

Künstliche Intelligenz in der Medizin – Vorteile für die tägliche Praxis

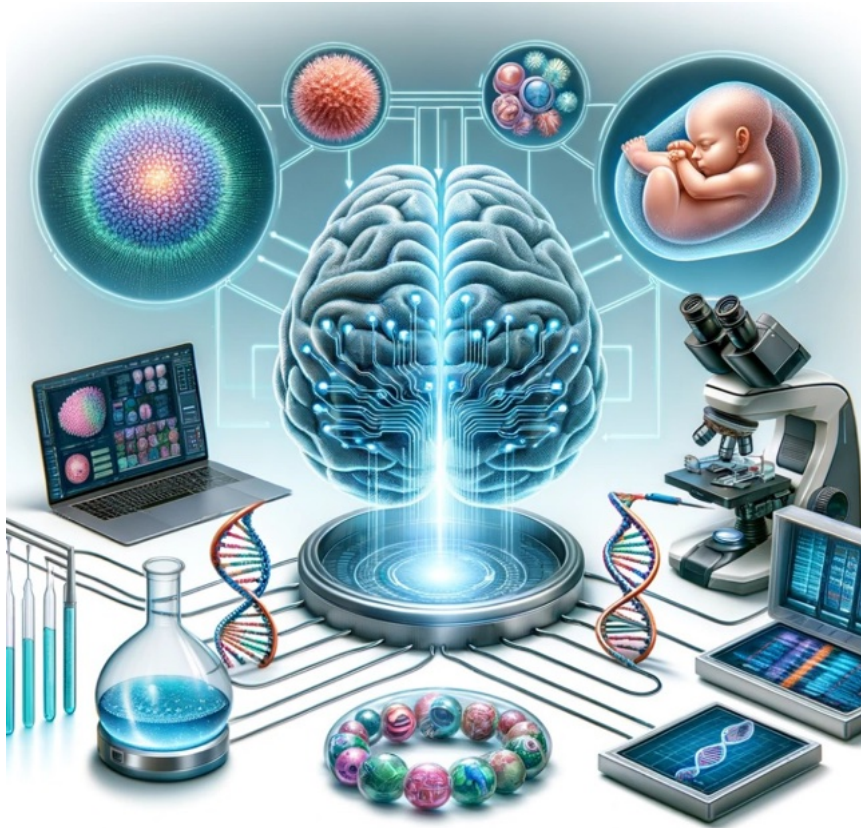
2025-11-12

Christoph M. Friedrich

Fachhochschule Dortmund; Fachbereich Informatik und
Universitätsklinikum Essen,
Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (IMIBE)

E-Mail: christoph.friedrich@fh-dortmund.de
<https://fh.do/friedrich>

ChatGPT 4 – „KI und Reproduktionsmedizin?“



Bildquelle: ChatGPT 4 prompt C. M. Friedrich 2024-01-31:
„Erstelle mir eine schematische Zeichnung dazu.“

Die Reproduktionsmedizin und Künstliche Intelligenz (KI) stehen in einem zunehmend synergistischen Verhältnis zueinander. Hier sind einige Schlüsselbereiche, in denen KI die Reproduktionsmedizin beeinflusst:

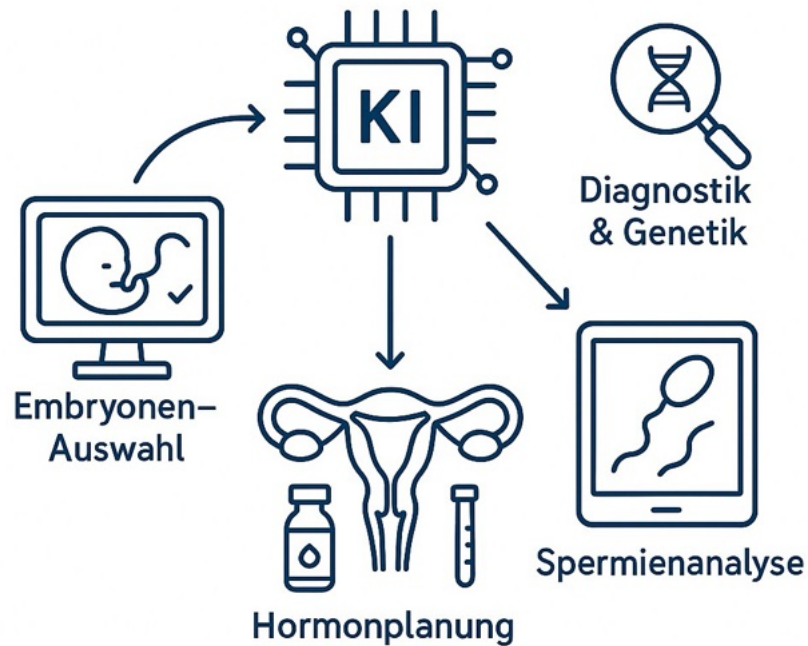
1. **Verbesserung der In-vitro-Fertilisation (IVF):** KI-Systeme werden eingesetzt, um die Erfolgsraten von IVF zu verbessern. Sie können dabei helfen, die Qualität von Embryonen anhand von Bildern genauer zu bewerten und diejenigen auszuwählen, die die höchste Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Schwangerschaft haben.
2. **Diagnose von Fruchtbarkeitsproblemen:** KI kann Muster in großen Datenmengen erkennen und wird daher verwendet, um Ursachen von Unfruchtbarkeit besser zu verstehen und zu diagnostizieren.
3. **Personalisierte Behandlungspläne:** Durch die Analyse großer Datenmengen kann KI dabei helfen, individuell zugeschnittene Behandlungspläne für Patienten zu entwickeln, basierend auf Faktoren wie Alter, Gesundheitszustand und früheren Behandlungsergebnissen.
4. **Prädiktive Analytik:** KI-Modelle können genutzt werden, um den Erfolg von Behandlungen vorherzusagen, indem sie Daten aus vergangenen Behandlungen analysieren.
5. **Genetische Screening-Verfahren:** Die KI kann genetische Daten analysieren, um das Risiko genetischer Erkrankungen bei einem Embryo zu bewerten, was für die pränatale Diagnostik von Bedeutung ist.
6. **Automatisierung und Effizienzsteigerung im Labor:** KI und Robotik können genutzt werden, um Prozesse in reproduktionsmedizinischen Laboren zu automatisieren, was die Präzision und Effizienz erhöht.

Insgesamt trägt die Integration von KI in die Reproduktionsmedizin dazu bei, die Behandlungsergebnisse zu verbessern, personalisierte Ansätze zu entwickeln und die Effizienz in Forschung und klinischer Praxis zu steigern.

Quelle: ChatGPT 4 prompt C. M. Friedrich 2024-01-31:
„Was hat künstliche Intelligenz mit der Reproduktionsmedizin zu tun?“

ChatGPT 5 – „KI und Reproduktionsmedizin?“

Was hat künstliche Intelligenz mit der Reproduktionsmedizin zu tun?



Sehr viel! KI wird heute bereits an mehreren Stellen in der **assistierten Reproduktion (z. B. IVF/ICSI)** eingesetzt, um Entscheidungen präziser und individueller zu machen.:

1. Auswahl der besten Eizellen und Embryonen

- ◆ KI analysiert Bilder und Videos von Embryonen in sogenannten *Time-Lapse-Inkubatoren*.
- ◆ Sie erkennt Muster in der Entwicklung, die für Menschen kaum sichtbar sind.

➔ **Ziel:** Die Embryo-Implantationschance möglichst genau vorhersagen.

2. Unterstützung bei Diagnostik und Genetik

- ◆ KI hilft, Bilddaten und DNA-Daten schneller und objektiver zu bewerten.
- ◆ Damit kann sie helfen, Embryonen mit höherem Entwicklungs- und Gesundheitspotenzial auszuwählen.

3. Hormonelle Stimulationsplanung

- ◆ KI kann Patientinnen-Daten (Alter, AMH-Wert, Ultraschall etc.) analysieren
- ◆ und **optimale Dosierung und Zeitpunkte** voraussagen.

➔ Weniger Risiko für Überstimulation, bessere Erfolgsrate.

4. Verbesserte Spermienanalyse

Beweglichkeit, Form, DNA-Integrität
Das führt zu objektiveren und schnelleren Befunden.

5. Beratung und Vorhersagen

KI-Modelle können aus großen Datenmengen **Erfolgswahrscheinlichkeiten** berechnen:
„Wie hoch ist die Chance, dass dieser IVF-Zyklus zum Baby führt?“
Dies unterstützt **informierte Entscheidungen** für Paare und Ärzt*innen.

Bildquelle: ChatGPT 5 prompt C. M. Friedrich 2025-11-02:
„Erstelle mir eine schematische Zeichnung dazu.“

Quelle: ChatGPT 5 prompt C. M. Friedrich 2025-11-02:
„Was hat künstliche Intelligenz mit der Reproduktionsmedizin zu tun?“

- Künstliche Intelligenz - KI
(engl. *Artificial intelligence* - AI)

“Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der Automatisierung **intelligenten Verhaltens** und dem Maschinellen Lernen befasst” – Def. Wikipedia

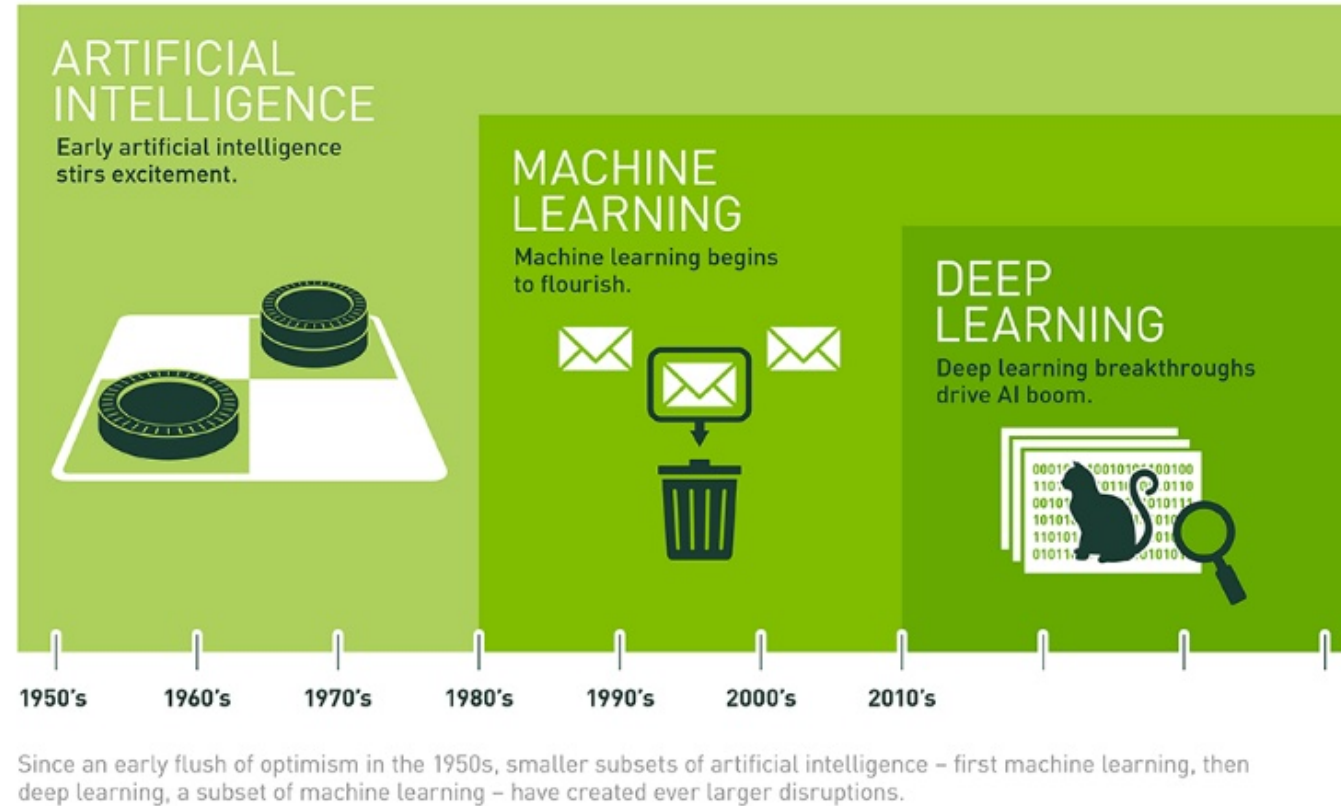
- Aber was ist intelligentes Verhalten?
 - Schauen sie in die Nachrichten
Natürliche Intelligenz ist leider
nicht immer vorhanden



Bildquelle: Dall-E prompt C. M. Friedrich 2024-01-30:
„Make me an image representing AI in Medicine”

Künstliche Intelligenz – historischer Kontext

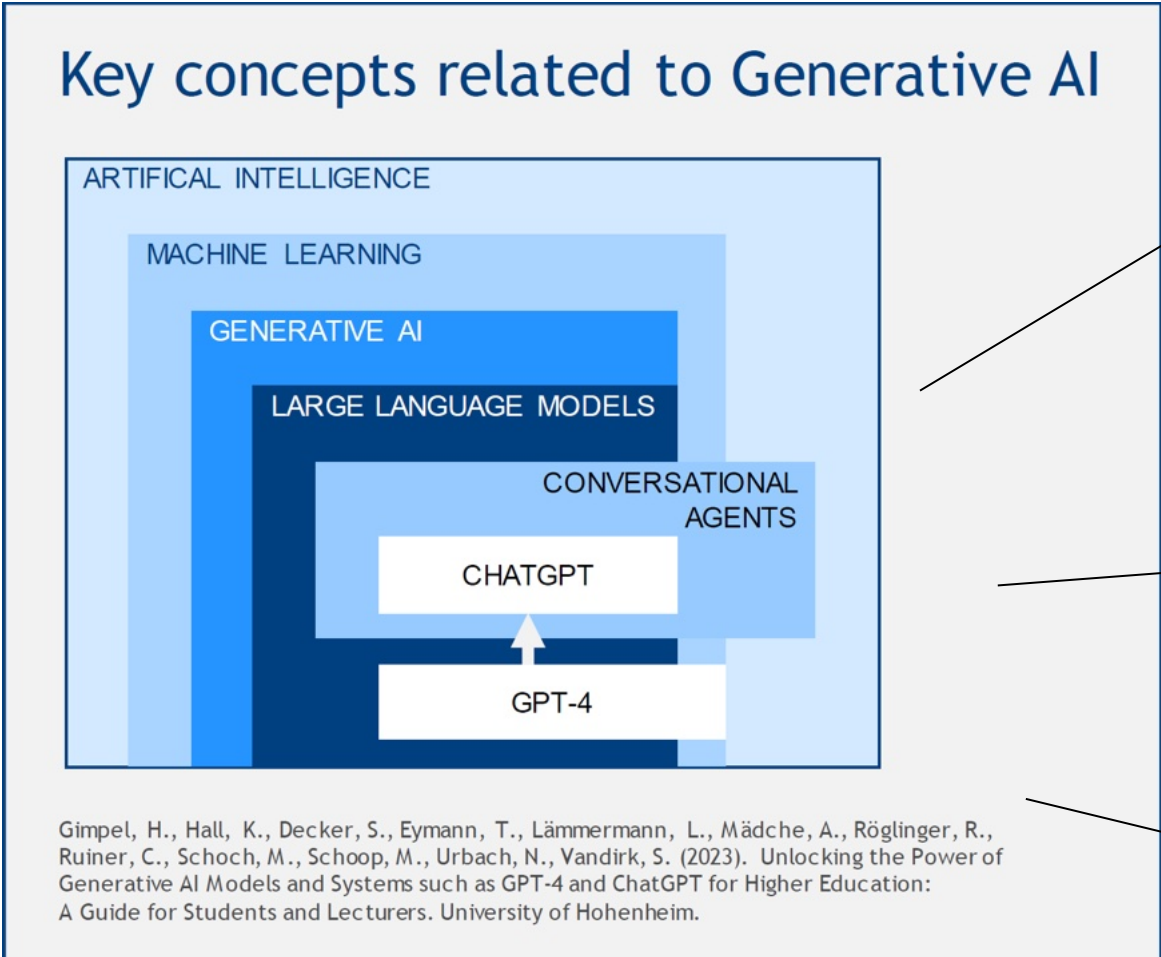
we focus on students



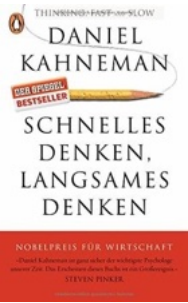
Bildquelle: <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/artificial-intelligence-vs-machine-learning-vs-deep-learning>

Generative KI

we focus on students

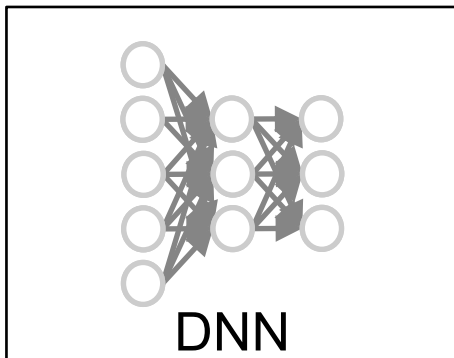


LLM	Jahr
GPT 2	2019
GPT 3	2020
ChatGPT GPT 3.5	2022
GPT 4 und andere	2023
Visuelle LLMs/freie Modelle	2024
Modelle mit Argumentation (DeepSeek R1)	2025
Agenten – selbstständiges agieren im Netz	2025



Bildquelle: https://wiso.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/wiso/Forschungsdekan/Papers_BEES/dp_2023-02_online.pdf
letzter Zugriff: 2025-11-04

- Was hat es gebraucht?
 - Viele Daten verfügbar (+ **Skrupellosigkeit** beim Nutzen) – ein juristisches Problem
 - General Purpose Computing auf Graphics Processing Units (**GPUs**) – Spielegraphikkarten – mittlerweile in jedem Smartphone verfügbar (z.B. Neural Engine)
 - Softwareframeworks für tiefe Neuronale Netzwerke (**Deep Neural Networks**)
 - Algorithmische Durchbrüche: Selbstüberwachtes Lernen



Bildquelle: NVIDIA



Bildquelle: NVIDIA



Bildquelle: NVIDIA

WIRED

Provokation – Geoffrey Hinton (Nobelpreis 2024)

we focus on students



Prof. Hinton 2016: “it’s quite obvious that we should stop training radiologists ... Radiologists are the coyote already over the edge of the cliff who hasn’t yet looked down”



Quelle: Pinterest

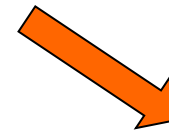
Ende der Radiologen und anderer
technisch orientierter Mediziner?

KI-Systeme eher Ko-Piloten



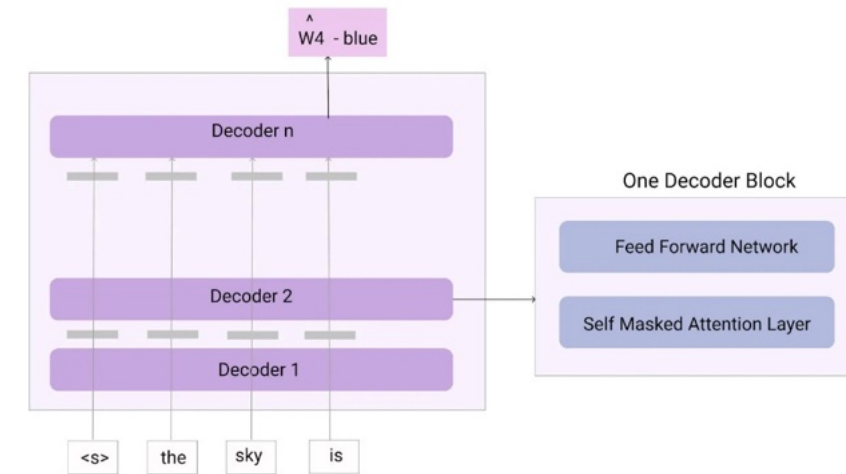
CC-BY jose a. del moral

2025: HTML
Coding kann gut
von LLMs
unterstützt
werden

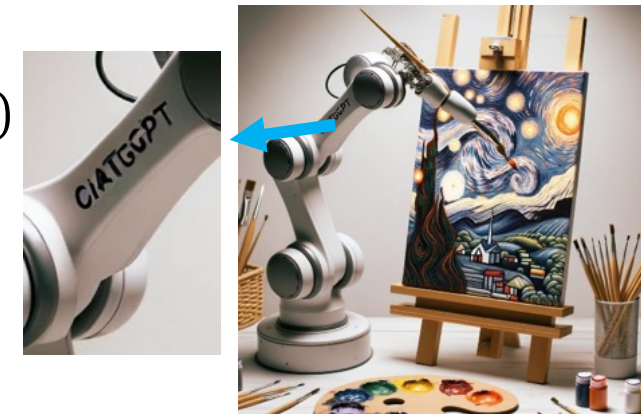


Quelle: Starwarsuncut.com

- Überwachtes Lernen (**supervised**) – Expertenannotierte Trainingsbeispiele notwendig → aufwändig
- Unüberwachtes Lernen (**unsupervised**) – Clustering – Erkennung statistischer Muster
- Verstärkungslernen (**Reinforcement Learning**) – nur binäres und möglicherweise verspätetes Verbesserungssignal
- **Neu:** Selbst-überwachtes Lernen – Beispiel Große Sprachmodelle (z.B. GPT – Generative Pretrained Transformer)
- **Neu:** Generierende Modelle für Bild/Text/Audio in hoher Qualität
- **Neu:** Reasoning und Agenten



Bildquelle:
<https://medium.com/geekculture/different-transformer-models-f6f405999e4a>

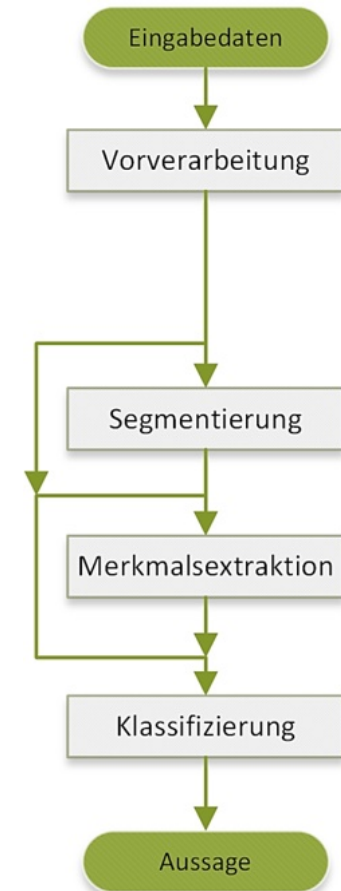


Bildquelle: DALL E3 – Prompt Christoph M. Friedrich:
Make me an image of ChatGPT drawing on a Canvas

Merkmalsbasierte Ansätze für computerbasierte Bilddiagnose

we focus on students

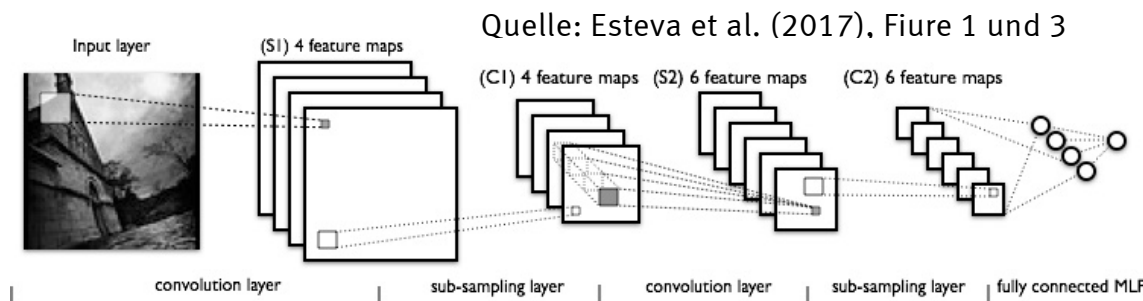
- Bestimmung von Bildmerkmalen (Features/Deskriptoren)
 - Form/Größe
 - Textur – z.B. Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)
 - Intensitätsverteilung (Histogramm)
 - Farbe/Graustufe
 - Kantenbasiert
 - Interest Points (SIFT/SURF)
 - ...
- Klassifizierung – maschinelles Lernen
 - Support Vector Machine (SVM)
 - Random Forests
 - Neuronale Netzwerke
 - Logistische Regression
 - ...



Klassisch

Alternative: End-to-End

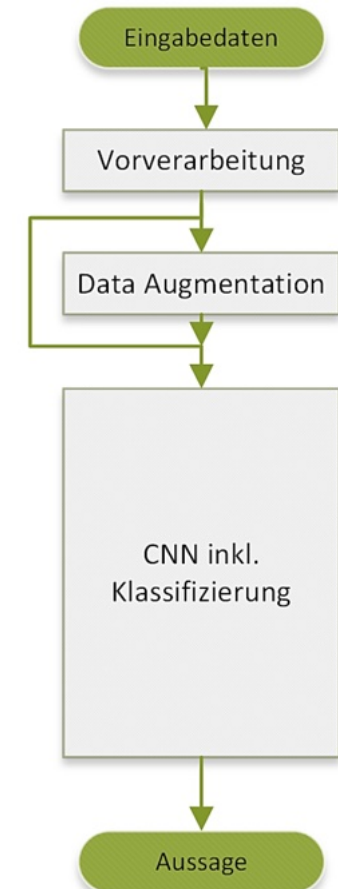
- Krizhevsky/Sutskever/Hinton (2012) – AlexNet – **“Der Durchbruch”** ein Faltungsnetz (Convolutional Neural Network - CNN) im Wettbewerb besser als merkmalsbasierte Ansätze
- Esteva et al. (2017) – “Dermatologist –level classification of skin cancer with deep neural networks”, Nature



Source: <https://deeplearning4j.org/convolutionalnets> (last access: 2017-11-11)

Quelle: Esteva et al. (2017)

we focus on students



End-to-End

Prüfung von ML-Modellen

we focus on students

- Black-Box Modelle in der Medizin – nicht vertretbar
- Methoden für die Erklärbarkeit bei Bildern
- Notwendig, um Verzerrungen zu vermeiden (z.B. Imprints in Radiologischen Bildern)

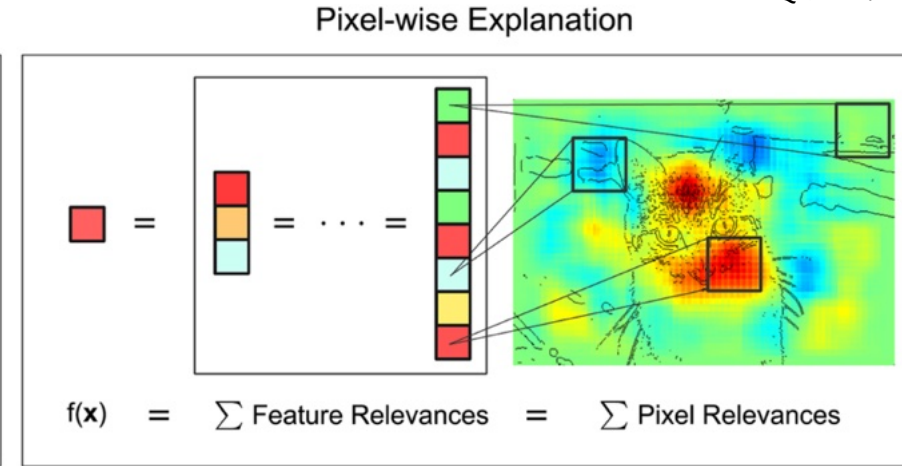
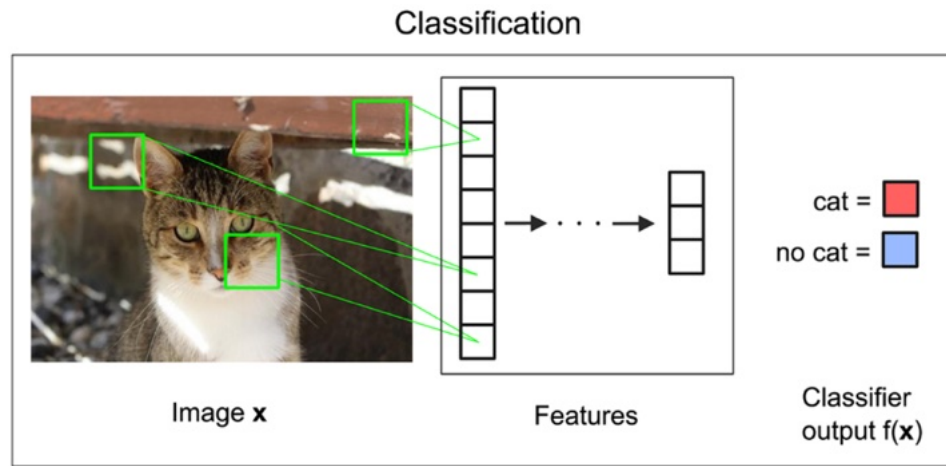


Bildquelle: <http://iphome.hhi.de/samek>

Erkannt als Graffiti



Quelle: Eykholt et al. (2018)



Bildquelle: Bach et al. (2015)

Bildquelle: Abbildung 2, Topol, E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* **25**, 44–56 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>

- Geprägt von den **medizinisch-technischen** Disziplinen (Radiologie/Neurochirurgie/...)
- Viele Publikationen/Systeme nur in der Forschung (Problem Zertifizierung/Abrechnung)
- Repetitive Tätigkeiten bzw. weniger subjektive Ergebnisse
- FDA-Zulassungen 2023: 70% Bildbasiert, 30% Entscheidungsunterstützung



Bildquelle: Prompt DALL-E, C. M. Friedrich „mach mir ein Bild einer Medizinerin in der Reproduktionsmedizin die besonders engagiert ist“ –
Erstellungsdatum: 2024-01-30

Bildquelle: Abbildung 1, Maren Goeckenjan, Ina Trinkaus, Magda Gabrys, Alexander Frühauf, Katrin Glaß, „Neue Entwicklungen in der Reproduktionsmedizin“, <https://doi.org/10.1007/s15013-023-5272-0>, 2023, gynäkologie + geburtshilfe, № 5, p. 24-27

Identifikation von Blastozyten Regionen we focus on students

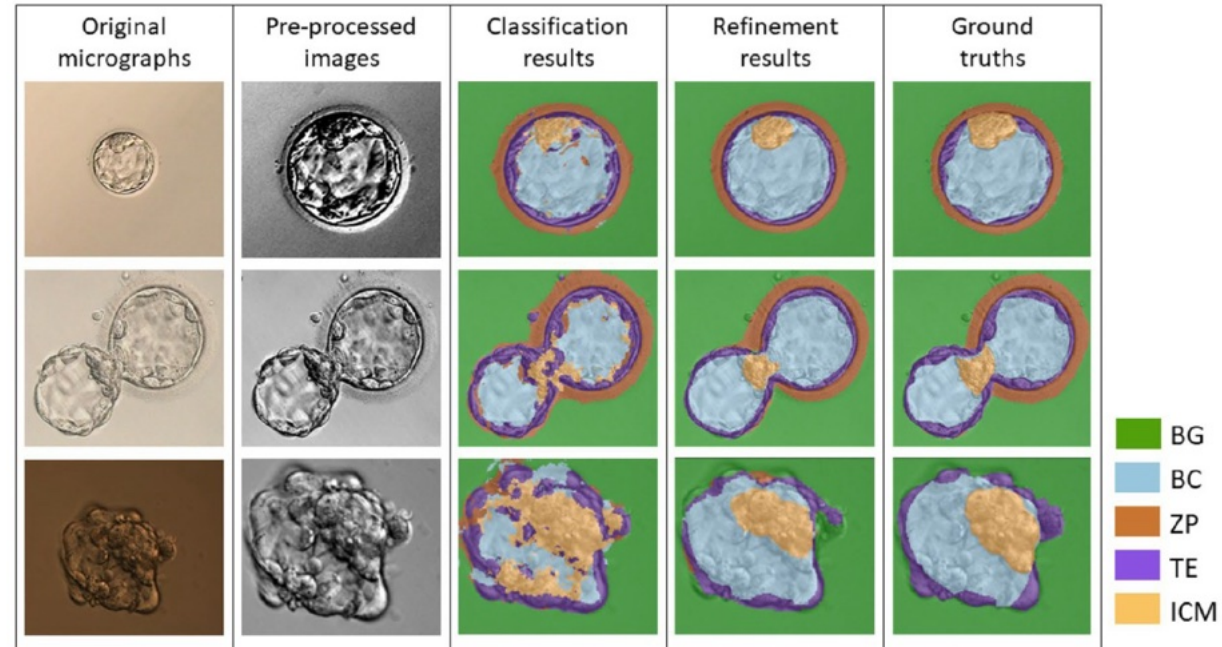


Figure 2. Examples of the original blastocyst micrographs, the images after pre-processing, before and after the segmentation refinement, and the ground truth. Please note that these images might have been stretched, shrunk, or cropped for aesthetic purposes, but the pixel values remained unaltered.

blastocoel (BC), zona pellucida (ZP), trophectoderm (TE), and the embryoblast or inner cell mass (ICM).

Farias, A.FS., Chavez-Badiola, A., Mendizabal-Ruiz, G. *et al.* Automated identification of blastocyst regions at different development stages. *Scientific Reports* **13**, 15 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26386-6> (Open Access)

- Outcome Prediction in Subfertility (OPIS)
<https://w3.abdn.ac.uk/clsm/opis/>
- Klassische Modelle basierend auf Logistischer Regression oder Time to Event Modelle
- Review McLernon (2023)
 - interne Validation AUC: 0.66 – 0.76
 - Externe Validation AUC: 0.62 – 0.71

David J. McLernon, Siladitya Bhattacharya, „Quality of clinical prediction models in in vitro fertilisation: Which covariates are really important to predict cumulative live birth and which models are best?“, Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology, Volume 86, 2023, 102309, <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2022.102309>.

Tools - Pre IVF

Calculates your chances of having a baby following one or more complete cycles of IVF treatment before you undergo any IVF treatment *



What is your age?
Age: 34 +

How many years have you been trying to conceive?
Duration: 0 +

Do you have an ovulation problem?
No Yes

Do you have an unexplained fertility problem?
No Yes

Have you been pregnant before?
No Yes

Do you have a problem with your tubes?
No Yes

Do you have a male factor fertility problem?
No Yes

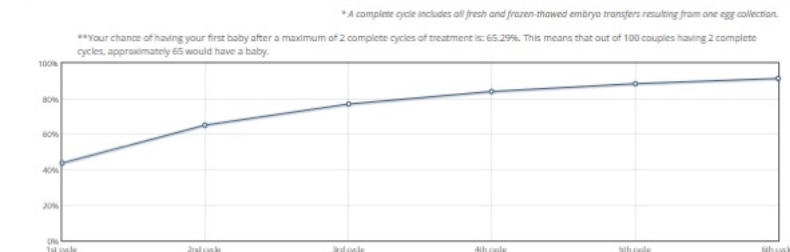
Do you plan to have IVF or ICSI?
ICSI IVF

Calculate Results

Are you a
☐ Patient ☐ Healthcare Professional

How useful did you find OPIS
★ ★ ★ ★ ★

Further Feedback?
please click [Here](#) if you can help with further feedback



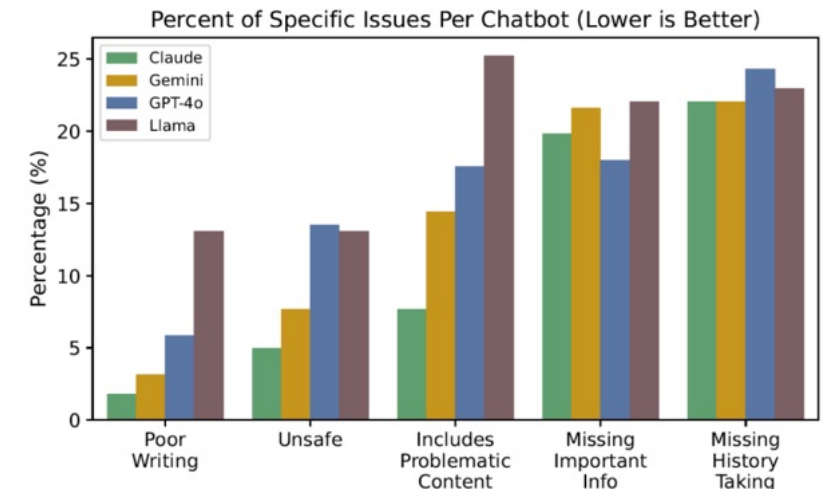
***Disclaimer: Using the information that you entered above, this tool allows you to estimate your chance of having a live birth using in vitro fertilisation (IVF)—the most common type of Assisted Reproductive Technology (ART). This information is calculated based on the experiences of women and couples with similar characteristics. The estimates are based on the data we have available and may not be representative of your specific experience. Because fewer patients are available in the upper age group, please interpret the results with caution in conjunction with counsel by your doctor. Please speak with your doctor about your specific treatment plan and potential for success.

Bildquelle: <https://w3.abdn.ac.uk/clsm/opis/>

- Nutzung des HealthAdvice Datensatzes mit 222 Fragen von PatientInnen (75 Innere Medizin, 73 Pädiatrie, 74 Frauenheilkunde), z.B.: „Was soll ich tun, wenn mein Kind hohes Fieber hat?“
- Anfragen (12/2024 – 02/2025): ChatGPT 4o, Llama 3.1, Claude 3.5 Sonnet, Gemini 1.5 Flash
- Prüfung der Antworten durch zertifizierte Mediziner und Konsensus Bildung – (Akzeptabel (57-78 %), problematisch (21-43 %), Unsicher (5-13 %))

How can I get pregnant with low fertility?	Gemini	42oK43Gn	“Here are some general approaches that may increase your chances of pregnancy with low fertility [...] Identify and address underlying causes [...] Lifestyle modifications [...] Fertility treatments [...]”	The complete response does not mention ovulation strips or timed intercourse which would be the first-line recommendation. There is no consideration of duration of trying to conceive or age of the woman. There is no mention of when to see a reproductive endocrinologist.	Further delay in conceiving
--	--------	----------	---	--	-----------------------------

Bildquelle: Draelos et al. (2025), „Large language models provide unsafe answers to patient-posed medical questions“, ArXiv preprint: <https://arxiv.org/abs/2507.18905>



Anwendungsbeispiel Informationsextraktion

- Projekt ReMeDi:Blut Erstellung eines Bluttransfusionsregisters
- Erfassung von Transfusionsreaktionen auf wechselnden Formblättern, teilweise handschriftlich
- Mixtur aus Objekterkennung, OCR und multi-modalen LLMs (Pixtral-Large-Instruct-2411)
- Läuft lokal in der Klinik, kein Datenabfluss möglich
- Hohe Erkennungsrate F1-Score >0.92

Befunde des Empfängers

☐ Unwohlsein	☐ Muskel-/Flankenschmerzen	☐ Hämoglobinurie/Anurie
☐ Schweißausbruch	☐ Urticaria/Hautjucken	☐ Ikterus
☐ Schüttelfrost	☐ Dyspnoe	☐ Purpura/Blutungen
☐ Temperaturanstieg	☐ Bronchospasmus	☐ pulmonale Infiltrate (Rö-Diagnostik)
☐ $>1^{\circ}\text{C}$ ☐ $>2^{\circ}\text{C}$	☐ Lungenödem	☐ O_2 -Sättigung $< 90\%$
☐ Schwindelgefühl	☐ Tachykardie ☐ $< 30/\text{min}$ ☐ $> 30/\text{min}$	☐ abdominelle Schmerzen
☐ Übelkeit	☐ Hypotonie syst. ☐ $< 30\text{ mmHg}$ ☐ $> 30\text{ mmHg}$	☐ Nierenschmerzen
☐ Erbrechen	☐ Kollaps/Schock	☐ Makrohämaturie
☐ Kopfschmerz		

H. Schäfer C. S. Schmidt, J. Wutzkowsky, K. Lorek, L. Reinartz, J. Rückert, C. Temme, B. Böckmann, P. A. Horn, and C. M. Friedrich, „A Multimodal Pipeline for Clinical Data Extraction: Applying Vision-Language Models to Scans of Transfusion Reaction Reports“, in **Proceedings of the 47th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society EMBC 2025**, Copenhagen, Denmark, July 14-17, 2025

Anwendungsmöglichkeiten KI in der Praxis

- Denken Sie daran: Nach Artikel 4 der europäischen KI-Verordnung müssen alle Mitarbeiter zu Chancen und Risiken der Anwendung von KI geschult sein, wenn KI in der Praxis verwendet wird!
- Transkription von Audio (diktieren)
- Texte oder Sprache übersetzen
- Protokolle von Videokonferenzen
- Zusammenfassungen erstellen
- Texte korrigieren (z.B. DeepL Write, Grammarly)
- Recherchieren mit großen Sprachmodellen (lassen sie sich Referenzen geben und prüfen Sie den Inhalt)



Bildquelle: Prompt ChatGPT 5.0, C. M. Friedrich „Erstelle mir ein Bild welches die KI-Verordnung symbolisiert“ –
Erstellungsdatum: 2025-11-04

Was ist ein guter Prompt?

- **Rolle zuweisen:** „Als medizinischer Recherche-Assistent beschreibe mir eine Erkrankung“
- **Halluzinationen** vermeiden: „gehe dabei präzise vor“, „prüfe das Ergebnis penibel“, „erfinde nichts hinzu“
- **Klar und präzise** formulieren, „Gib mir 2 Argumente aus dem Text für xxx“
- **Zieldefinition:** „gib das Ergebnis in Tabellenform aus“ oder „das Ergebnis sollte maximal 100 Wörter haben“, „gib es in leichter Sprache aus“
- **Referenzen** fordern: „gibt bitte nur vertrauenswürdige Referenzen aus“
- **Beispiele** geben
- **Freundlich sein?** „Bitte erstelle mir eine Liste von ...“ – für den Algorithmus nicht notwendig, aber erhält uns positiven Umgang in der Kommunikation (ansonsten droht de-skilling)

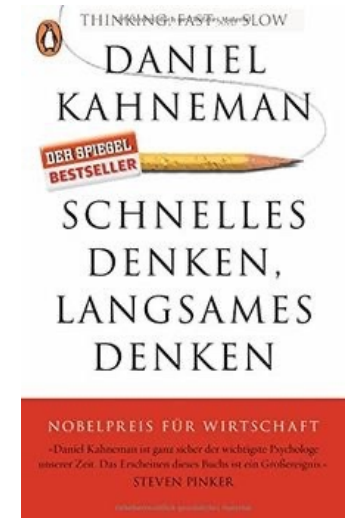
Quelle z.T.: Marcus Schwarze

<https://www.faz.net/pro/d-economy/prompt-der-woche/ki-prompten-lernen-tipps-fuer-den-perfekten-prompt-19886217.html>

Spezielle Prompting- techniken?

we focus on students

- Chain of Thought (CoT)
 - LLMs simulieren zunächst schnelles Denken → Halluzinationen und Fehler
 - Langsames Denken einfordern: „erkläre den Rechenweg schrittweise“
- Iteratives Prompting – wiederholtes Feedback
- Komplexitätsreduktion durch Aufteilung in Unteraufgaben
„Extrahiere die 3 Hauptargumente des Textes und fasse sie dann zusammen“
- Programmcode erstellen lassen und ausführen
- Nachfragen, „Behaupten, dass Ergebnis ist falsch“
- Retrieval Augmented Generation (RAG) – Technik Halluzinationen zu vermeiden durch vorgefertigte Antworten (z.B. aus FAQ) – Programmierung notwendig



Quelle: Open AI

<https://platform.openai.com/docs/guides/prompt-engineering/six-strategies-for-getting-better-results>

- Deskillung von Menschen
- GiGo Prinzip (Garbage in → Garbage out), Data Poisoning, Model Collapse
- Automatisierungsbias (Kahnemann) – blindes Vertrauen
- Datenverlust bei Nutzung von Clouds außerhalb der Klinik (in NRW bei Kliniken erschwert)
- Viele Lösungen nur in der Wissenschaft (Zertifizierungen langwierig und teuer)
- Manipulationsmöglichkeiten in den Medien (DeepFakes)
- Halluzinationen/Fehler von Modellen bei hoher Überzeugungskraft → Fehldiagnosen/Fehlalarme
- Kosten, Energieverbräuche, Wasserverbrauch für Kühlung
- Black-Box Modelle (keine Überprüfung möglich)
- Arbeitsplatzverluste
- ...

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

- Farias, A.FS., Chavez-Badiola, A., Mendizabal-Ruiz, G. *et al.* Automated identification of blastocyst regions at different development stages. *Scientific Reports* **13**, 15 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26386-6>
- Topol, E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* **25**, 44–56 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Maren Goeckenjan, Ina Trinkaus, Magda Gabrys, Alexander Frühauf, Katrin Glaß, „Neue Entwicklungen in der Reproduktionsmedizin“, <https://doi.org/10.1007/s15013-023-5272-0>, 2023, gynäkologie + geburtshilfe, № 5, p. 24-27
- S. Koitka, M. S. Kim, M. Qu, A. Fischer, C. M. Friedrich, F. Nensa, „*Mimicking the radiologists' workflow: Estimating pediatric hand bone age with stacked deep neural networks*“, **Medical Image Analysis**, Volume: 64, Article: 101743, DOI: 10.1016/j.media.2020.101743
- David J. McLernon, Siladitya Bhattacharya, „Quality of clinical prediction models in in vitro fertilisation: Which covariates are really important to predict cumulative live birth and which models are best?“, Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology, Volume 86, 2023, 102309, <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2022.102309>.
- S Bach, A Binder, G Montavon, F Klauschen, KR Müller, W Samek. On Pixel-wise Explanations for Non-Linear Classifier Decisions by Layer-wise Relevance Propagation PLOS ONE, 10(7):e0130140, 2015
- Eykholt, K. Evtimov, I., Fernandes, E., Li, B., Rahmati, A., Xiao, C., Prakash, A., Kohno, T., and Song, D. (2018), Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. *et al.* Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* **542**, 115–118 (2017). <https://doi.org/10.1038/nature21056>