



Künstliche Intelligenz im Anlagebereich

Andrea Gentilini, Ph.D., Head of Quantitative Investments

Vontobel

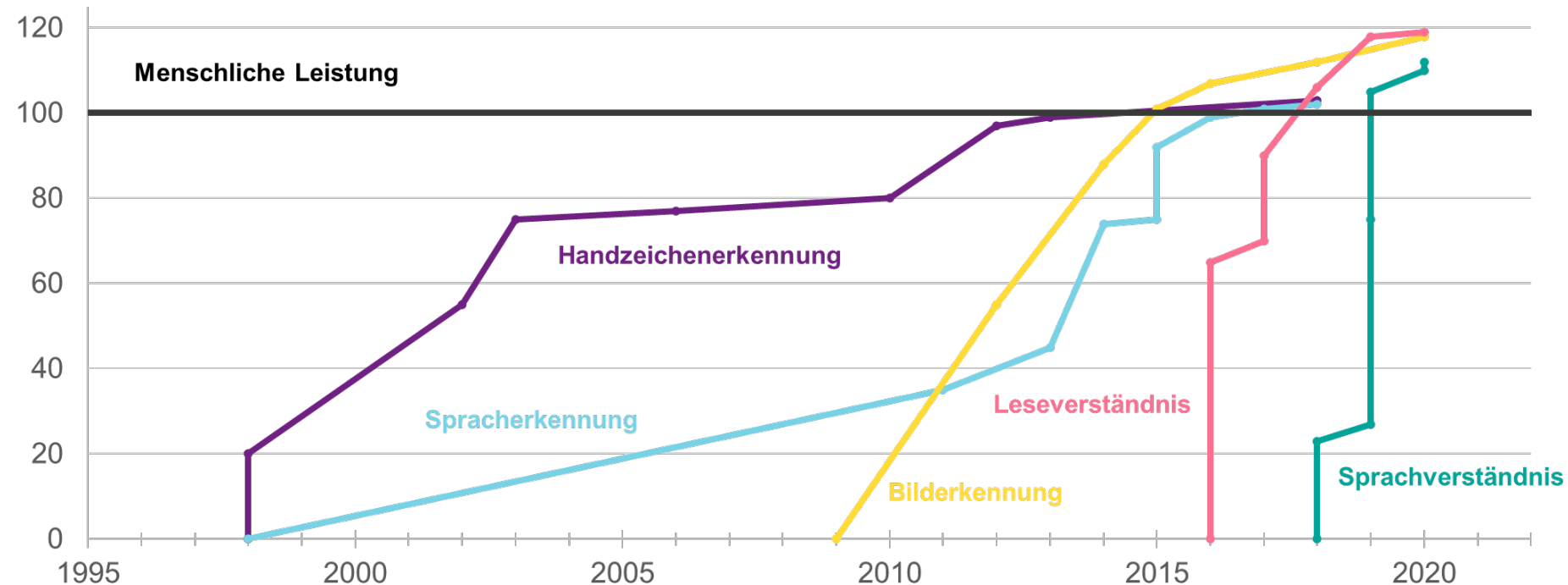
Zusammenfassung

KI und deren Anwendung auf Finanzmärkte.

1. Finanzmärkte sind eines der komplexesten 'Spiele'
2. (Architektur + Daten) > (Modelle + Mathematik)
3. KI ist (noch) kein Substitut, kann aber bestehende Konzepte verbessern

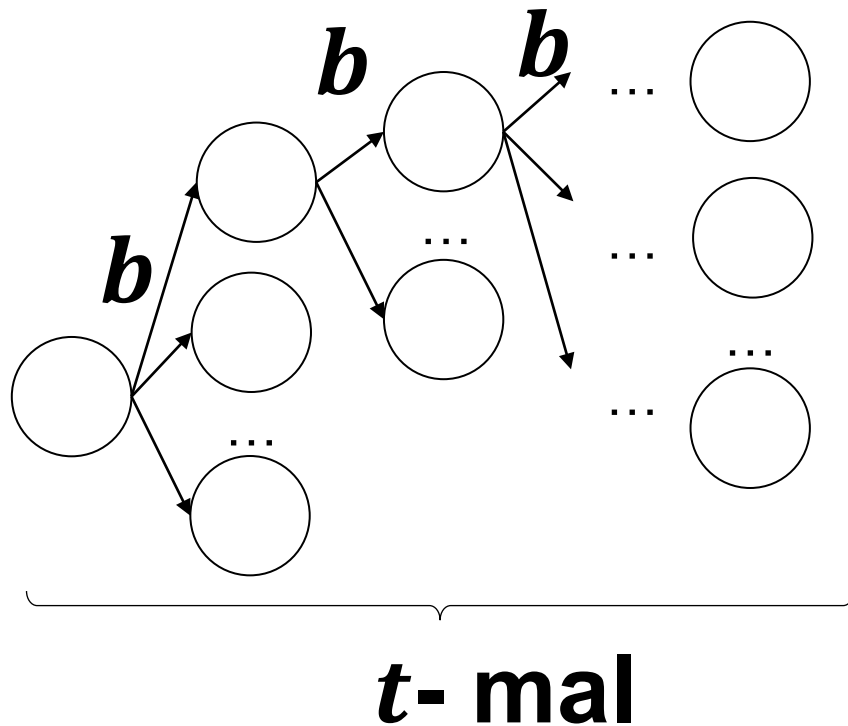
Übertreffen der menschlichen Leistung pro Task

In den letzten 8 Jahren haben Maschinen die menschliche Intelligenz deutlich geschlagen.



Die Wissenschaft des Spielens

Die Anzahl der möglichen Endzustände bestimmt die Spielkomplexität.



Breite (b)

- Wie viele Möglichkeiten habe ich?

Tiefe (t)

- Aus wie vielen Zügen besteht ein Spiel insgesamt?

Komplexität (k)

- Wie viel mögliche Spiele sind möglich?

$$k = b^t \quad \text{Vontobel}$$

Schach



- Deterministisch
- 8 x 8 Spielbrett (d.h., 64 Positionen)
- 32 Spielfiguren

Breite ($b = 35$)

Tiefe ($t = 80$)

Komplexität ($k = b^t = 35^{80} \cong 10^{123}$)

Vontobel

Go



- Deterministisch
- 19 x 19 Spielbrett (d.h., 361 Positionen)
- 361 Mögliche Spielfiguren

Breite ($b = 250$)

Tiefe ($t = 150$)

Komplexität ($k = b^t = 250^{150} \cong 10^{360}$)

Vontobel

Finanzmarkt



- Nicht Deterministisch
- 58'000 Wertschriften weltweit
- 2'000 Tage (10 Jahre täglich, 200 Tage pro Jahr)

Breite ($b = 58'000$)

Tiefe ($t = 2'000$)

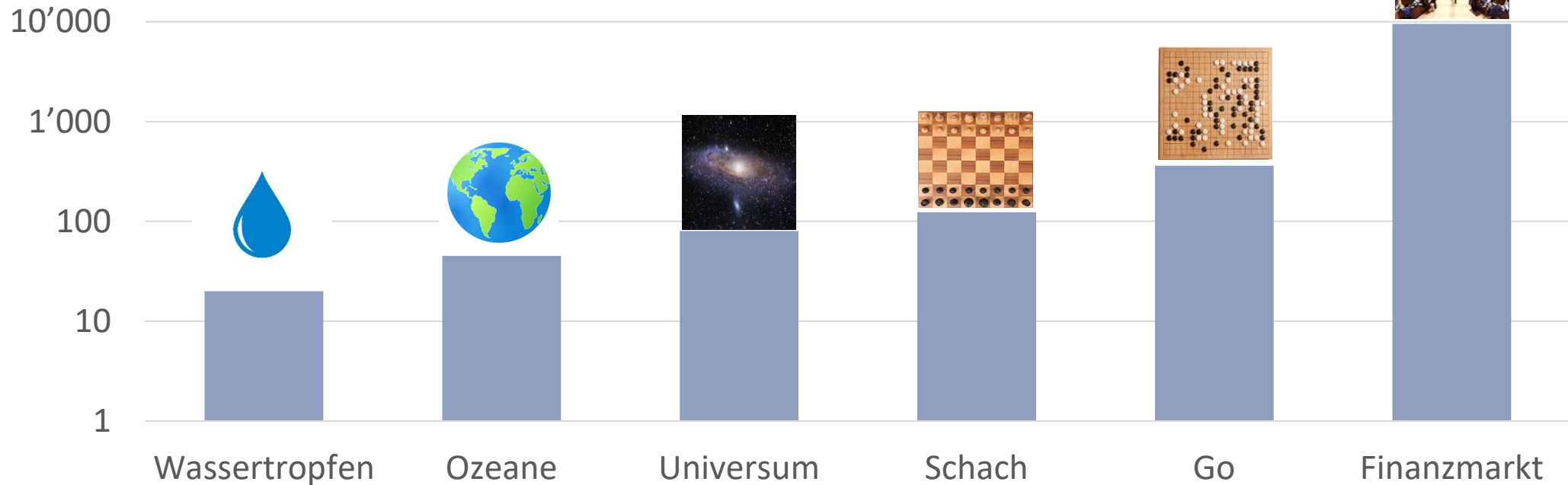
Komplexität ($k = b^t = 58'000^{2'000} \cong 10^{9'500}$)

Vontobel

Komplexität

Die Größenordnung der Komplexität der Finanzmärkte ist viel höher als man denkt.

y = Größenordnung (Log-Skala)



Schach

Deep blue



Systemcharakteristiken

- Baujahr: 1997
- System: 30 CPUs + 480 Chips (Spezialanfertigung)
- Positionsauswertungen pro Zug: Mehrere 100 Millionen
- Ansatz:
 - Vorwissen mit guten Spielzügen in DB einprogrammiert
 - Erkennt gute Positionen anhand von Menschenregeln
 - Lernt durch hinzufügen von manuellen Regeln
 - Nutzt Brute-Force um Spielzüge zu simulieren

Deep Blue hatte keinen nachhaltigen Einfluss

Go

AlphaGo



Systemcharakteristiken

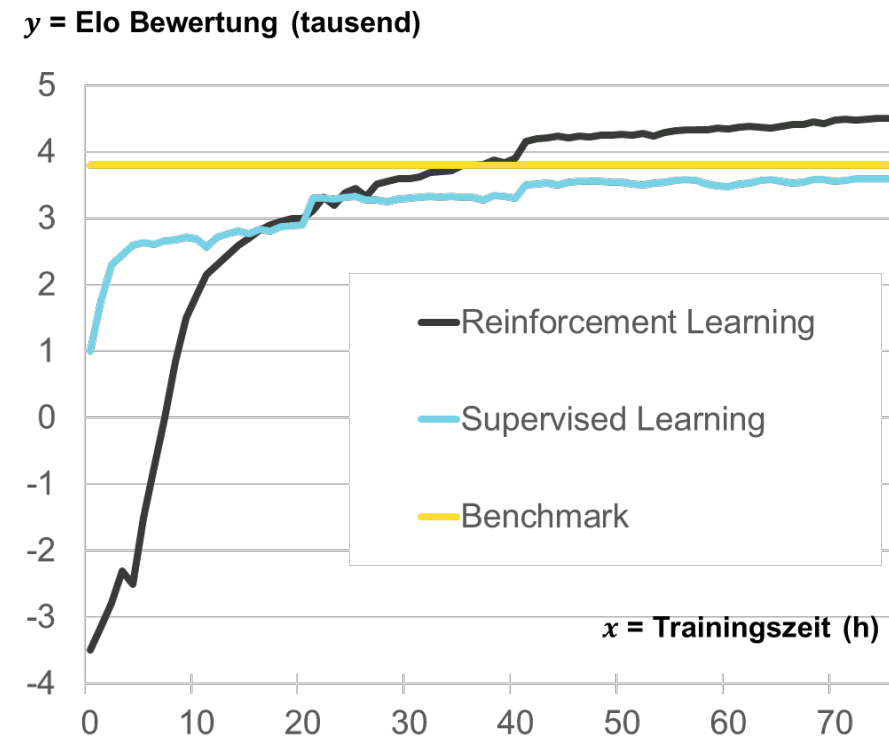
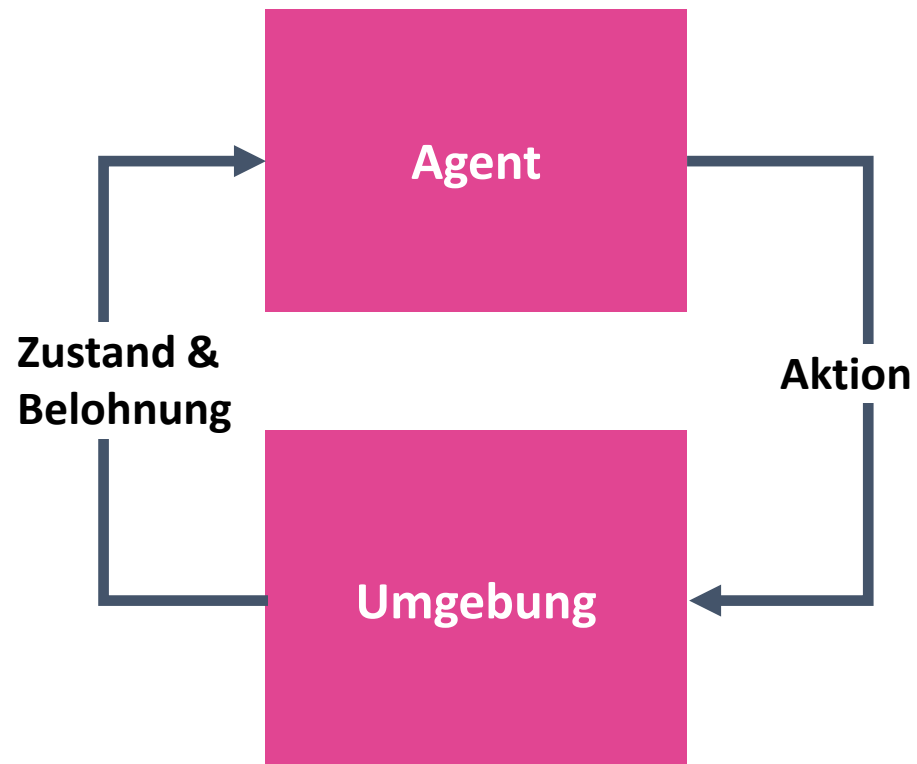
- Baujahr: 2016
- System: 48 CPUs + 8 GPUs (Standardausführung)
- Positionsauswertungen pro Zug: 2-300'000
- Ansatz:
 - Kein Vorwissen einprogrammiert
 - Lernt indem er zuerst Amateurspiele nachahmt...
 - ...und dann 30 Mio. Mal gegen sich selbst spielt
 - Nutzt Reinforcement Learning um zu lernen

AlphaGo führte zu einer Revolution in KI

Vontobel

Reinforcement Learning

Reinforcement Learning war die Innovation – und es übertrumpfte klassische Supervised Learning Methoden.



Ensemble Models

Sir Francis Galton und sein Experiment in 1906 haben den Wert der Weisheit der Massen bewiesen.



NATURE MARCH 7, 1907.

Distribution of the estimates of the dressed weight of a particular living ox, made by 787 different persons.

Degrees of the length of Array 0°-100°	Estimates in lbs.	Centiles		Excess of Observed over Normal
		Observed deviates from 1207 lbs.	Normal p.e = 37	
5	1074	- 133	- 90	+ 43
10	1109	- 98	- 70	+ 28
15	1126	- 81	- 57	+ 24
20	1148	- 59	- 46	+ 13
25	1162	- 45	- 37	+ 8
30	1174	- 33	- 29	+ 4
35	1181	- 26	- 21	+ 5
40	1188	- 19	- 14	+ 5
45	1197	- 10	- 7	+ 3
50	1207	0	0	0
55	1214	+ 7	+ 7	0
60	1219	+ 12	+ 14	- 2
65	1225	+ 18	+ 21	- 3
70	1230	+ 23	+ 29	- 6
75	1236	+ 29	+ 37	- 8
80	1243	+ 36	+ 46	- 10
85	1254	+ 47	+ 57	- 10
90	1267	+ 52	+ 70	- 18
95	1293	+ 86	+ 90	- 4

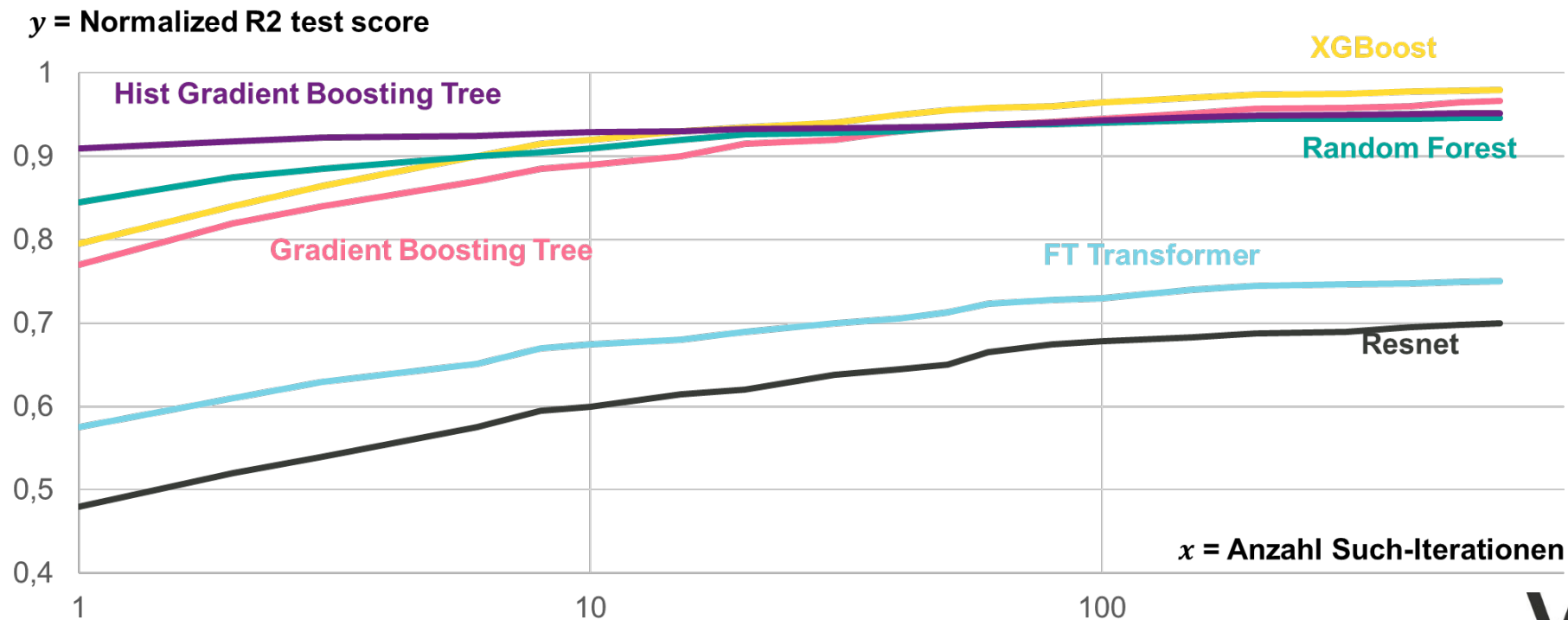
q_1 , q_3 , the first and third quartiles, stand at 25° and 75° respectively. m , the median or middlemost value, stands at 50°. The dressed weight proved to be 1198 lbs.

Weisheit der Massen

Der Median war nur 1% von der Wahrheit entfernt

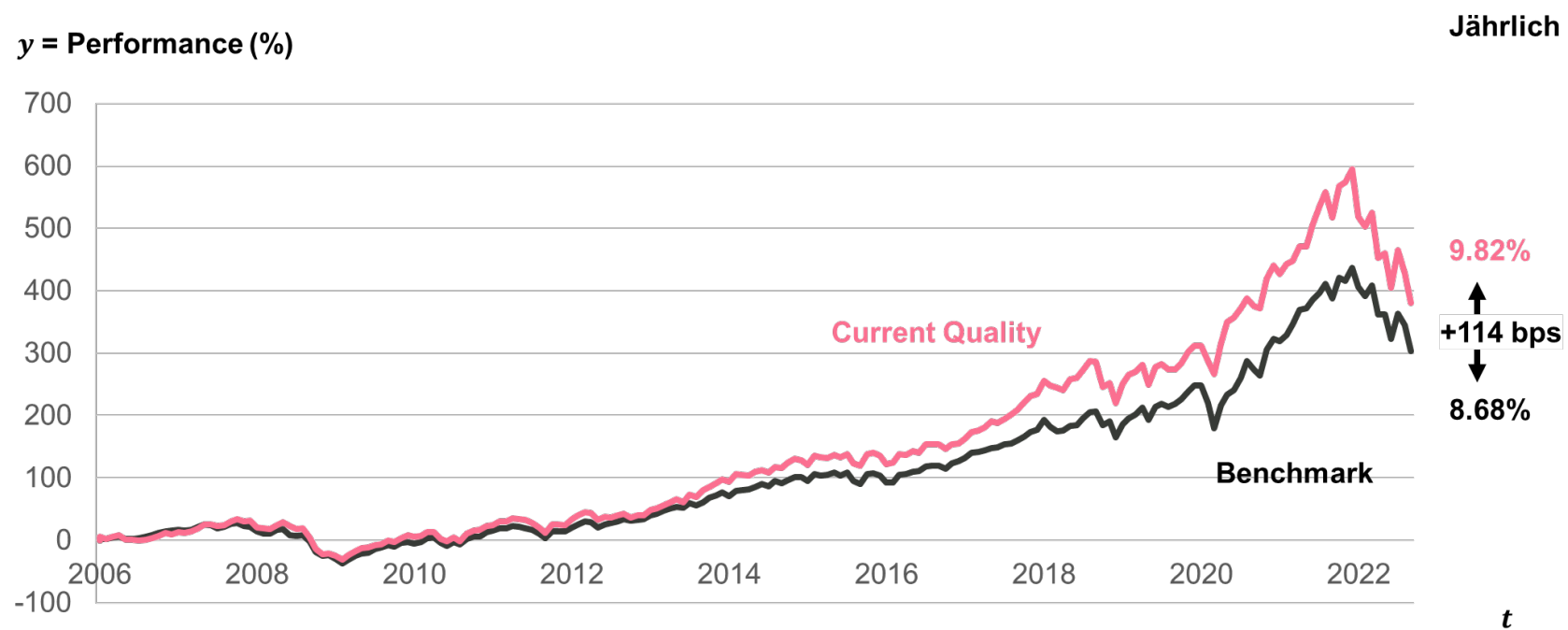
Architektur für Finanzdaten

Gradient Boosted Architekturen liefern bessere Resultate bei Finanzdaten, die eher strukturierter sind.



Applikation

Es lohnt sich, in Aktien von Firmen zu investieren, die einen hohen Quality-Faktor haben.



Übergangsmatrix von Quality Firmen

Aber Achtung: eine Firma mit gutem Quality Score hat nicht mit Sicherheit einen guten Quality Score in der Zukunft.

		Zu				
		Sehr gut	Gut	Mittel	Schlecht	Sehr schlecht
Von	Sehr gut	74%	17%	5%	2%	1%
	Gut	18%	54%	19%	6%	4%
	Mittel	4%	20%	47%	20%	8%
	Schlecht	3%	5%	22%	49%	21%
	Sehr schlecht	1%	3%	8%	22%	65%

25% verschlechtert sich

25% verbessert sich

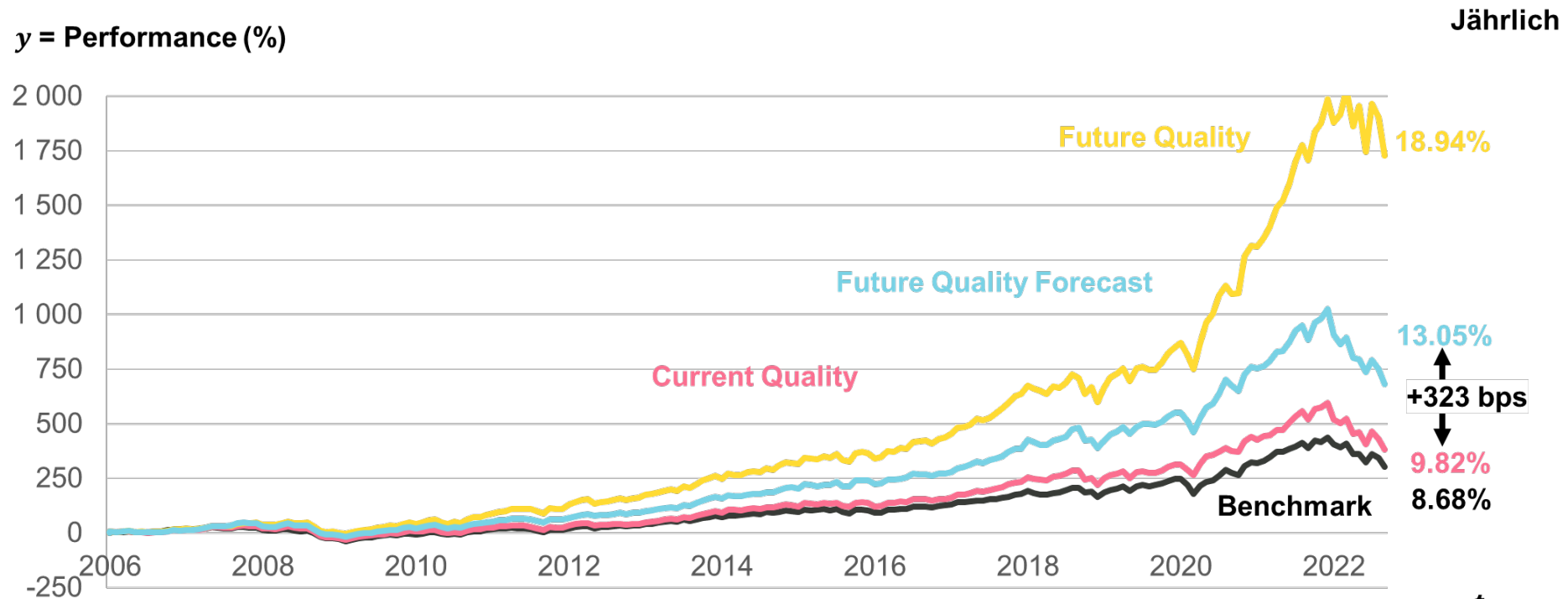
Übergangsmatrix von Quality Firmen

Und das bietet Alpha: der durchschnittliche Return ist am höchsten, wenn eine schlecht bewertete Firma zu einer Guten wird.

		Zu					
		Sehr gut	Gut	Mittel	Schlecht	Sehr schlecht	
Von	Sehr gut	4.0%	-2.7%	-5.0%	-3.4%	-10.0%	-5.3% im Durchschnitt
	Gut	7.0%	1.4%	-3.3%	-4.5%	-13.2%	
	Mittel	9.5%	5.0%	0.6%	-1.9%	-9.5%	
	Schlecht	17.0%	7.5%	4.5%	0.3%	-6.3%	
	Sehr schlecht	26.6%	15.1%	8.1%	4.6%	-2.0%	
		15% im Durchschnitt					

Applikation

Es lohnt sich, in Aktien von Firmen zu investieren, die einen hohen Quality-Faktor haben werden.



Vontobel

Die Zukunft

In den nächsten 10 J werden wir eine rasante Anwendung (im klassischen Stil) der neuen Technologie erleben. Danach...

Nächste 10 J

Technologie 'Rush'

Talent Shift

Durchbruch



Danach

Shifting Preferences

Komplexität Handling

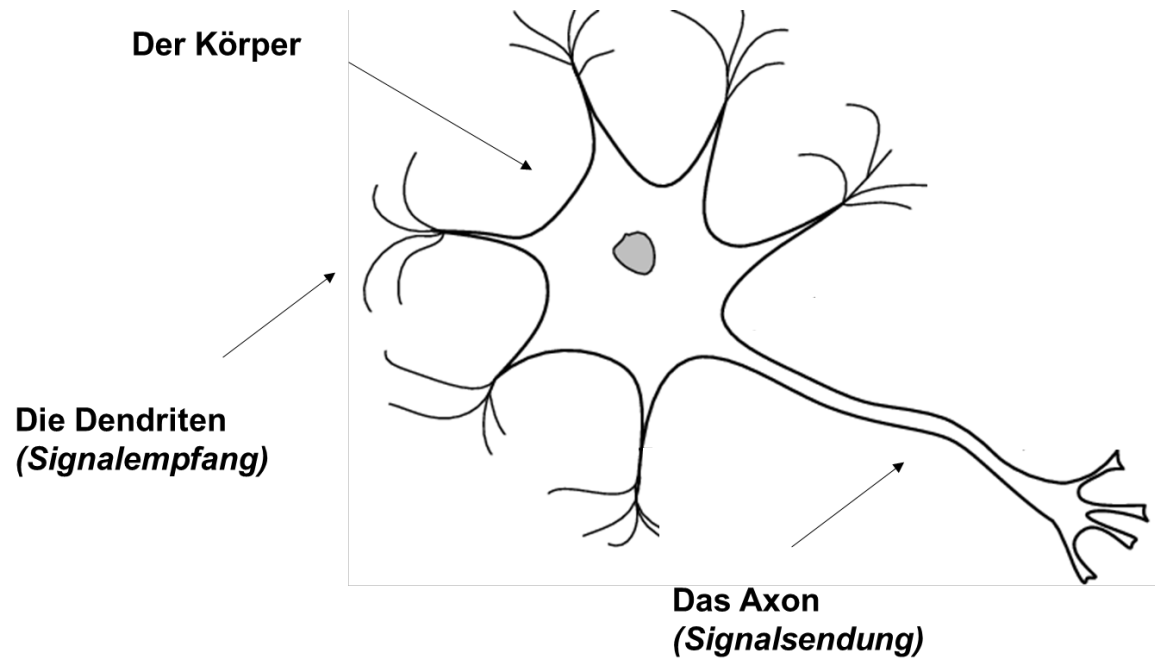
Vontobel

Appendix



Biologische Intelligenz

Das Neuron ist der Baustein der biologischen Intelligenz.



Einfach

- Nur 1 / 0 Signale (in mV)

Selektiv

- Vermittlung nur > 70 mV

Nicht-linear

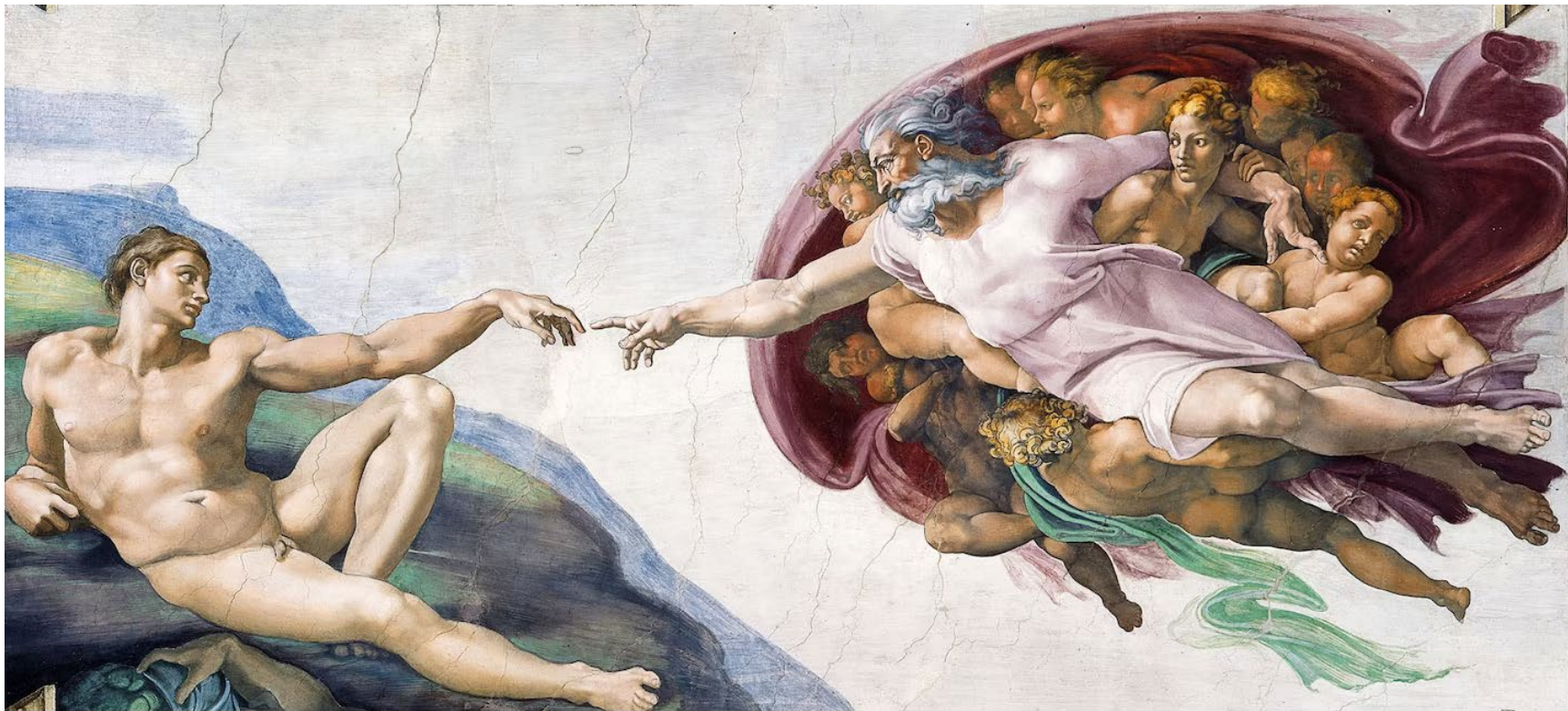
- Out-Signal $\neq c \cdot$ In-Signal

aber

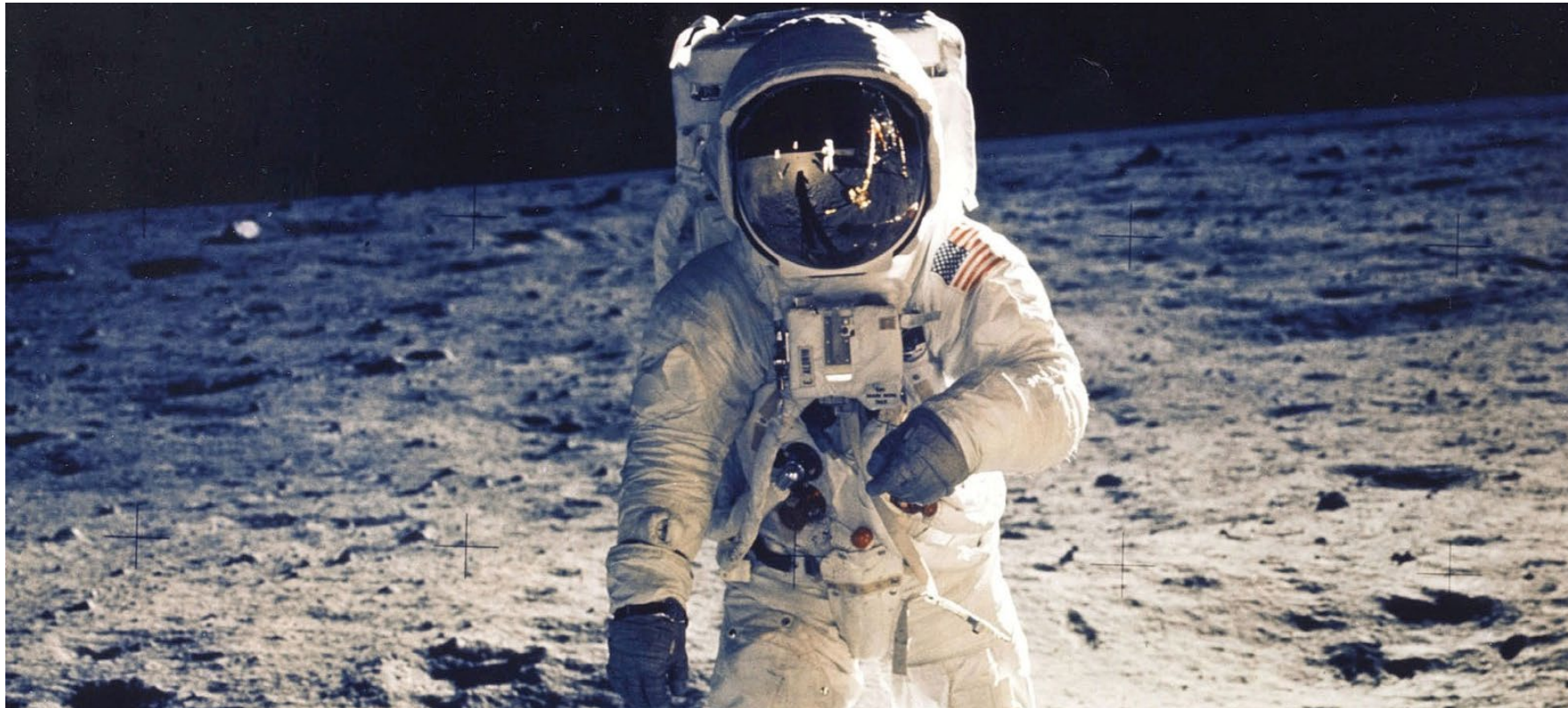
86 Mrd. Neuronen \Rightarrow Der Mensch

Vontobel

Die Sixtinische Kapelle



Die Mondlandung



Vontobel

Katzen

Mit mehr als 6.5 Milliarden Bilder im Internet, bieten Katzen einer der grössten Datensätze der Welt.

Regression

Wie lang ist eine Katze aufgrund ihres Gewichts?



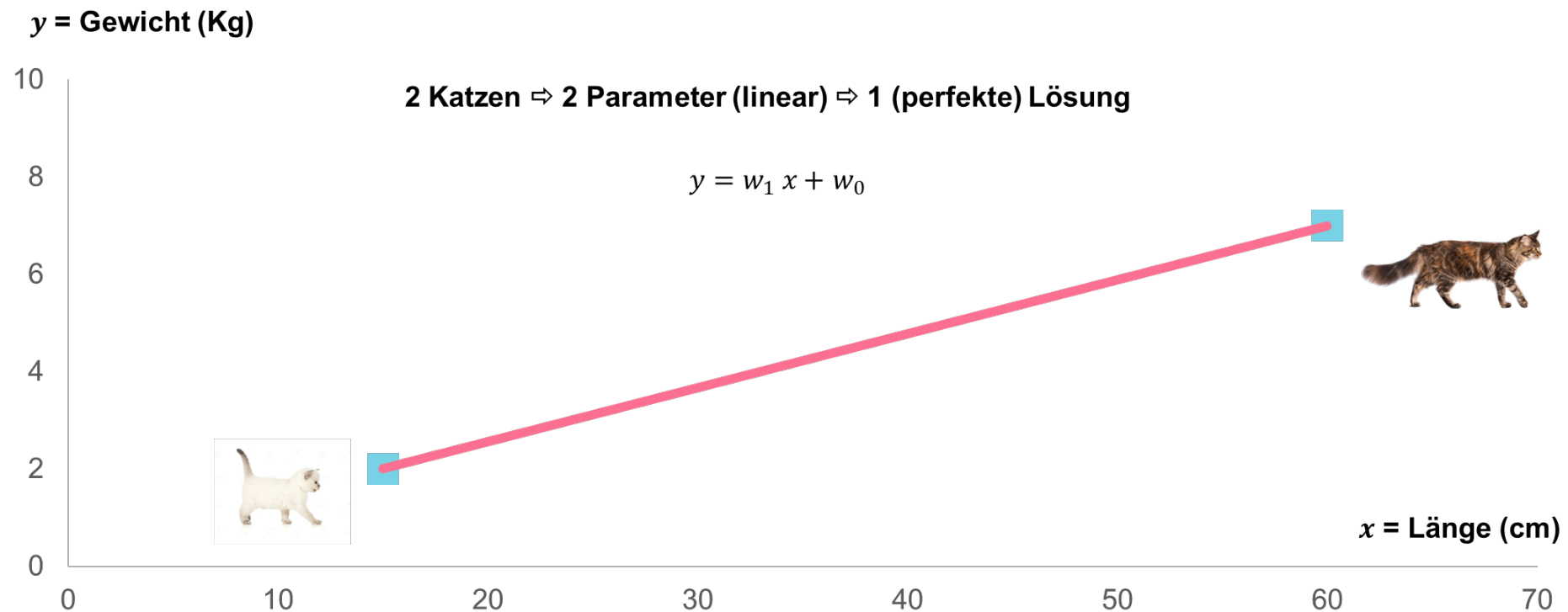
Klassifikation

Wie kann ich Katzen von Füchsen unterscheiden aufgrund ihrer Länge und ihrem Gewicht?

Vontobel

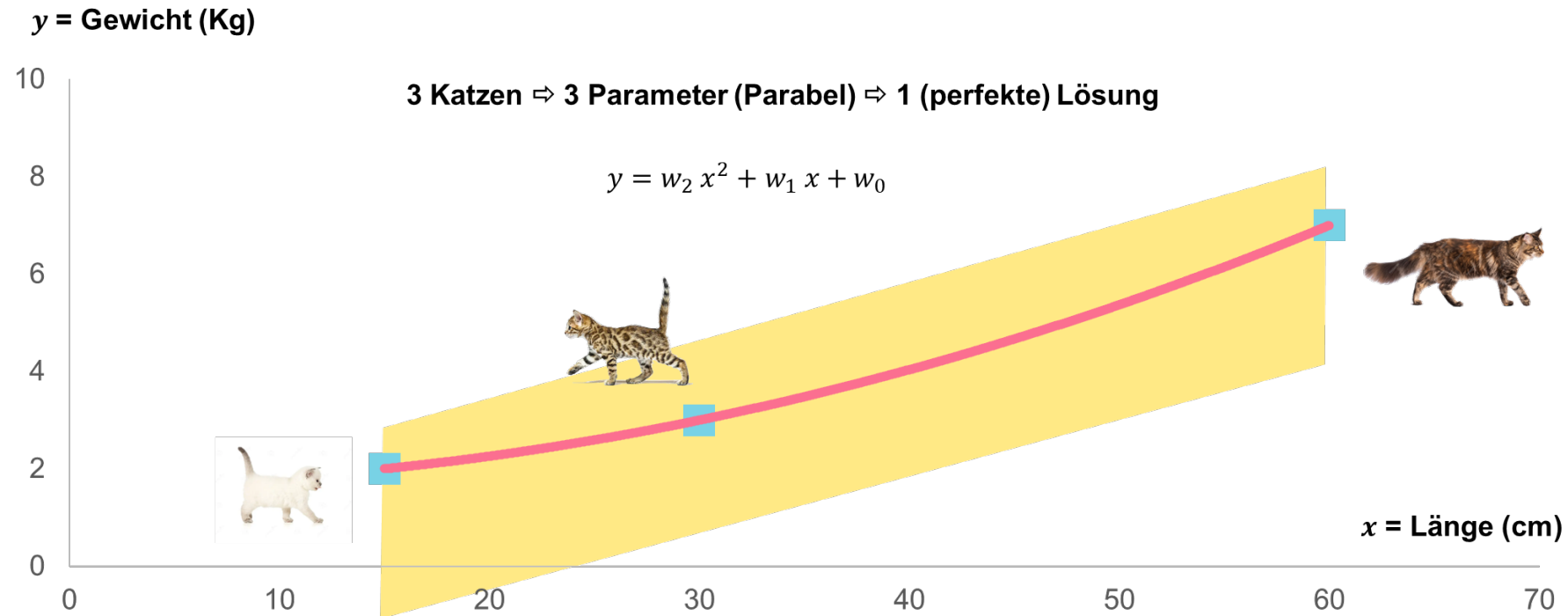
Problem 1 – Regression

Wir wollen zuerst erforschen, ob die Länge einer Katze mit ihrem Gewicht korreliert.



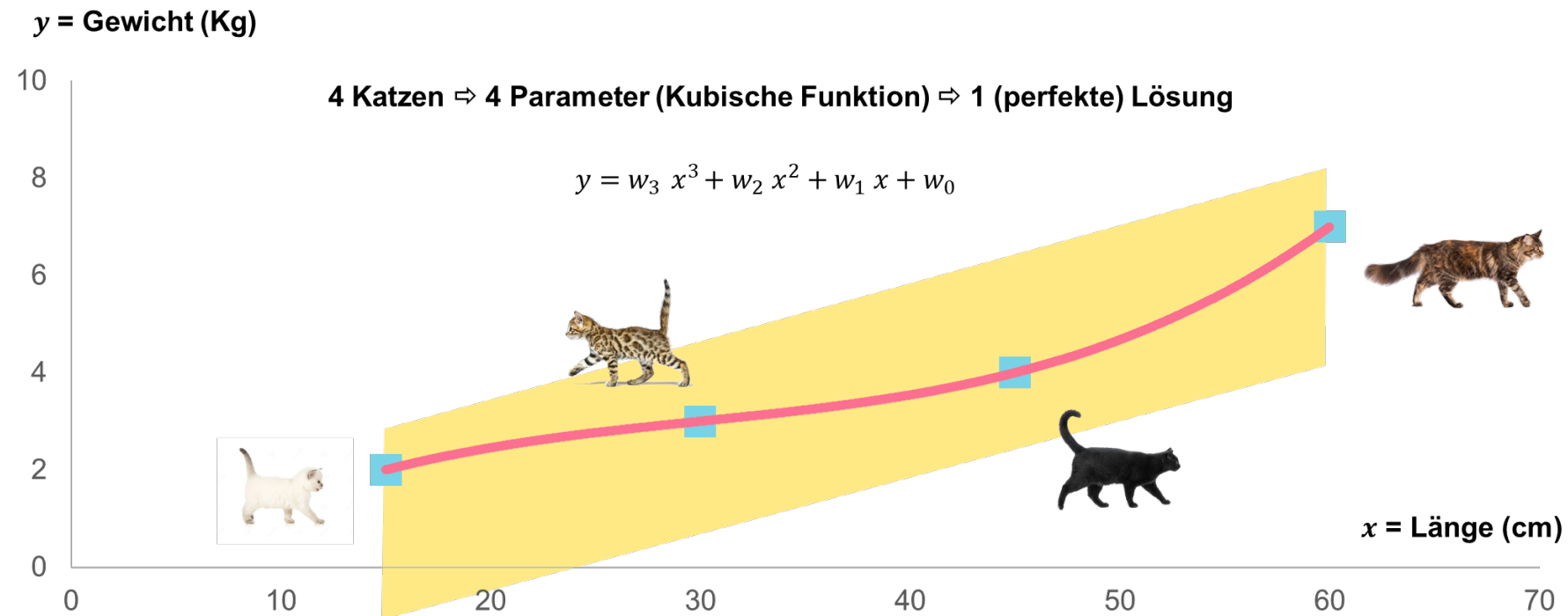
Problem 1 – Regression

Bei der dritten Katze, versuchen wir es mit einem präziseren Modell.



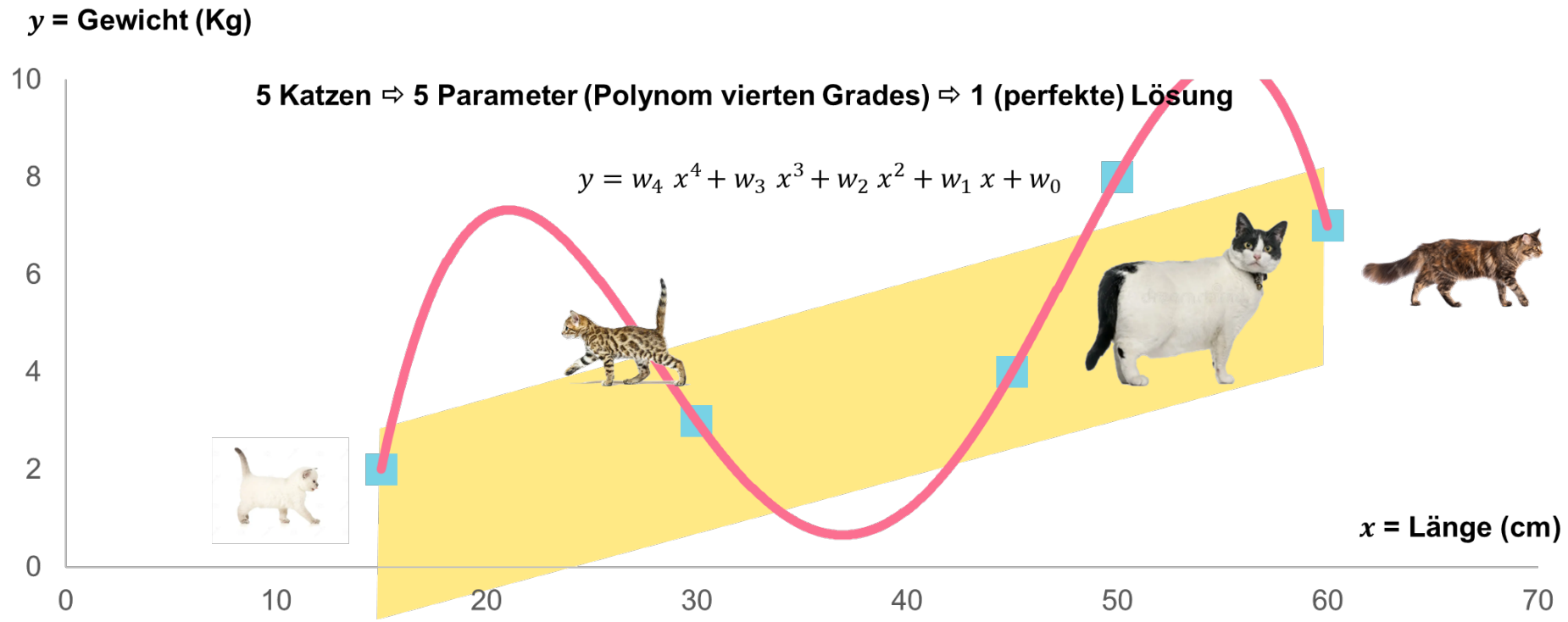
Problem 1 – Regression

Bei der vierten Katze, verfeinern wir das Modell weiter und erhöhen die Präzision.



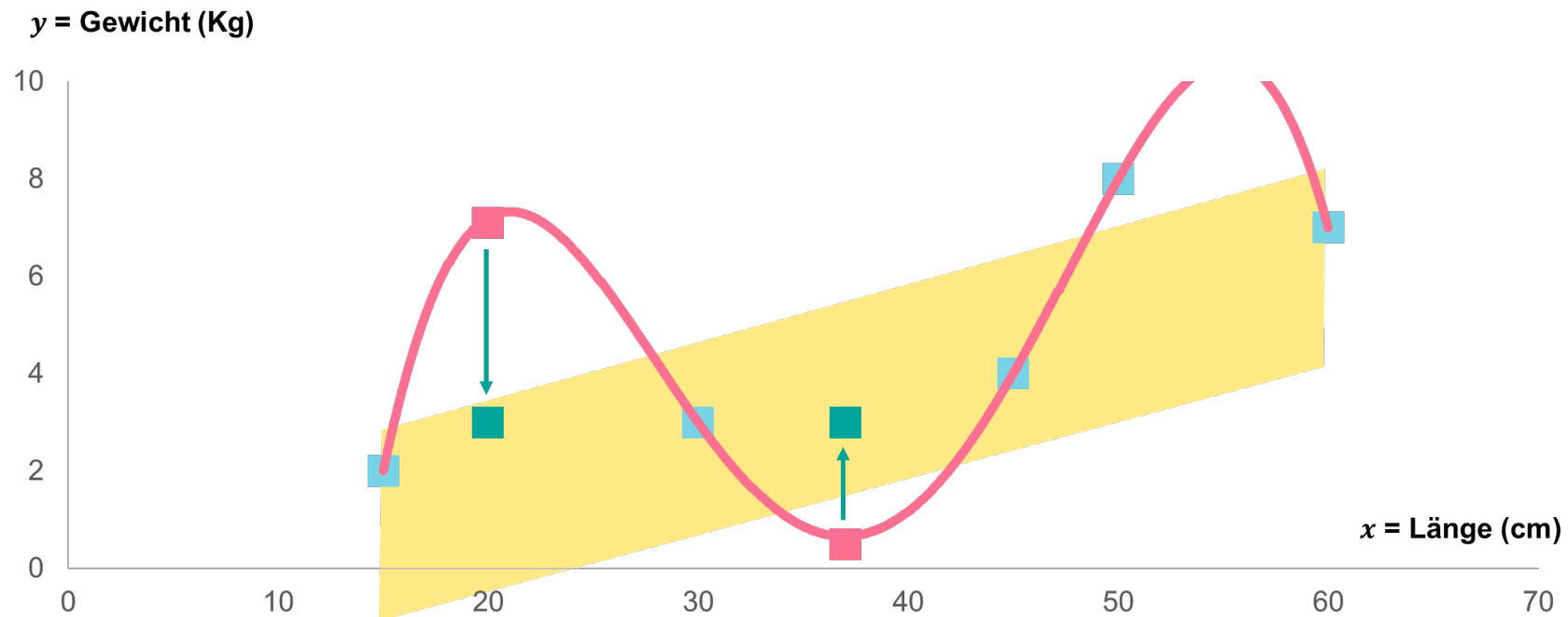
Problem 1 – Regression

Wenn die etwas übergewichtige Katze des Nachbarn betrachten, sprengt es das Modell.



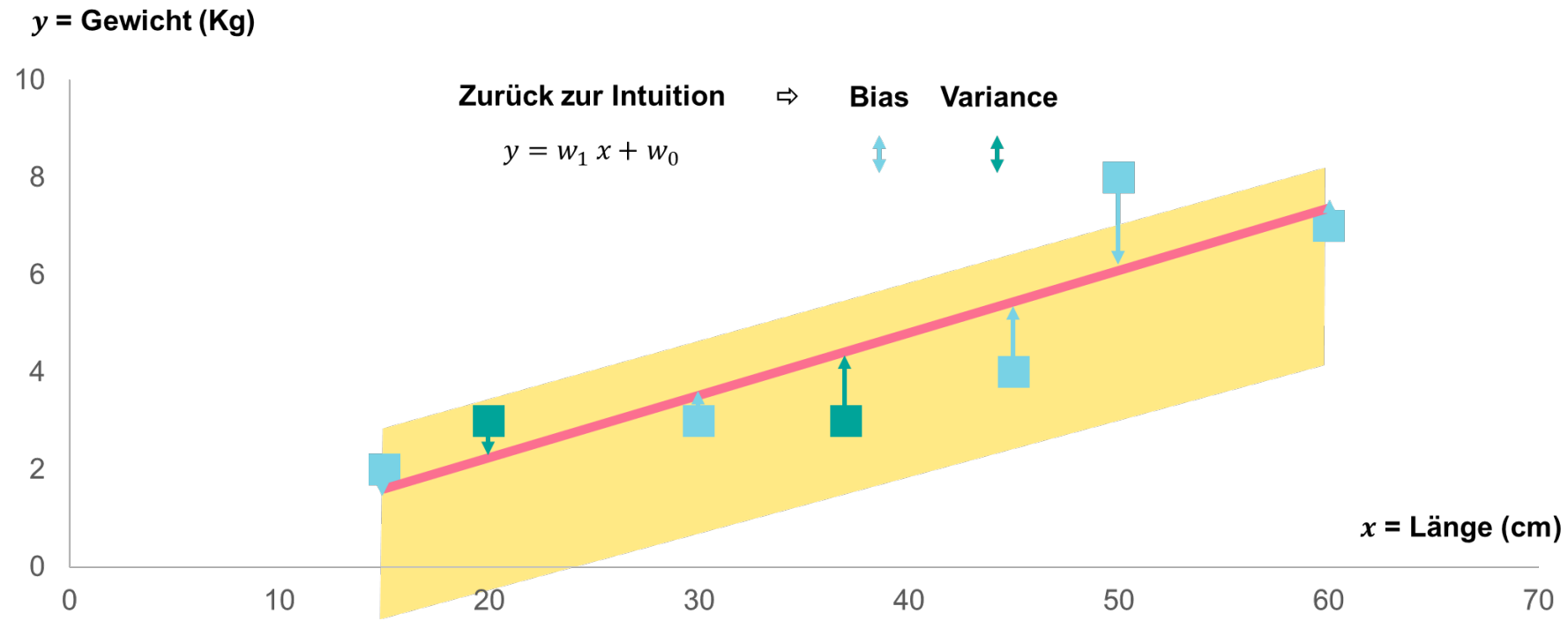
Problem 1 – Regression

Je präziser die Anpassung an die bestehende Daten (Bias), desto schlechter die Qualität der Vorhersage (Variance).



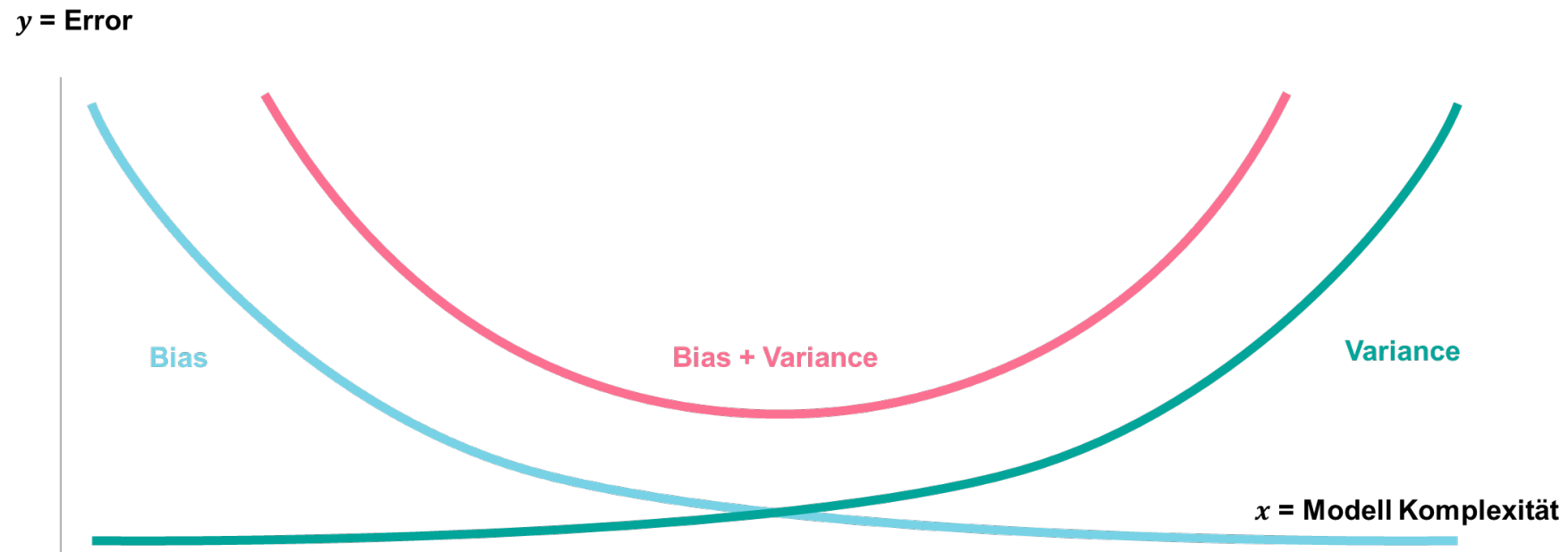
Problem 1 – Regression

Das etwas einfachere Modell (linear) könnte einen sinnvollen Kompromiss bieten.



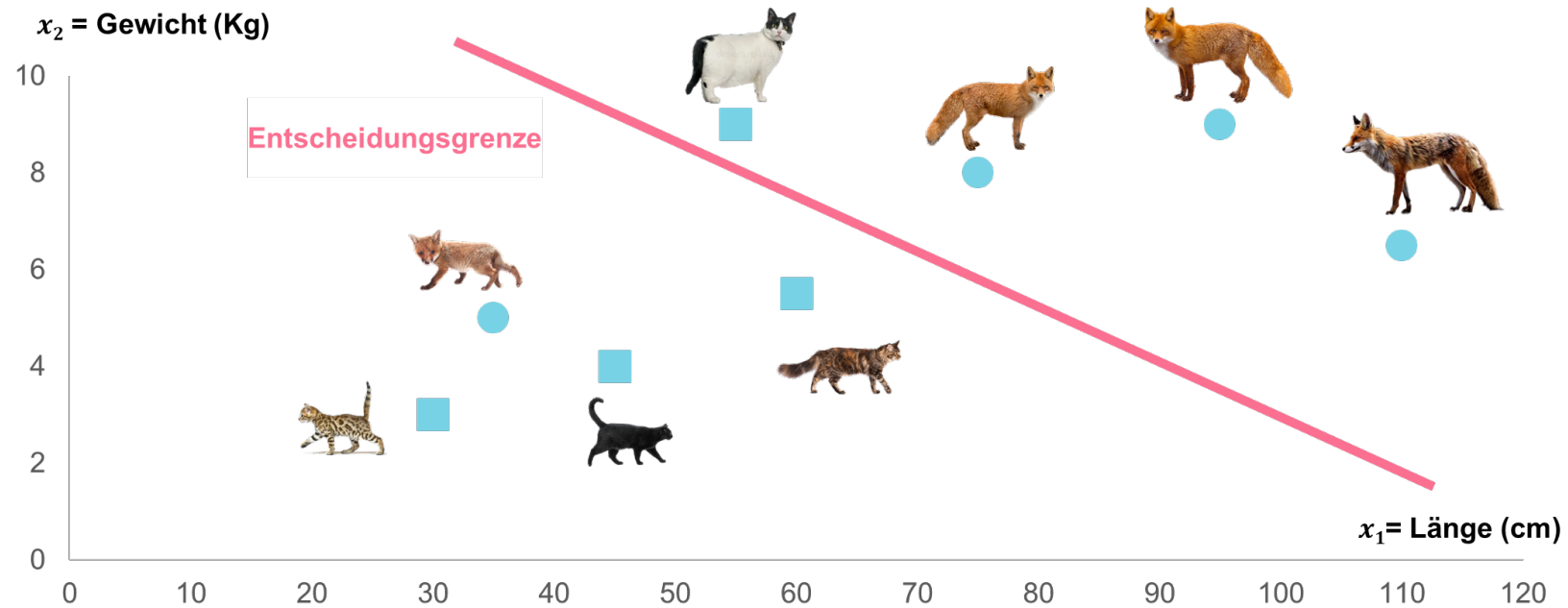
Bias-Variance Kompromiss

Wenn wir versuchen beide niedrig zu halten (d.h., wir minimieren Bias + Variance) finden wir den optimalen Kompromiss.



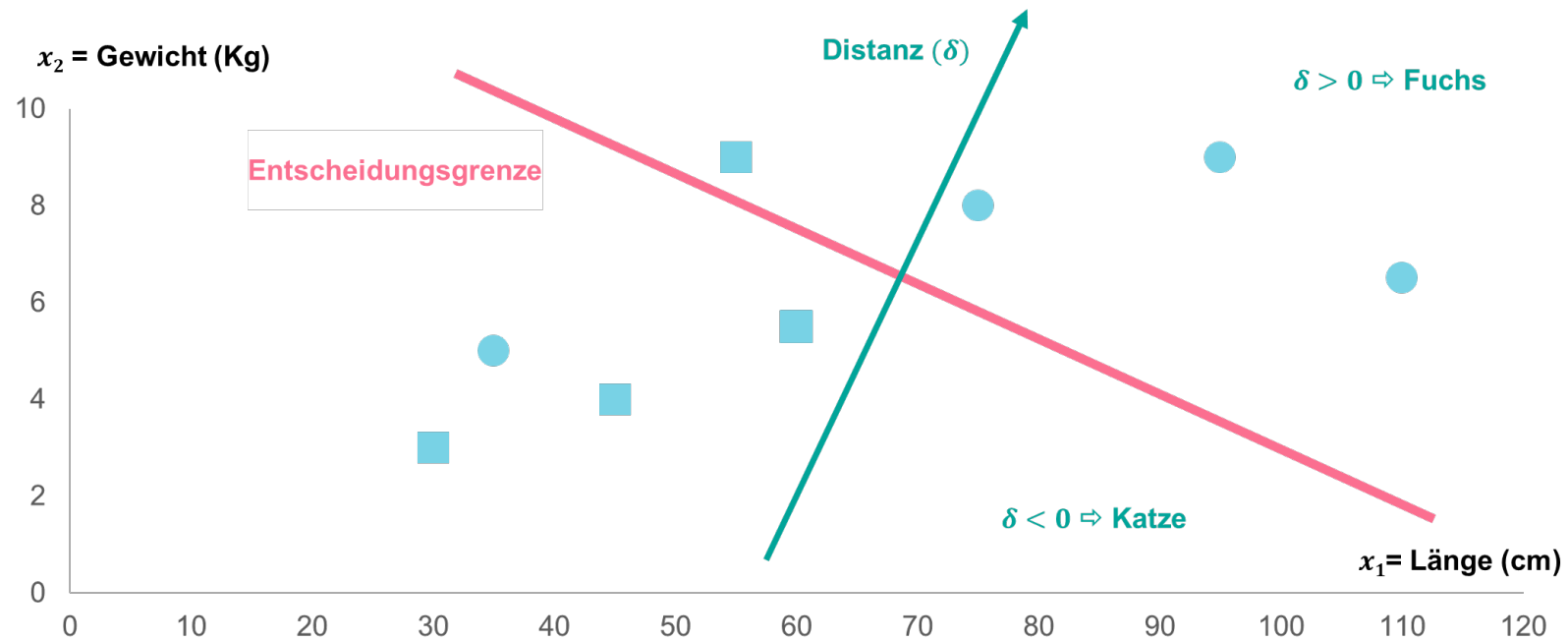
Problem 2 – Klassifikation

Ausgenommen von übergewichtige Katzen und hungrigen Füchsen, können wir die Ausgabe mittels linearen Entscheidungsgrenzen lösen.



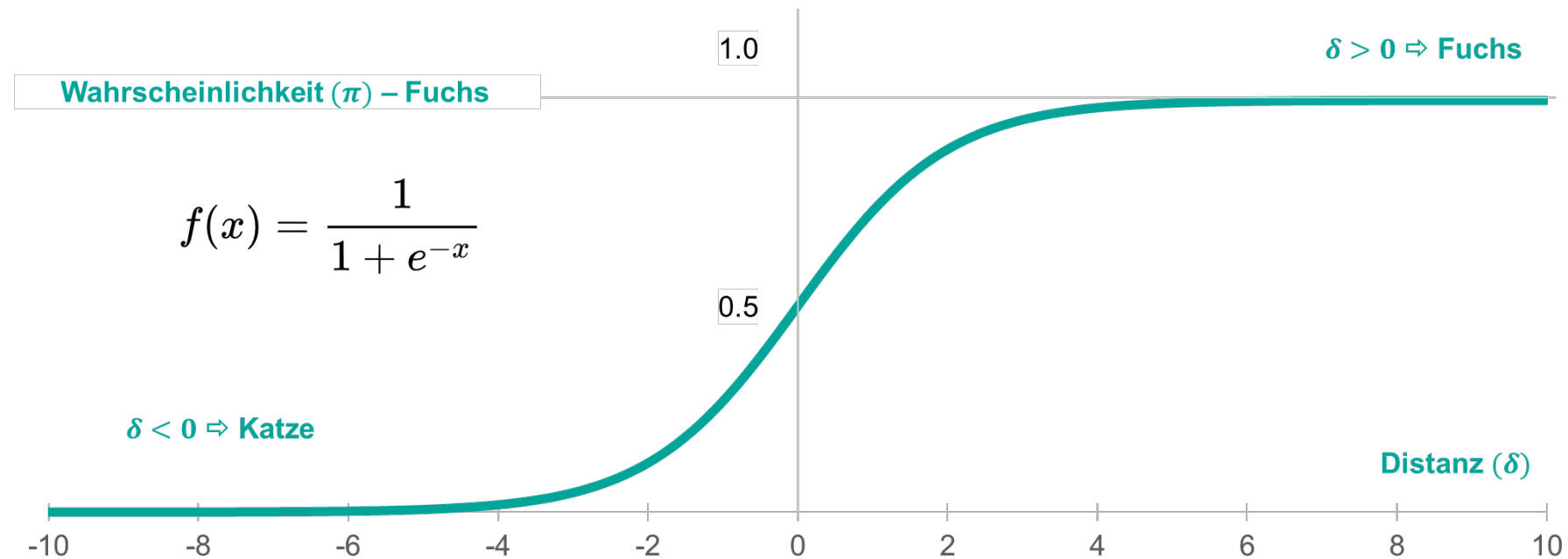
Problem 2 – Klassifikation

Je grössere die Distanz zur Entscheidungsgrenze, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es einer Fuchs ist.



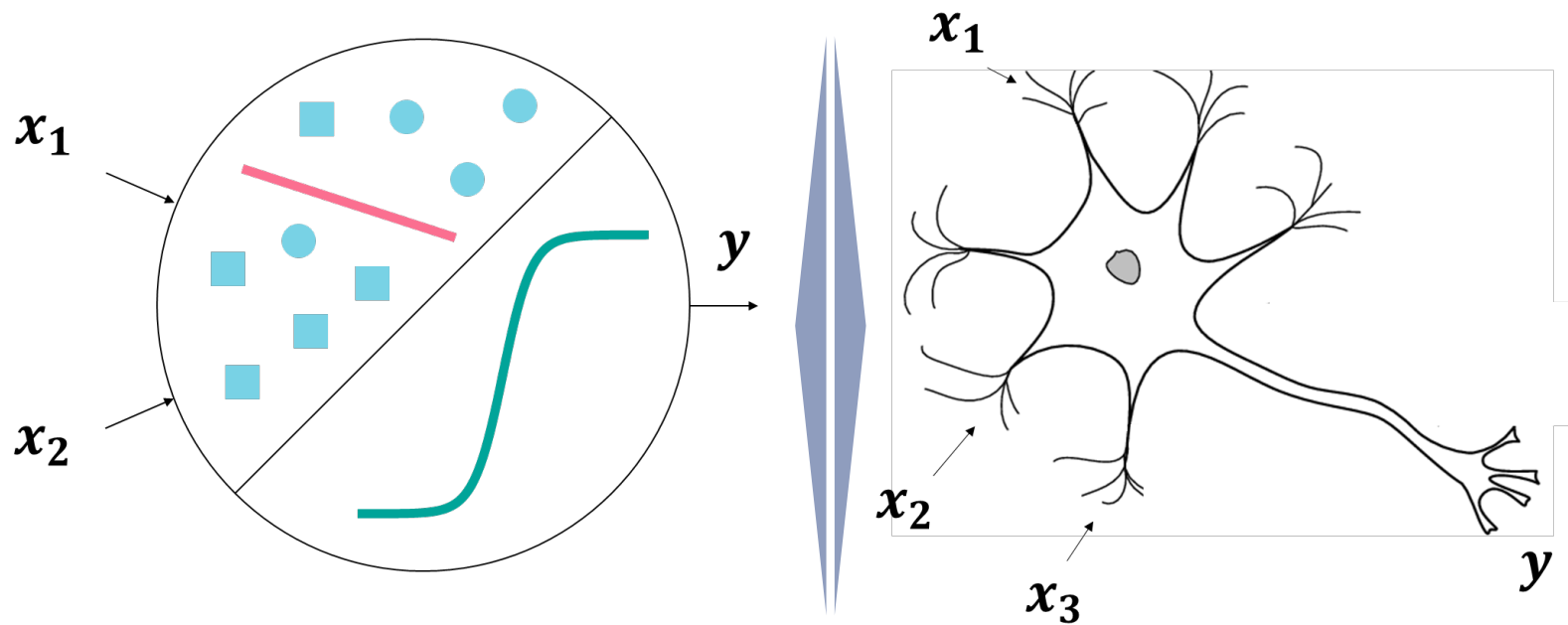
Die Sigmoid Funktion

Die Sigmoid Funktion hilft uns, die Distanz ($-\infty$ bis $+\infty$) in eine Wahrscheinlichkeit (**0** bis **1**) umzuwandeln.



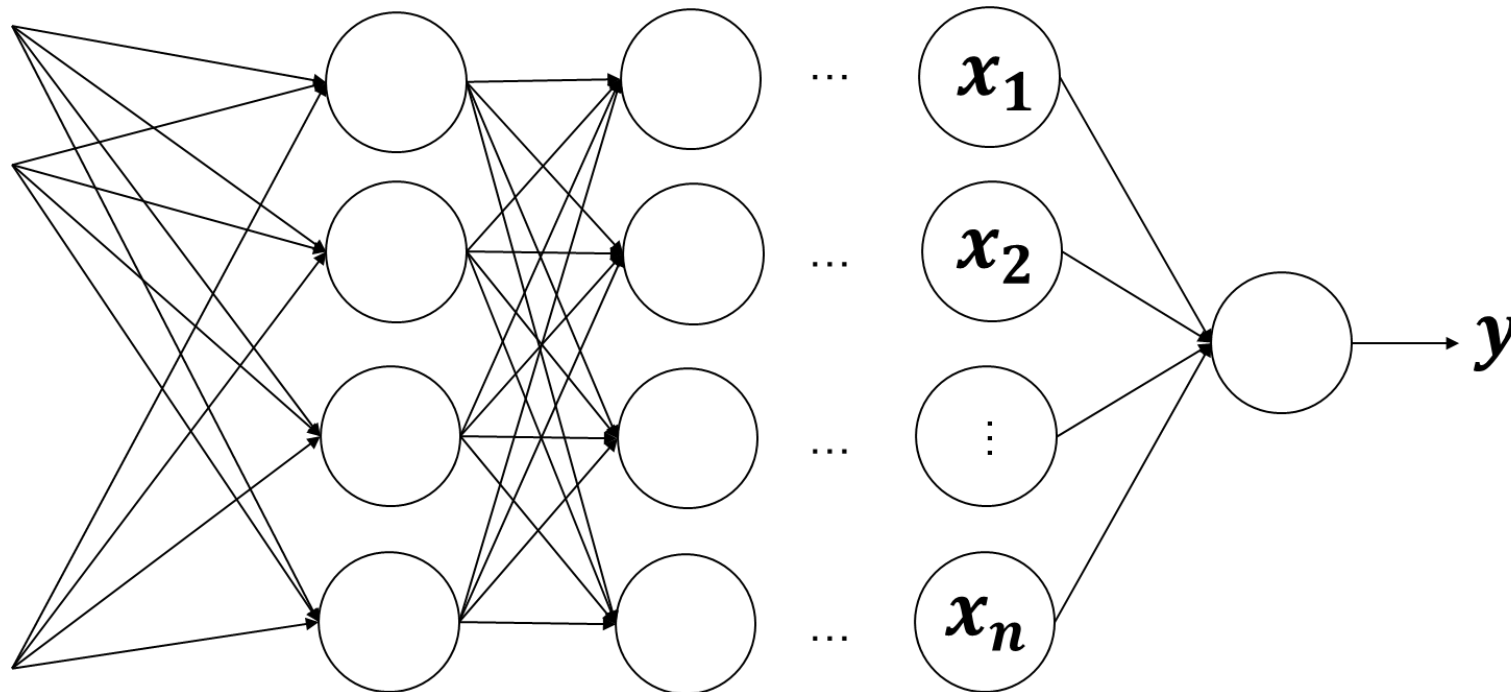
Das künstliche Neuron

Mit dem Abstand zur Entscheidungsgrenze und der Sigmoid Funktion haben wir ein Neuron aufgebaut.



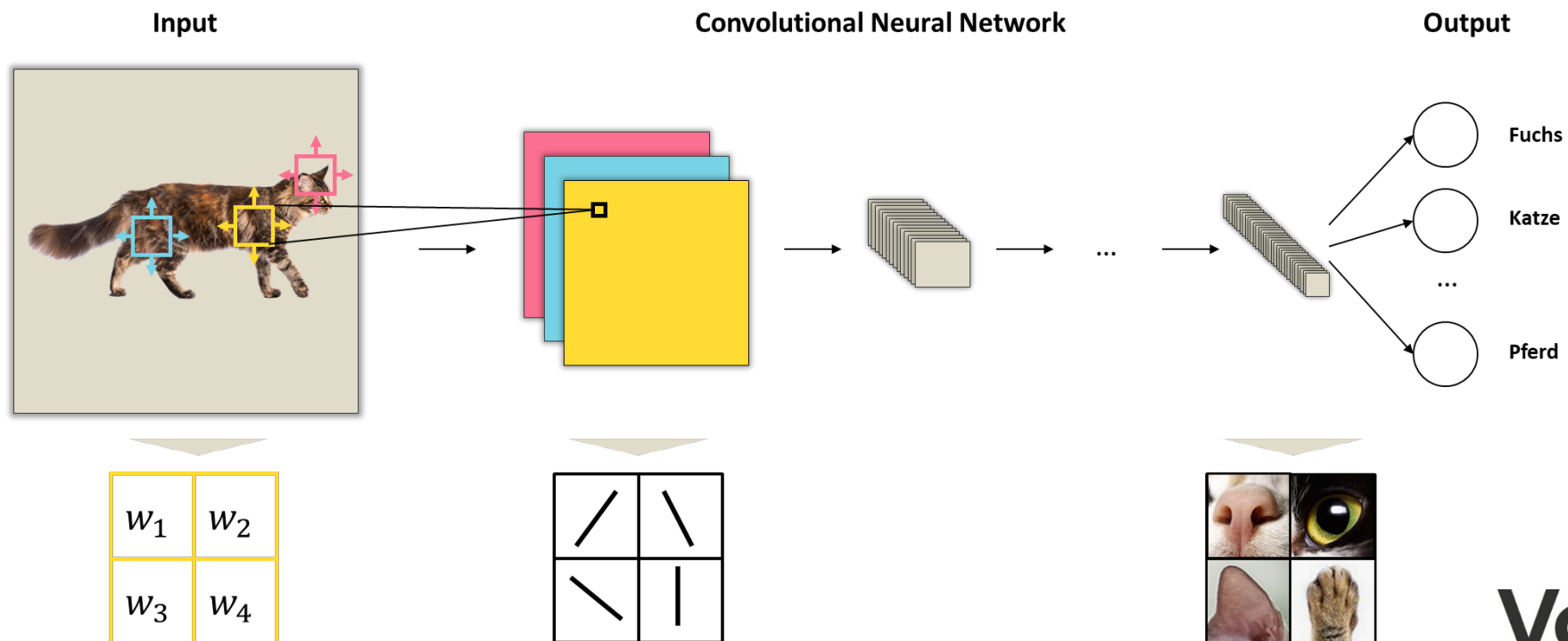
Das Neuronale Netz

Genau wie die Menschliche Intelligenz, wird ein neuronales Netz aus einzelnen künstlichen Neuronen aufgebaut.



Bild

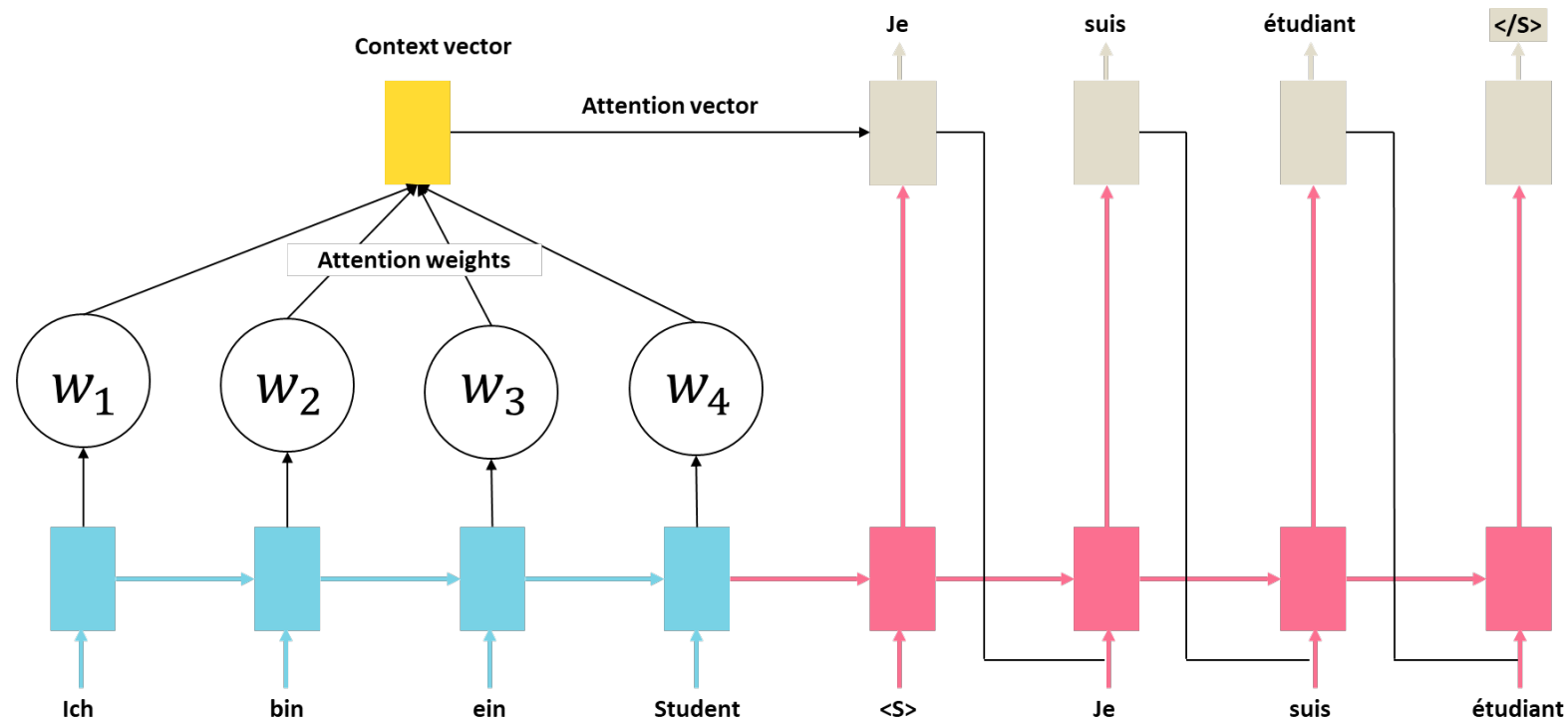
Das Convolutional Neural Network (CNN) versteht Bilder indem es hierarchische und nicht lineare Features lernt.



Vontobel

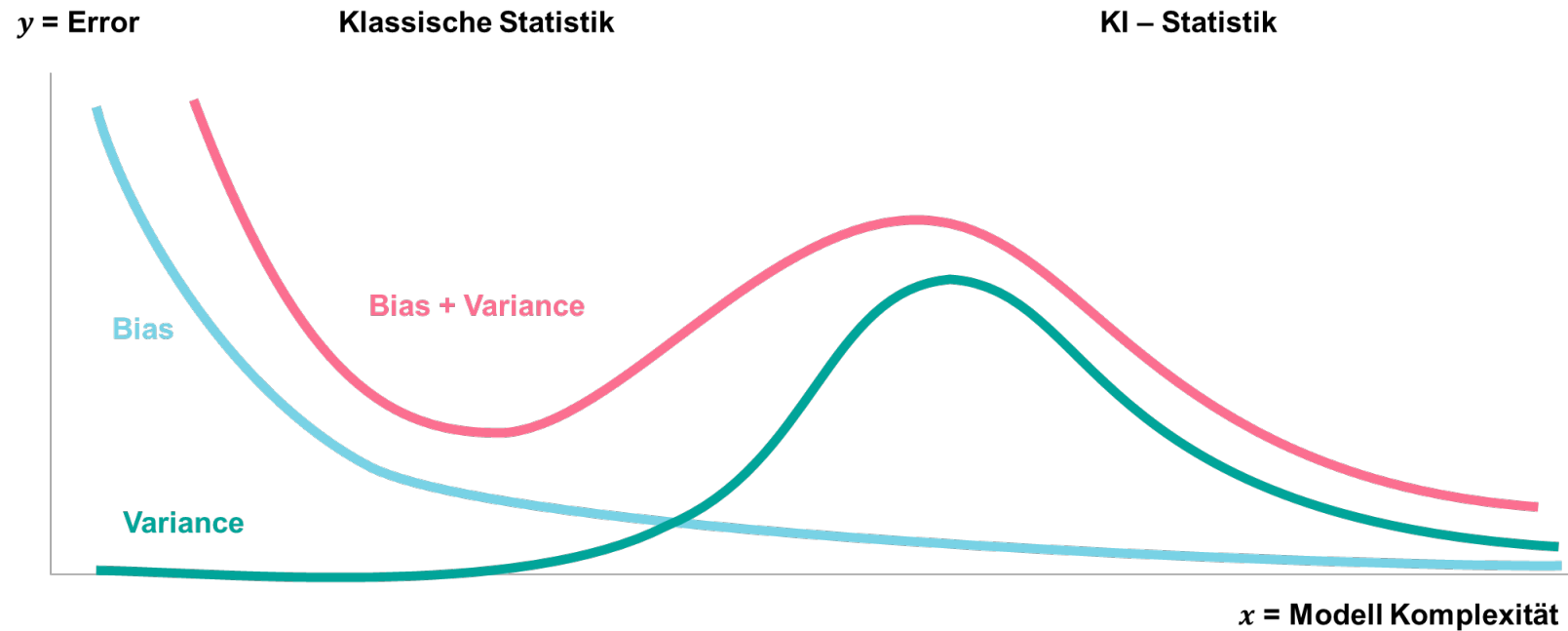
Text

Das Transformer Network versteht Sequenzen von Wörter und kann seine Aufmerksamkeit pro übersetztem Wort ändern.



Double Descent

Extrem überparametrisierte Netzwerke widersprechen unserem traditionellen Verständnis des Bias-Variance Kompromiss.



Rechtlicher Hinweis

Dieses Marketingdokument wurde durch ein oder mehrere Unternehmen der Vontobel-Gruppe (zusammen "Vontobel") für institutionelle Kunden erstellt.

Dieses Dokument dient nur zu Informationszwecken und ist weder eine Aufforderung zum Kauf oder Verkauf von Wertpapieren, noch zur Abgabe eines Kauf- oder Zeichnungsangebots.

Ausser soweit im Rahmen der anwendbaren Urheberrechtsgesetze vorgesehen, darf die hier wiedergegebene Information ohne die ausdrückliche Zustimmung von Vontobel weder in Teilen noch in ihrer Gesamtheit wiederverwendet, angepasst, einer Drittpartei zur Verfügung gestellt, verlinkt, öffentlich aufgeführt, weiterverbreitet oder in anderer Art und Weise übermittelt werden. Vontobel entbindet sich, soweit gemäss dem geltenden Recht möglich, von jeglicher Haftung für direkte oder indirekte Schäden oder Verluste, die sich aus den hier zur Verfügung gestellten Informationen oder deren Fehlen ergeben. Haftungsansprüche, die gegen uns infolge unterlassener oder unvollständiger Übermittlung dieser Informationen oder allfälliger Probleme mit diesen Informationen wegen Fahrlässigkeit, Vertragsbruch oder Gesetzesverstössen gegen uns gelten gemacht werden könnten, beschränken sich nach unserem Ermessen und soweit gesetzlich zulässig auf die erneute Bereitstellung dieser Informationen beziehungsweise eines Teils davon beziehungsweise auf die Zahlung eines dem Aufwand für die Beschaffung dieser Informationen oder eines Teils davon entsprechenden Geldbetrages. Weder dieses Dokument noch Kopien davon dürfen in Ländern zur Verfügung gestellt oder Personen in solchen Ländern zugänglich gemacht werden, wo dies aufgrund der geltenden Gesetze verboten ist. Personen, denen dieses Dokument zur Verfügung gestellt wird, sind verpflichtet, sich über solche Einschränkungen kundig zu machen und die lokalen Gesetze zu befolgen. Insbesondere darf dieses Dokument weder US-Personen zur Verfügung gestellt oder diesen ausgehändigt noch in den USA verbreitet werden.

