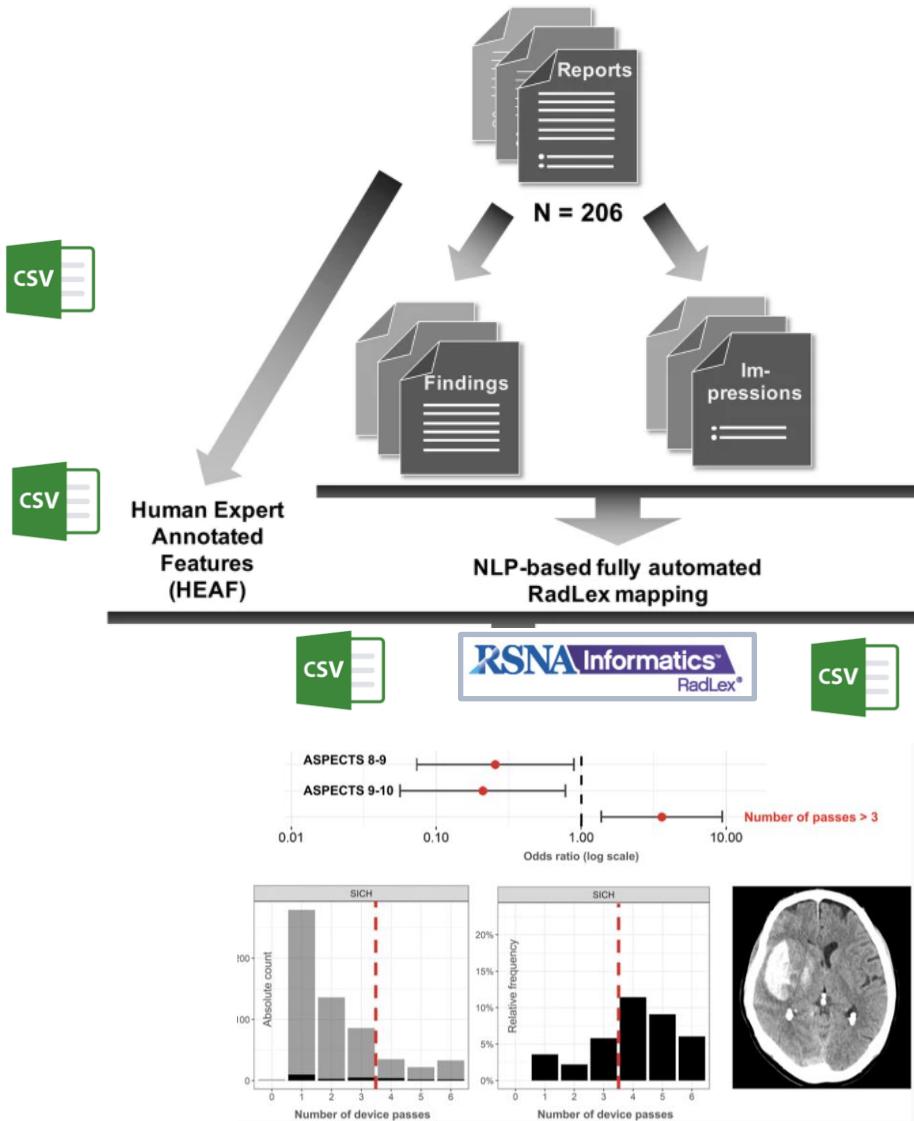
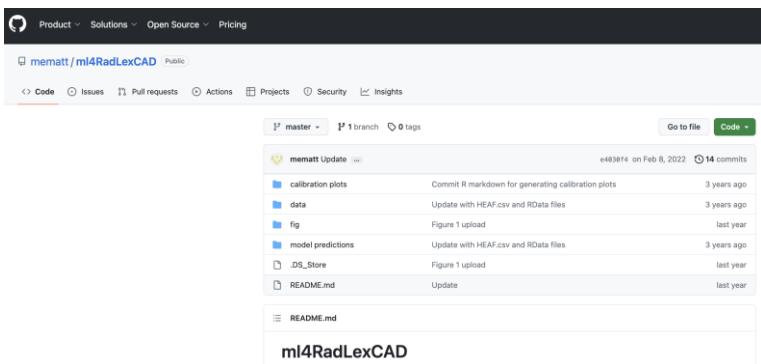
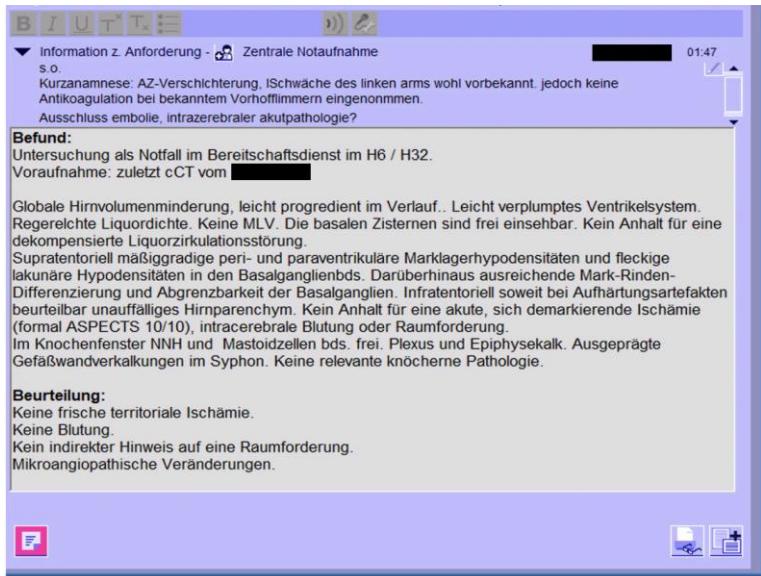
report1	B
1 RID0 Radlex ontology entity	
2 RID343 prostate	
3 RID347 peripheral zone of prostate	
4 RID357 seminal vesicle	
5 RID3544 prostatitis	
6 RID3875 nodule	
7 RID4741 compression	
8 RID4751 displacement	
9 RID4863 congestion	
10 RID5701 diffuse	
11 RID5702 focal	
12 RID5719 chronic	
13 RID5824 left	
14 RID5825 right	
15 RID5828 peripheral	
16 RID5847 dorsal	
17 RID5949 base	
18 RID6336 osseous	
19 RID10374 diffusion	
20 RID10376 perfusion imaging	
21 RID10795 T2 weighted	
22 RID12451 b-value	
23 RID12697 diffusion-weighted image reconstruction	
24 RID13035 flow	
25 RID13173 normal	
26 RID13296 lymph node	

## Welcome to the RadLex Annotator & Scoring Pipeline (RASP) - v.1.1

an application by the Department of Neuroradiology, Medical Faculty Mannheim of University Heidelberg & EMPOLIS Information Management GmbH, Germany

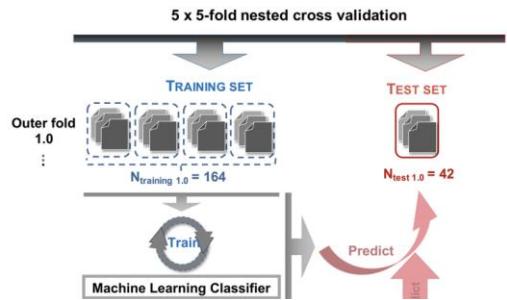


# Data $E^2$ > Text > Reusable

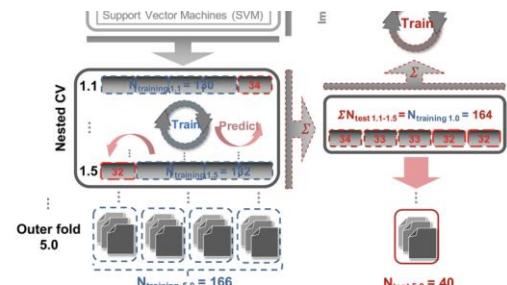


Maros, M.E. et al. Comparative analysis of machine learning algorithms for computer-assisted reporting based on fully automated cross-lingual RadLex mappings. Sci Rep 11, 5529 (2021).

<https://radiopaedia.org/cases/mca-alberta-stroke-program-early-ct-score-aspects-illustration>



## Linear models

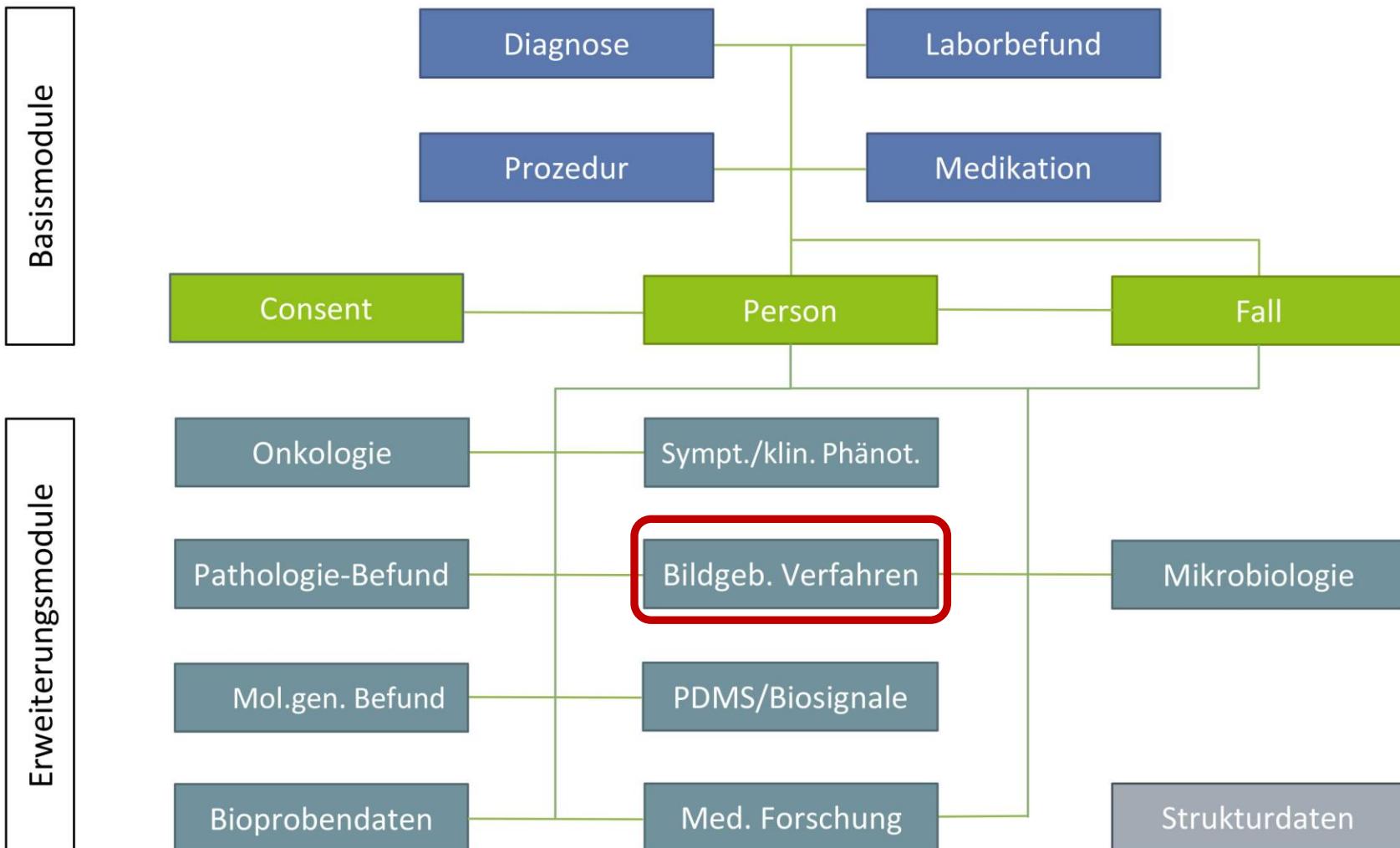


## GenAi - LLMs



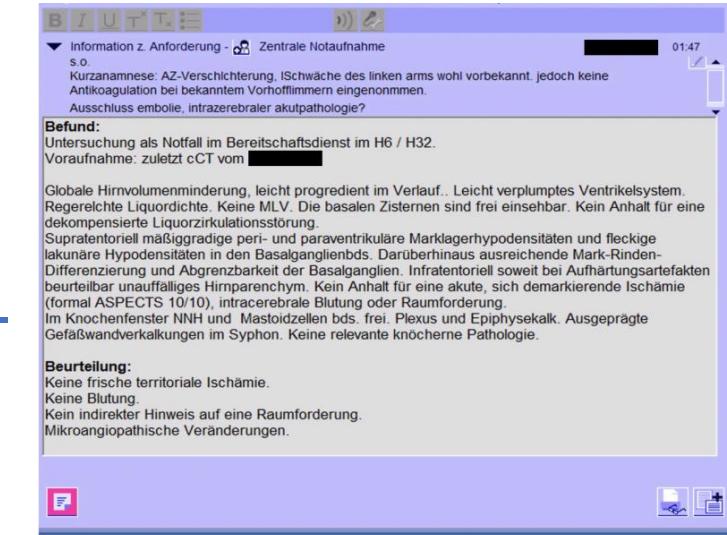
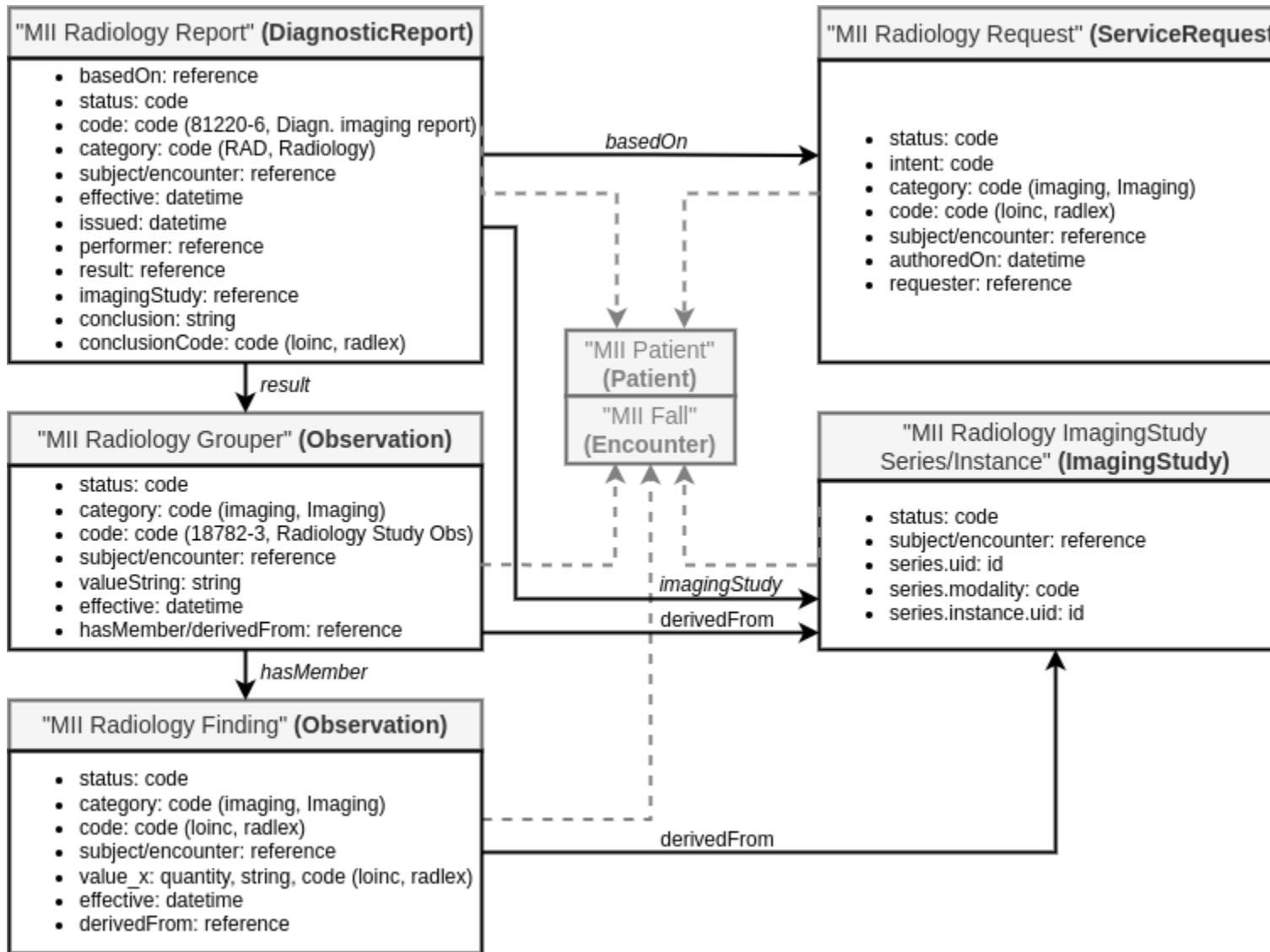
# MII Core Dataset > Extension Module > *Reports of Imaging*

## Technical Implementation UMM > Overview

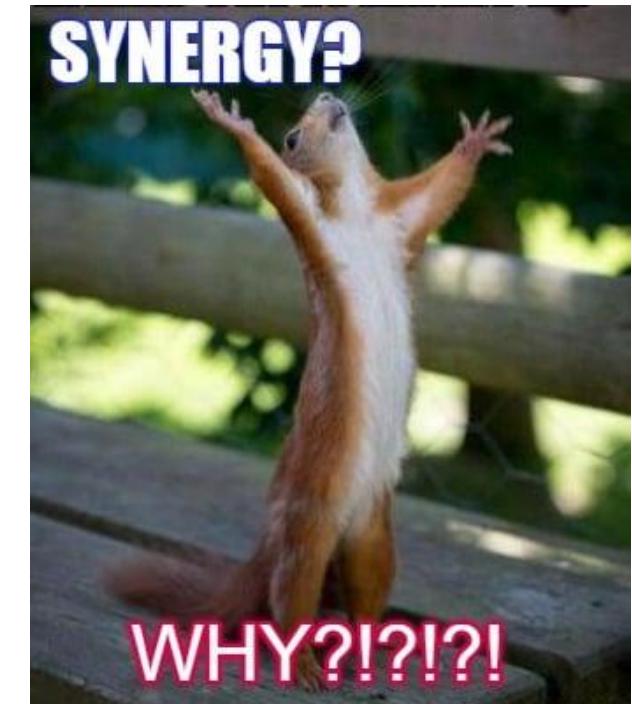
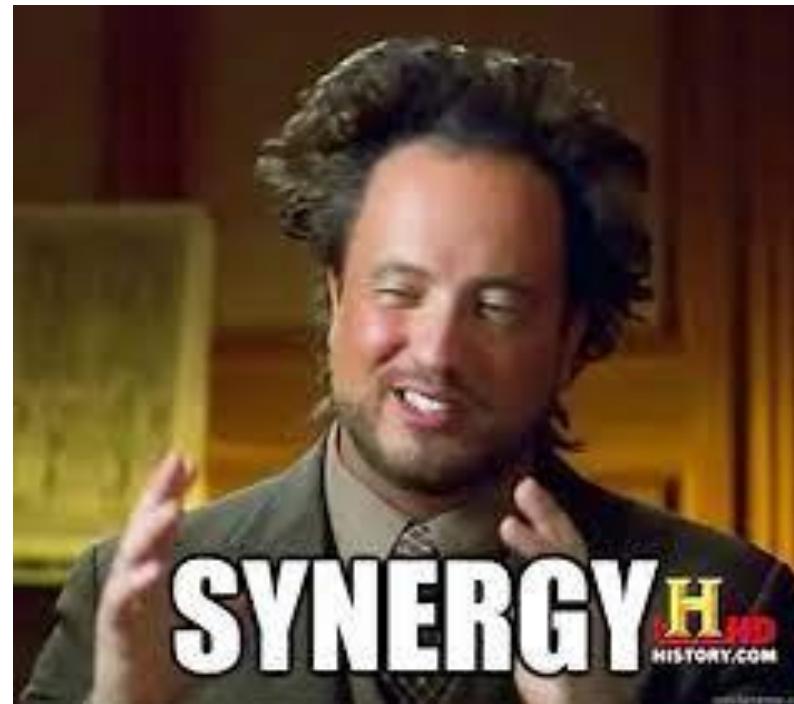


# MII Core Dataset > Extension Module > *Harmonization*

## Technical Implementation UMM > Overview



## MIDorAI > MII > *Synergisms*



# Synergisms – Junior Research Groups – DIFUTURE > DE.xt

## Nachwuchsgruppe DE.xt

Auch abseits des Projektes GeMTeX sind (textuelle) klinische Daten ein kostbares Gut, welches man auf vielfältige Art und Weise verwenden und einsetzen kann. Dieser Aufgabe widmet sich die Nachwuchsgruppe DE.xt der Technischen Universität München.

Zum Aufbau eines (klinischen) Textkorpus gehört nicht nur die Sammlung entsprechender Texte. Um die Privatsphäre der Patient:innen zu gewährleisten, die der Nutzung ihrer Daten zu Forschungszwecken zugestimmt haben, ist eine sorgfältige Verfremdung der Daten (Anonymisierung und Pseudonymisierung) erforderlich. Diese werden anschließend nach bestimmten Aufgaben systematisch annotiert (beispielsweise Medikationen und Nebenwirkungen, medizinische Terme oder zeitliche Abhängigkeiten) und bilden so einen Goldstandard. Auf einem derart aufgebauten und etablierten Datensatz lassen sich nicht nur Modelle und Methoden entwickeln, sondern auch standardisiert und fair bereits bestehende Algorithmen und Programme evaluieren und vergleichen.

### Insgesamt hat die Nachwuchsgruppe drei große Ziele:

1. Den Aufbau eines de-identifizierten und annotierten Textkorpus
  2. Die Entwicklung und Evaluation geeigneter Methoden auf diesen Ressourcen
  3. Die Demonstration der Methoden auf klinischen Use Cases
- Methodisch sollen auf der einen Seite Techniken des klassischen maschinellen Lernens zum Einsatz kommen, wie bspw. Entschei-



**Luise Modersohn**, Leiterin der Nachwuchsgruppe DE.xt, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Medizinische Informatik im Institut für Künstliche Intelligenz und Informatik in der Medizin, Klinikum rechts der Isar, School of Medicine, Technische Universität München

## Automatische Verarbeitung und Analyse deutscher klinischer Texte und Dokumente

**Luise Modersohn**  
Technische Universität München  
Klinikum rechts der Isar

Lehrstuhl für Medizinische Informatik  
Nachwuchsgruppe DE.xt



sondern auch und insbesondere Data Integration for Future Medicine heit der Patient:innen und ihrer Daten. Gerade deshalb wird die Nachwuchsgruppe auf diesem Wege ihren Beitrag zur Weiterentwicklung der klinischen Routine, sowie der Datenauswertung und -vervollständigung in der klinischen Datenhaltung leisten.

**TEXT** Luise Modersohn, TUM

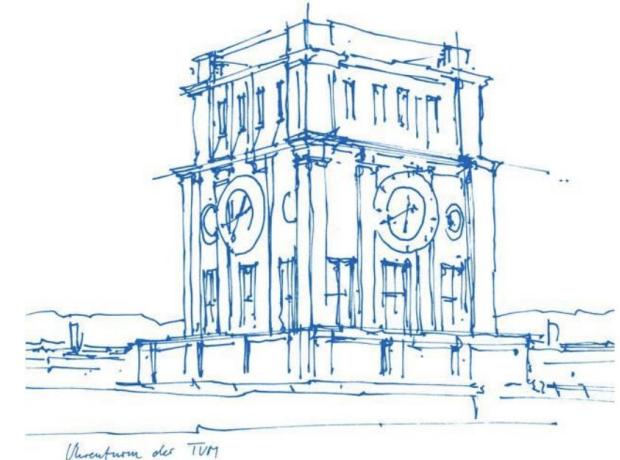


Foto: Klinikum rechts

# Synergisms – Junior Research Groups – MIRACUM > Ai-RON



## Nachwuchsforschergruppe AI-RON:

### Wie Künstliche Intelligenz die personalisierte Analyse von Gehirntumoren verbessern kann

Präzisere Diagnosen und bessere Therapieentscheidungen bei Gehirntumoren treffen – mithilfe von KI-Unterstützung. Dieses Ziel hat sich die Nachwuchsgruppe AI-RON „AI-assisted morphomolecular Precision Medicine in Neurooncology“ gesetzt.

TEXT Dr. Daniel Amsel (Justus-Liebig-Universität Gießen)

**K**im ist 58 Jahre alt, verheiratet und hat zwei Kinder. Alles fing vor ein paar Wochen mit Kopfschmerzen und Schwindel an. Als aber dann der epileptische Anfall kam, war klar, dass etwas nicht stimmt. Nach einer Untersuchung im Kernspintomographen stellt sich heraus: Kim hat einen Gehirntumor. Was für ein Tumor genau und ob dieser gut- oder bösartig ist und welche Therapie empfehlenswert ist, kann man zu diesem Zeitpunkt noch nicht sagen. Für Kim beginnt nun eine emotional sehr belastende Zeit.

komplett entfernt und eine zielgerichtete Medikation initiiert. Die Narbe wird verheilen und nach ein paar Tagen kann Kim das Krankenhaus Richtung eigenes Zuhause wieder verlassen.

Durch die schnelle KI-gestützte, personalisierte Diagnose der Neuropathologie konnte das Ärzt:innen Team das genaue therapeutische Vorgehen noch intraoperativ festlegen. Ohne KI-Unterstützung hätte die detaillierte Untersuchung im Labor mehrere Tage gedauert, so dass eine weitere Operation nötig gewesen wäre. Kim hätte so lange im Ungewissen auf die Diagnose und den zweiten OP-Termin warten müssen.

Kim ist ein fiktiver Charakter, ebenso wie die beschriebene Untersuchung durch die KI-Analyse. Indem wir KI-gestützt die Methoden und Analysen der Hirntumordiagnostik verbessern, soll aber aus dieser beschriebenen Fiktion Realität werden. Dieses Ziel hat sich die Nachwuchsgruppe AI-RON „AI-assisted morphomolecular Precision Medicine in Neurooncology“



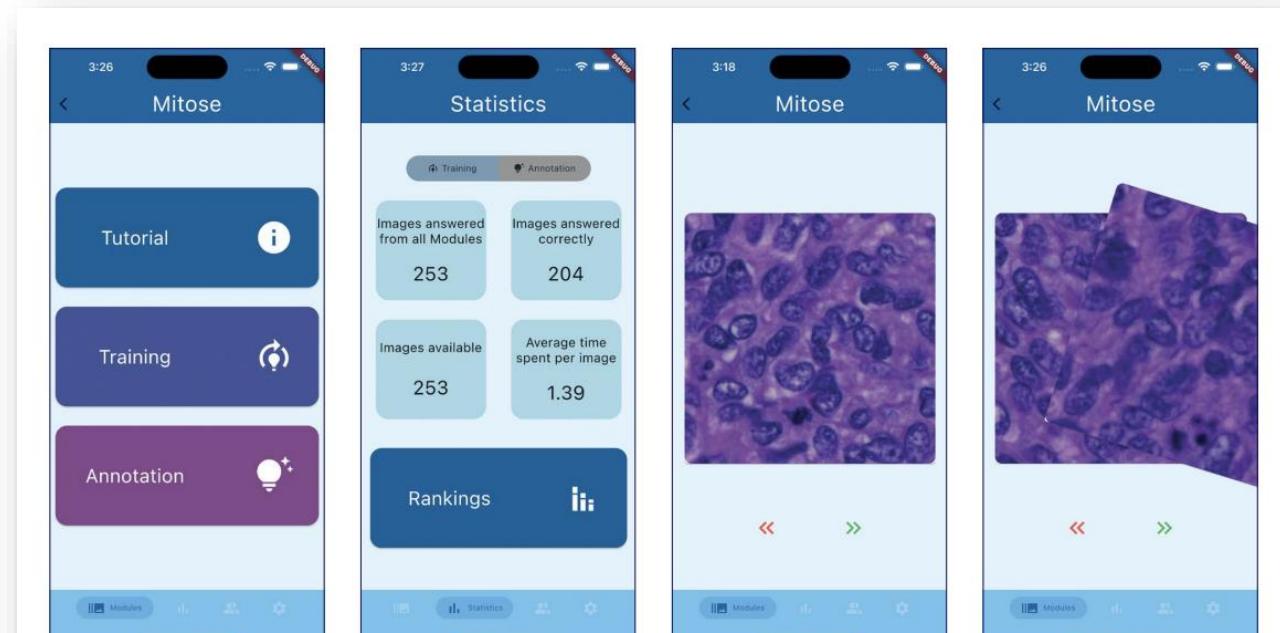
Dr. Daniel Amsel,  
Nachwuchsgruppenleiter  
AI-RON

#### VISION EINER KI-GESTÜTZTEN, PERSONALISIERTEN DIAGNOSE ZUM WOHL DER PATIENT:INNEN

Es folgt eine Operation, bei der eine Probe des Tumors entnommen wird. Binnen weniger Minuten ist sie im neuropathologischen Labor histologisch aufbereitet und digitalisiert. Mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) und der Erfahrung der diagnostizierenden Neuropathologin wird die Probe auf dem digitalen Objekträger analysiert, der Tumortyp inkl. Therapieoptionen bestimmt und der prognostische Verlauf berechnet, ob bspw. eine weitere postoperative Behandlung wie Radio-, Chemo- oder molekular zielgerichtete Therapie notwendig sein wird.

Kim hat Glück im Unglück, denn der Tumor ist gutartig und gehört zudem zu einem Subtyp, der auf ein spezifisches Medikament anspricht. Als Kim wieder aufwacht ist der Tumor

CHAT-GPT oder andere Sprachmodell-basierte KI haben bereits jetzt einen weltweiten Siegeszug Künstlicher Intelligenz eingeleitet. Es bestehen gute Chancen, dass Künstliche Intelligenz auch die personalisierte Analyse von Gehirntumoren und anderer Tumorentitäten verbessern wird.



brAIin: Lern- und Crowd-Sourcing App zum Erlernen von Gewebestrukturen

# Synergisms – NUM - GeMTeX

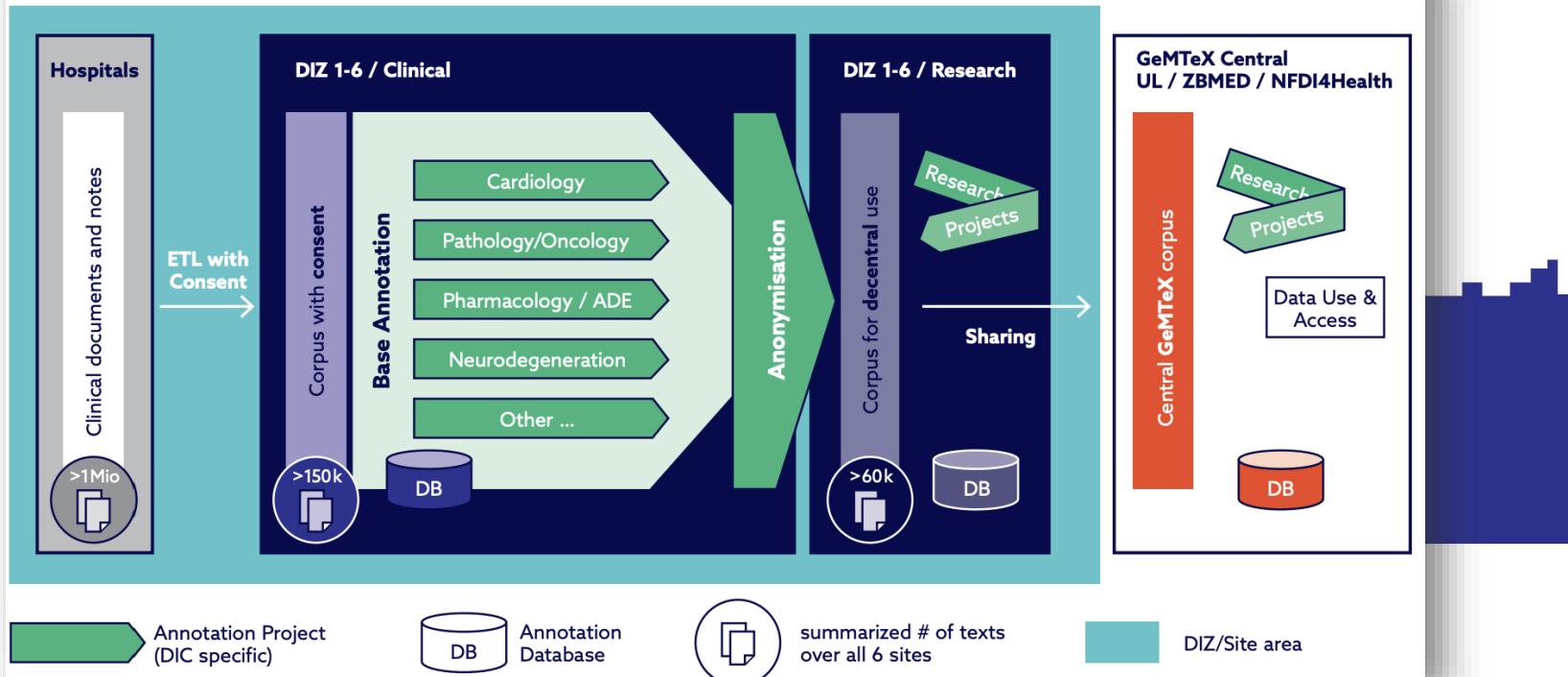


DIE MEDIZININFORMATIK-INITIATIVE

DIE MEDIZININFORMATIK-INITIATIVE



## ABLAUF DER BEREITSTELLUNG VON TEXTEN UND ANNOTATION



## Die Methodenplattform German Medical Text Corpus (GeMTeX): Auf dem Weg zur Schatzinsel

Die Vielfalt klinischer Texte ist so groß wie die Medizin selbst. Fehlende Standards verhindern bislang den Einsatz automatisierter Verfahren der Sprachverarbeitung, um die Arbeit von Arzt:innen und Wissenschaftler:innen zu unterstützen. Das Projekt GeMTeX und die Nachwuchsgruppe DE.txt suchen nach einem Weg, die (Daten-)Schätze zu heben.

### TEXT

Prof. Dr. Martin Boeker (Technische Universität München)  
Prof. Dr. Markus Löffler, Dr. Frank Meineke (Universität Leipzig)

Wenn es um Informationen über die Erkrankungen, Behandlungen und Krankheitsverläufe von Patient:innen geht – also die oft komplexen Abläufe in der Medizin, dann steckt in den unterschiedlichen medizinischen Texten oftmals ein Schatz, der nur unter großen Mühen gehoben werden kann. Denn die Expressivität der Sprache macht es möglich, sehr detailliert und darüber hinaus differenziert darzustellen, was im zeitlichen Verlauf einer Erkrankung geschehen ist. Dieser Schatz, obgleich wertvoll für alle an der Behandlung Beteiligten, ist nicht einfach, schon gar nicht automatisiert, zu finden, wie es bereits in anderen Branchen meist üblich ist. Das Projekt GeMTeX und die Nachwuchsgruppe DE.txt haben sich auf den Weg gemacht, diesen Schatz zugänglich zu machen. Dieser Beitrag beschreibt ihre Fahrt.

Operationsberichte erhalten die Patient:innen als Informationen für die weiterbehandelnden Kolleg:innen. Die Vielfalt der Texte ist so groß wie die Medizin selbst – und leider eben individuell. Denn obwohl es in den Texten v.a. darum

geht, Informationen für mitbehandelnde Ärzt:innen zu dokumentieren, sind die Texte bisher im Wesentlichen noch nicht standardisiert, weder im Aufbau noch technisch. Es gibt wiederkehrende Elemente in den Texten, wie bspw. identi-

**GeMTeX kurz erklärt:** Die Methodenplattform German Medical Text Corpus – GeMTeX – wird ein Schlüsselprojekt für die automatisierte Sprachverarbeitung deutscher klinischer Texte sein. GeMTeX macht dafür eine große Anzahl von Texten unterschiedlichen Typs aus verschiedenen medizinischen Fachbereichen zugänglich. Sie werden für das Training von Sprachmodellen durch tiefe hochwertige Annotation vorbereitet. Identifizierende Merkmale werden in einem mehrstufigen Prozesses aus den Texten entfernt. Die Nutzung von Texten unterliegt den Regularien und Prozessen der MII, wodurch Konformität mit der DSGVO erreicht werden kann.

geht, Informationen für mitbehandelnde Ärzt:innen zu dokumentieren, sind die Texte bisher im Wesentlichen noch nicht standardisiert, weder im Aufbau noch technisch. Es gibt wiederkehrende Elemente in den Texten, wie bspw. identi-

# Synergisms – MIRACUM-DIFUTURE > ZI Mannheim

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



»Machen ist wie wollen,  
nur krasser.«  
*Netzfund*



Auf dem Weg, Neues gemeinsam zu meistern: Hans-Ulrich Prokosch (l.) und Martin Boeker sprechen für die Steering Boards der beiden Konsortien MIRACUM und DIFUTURE.

Im Namen der Steering Boards von MIRACUM und DIFUTURE

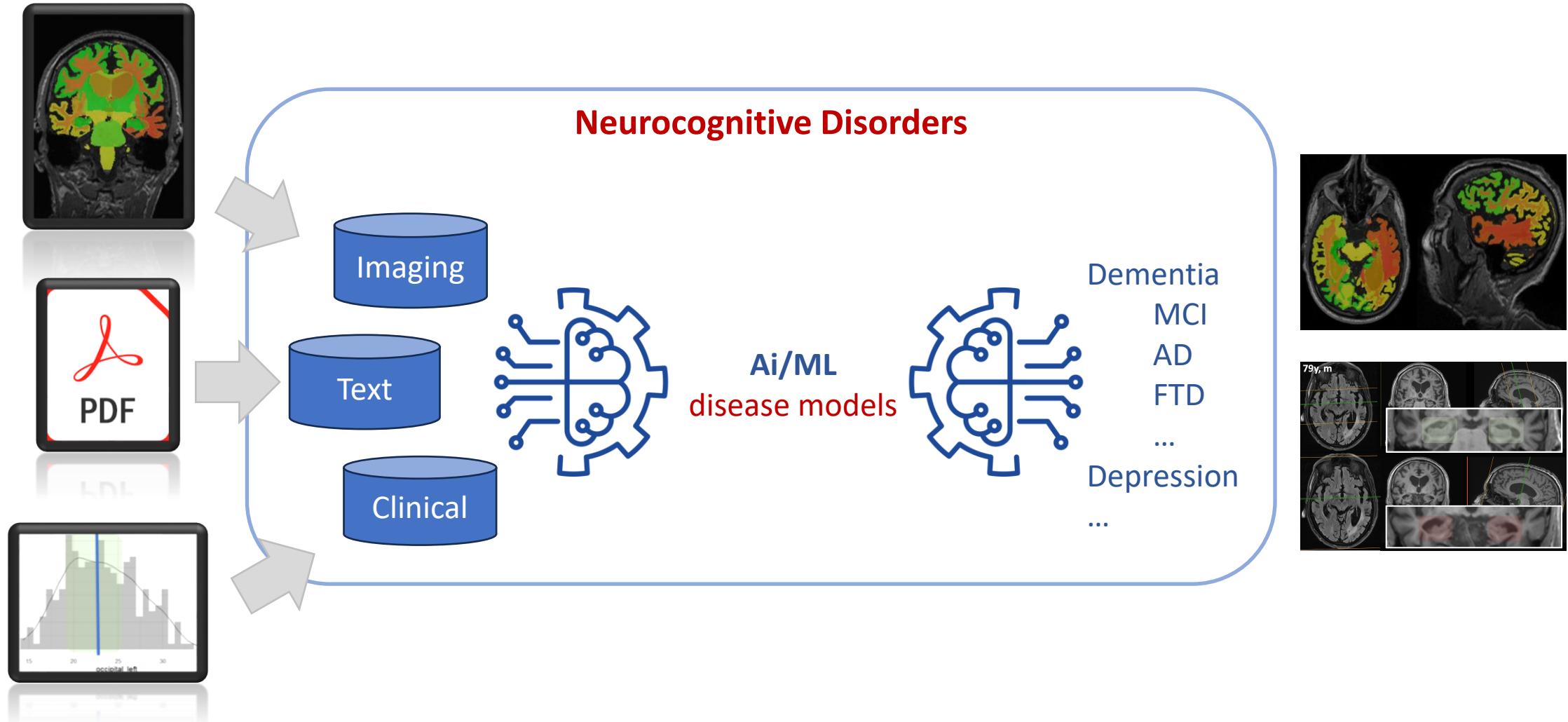
 

Ulli Prokosch und Martin Boeker

2023 begann die zweite Förderperiode und mit ihr gingen wir einen ersten, aus unserer Sicht folgerichtigen Schritt, unsere Konsortien quasi gemeinsame Sache machen zu lassen. Schon in der Vergangenheit hatten das MIRACUM- und DIFUTURE-Konsortium ihre Ressourcen gebündelt und Veranstaltungen wie Summer- oder Winter-School oder auch gemeinsame Symposien auf die Beine gestellt. Nicht nur die geografische Nähe vieler Standorte und die Überlappungen in Use Cases luden dazu ein, auch die vielen persönlichen Beziehungen machten es zu einer natürlichen Weiterentwicklung unserer Arbeit. Schließlich ist das Ziel ja sowieso die bundesweite Vernetzung – nicht nur der Universitätsmedizin, sondern auch bspw. mit kommunalen Gesundheitseinrichtungen oder Facharztpraxen. Und siehe da – mit dem **Klinikum Chemnitz** und dem **Mannheimer Zentralinstitut für Seelische Gesundheit** heißen wir die **ersten nicht-universitären Standorte in unserer Mitte willkommen**.

Unter dem Stichwort „Zusammen“ haben sich MIRACUM und DIFUTURE Anfang dieses Jahres auf den Weg gemacht. Wir hoffen, dass unser Schritt Schule

# MIDorAI > Disease models > *Neurocognitive Disorders*



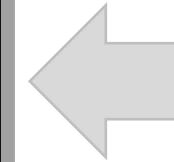
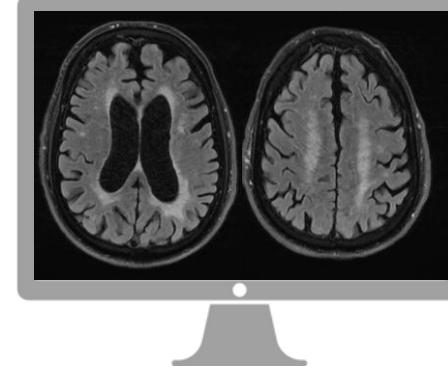
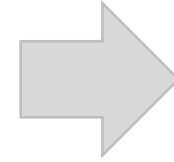
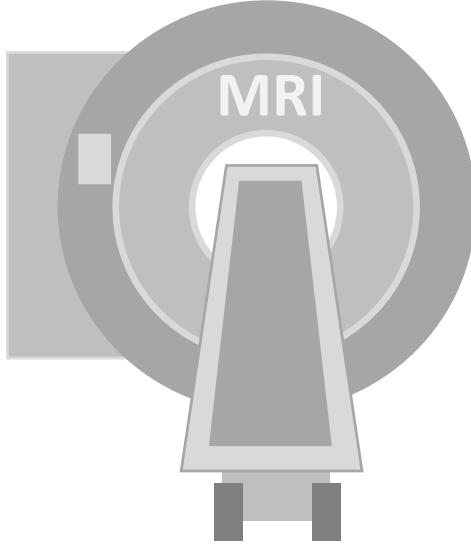
# Clinical & research cooperation > @ZI/NRA

neuro  
radiologie  
mannheim



Zentralinstitut  
für Seelische  
Gesundheit

~12-15 mins



1. GCA-scale
2. MTA-scale
3. Koedam score
4. Fazekas scale
5. Strategic infarcts



- Requires expert-knowledge (“engrams of normal”)
- Qualitative visual assessment
- Few semi-quantitative scores
- High intra- and interrater variability

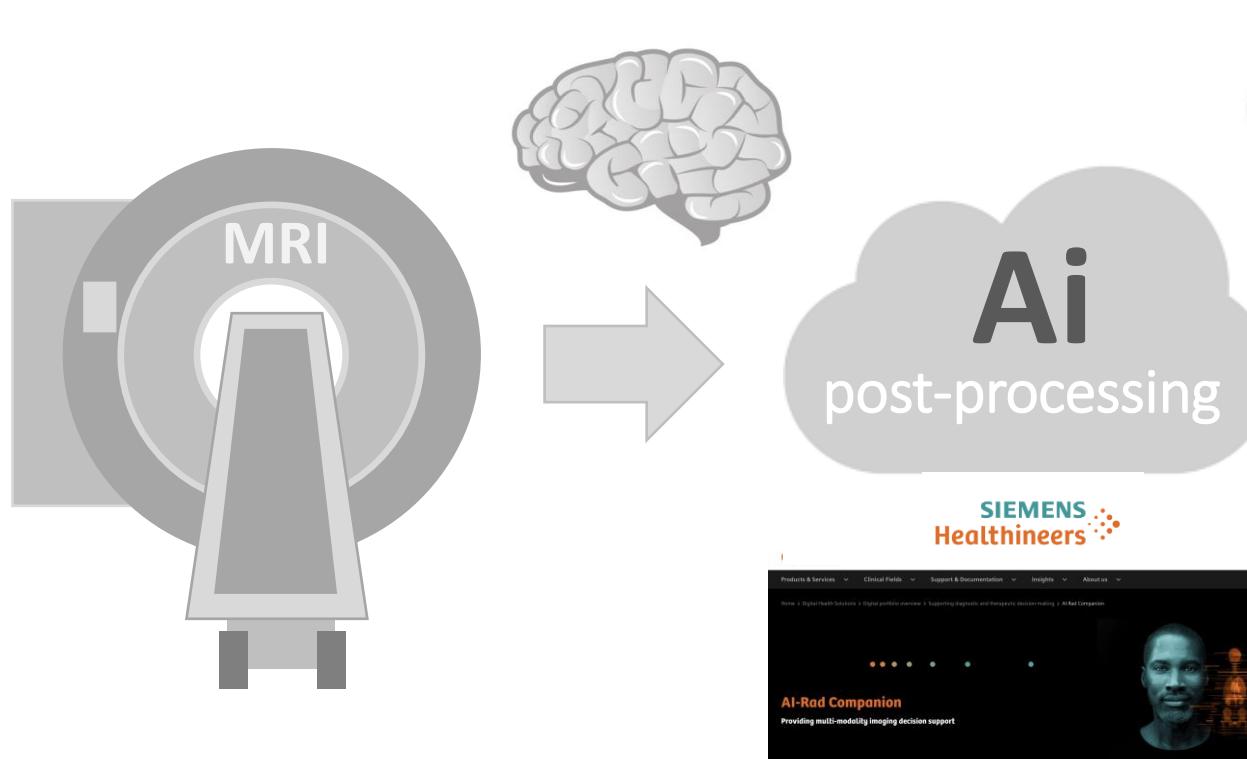
```
AAHead_Scout
AAHead_Scout_MPR_sag
AAHead_Scout_MPR_cor
AAHead_Scout_MPR_tra
t2_tirm_tra_dark-fluid
t2_blade_tra_wenn KM als Delay
t1_mpr_3D_sag
<MPR-Dickschicht Serie>
<MPR-Dickschicht Serie[1]>
ep2d_diff_3scan_trace_p2_TRACEW
ep2d_diff_3scan_trace_p2_ADC
Mag_Images
Pha_Images
mIP_Images(SW)
SWI_Images
```

# Clinical & research cooperation > @ZI/NRA

neuro  
radiologie  
mannheim



Zentralinstitut  
für Seelische  
Gesundheit



Images created with AI-Rad Companion MR Brain, Siemens Healthcare GmbH



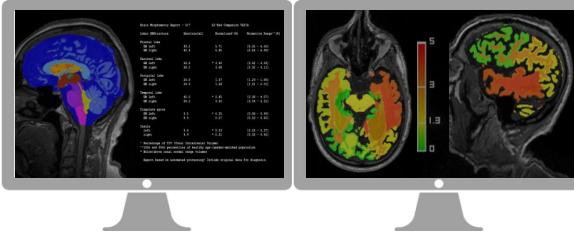
# Ai/ML pipeline > Volumetric patient cohort

neuro  
radiologie  
mannheim



Zentralinstitut  
für Seelische  
Gesundheit

## 1. Brain volumetry



AI-Rad Companion MR Brain

SIEMENS  
Healthineers

T1-MPRAGE 3D

30 anatomical structures

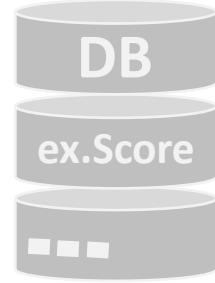
47 morphometric features

- absolute volumes (*ml*)
- normalized % of *TIV*
- healthy age-matched (*Z-score*)

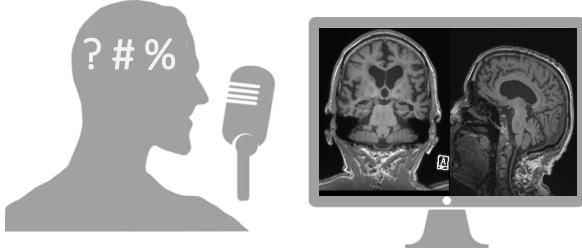
ETL



+ Clinical data



## 2. Expert visual scoring



mpMRI

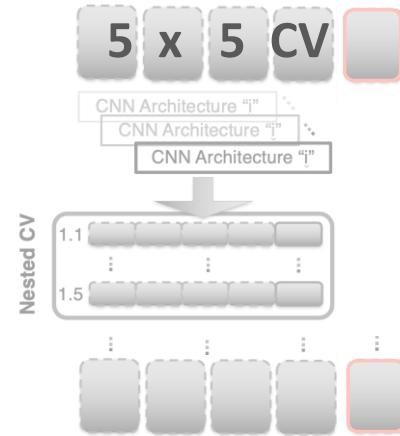
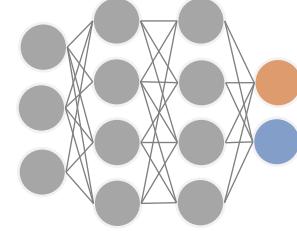
12 visual scores

03 nrad experts

GCA  
MTA / Scheltens  
Koedam  
Fazekas  
NPH (CCA, DESH)

# Ai/ML pipeline > *Volumetric p. classification*

## Classification

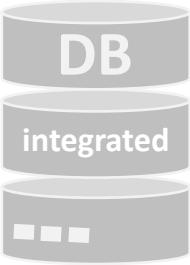


Supervised

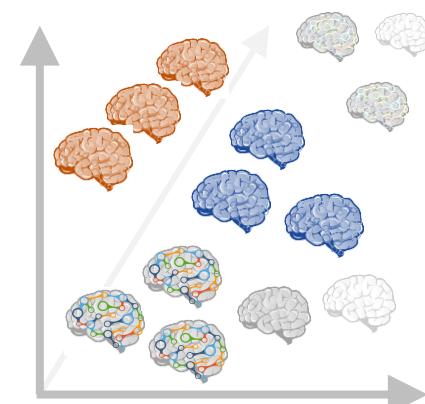
## Machine Learning

SVM  
RF  
DNN  
...

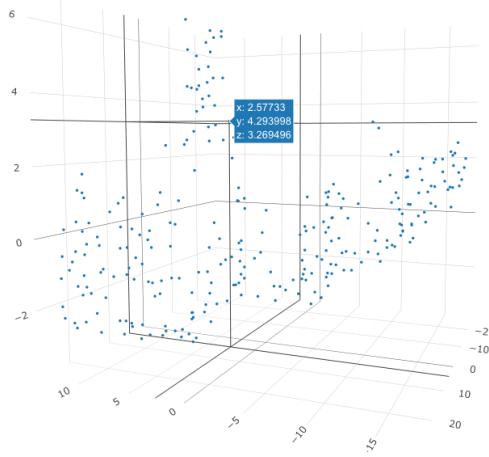
Shallow & deep models



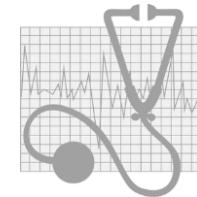
Unsupervised



t-SNE, k-means



Predictive modeling



Precision medicine



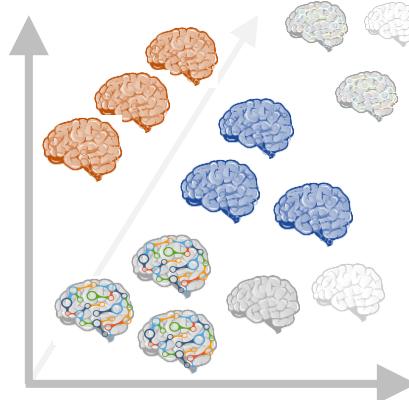
# Ai/ML pipeline > Automated reporting

neuro  
radiologie  
mannheim

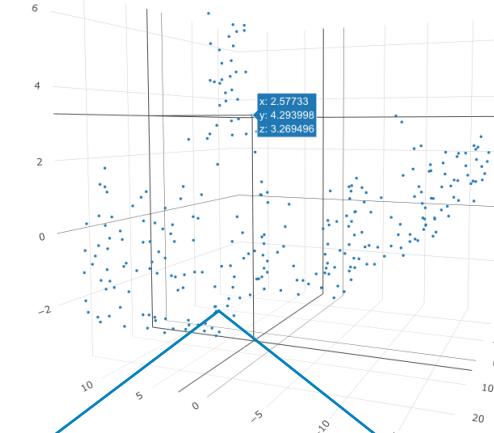


Zentralinstitut  
für Seelische  
Gesundheit

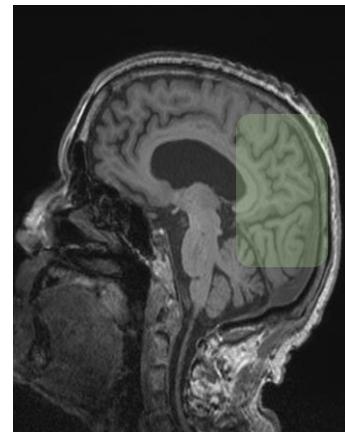
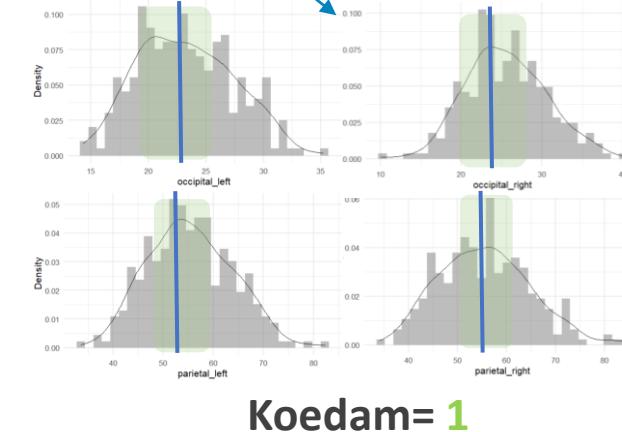
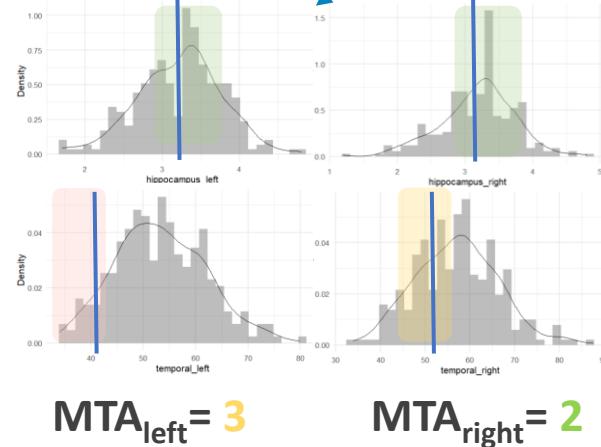
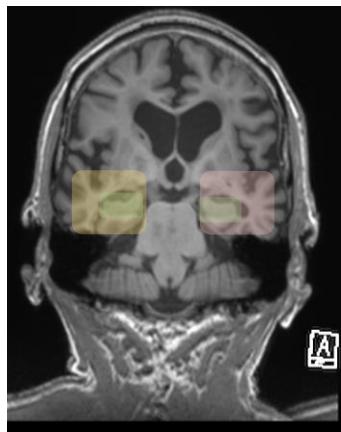
## Unsupervised



## t-SNE, k-means



## Automated Reporting



# Ai/ML pipeline > *Interactive web platform*

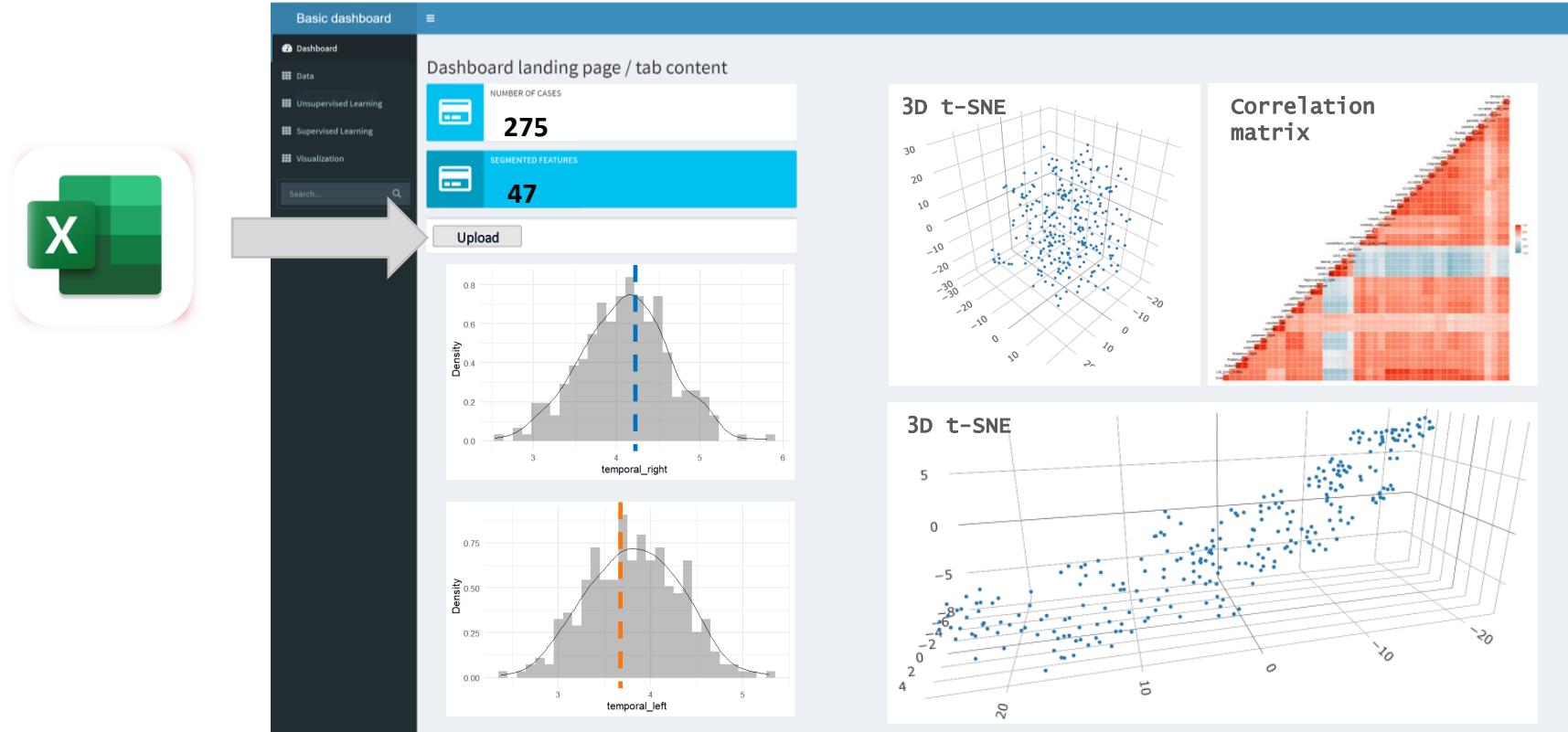
neuro  
radiologie  
mannheim



Zentralinstitut  
für Seelische  
Gesundheit

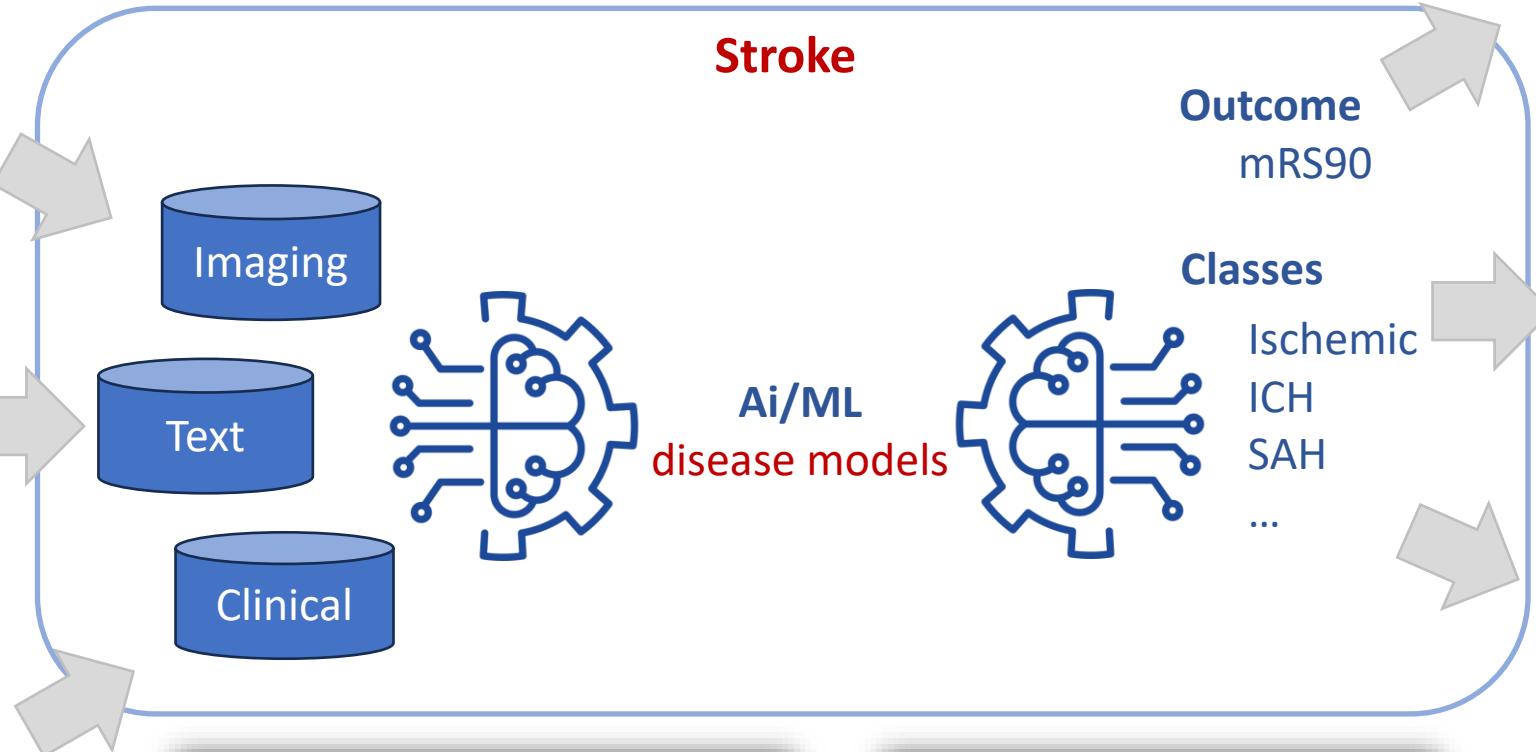
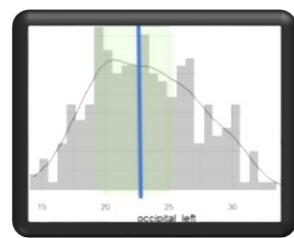
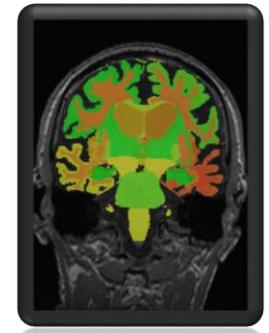
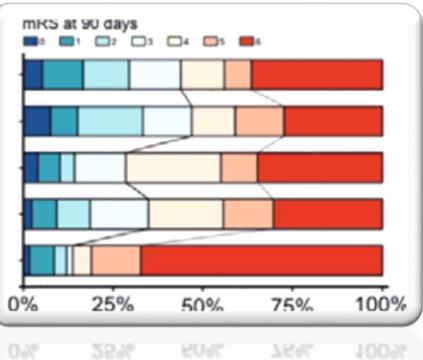
Reference values for segmented **volumes** and **visual imaging scores**

Upload **Ai-RC MR Brain** morphometry results → case **similarity** & suggested **diagnosis**



Coming soon

# MIDorAI > Disease models > *Stroke*



## Stroke

### CLINICAL AND POPULATION SCIENCES

Good Clinical Outcome Decreases With Number of Retrieval Attempts in Stroke Thrombectomy Beyond the First-Pass Effect

Fabian Flotmann, MD; Caspar Brekenfeld, MD; Gabriel Brooks, MD; Hannes Leischner, MD, PhD; Rosalie McDonough, MD; Tobias D. Faiz, MD; Milani Deb-Chatterji, MD; Anna Alegiani, MD; Götz Thomalla, MD; Anastasios Mpotzaris, MD; Christian H. Nolte, MD; Jens Fiehler, MD; Máté E. Maros, MD, MSc; for the GSR Investigators\*

BACKGROUND AND PURPOSE: Endovascular therapy is the standard of care in the treatment of acute ischemic stroke due to large-vessel occlusion. A direct association between the number of device passes and the occurrence of symptomatic intracranial hemorrhage (SICH) has been reported. This study examined the influence of the number of retrieval attempts

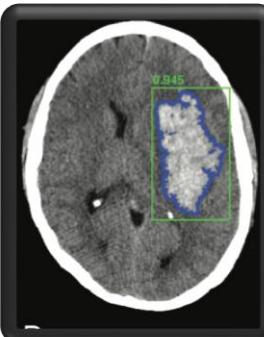
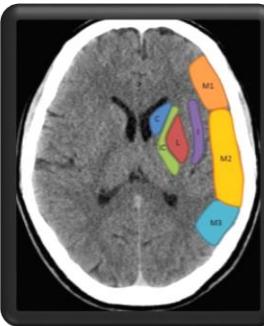
## Stroke

### CLINICAL AND POPULATION SCIENCES

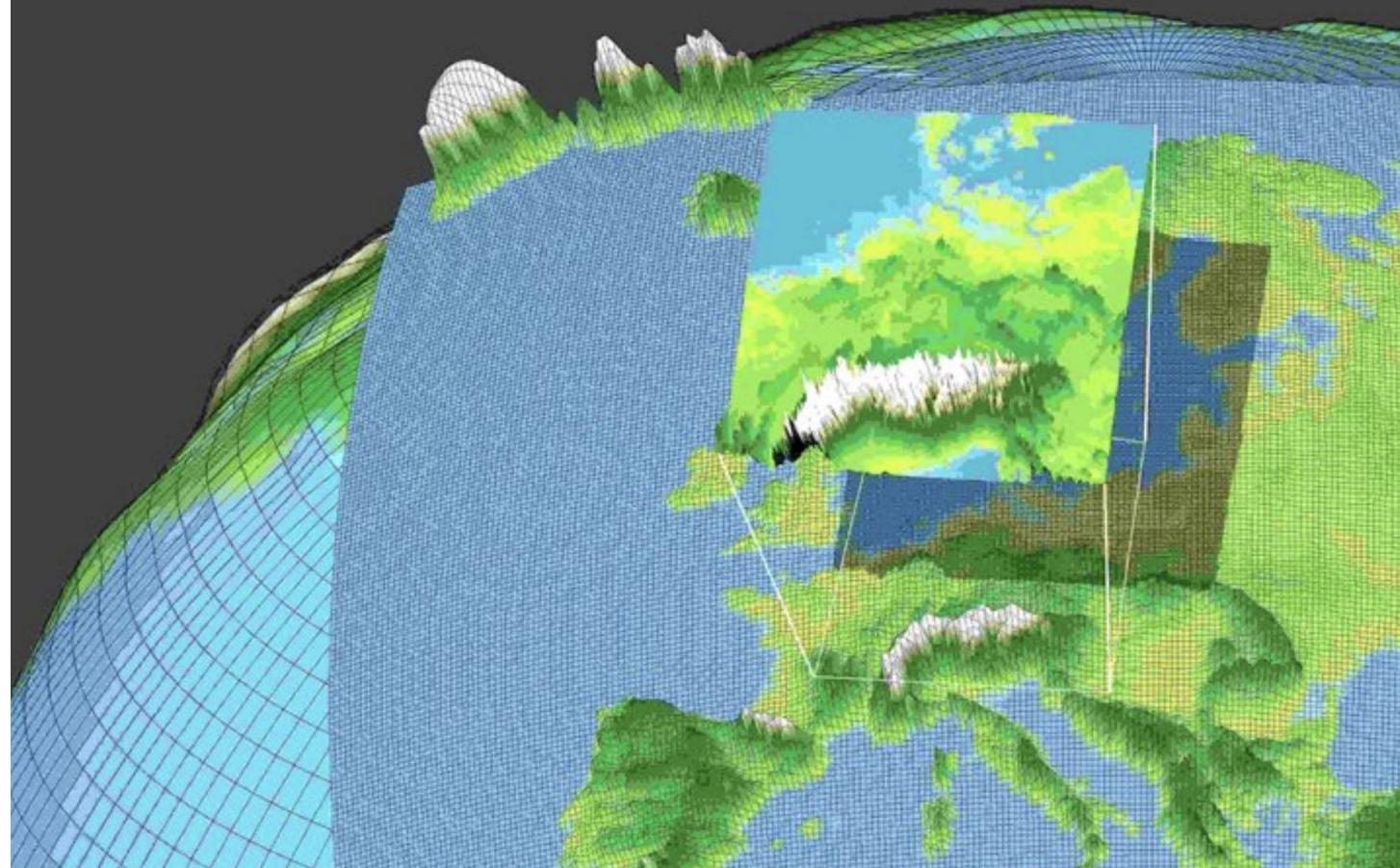
Number of Retrieval Attempts Rather Than Procedure Time Is Associated With Risk of Symptomatic Intracranial Hemorrhage

Máté Eöld Maros, MD, MSc; Caspar Brekenfeld, MD; Gabriel Brooks, MD; Hannes Leischner, MD, PhD; Rosalie McDonough, MD; Milani Deb-Chatterji, MD; Anna Alegiani, MD; Götz Thomalla, MD; Jens Fiehler, MD; Fabian Flotmann, MD; for the GSR Investigators\*

BACKGROUND AND PURPOSE: Endovascular therapy is the standard of care in the treatment of acute ischemic stroke due to large-vessel occlusion. A direct association between the number of device passes and the occurrence of symptomatic intracranial hemorrhage (SICH) has been reported. This study examined the influence of the number of retrieval attempts



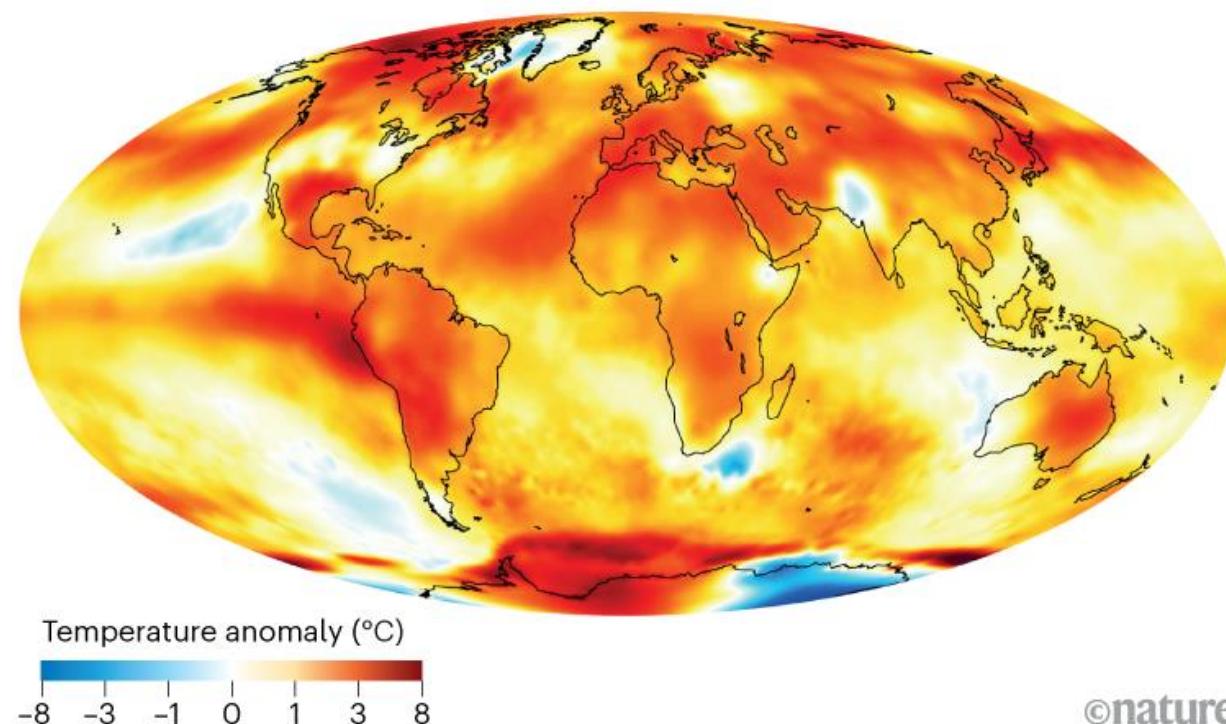
# Predictive hospital/healthcare analytics?



# Predictive hospital/healthcare analytics?

## NEARING THE THRESHOLD

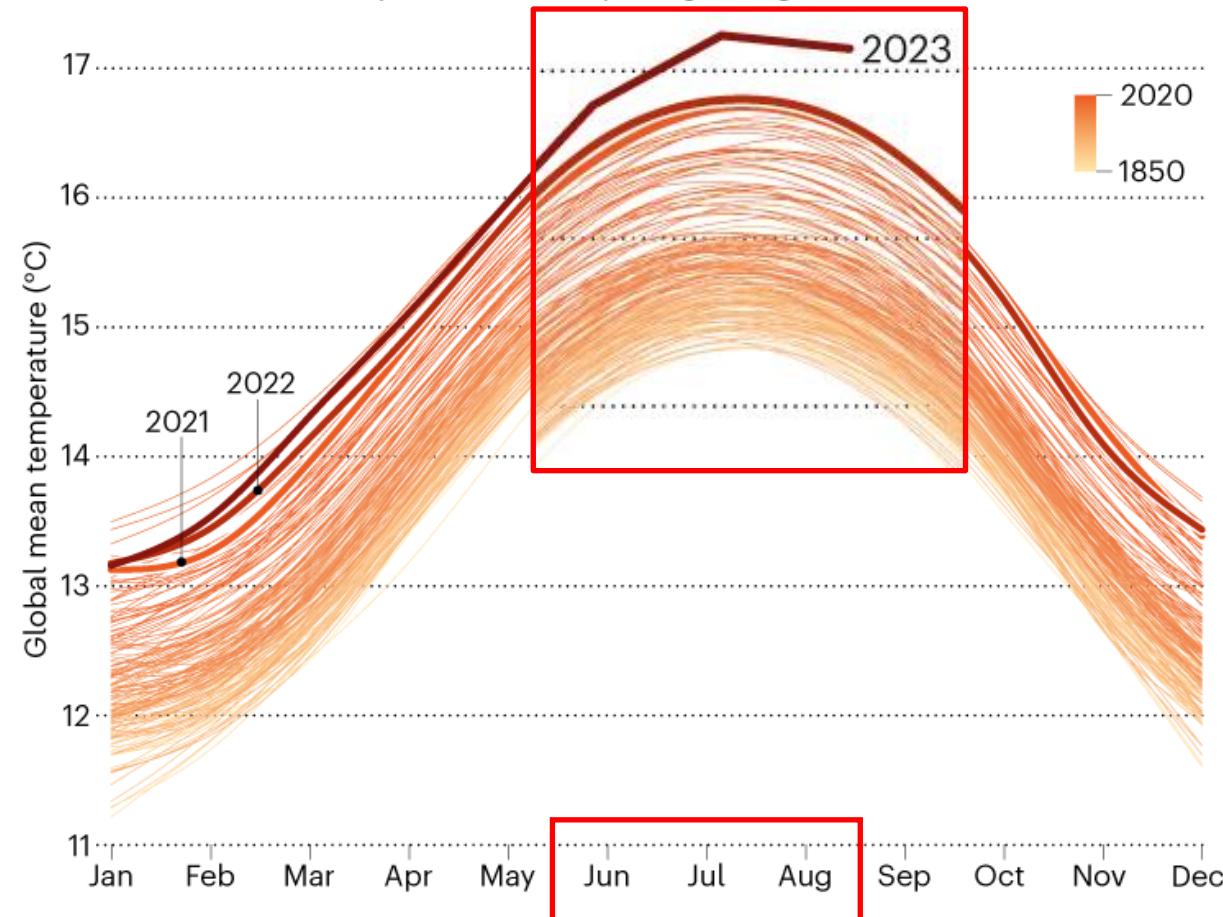
The months of June to August 2023 have been by far the warmest such period on record globally. The average temperature in some places has already risen by 1.5 °C or more above pre-industrial levels, but the Paris agreement threshold requires a sustained change.



©nature

## HEAT RISING

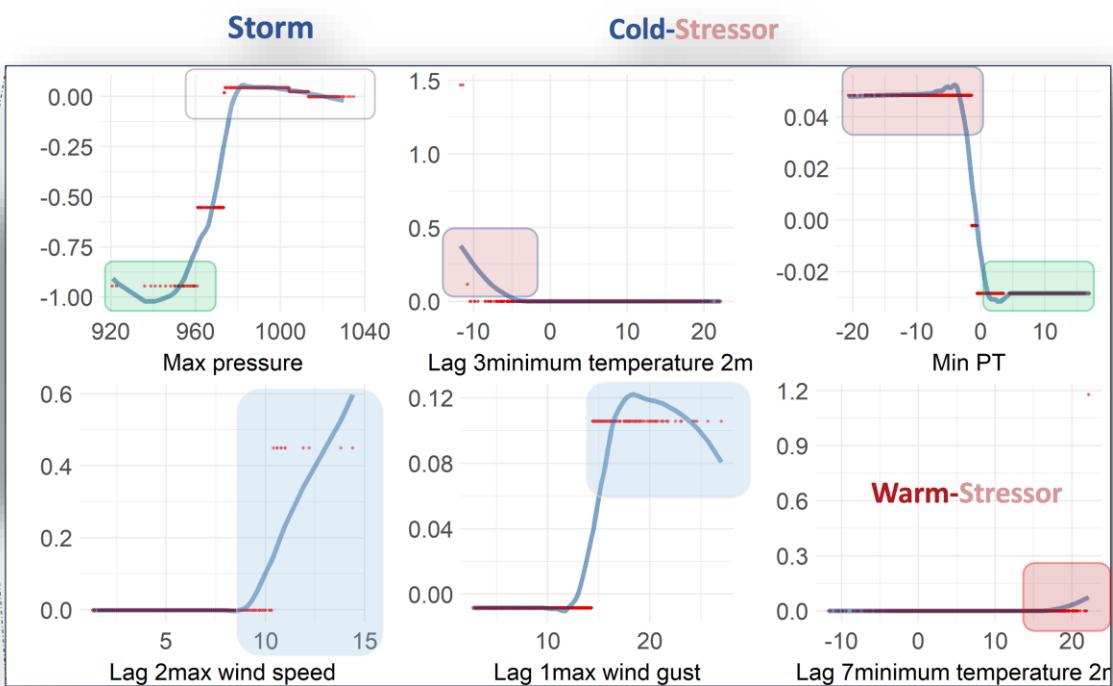
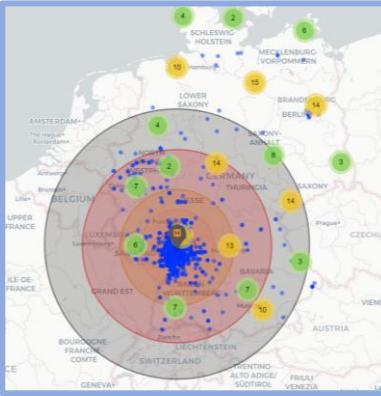
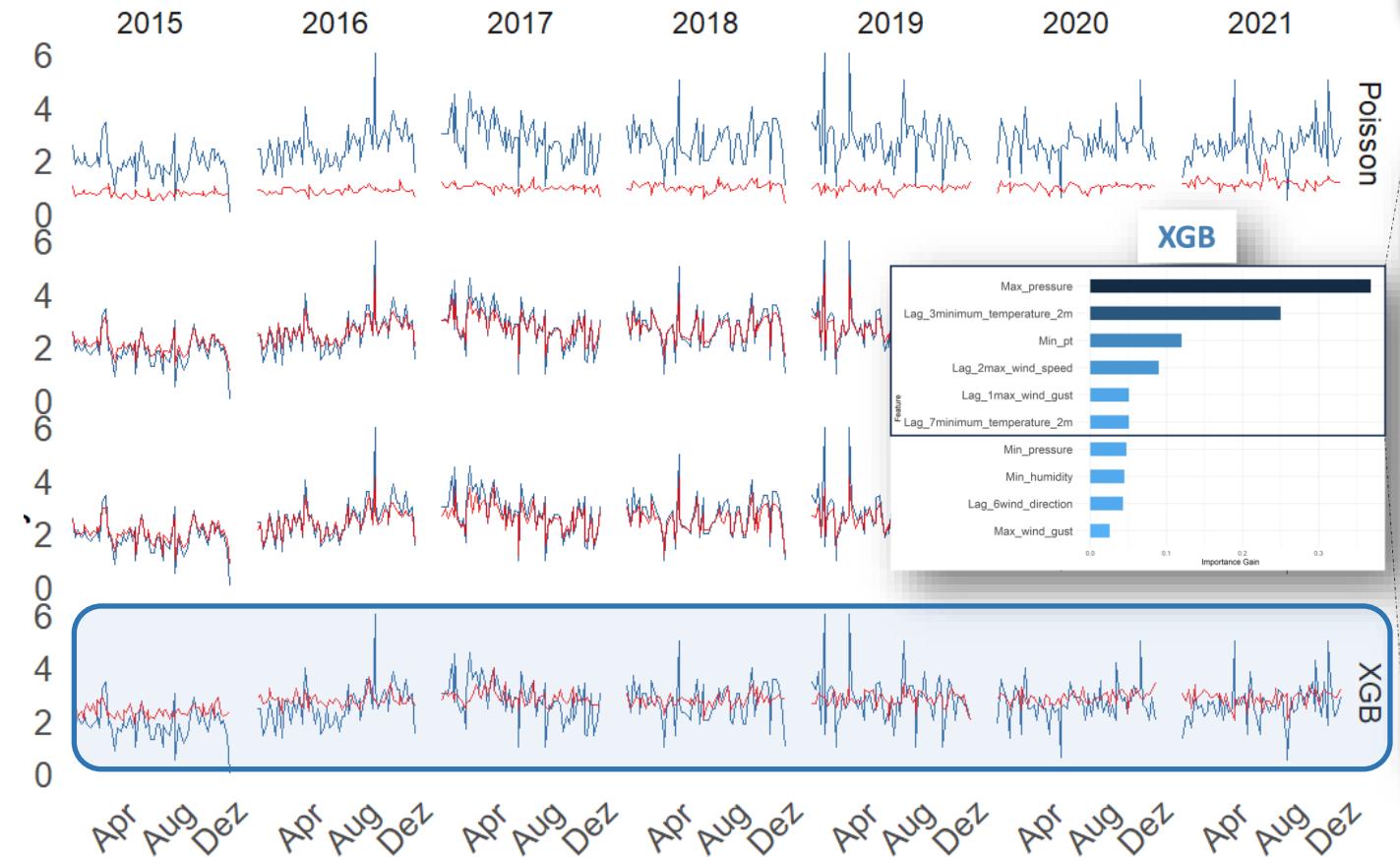
The global average temperatures in the past three months have set new records every month, often by a large margin.



Source: Nature & Berkeley Earth - <https://www.nature.com/articles/d41586-023-02995-7>

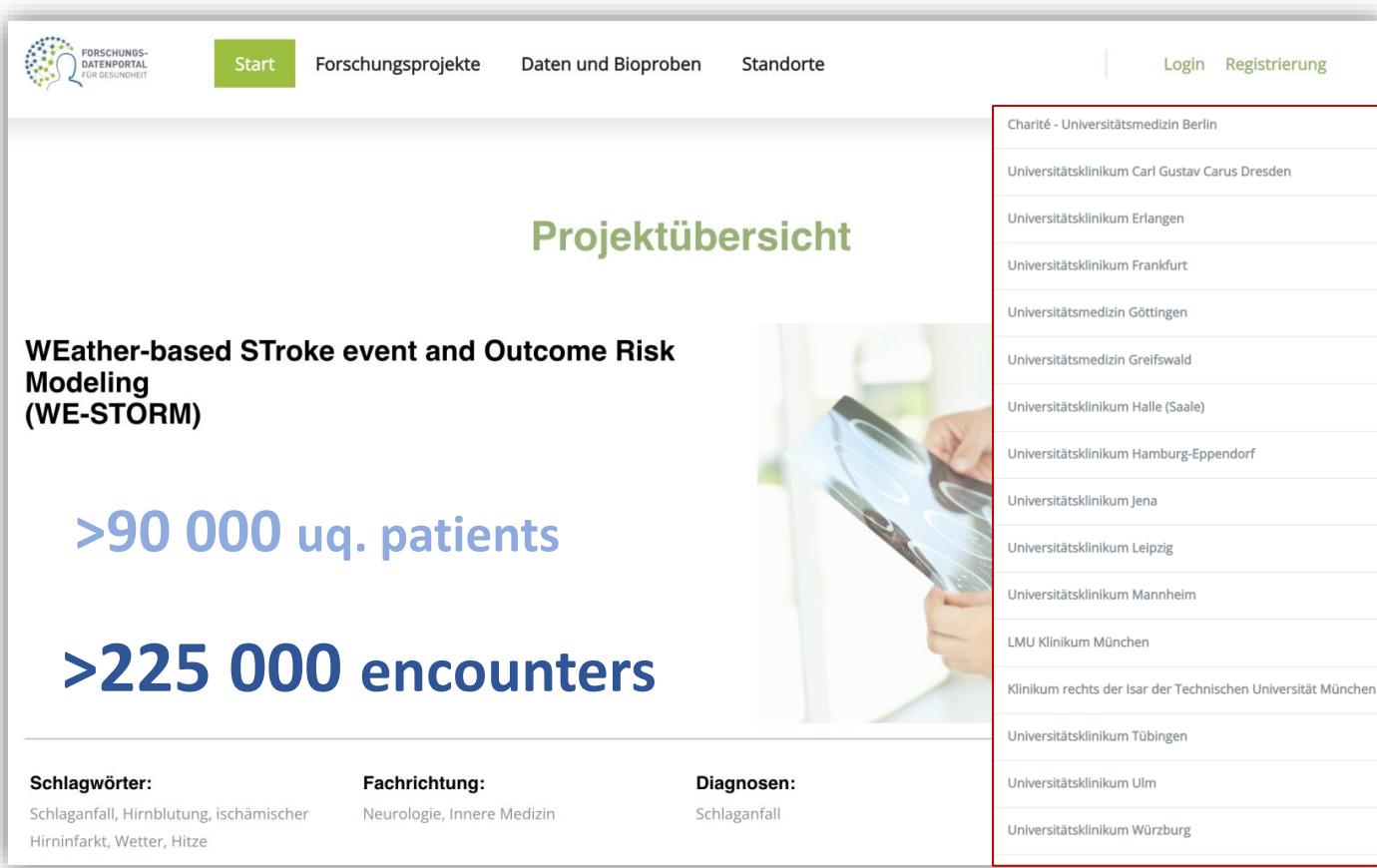
# Predictive Ai/ML > Disease models > *Stroke*

“WEather-based-STroke Outcome Risk Modeling”



# Outlook & Extension – Multicentric roll-out

## “WE-STORM”

The screenshot shows the 'Projektübersicht' (Project Overview) for the WE-STORM project. The top navigation bar includes 'Start', 'Forschungsprojekte', 'Daten und Bioproben', 'Standorte', 'Login', and 'Registrierung'. The main content area displays the project title 'WEather-based STroke event and Outcome Risk Modeling (WE-STORM)', a summary text, and two large statistics: '>90 000 uq. patients' and '>225 000 encounters'. Below these are sections for 'Schlagwörter', 'Fachrichtung', and 'Diagnosen', each with a list of terms. On the right, a sidebar lists 14 university clinics participating in the project.

**Projektübersicht**

**WEather-based STroke event and Outcome Risk Modeling (WE-STORM)**

>90 000 uq. patients

>225 000 encounters

**Schlagwörter:**  
Schlaganfall, Hirnblutung, ischämischer Hirninfarkt, Wetter, Hitze

**Fachrichtung:**  
Neurologie, Innere Medizin

**Diagnosen:**  
Schlaganfall

- Charité - Universitätsmedizin Berlin
- Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
- Universitätsklinikum Erlangen
- Universitätsklinikum Frankfurt
- Universitätsmedizin Göttingen
- Universitätsmedizin Greifswald
- Universitätsklinikum Halle (Saale)
- Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
- Universitätsklinikum Jena
- Universitätsklinikum Leipzig
- Universitätsklinikum Mannheim
- LMU Klinikum München
- Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
- Universitätsklinikum Tübingen
- Universitätsklinikum Ulm
- Universitätsklinikum Würzburg

## First-ever Federated Machine Learning within the MII Pjt. 6

**14** University clinics

**~90 ML** / sites

**>  $\Sigma 1250$**  site-specific predictors & models





# Coop. partners & Funding

## UMM klinische Partner



Medizinische Fakultät Mannheim  
der Universität Heidelberg  
Universitätsklinikum Mannheim



- Clinic for Neurology: Prof. Dr. Kristina Szabo, Dr. Matthias Wittayer
- Clinic for Neurosurgery: Prof. Dr. Nima Etminan
- Dept. of Neuroradiology: Prof. Dr. Christoph Groden, Prof. Dr. H. Wenz
- Clinic for Anesthesiology: Dr. Franz-Simon Centner
- Institute of Clinical Chemistry: Prof. Dr. Michael Neumaier
- Data Integration Center (DIC): Dr. Fabian Siegel
- Data User Access Committee (DUAC)

## Kooperationspartner

DWD, Research Centre Human Biometeorology  
Freiburg (ZMMF), Germany  
Dr. Stephan Muthers



LMU Munich, Chair of Statistical Learning & Data Science  
Statistical Consulting Unit

Dr. Andreas Bender,  
Dr. David Rügamer,  
& Prof. Dr. Bernd Bischl (Dept. Chair)



## Funding

German Ministry for Education and Research (BMBF)  
Medical Informatics Initiative (MII)



MII MIRACUM Consortium,



MII, Junior Research Group, MIDorAI (01ZZ2020)



FDPG, 6<sup>th</sup> MII Projectathon (WE-STORM)



WEather-based STroke event  
and Outcome Risk Modeling  
(WE-STORM)

# Clinical coop. partners

Special thanks to affiliated clinical team members:



Chang Gyu Cho



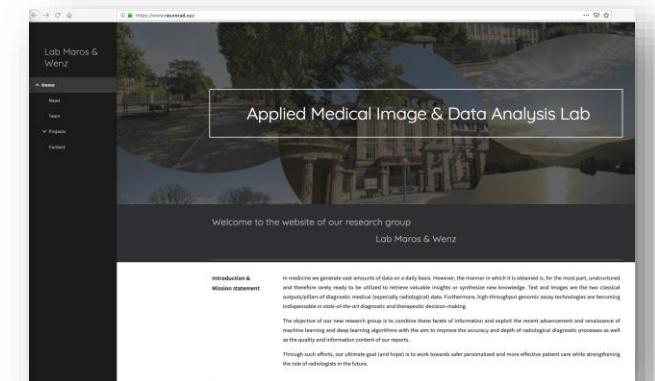
Dr. Max Gebest



Prof. Dr. Holger Wenz

Connect with us @ UMM Neuroradiologie > Forschungsgruppen <<https://neurorad.xyz>>

> Lab/AG Applied Medical Image & Data Analysis Lab



# Thank you for your attention!



# Contact



Nandini Santhanam MSc

PhD candidate / Research associate  
MII Junior Research Group (MIDorAI )

Dept. of Biomedical Informatics (DBMI)  
Medical Faculty Mannheim,  
University Heidelberg

MIDo**r**Ai

DIZ  
MEDIZIN  
INFORMATIK  
INITIATIVE  
DATENINTEGRATIONZENTRUM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

FORSCHUNGS-DATENPORTAL FÜR GESELLSCHAFT

Start    Forschungsprojekte    Daten und Bioproben    Standorte    Login    Registrierung

## Projektübersicht

**WEather-based STroke event and Outcome Risk Modeling (WE-STORM)**



Schlagwörter:	Fachrichtung:	Diagnosen:	Prozeduren:
Schlaganfall, Hirnblutung, ischämischer Hirninfarkt, Wetter, Hitze	Neurologie, Innere Medizin	Schlaganfall	-

<https://forschen-fuer-gesundheit.de/projekt2.php>

# Contact



Máté E. Maros MD, PhD, MSc

Head of the MII Junior Research Group (MIDorAI )  
Dept. of Biomedical Informatics (DBMI)

Functional Attending  
Dept. of Neuroradiology  
Medical Faculty Mannheim,  
University Heidelberg

Email:  
[mate.maros@medma.uni-heidelberg.de](mailto:mate.maros@medma.uni-heidelberg.de)  
[maros@uni-heidelberg.de](mailto:maros@uni-heidelberg.de)

MIDo**or**Ai

DIZ  
DATENINTEGRATIONZENTRUM  
MEDIZIN INFORMATIK INITIATIVE



The screenshot shows the homepage of the MIDorAI website. At the top, there are logos for UMM (Universitätsmedizin Mannheim), Universität Heidelberg, and Miracum. A navigation bar includes links for Home, Fakultät, Studium, Forschung, Einrichtungen, Core Facilities, Medien, Karriere, Klinikum, and a search bar. Below the navigation is a banner with the URL <https://www.umm.uni-heidelberg.de/cpd/digitale-gesundheit/biomedizinische-informatik/>. The main content area features the MIDorAI logo and the title "MIDorAI". Below this, a section titled "Medizininformatik für Ganzheitliche Disease Models in der personalisierten und präventiven Medizin" is described, along with a summary of the project's goals. The Miracum logo is also present.

<https://www.miracum.org/forschung/nachwuchsforchergruppen/midorai/>