

Künstliche Intelligenz in der Gesundheitsversorgung

Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Jung
Associate Professor at Dept. of CS (Aalto)

Zur Person.

- 2012: Dr.techn., Elektrotechnik, TU Wien
- 2012 – 2015: Post-Doc TUW, ETH Zurich
- 2015-2022 : Assistant Prof. ML, Aalto
- 2019- : Trainer, Aalto EE
- 2023 - : Associate Professor (Tenured), Aalto
- Berater für KI Unternehmen



Arbeitsalltag als Professor.



Nach 8 Jahren Lehre.

AJ, „Maschinelles Lernen:
Die Grundlagen“, Springer, 2024



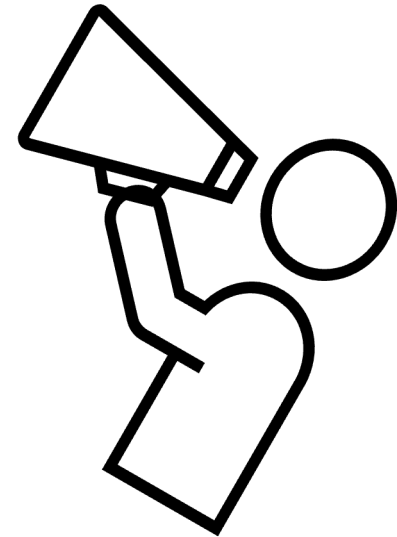
Lernziele für diesen Vortrag.

- Bewusstsein für Verbreitung von KI im Alltag
- KI Funktionsprinzip
- KI Anwendungen im Gesundheitswesen

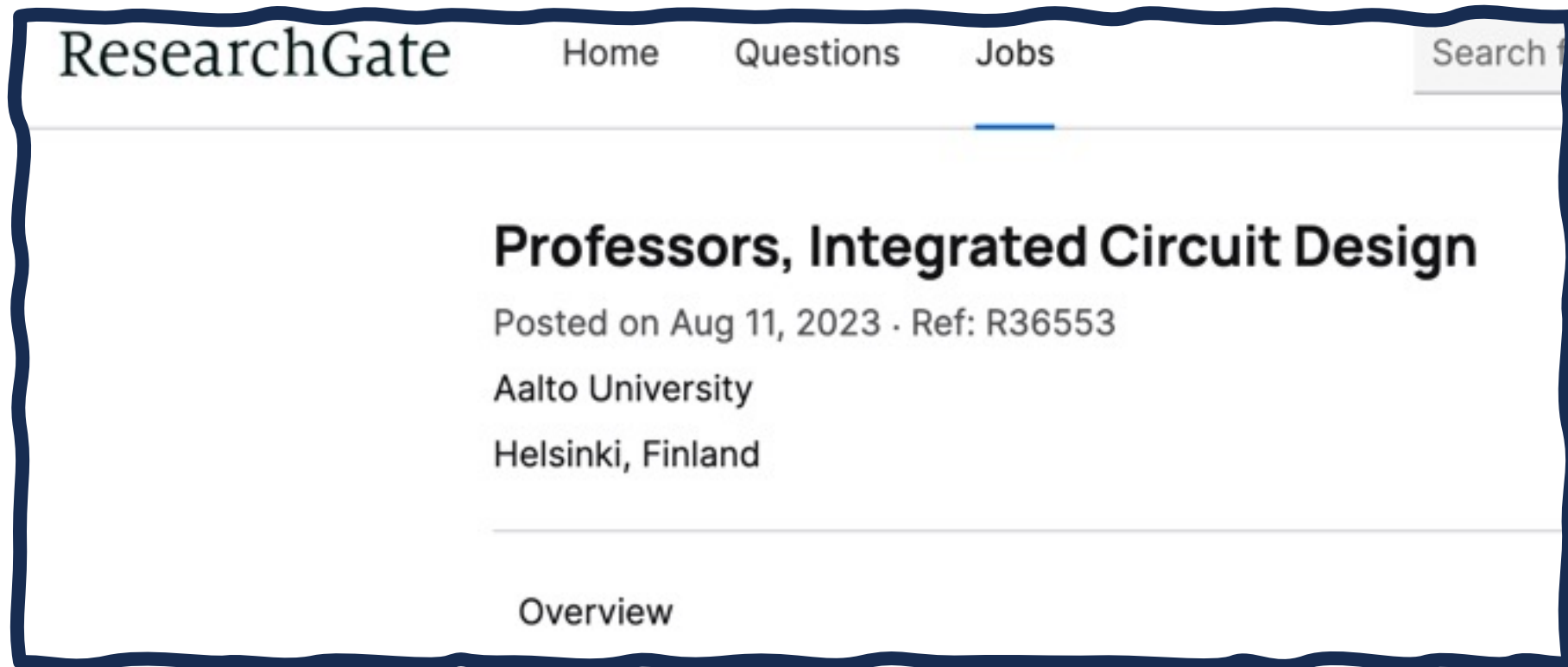
Künstliche Intelligenz ≈ Maschinelles Lernen

Maschinelles Lernen (ML)

fixer Bestandteil unseres Alltags!



ML wählt unseren Job!



ML wählt unsere Partner aus!



ML entwickelt Vorträge !



You

Entwerde einen 40 minütigen Vortrag zum Thema "Maschinelles Lernen: Anwendungen im Gesundheitswesen"



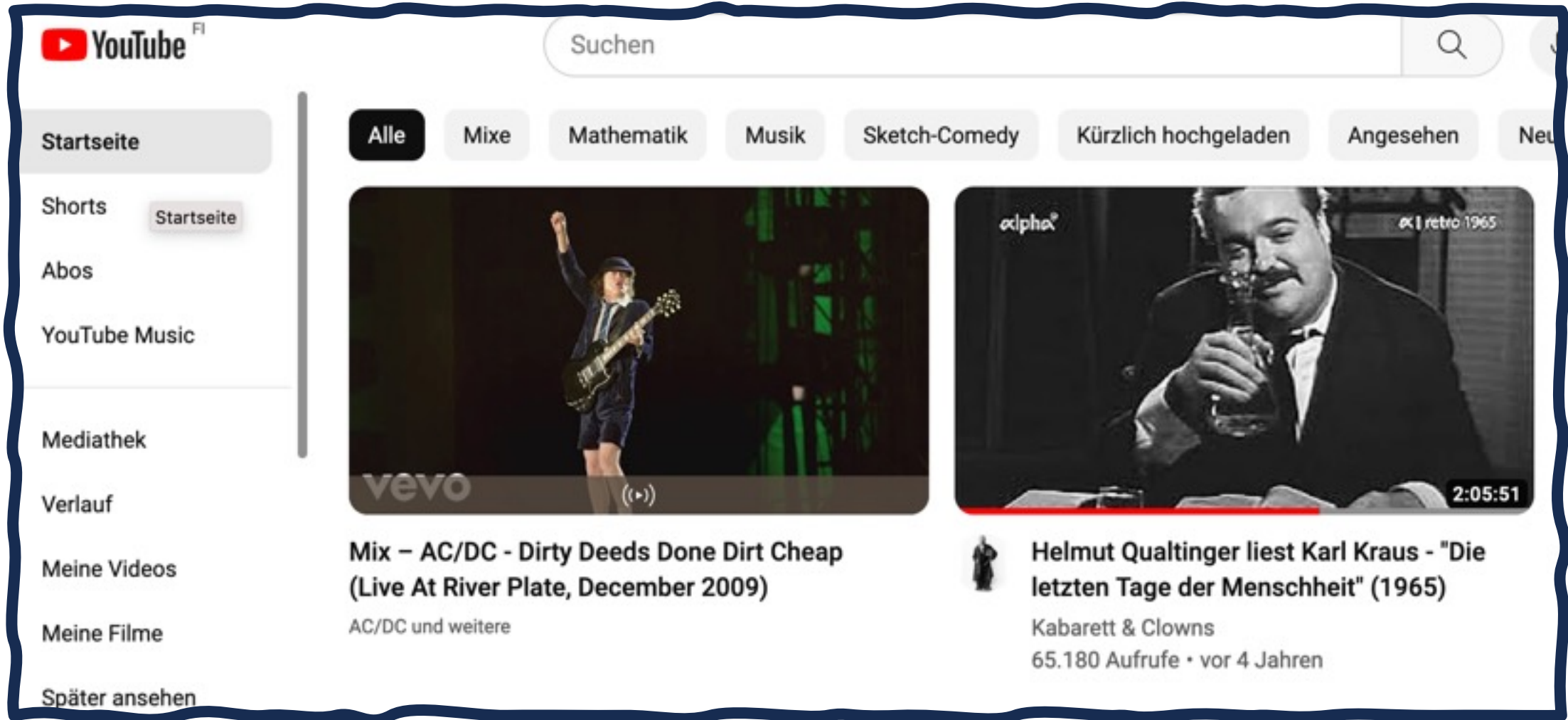
ChatGPT

Ein 40-minütiger Vortrag zum Thema „Maschinelles Lernen: Anwendungen im Gesundheitswesen“ könnte folgende Struktur und Inhalte haben:

Einleitung (5 Minuten)

1. **Begrüßung und Einleitung:** Kurze Vorstellung und Überblick über das Thema.
2. **Relevanz des Themas:** Bedeutung des maschinellen Lernens im Gesundheitswesen und dessen wachsender Einfluss.
3. **Ziele des Vortrags:** Was sollen die Zuhörer am Ende des Vortrags mitnehmen?

ML wählt Hintergrund-Berieselung!



ML macht Smartphone zu Herrscher!



<https://dailycaller.com/2018/12/10/staring-smartphone-kids-brain/>

ML kann krank machen!

“Further, some researchers believe that social media exposure can overstimulate the reward center in the brain and, when the stimulation becomes excessive, can trigger pathways comparable to addiction...”

Surgeon General. 2023. *Social Media and Youth Mental Health: The U.S. Surgeon General’s Advisory*.
<https://www.hhs.gov/sites/default/files/sg-youth-mental-health-social-media-advisory.pdf>

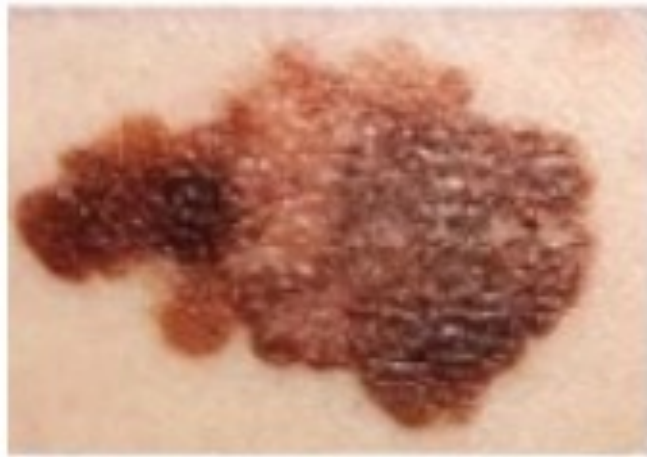
Zulassungen von KI Medizintechnik

*“Through the end of July 2023, 79% of devices authorized in 2023 are **in Radiology (85), 9% in Cardiovascular (10), 5% in Neurology (5), 4% in Gastroenterology/Urology (4), 2% in Anesthesiology (2), and 1% each in Ear, Nose and Throat (1), and Ophthalmic (1).**”*



<https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>

Meiste KI Zulassungen in Radiologie.





KI



Inference classes (varies by task)

➤   92% malignant melanocytic lesion

➤   8% benign melanocytic lesion

Esteva, A. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* **542**, 115–118 (2017).

KI Erfolgslauf von Bildern zu Text



You

welcher blutdruck ist normal für eine 40 jährige männliche person mit 110 kg und 186 cm Körpergrösse



ChatGPT

Der normale Blutdruck für eine 40-jährige männliche Person – unabhängig von Gewicht und Körpergröße – wird in der Regel als systolisch unter 120 mmHg und diastolisch unter 80 mmHg angesehen. Dies gilt als optimaler Blutdruckbereich und wird oft als „120/80 mmHg“ beschrieben.

Bilder, Audio und Text.



You




ChatGPT

Das Bild zeigt ein Muttermal am Unterschenkel. Es ist wichtig zu beachten, dass das Vorhandensein eines Muttermals allein nicht unbedingt ein erhöhtes Risiko für Hautkrebs darstellt. Allerdings kann eine familiäre Vorgeschichte von Hautkrebs das Risiko erhöhen.

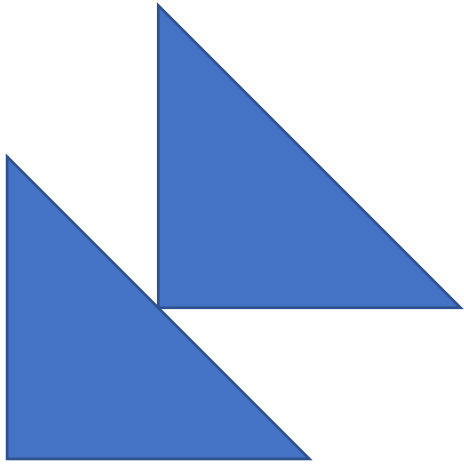
Dieses Bild zeigt ein Muttermal am linken Unterschenkel. Risiko von Hautkrebs

Wie funktioniert Maschinelles Lernen?

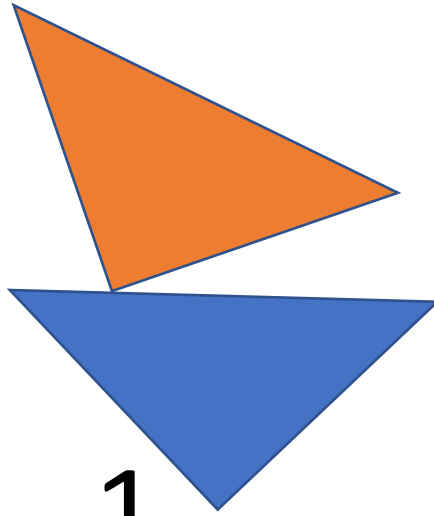
1. element 2. 3. 4. 5. 6.
4, 5, 6, 7, 8, ?



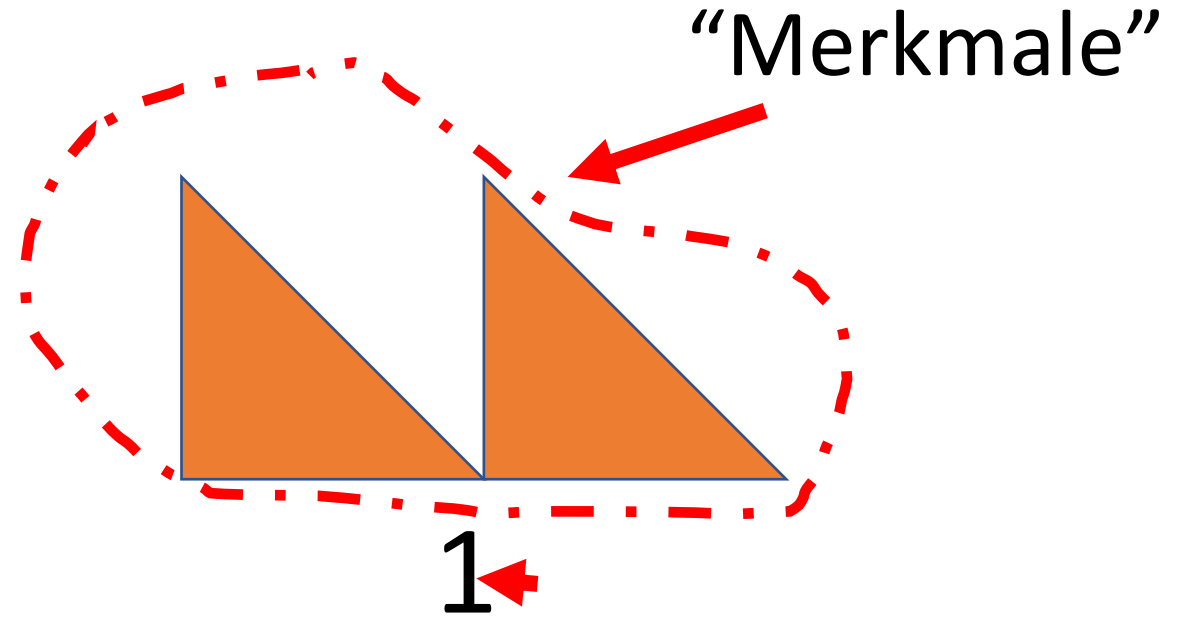
“Datenpunkt”



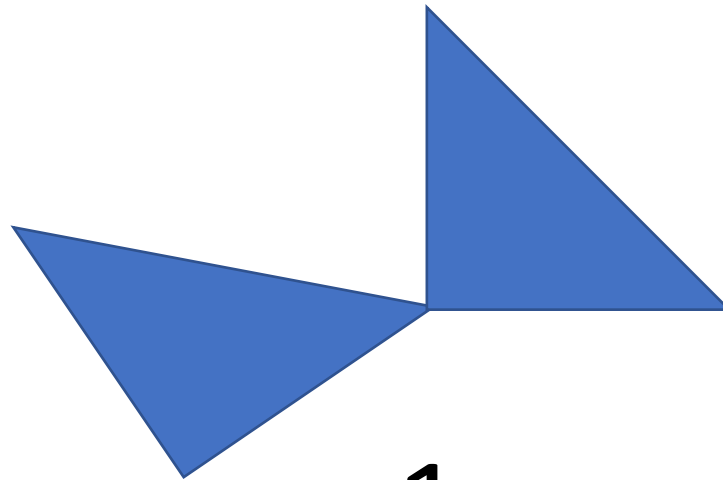
1



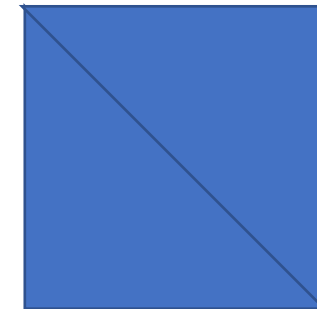
1



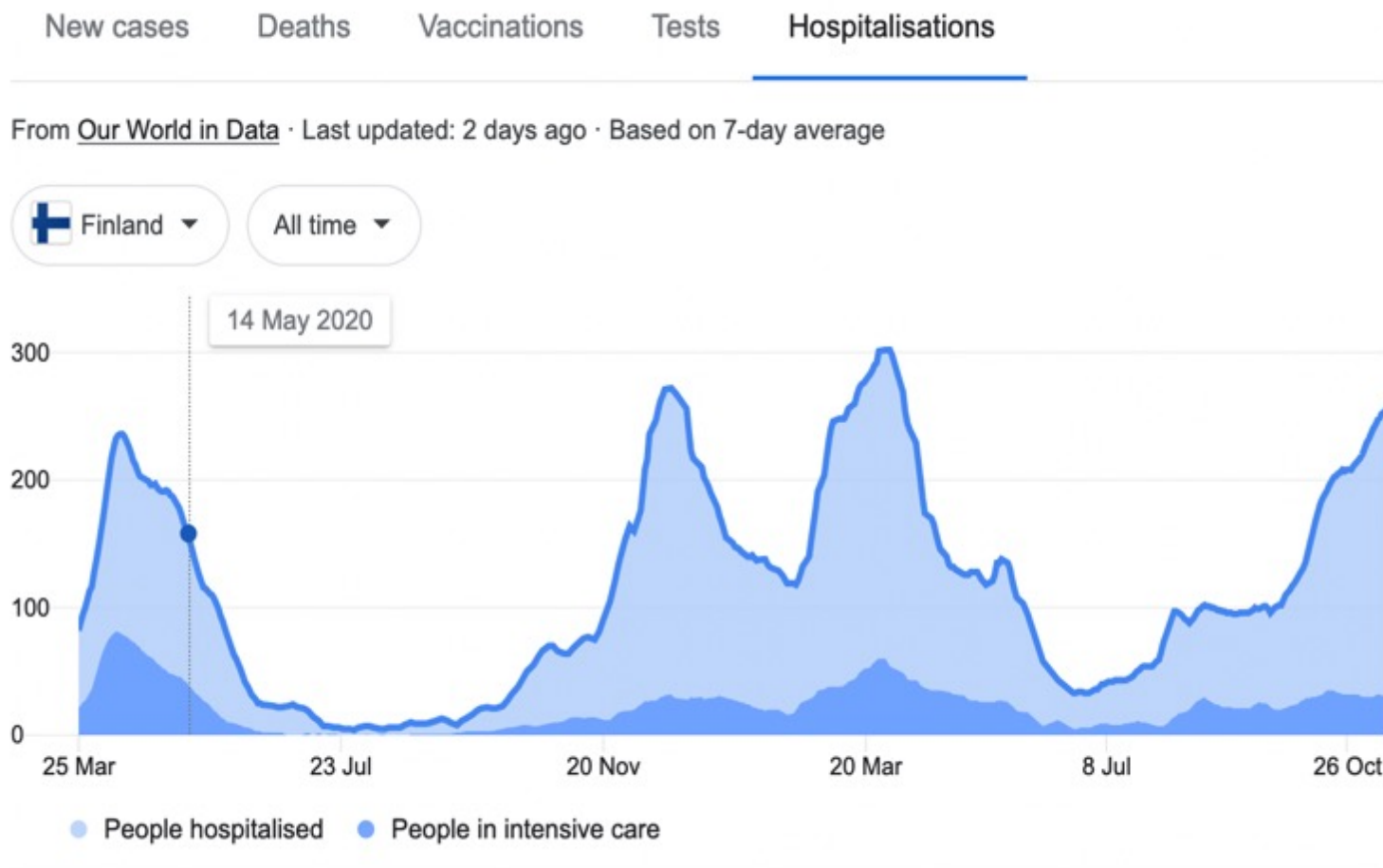
$1/2$



1



?



?



ML Funktionsprinzip

Aus beobachteten Datenpunkten,
entwickle („lerne“) eine Hypothese
um Vorhersagen/Diagnosen zu machen.

Wie Vorhersagen?

Werte Hypothese für einen neuen
Datenpunkt aus:

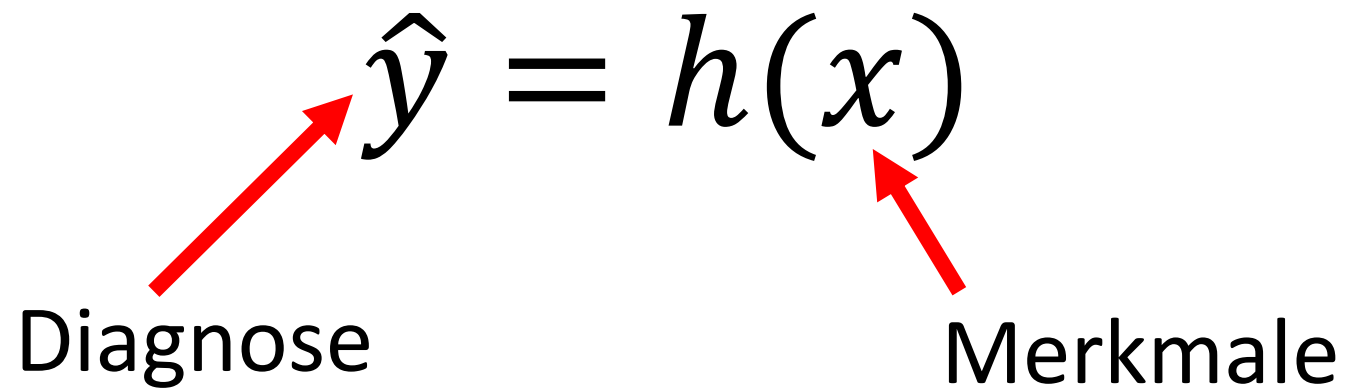
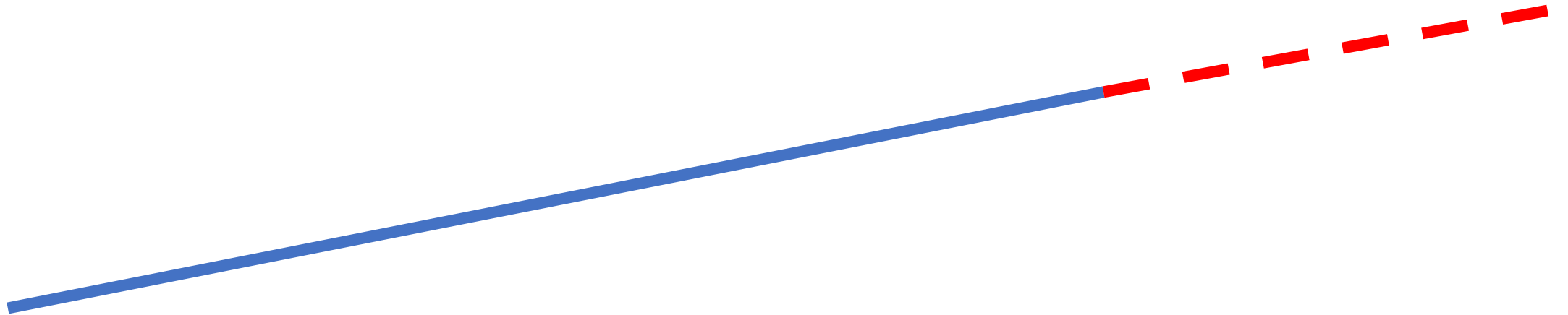

$$\hat{y} = h(x)$$

Diagram illustrating the prediction equation $\hat{y} = h(x)$. A red arrow points from the word "Diagnose" to the predicted value \hat{y} . Another red arrow points from the word "Merkmale" to the input variable x .

Vorhersage

4, 5, 6, 7, 8, 9

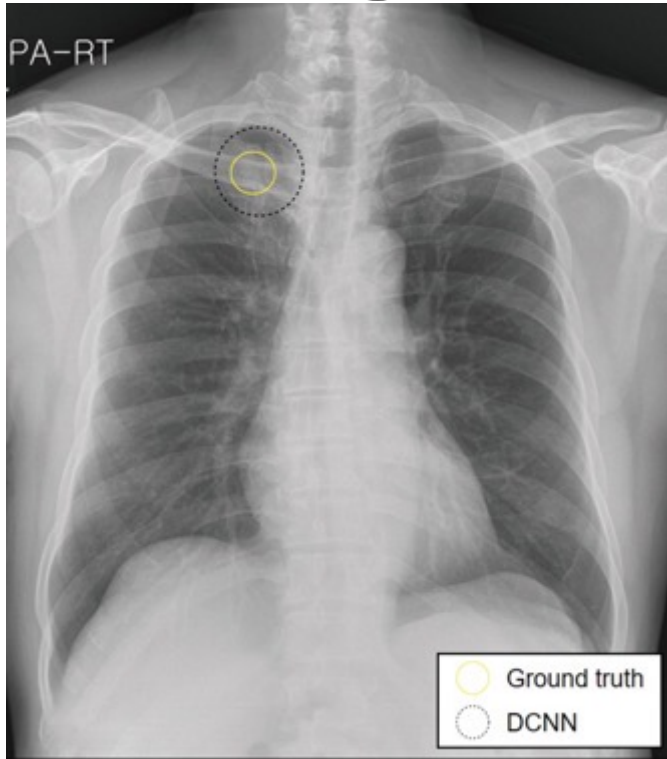


gelernte Hypothese

Was ist ein Datenpunkt?

Ein Objekt das Information trägt.

Datenpunkt = Röntgenaufnahme

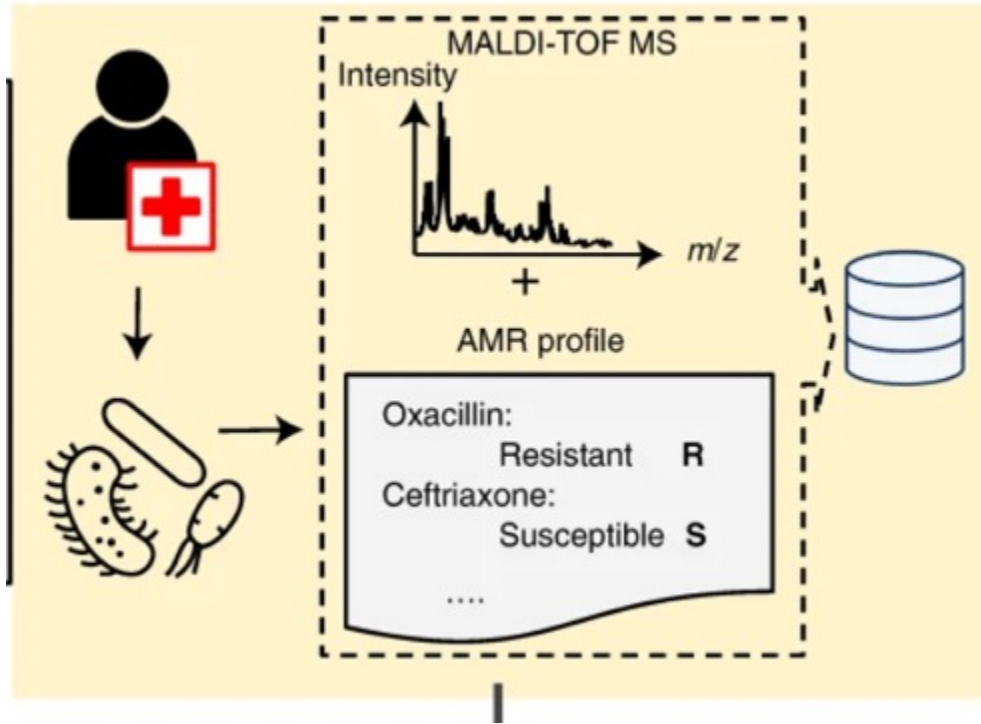


Merkmale = Pixel Intensitäten

Diagnose = Gibt es bösartige
Lungenknötchen?

<https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2019182465>

Datenpunkt=Pathogen

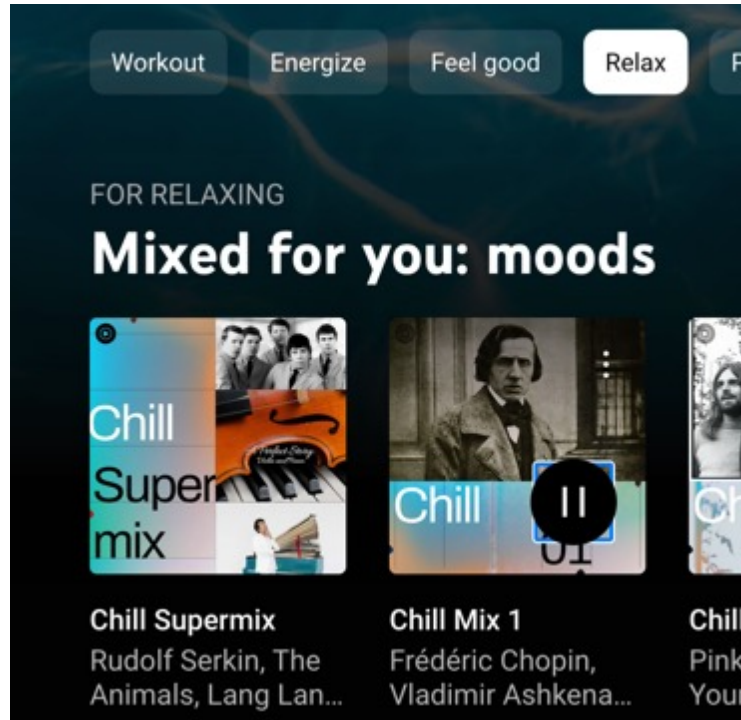


Merkmale = Massenspektrum

Diagnose = Resistenzen?

Weis, C., Cuénod, A., Rieck, B. *et al.* Direct antimicrobial resistance prediction from clinical MALDI-TOF mass spectra using machine learning. *Nat Med* **28**, 164–174 (2022).

Datenpunkt=Stimmungstief

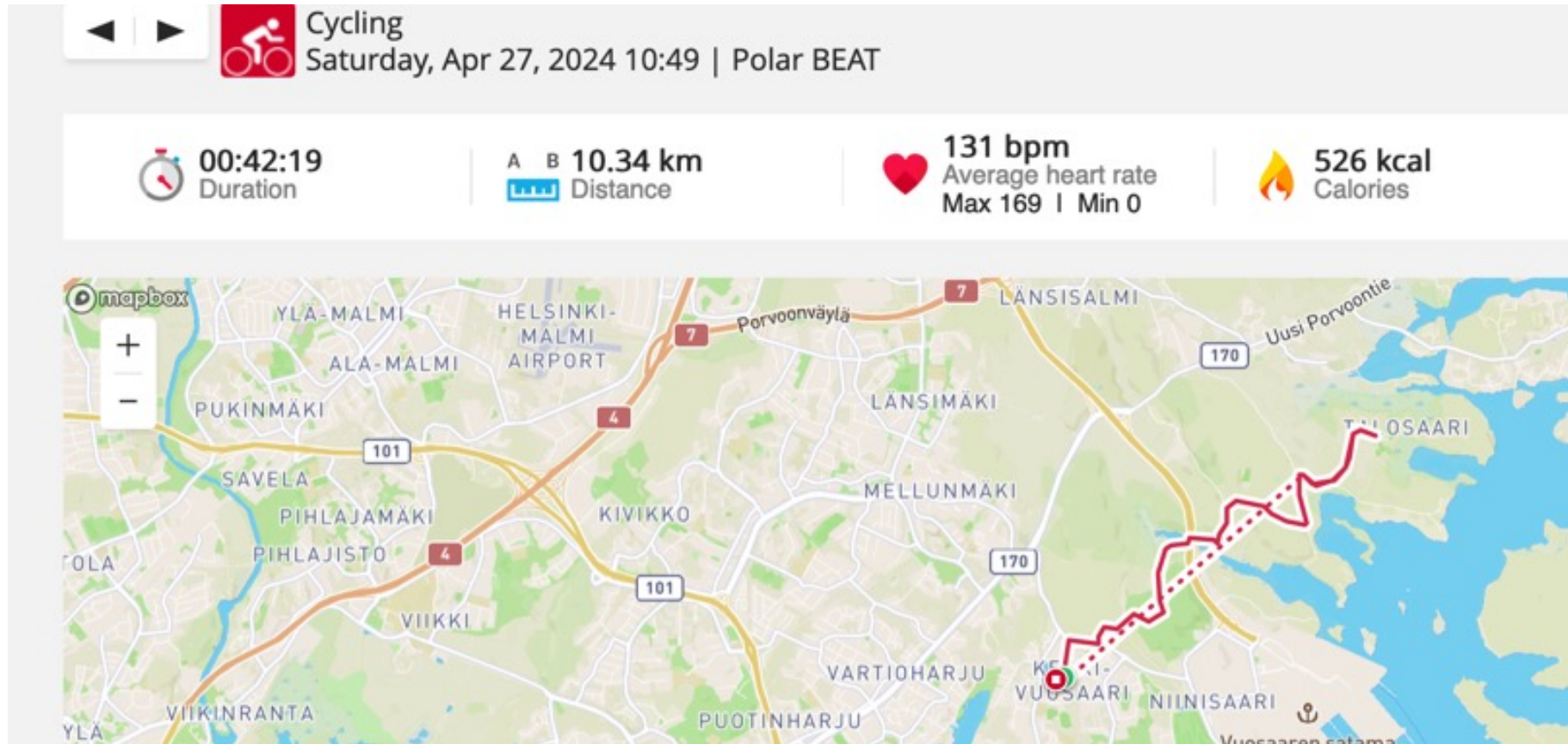


Merkmale = Google Verlauf

Diagnose = Welcher Komponist hilft?

Mallik A, Russo FA. The effects of music & auditory beat stimulation on anxiety: A randomized clinical trial. PLoS One. 2022 Mar 9;17(3):e0259312. doi: 10.1371/journal.pone.0259312. PMID: 35263341; PMCID: PMC8906590..

Datenpunkt = Aktivität



Merkmale = Pulsverlauf **Diagnose** = Gesund?

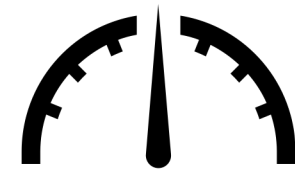
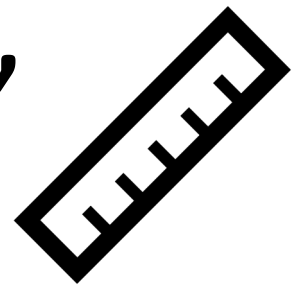
Anatomie eines Datenpunkts

zwei Gruppen von Eigenschaften

- Merkmale (engl. “Features”)
- Diagnose (engl. “Label”)

Merkmale (als „x“ notiert)

Eigenschaften, die man “einfach”
messen kann z.b. Körpergrösse,
Gewicht, Blutdruck,
Gesundheitsakte,
Digitaler Fußabdruck

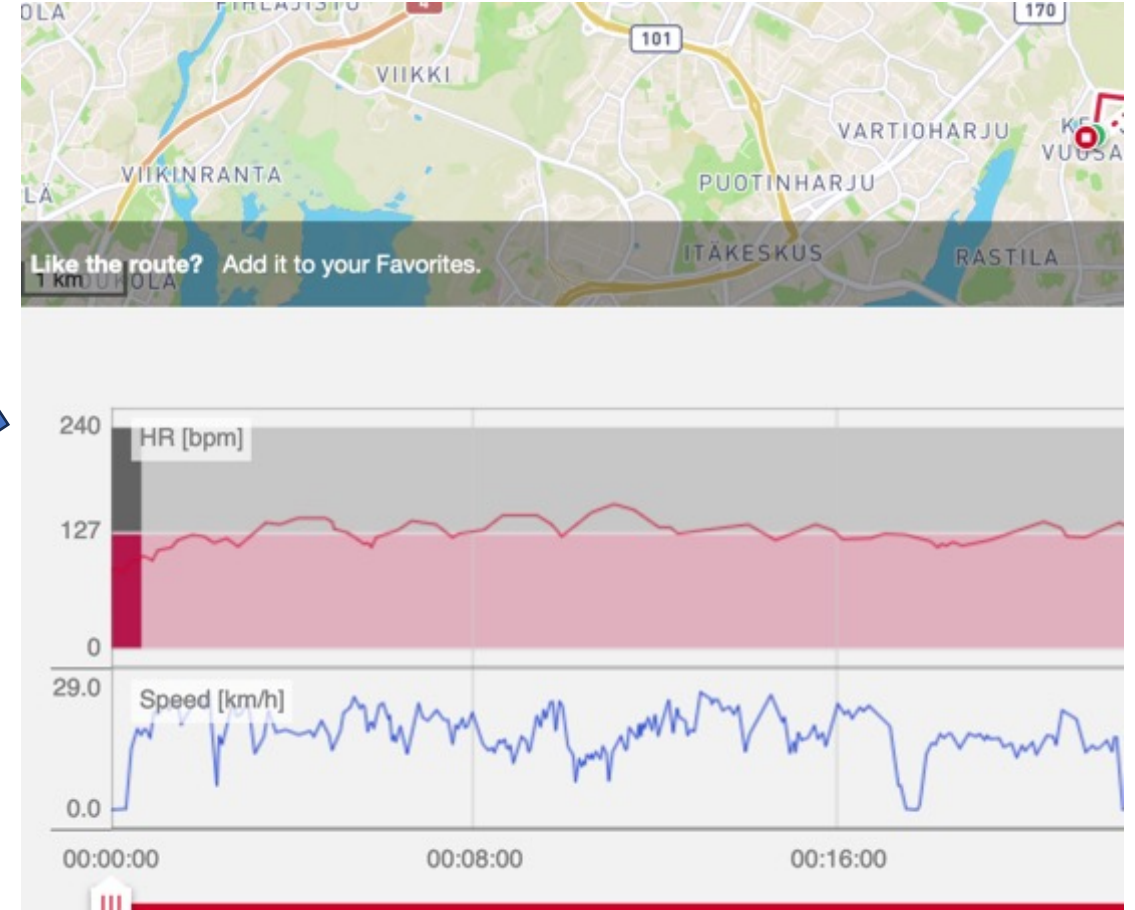
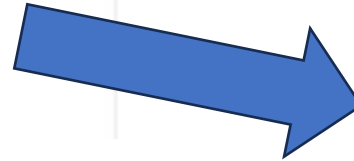


Diagnose (als „y“ notiert)

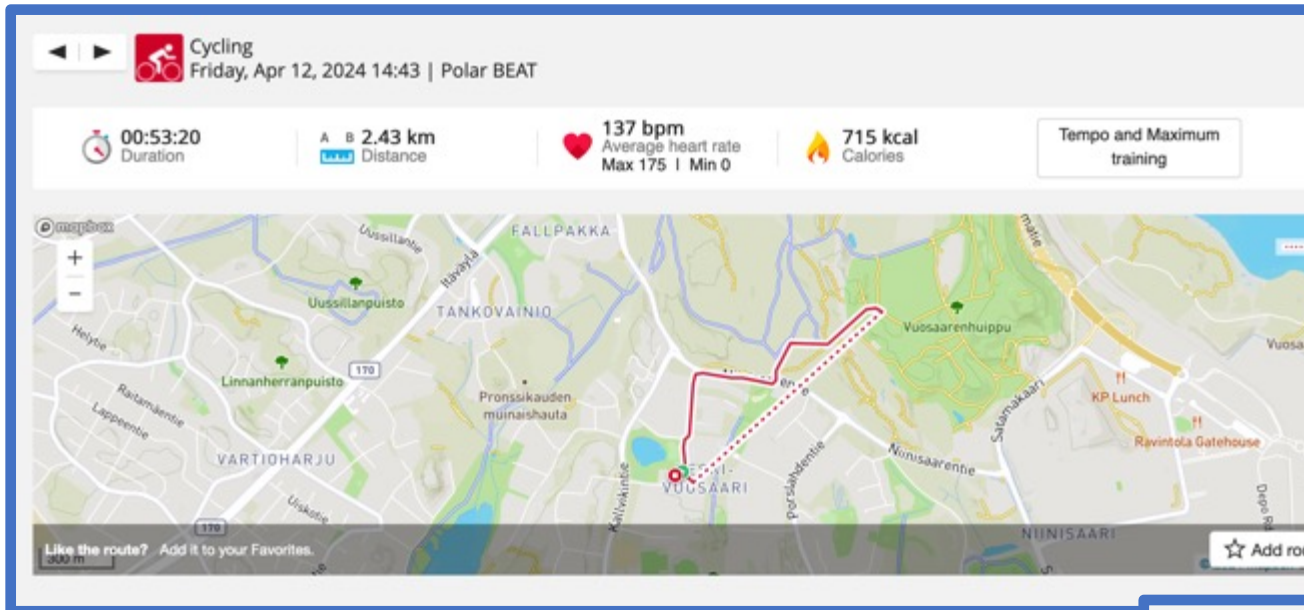
Eigenschaften, die man nicht “einfach” messen kann z.b. eine Erkrankung bzw. Risiko einer zukünftigen Erkrankung

Merkmale einer Aktivität

9  12:22:08 2163 kcal	10	11  00:43:10 493 kcal	12  00:53:20 715 kcal
16	17	18  00:50:56 550 kcal	19



Diagnose einer Aktivität



Merkmal x

Diagnose y

Training Benefit

Tempo and Maximum training

This training increased your anaerobic tolerance. It improved your maximal oxygen uptake (VO2max), speed, efficiency, and performance. This training intensity is recommended for relatively short exercises. It is important to warm up before and cool down after the workout.

Hypothese ist Funktion $h: x \rightarrow y$



Merkmale x

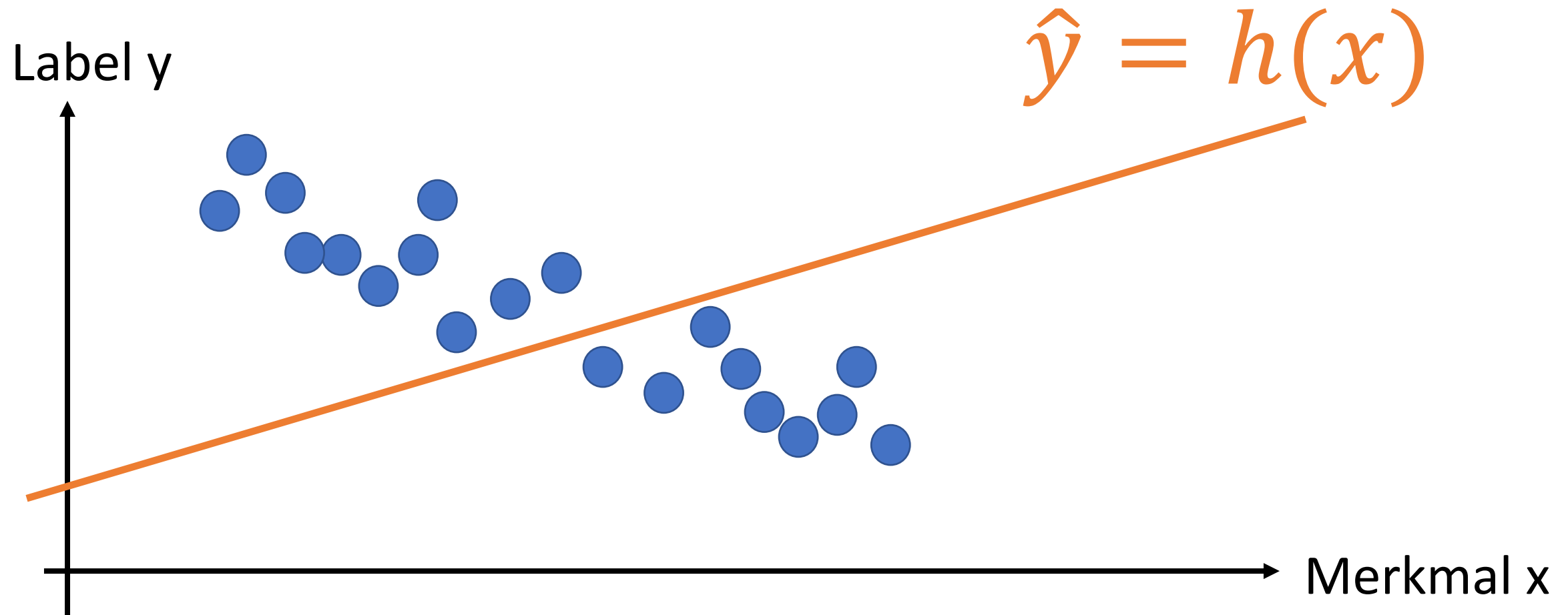
$h(.)$

Tempo and Maximum training

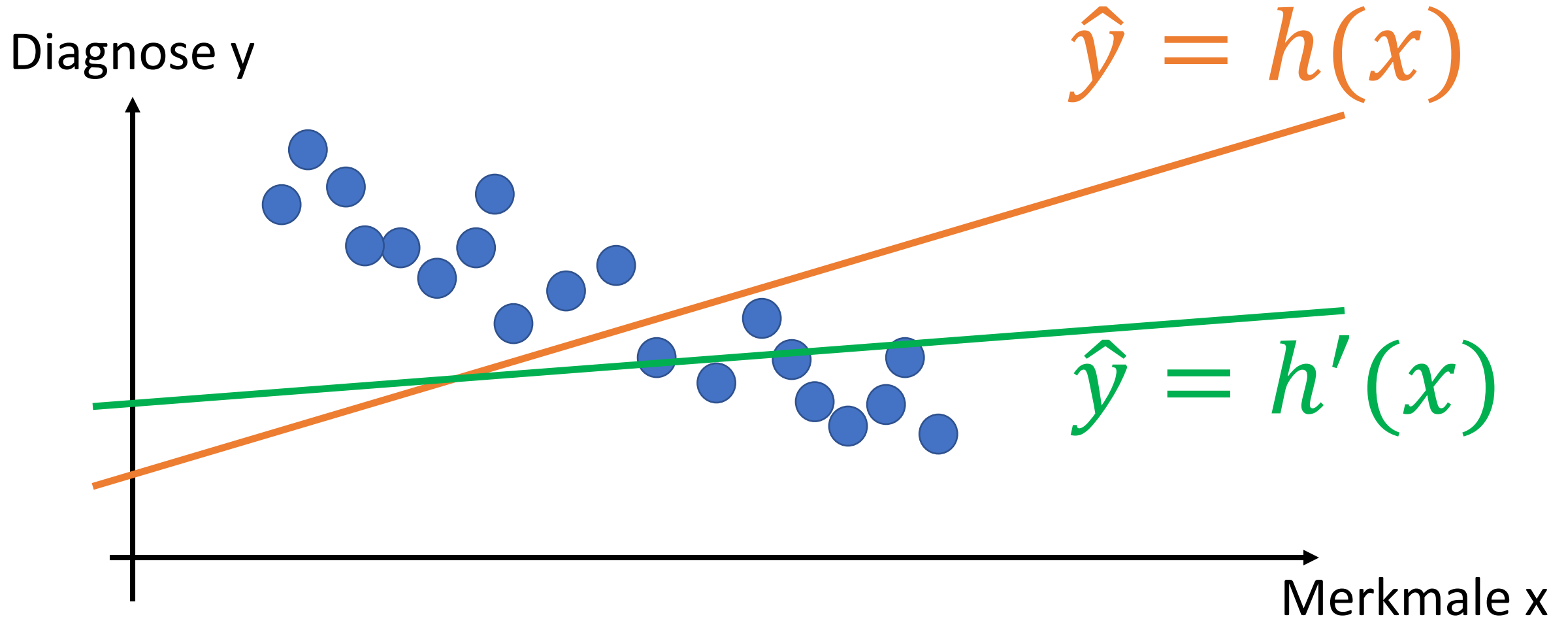
This training increased your anaerobic tolerance, oxygen uptake (VO_{2max}), speed, efficiency, and intensity is recommended for relatively short exercises. Warm up before and cool down after the workout.

Diagnose y

Eine Hypothese.

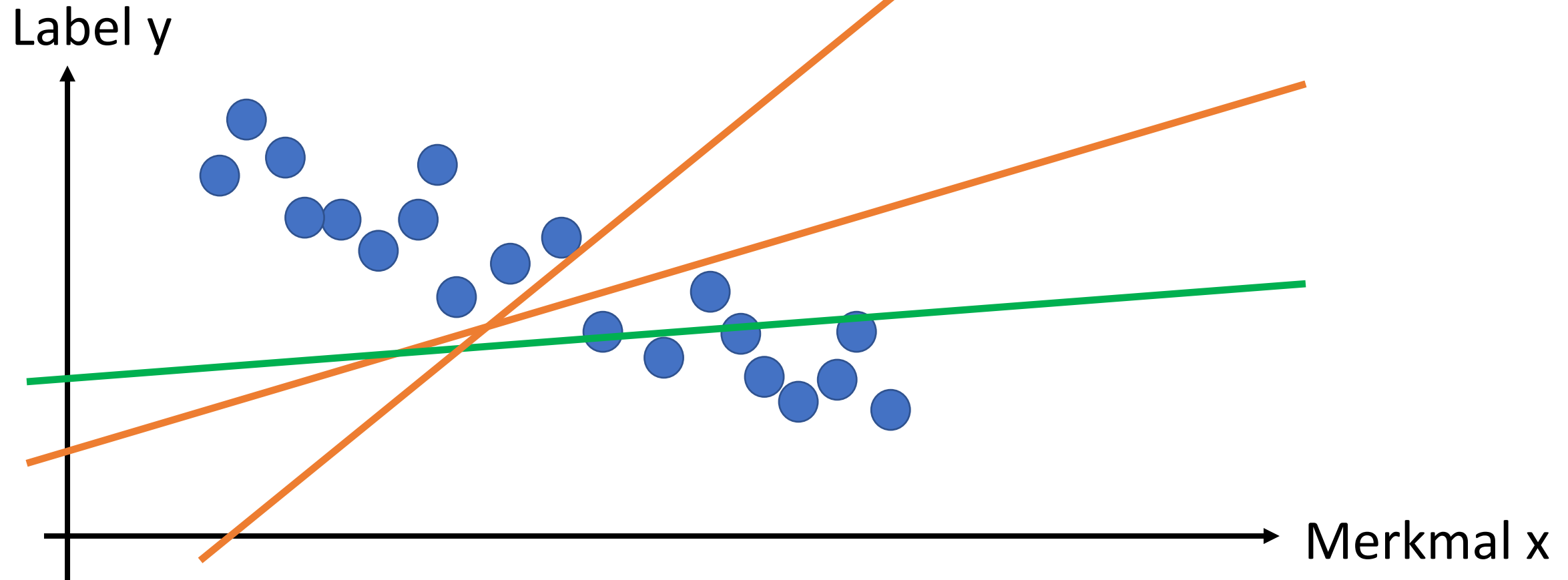


ML Model = Viele Hypothesen.

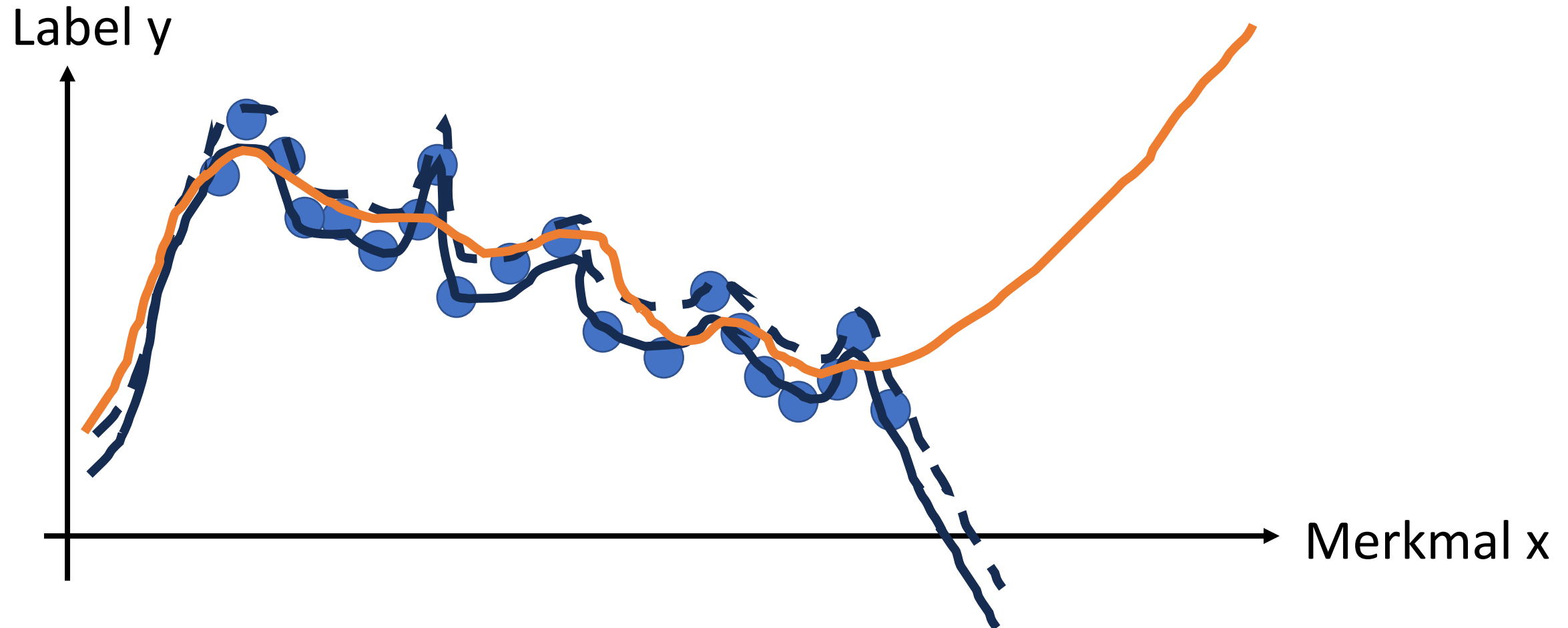


Lineares Model

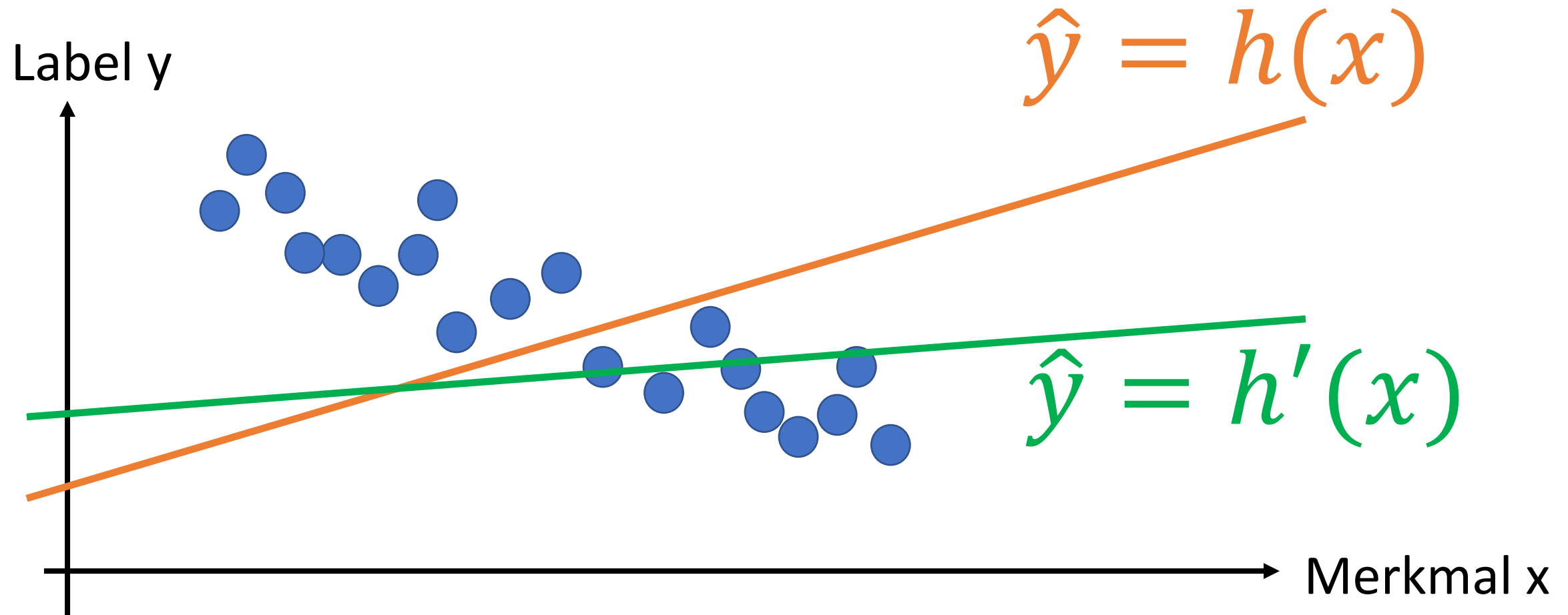
$$h^{(\mathbf{w})}(\mathbf{x}) = \mathbf{w}^T \mathbf{x}$$



Nichtlin. Model (Deep Learning)

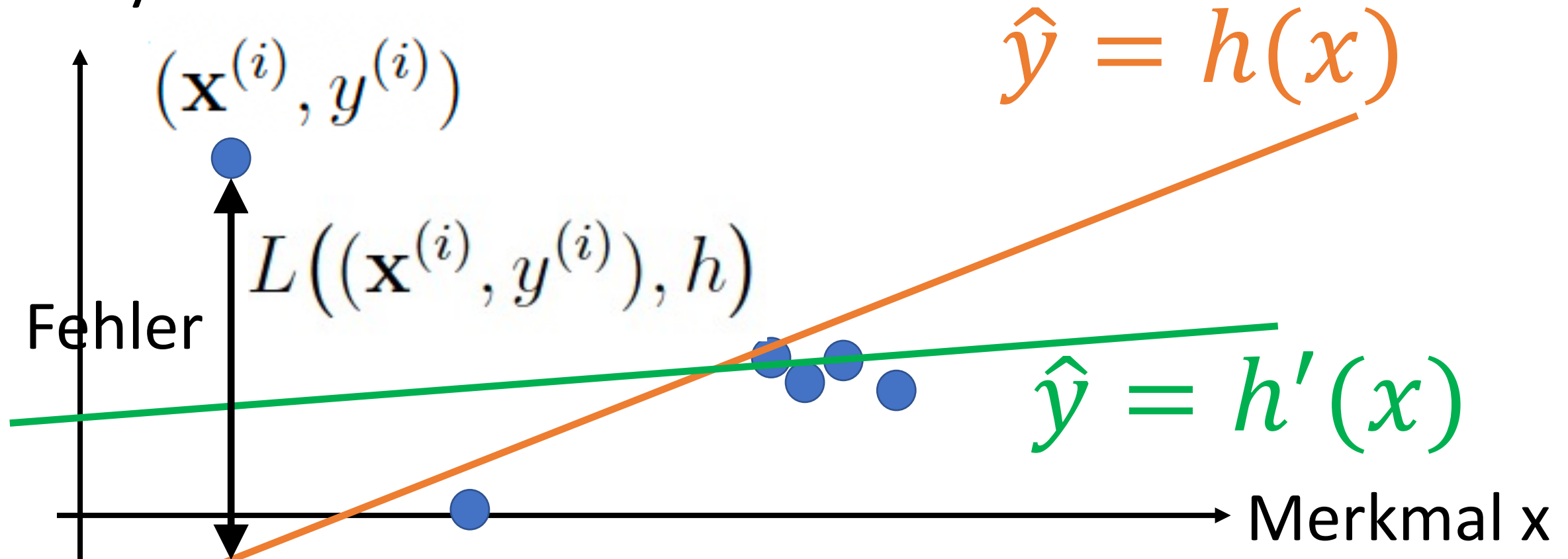


Welche Hypothese ist besser?



Verlust/Fehlerfunktion

Label y

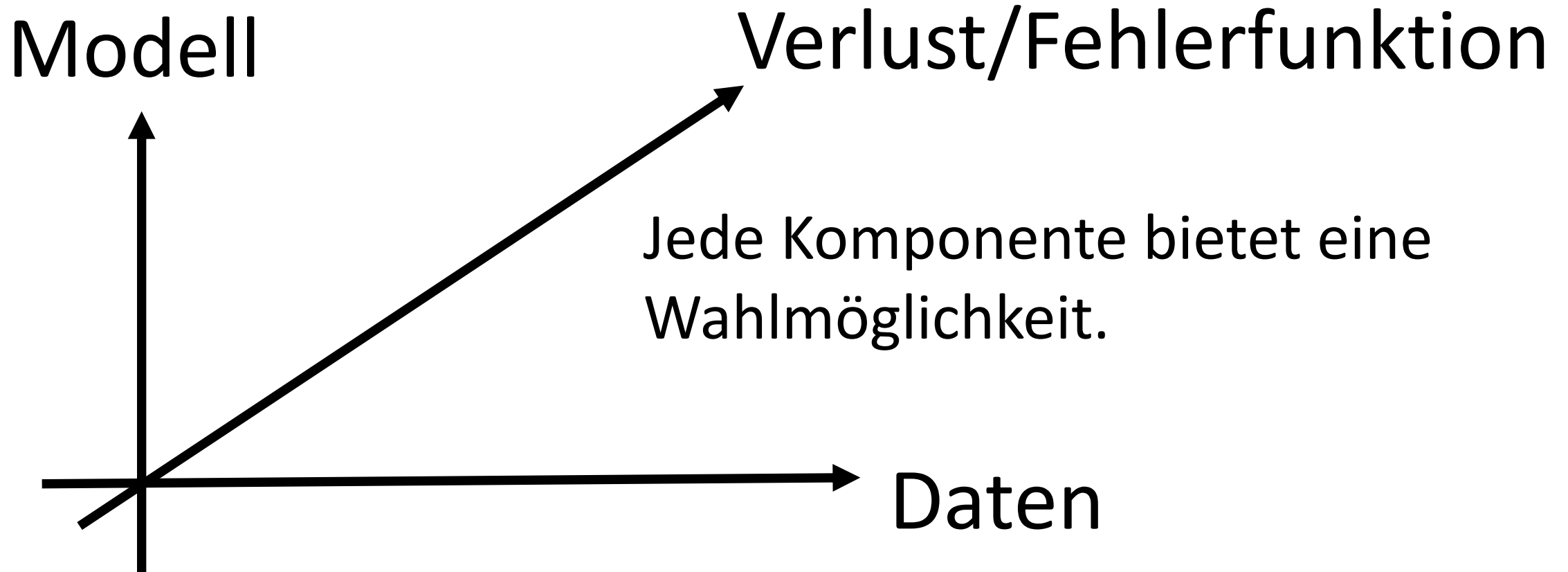


ML Funktionsprinzip

Lerne eine **Hypothese** (Trainiere ein **Modell**)
um den Fehler $y-h(x)$ zu minimieren.

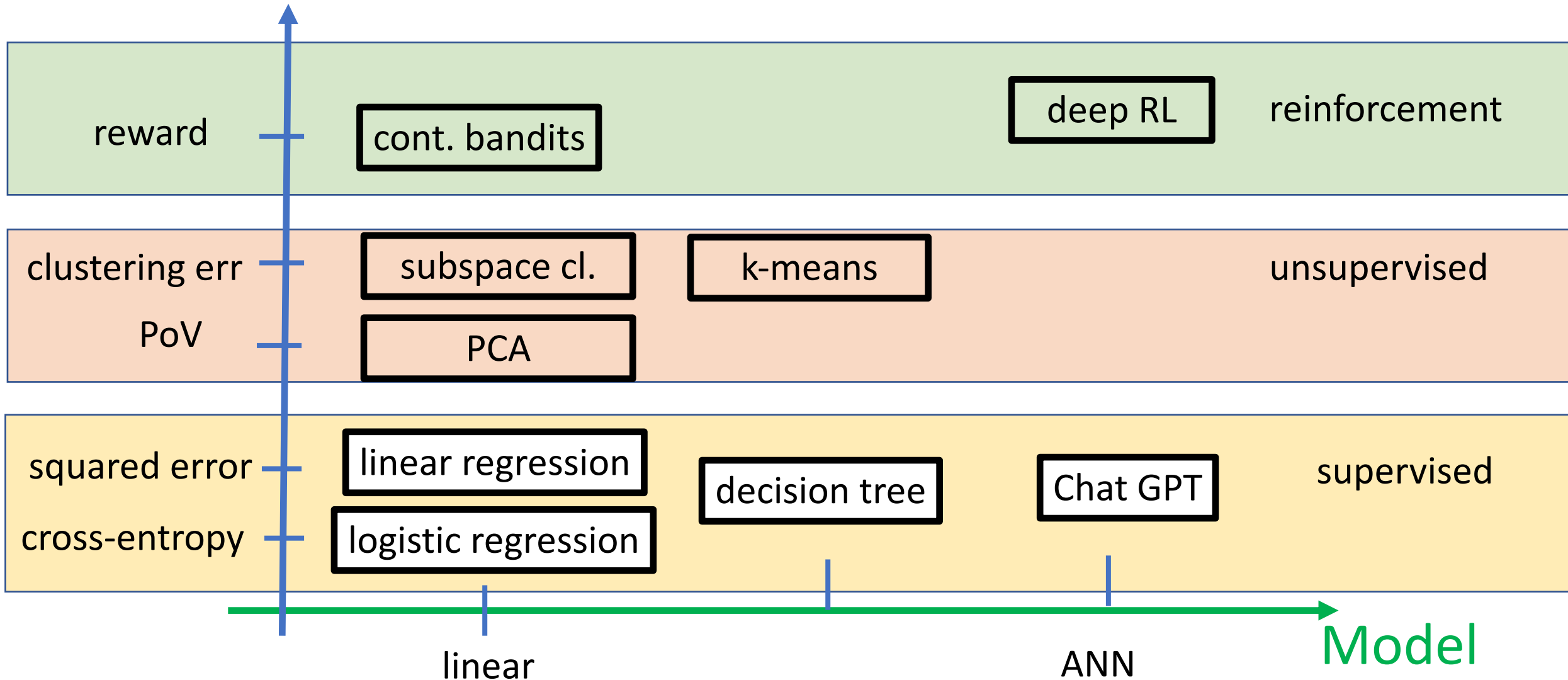
$$\operatorname{argmin}_{h \in \mathcal{H}} (1/m) \sum_{i=1}^m L((\mathbf{x}^{(i)}, y^{(i)}), h).$$

Drei Komponenten des ML



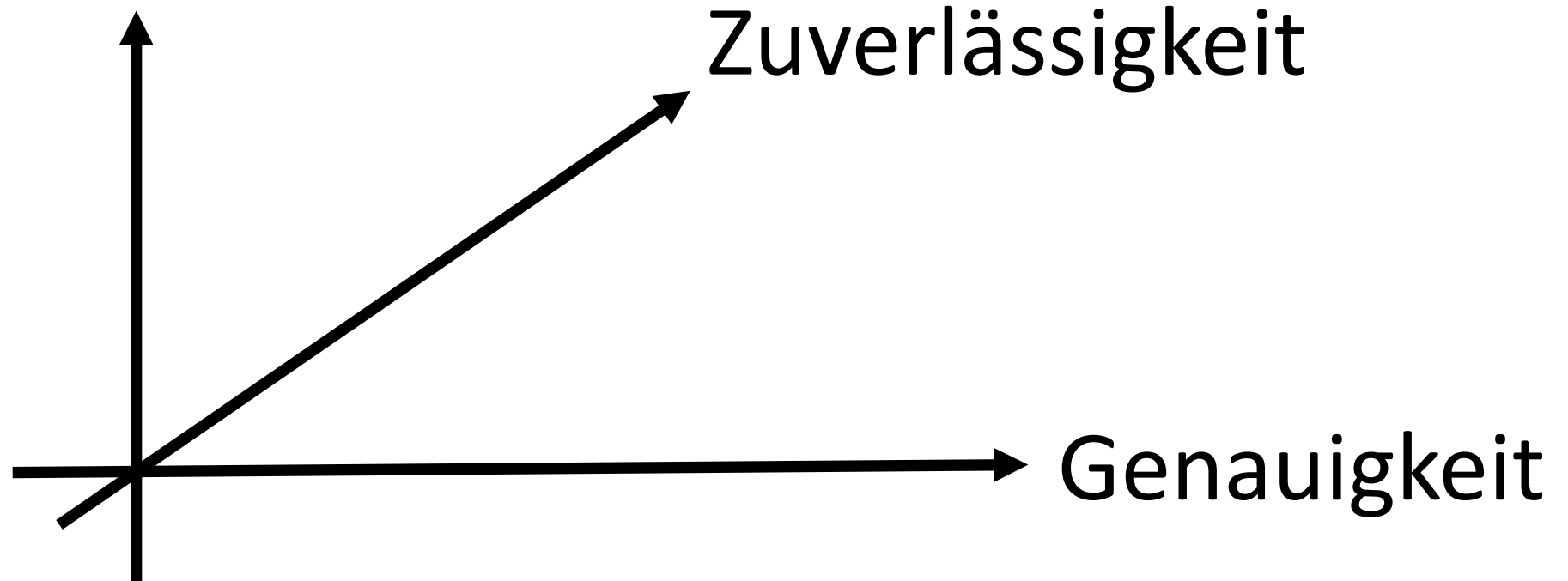
KI Landschaft

Fehlerfunktion



Entwicklungskriterien

Rechenaufwand



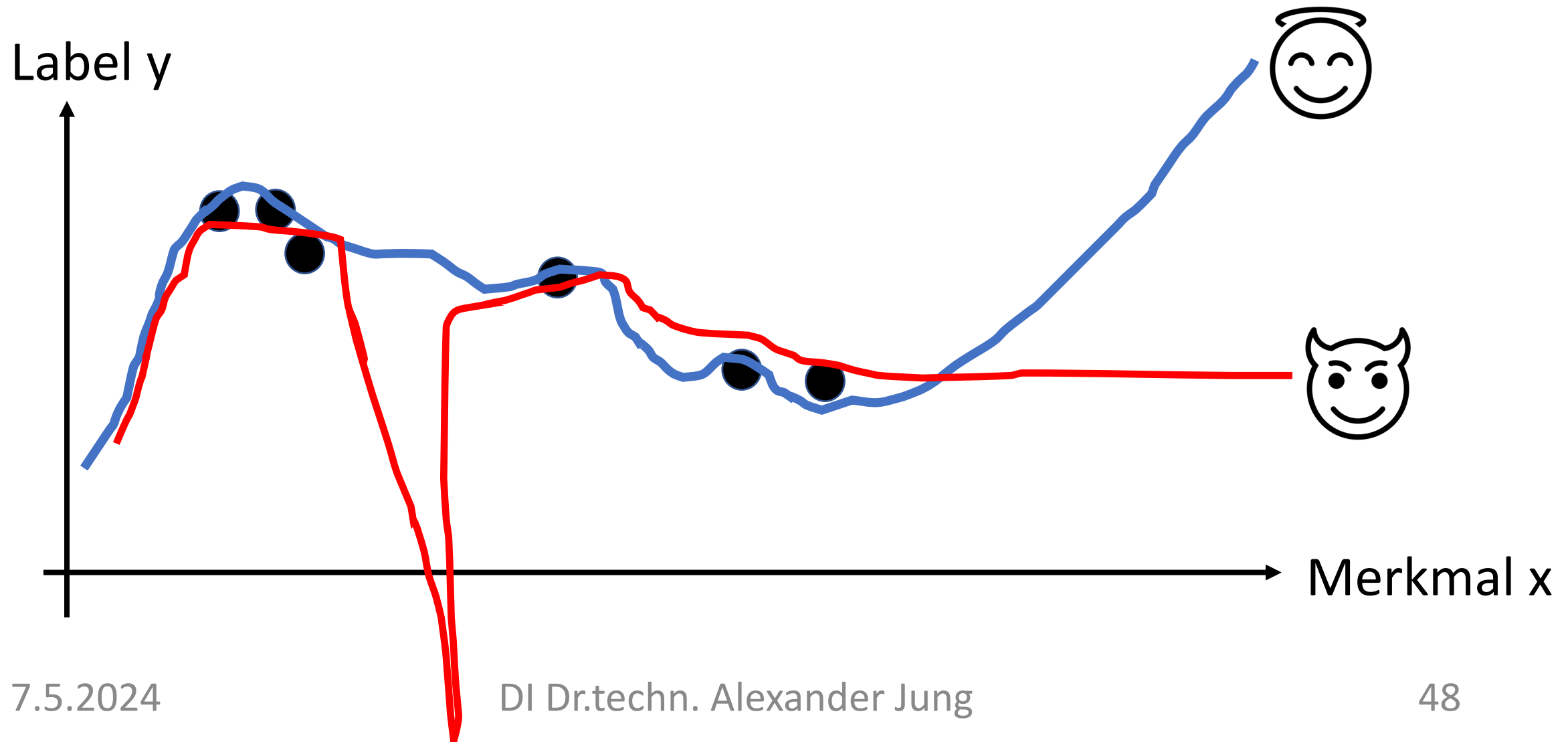
Herausforderungen

- KI braucht viele Datenpunkte für Training
- Datenpunkte nicht frei zugänglich (Privatsphäre)!
- Medizin KI benötigt hohe Zuverlässigkeit

Herausforderungen

- KI braucht viele Datenpunkte für Training
- Datenpunkte nicht frei zugänglich (Privatsphäre)!
- Medizin KI benötigt hohe Zuverlässigkeit

KI braucht viele Datenpunkte



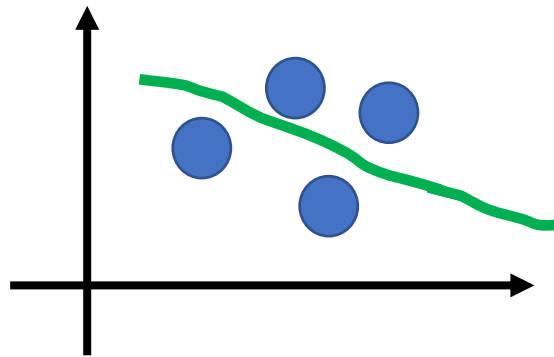
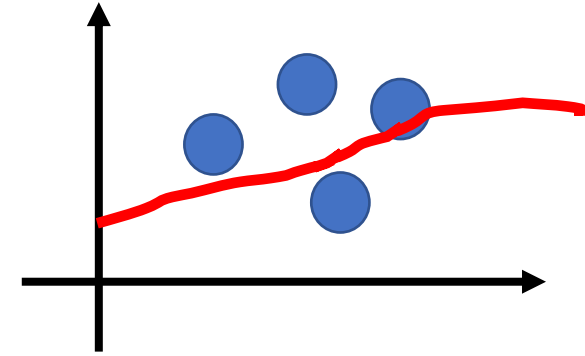
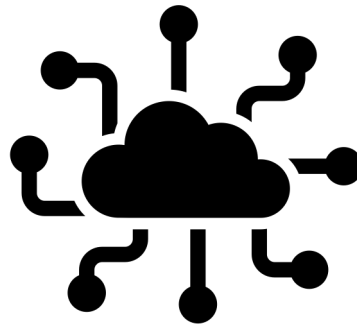
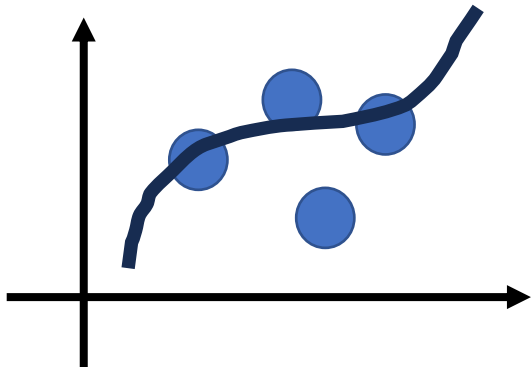
Dezentrale Gesundheitsdaten



Herausforderungen

- KI braucht viele Datenpunkte für Training
- Datenpunkte nicht frei zugänglich (Privatsphäre)!
- Medizin KI benötigt hohe Zuverlässigkeit

Föderales Lernen





"...aims to revolutionize the way health data is managed and utilized across Europe."





Towards
European
Health
Data
Space

SITRA

„TEHDAS supports EU member states and the European Commission in building a European health data space by developing principles for the cross-border secondary use of health data.“



Public Health

[Home](#) > [eHealth : Digital health and care](#) > [EU Health Data Space](#)

European Health Data Space

PAGE CONTENTS

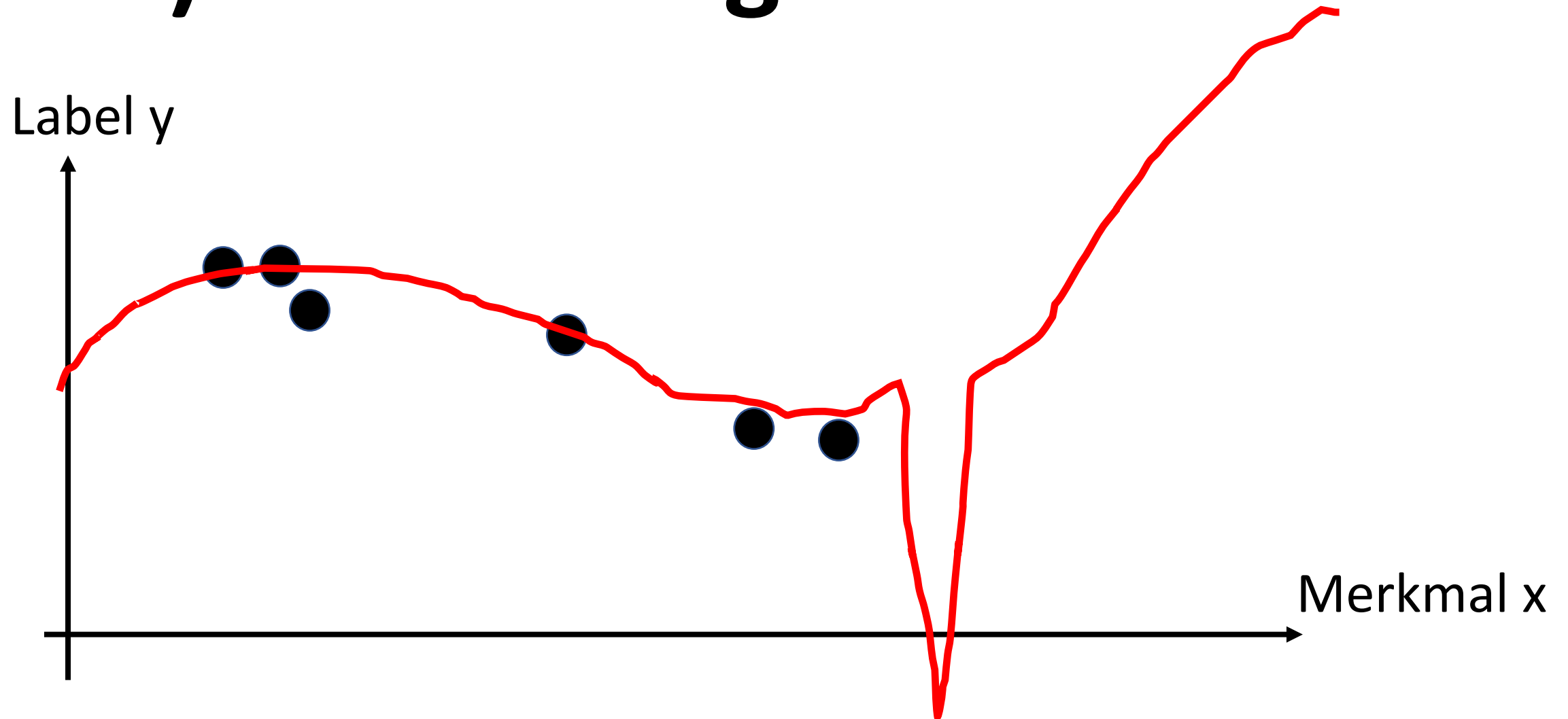
[More information](#)

The European Health Data Space (EHDS) will be a key pillar of the strong [European Health Union](#) , and is the first common EU data space in a specific area to emerge from the [European strategy for data](#) .

Herausforderungen

- KI braucht viele Datenpunkte für Training
- Datenpunkte nicht frei zugänglich (Privatsphäre)!
- Medizin KI benötigt hohe Zuverlässigkeit

(Un-) Zuverlässigkeit von KI



Zuverlässige KI ist erklärbar



The AI identified this lesion as a **melanoma** with the following characteristics:

- strong evidence of
- grey patterns
 - thick reticular or branched lines



Chanda, T., Hauser, K., Hobelsberger, S. *et al.* Dermatologist-like explainable AI enhances trust and confidence in diagnosing melanoma. *Nat Commun* **15**, 524 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43095-4>

KI erklärt KI



You

Wie funktioniert KI basierte Hautkrebsdiagnose?



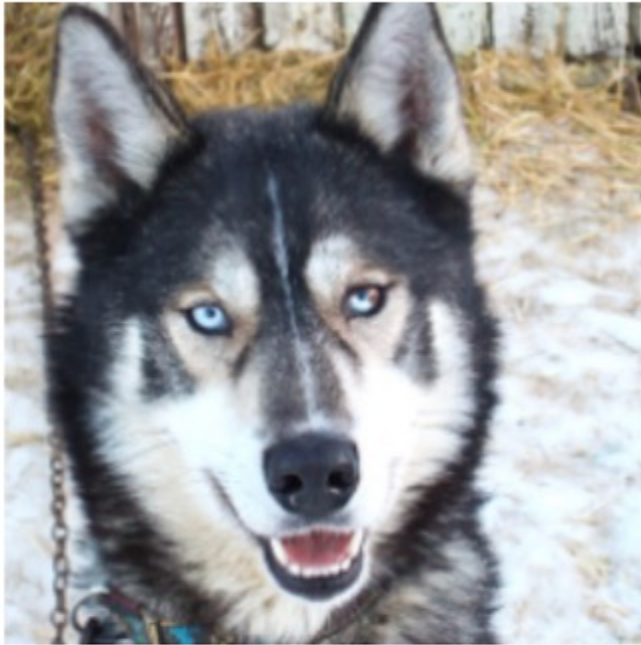
ChatGPT

Die KI-basierte Diagnose von Hautkrebs nutzt maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz, um Bilder von Hautläsionen zu analysieren und zu bestimmen, ob sie Anzeichen von Hautkrebs zeigen könnten. Hier ist ein Überblick über den allgemeinen Prozess:

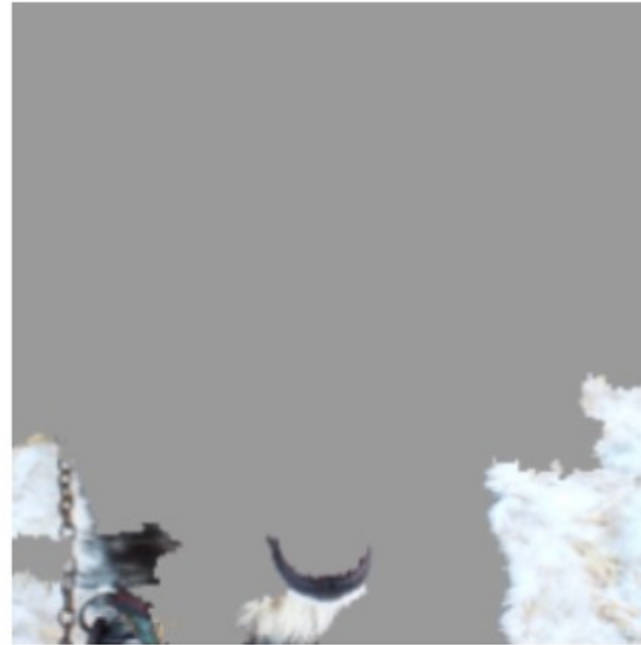
1. **Datensammlung:** Der erste Schritt besteht darin, eine große Datenbank mit Bildern von

... ..

Wie gut ist eine Erklärung?



(a) Husky classified as wolf



(b) Explanation

[1]Tulio Ribeiro, M., Singh, S., and Guestrin, C., ""Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier", *arXiv e-prints*, 2016. doi:10.48550/arXiv.1602.04938.

Was sind die drei Komponenten von KI?

Fragen ?

Lektüre

Künstliche Intelligenz (KI) in der Medizin: 7 spannende Erfolgs-Beispiele

By [Alexander Ciritsis](#) Published On: Apr 18, 2023 Categories: [Künstliche Intelligenz \(AI\)](#)

