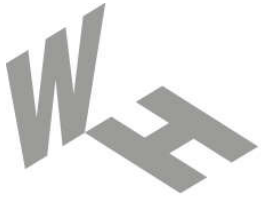


Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Künstliche Intelligenz *und* Cyber-Sicherheit

Prof. Dr. (TU NN)
Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
http://www.internet-sicherheit.de

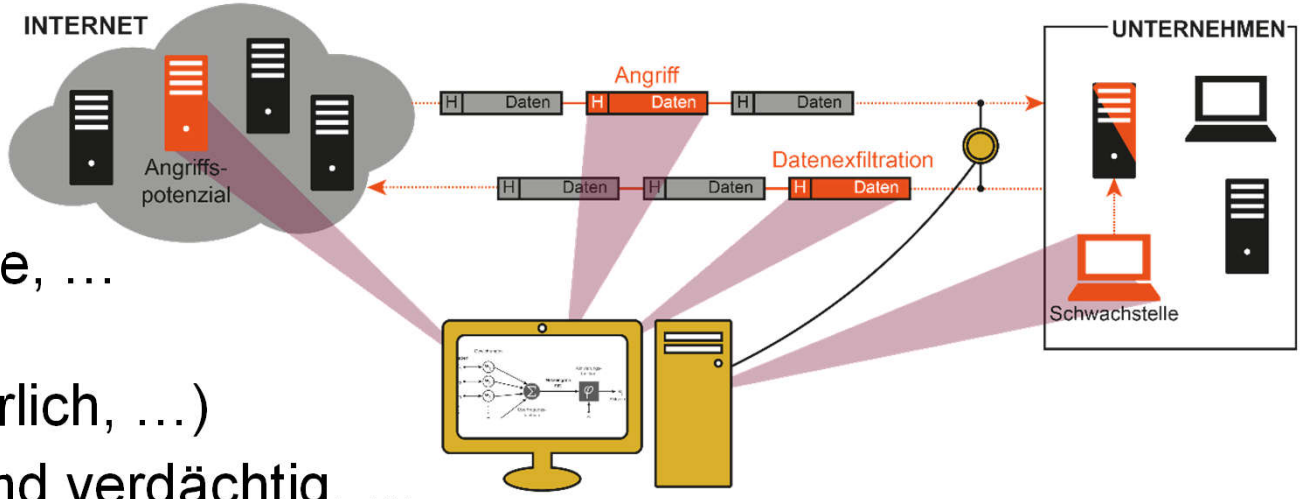
if(is)
internet-sicherheit.

KI und Cyber-Sicherheit
→ Inhalt

- **Einordnung**
  (Idee, Data Science, KI, ML, Workflow, Erfolgsfaktoren, …)
- **Maschinelles Lernen**
  (überwacht/unüberwacht, SVM, k-Means, h-Clustering, …)
- **Künstliche Neuromale Netze**
  (Idee, KNN, Deep Learning, …)
- **Anwendungen KI und Cyber-Sicherheit**
  (Alert-System für Online-Banking, passive Authentifikation, …)
- **Angriffe auf maschinelles Lernen**
  (Idee, Trainingsdaten, Verkehrszeichen, …)
- **Künstliche Intelligenz und Cyber-Sicherheit**
  (Dual-Use, Herausforderungen, Chancen und Risken, …)
- **Ergebnis und Ausblick**

Künstliche Intelligenz
→ und Cyber-Sicherheit

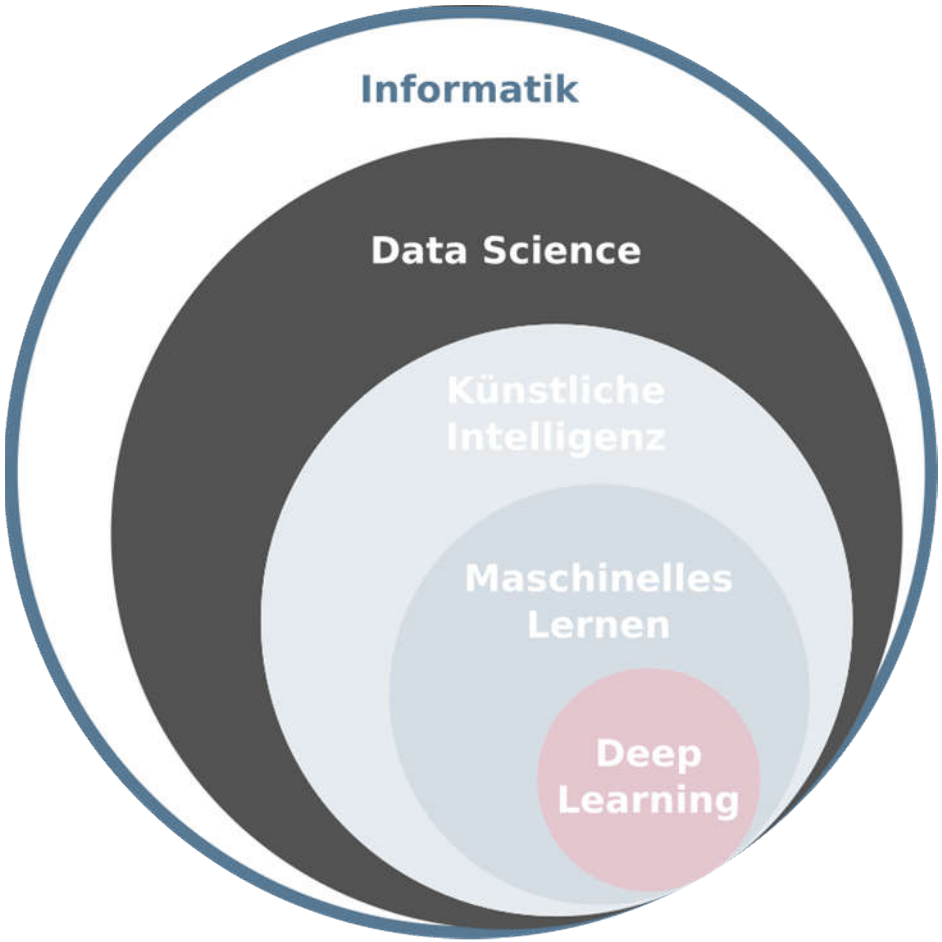
- Die **Erkennungsrate von Angriffen** wird durch KI deutlich **erhöht**
  - Netzwerk, IT-Endgeräte, …
  - adaptive Modelle (selbständig, kontinuierlich, …)
  - Unterschied: normal und verdächtig, …



- **Unterstützung / Entlastung von Cyber-Sicherheitsexperten** *(von denen wir nicht genug haben)*
  - Erkennen von **wichtigen** sicherheitsrelevanten Ereignissen *(Priorisierung)*
  - **(Teil-)Autonomie** bei Reaktionen, … Resilienz, …

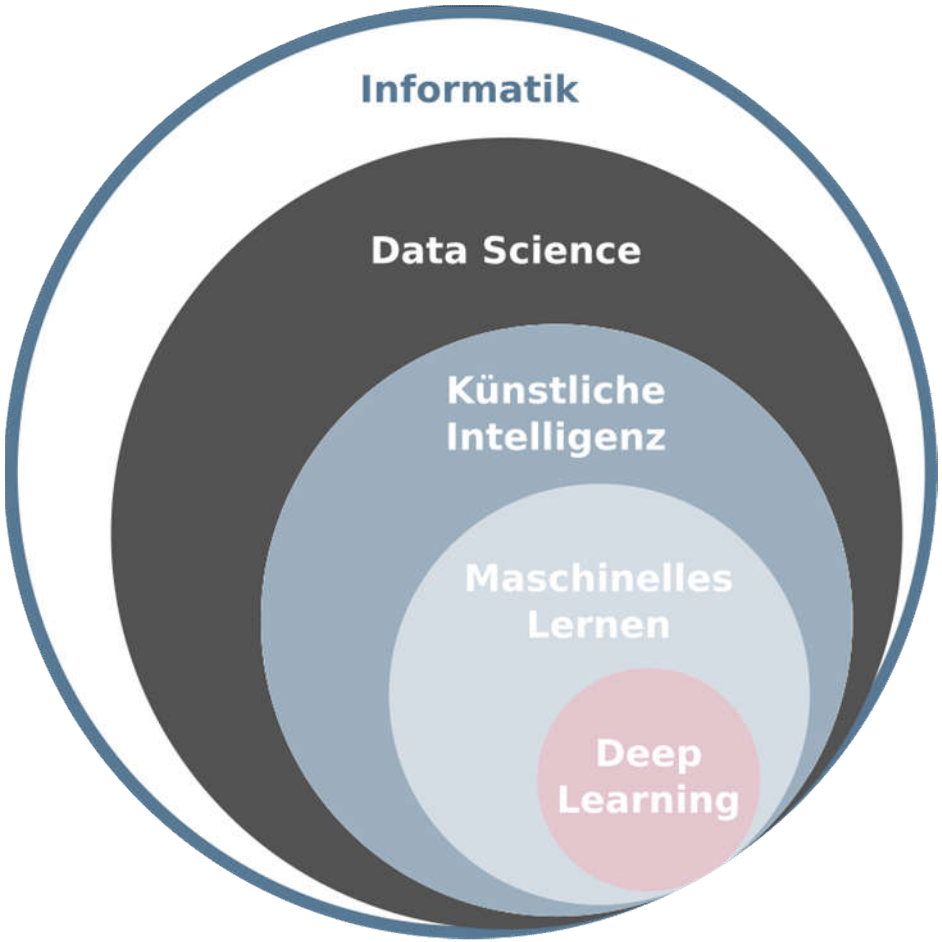
- Die **Wirkung** von Cyber-Sicherheitslösungen **erhöhen**
  - Leisten einen Beitrag zu einer erhöhten Resilienz und Robustheit
  - Z.B.: Risikobasierte und adaptive Authentifizierung

Einordnung
→ Data Science

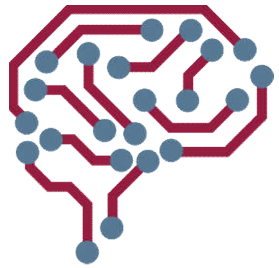


- **Data Science** bezeichnet generell die **Extraktion von Wissen aus Daten**.
- **Da es immer mehr Daten gibt, kann auch immer mehr Wissen daraus abgeleitet werden.** *(Wichtig: Daten müssen Informationen erhalten)*
- Abgrenzung zur künstlichen Intelligenz:
  - Statistiken
  - Kennzahlen
  - Datenerhebung

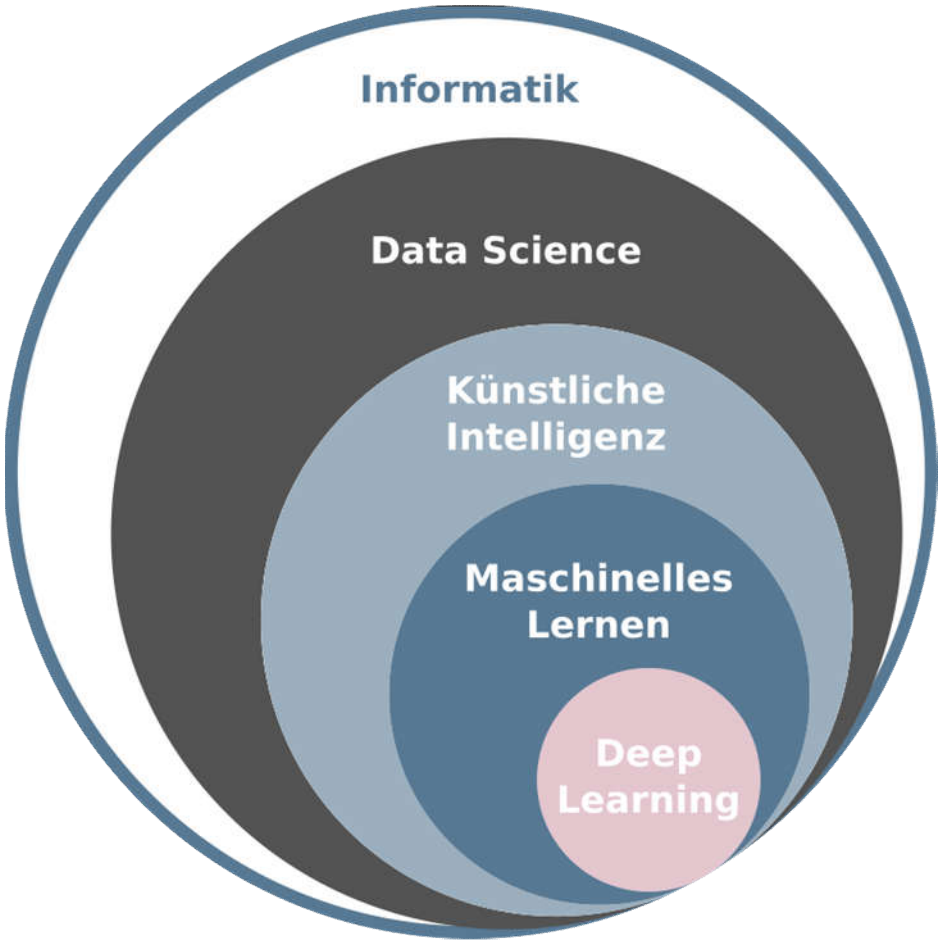
Einordnung
→ Künstliche Intelligenz



- **Künstliche Intelligenz** ist ein Fachgebiet der Informatik
- setzt intelligentes Verhalten in Algorithmen um
- (Ziel)
  - **automatisiert „menschenähnliche Intelligenz“ nachzubilden**.
  - **Starke „Künstliche Intelligenz“** (Zukunft)
    - Superintelligenz
    - **Singularität** („Maschine“ verbessert sich selbst, sind intelligenter als Menschen)

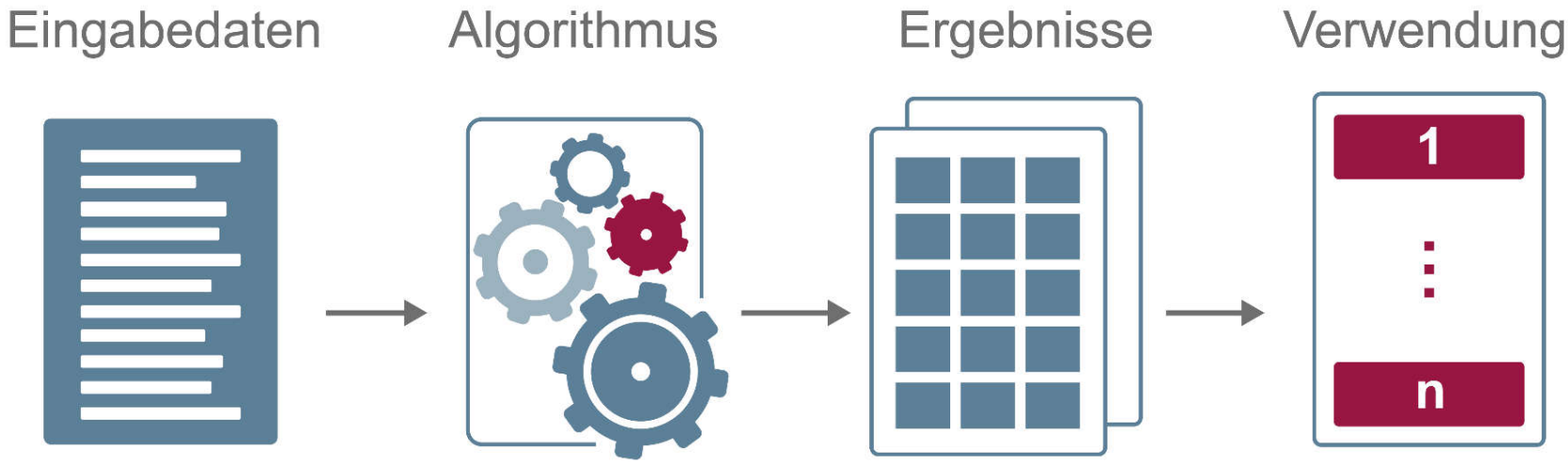


Einordnung
→ Maschinelles Lernen



- **Maschinelles Lernen** ist ein Begriff für die „künstliche“ **Generierung von Wissen aus Erfahrung** (in Daten) durch Computer.
- In **Lernphasen** lernen entsprechende ML-Algorithmen aus Beispielen (*alte Daten*) **Muster und Gesetzmäßigkeiten**.
- Daraus erstehende Verallgemeinerungen können auf neue Daten angewendet werden.
- **Schwache „Künstliche Intelligenz“** (wird heute erfolgreich umgesetzt)

Maschinellen Lernens
→ Workflow



Eingangsdaten

Qualität: Inhalt, Vollständigkeiten, Repräsentativität, … Aufbereitung

Algorithmen (ML)

Support-Vector-Machine (SVM), k-Nearest-Neighbor (kNN), … Deep Learning

Ergebnisse

Ergebnisse aus der Verarbeitung (Algorithmus) der Eingangsdaten …

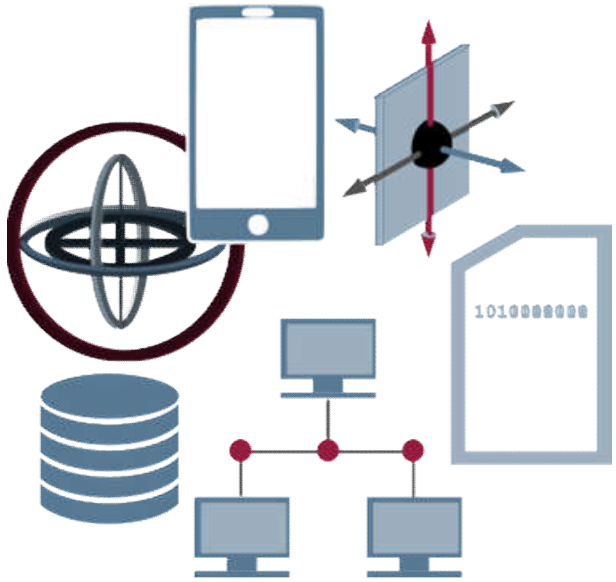
Verwendung

Die Anwendung entscheidet, wie Ergebnisse verwendet werden *(Vertrauen)*.

Erfolgsfaktoren – KI / ML
→ Eingabedaten

Erfolgsfaktor: Immer **mehr** vorhandene **Daten**

- ***Smartphone, SmartWatch*** (körpernah, personenorientiert)
  - Lage- und Beschleunigungssensoren, Nutzereingaben, Benutzerverhalten
- ***Computer***
  - Nutzereingaben, Benutzerverhalten, Log Daten
- ***Netzwerke, Netzwerkkomponenten (Router, Firewall, …)***
  - Protokolldaten, Log Daten
- ***Web-Dienste***
  - Benutzerverhalten, …
- ***IoT (Internet of Things)***
  - Sensorik und Aktorik
- ***Auto, …***



Erfolgsfaktoren – KI / ML
→ Leistungsfähige IT und Algorithmen

Erfolgsfaktor: **Leistungsfähigkeit** der IT-Systeme

- **enorme Steigerung** (CPU, RAM, …) 20 CPU Kerne, 64 GB Arbeitsspeicher, 1 TB SSD, usw. Spezial-Hardware: GPUs, FPGA, TensorFlow PU (TPU),…

  … Parallelisierung, Kommunikationsgeschwindigkeiten, spezielle Software-Frameworks, …
- **leistungsfähige Cloud-Lösungen**, wie Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform und die IBM Cloud.

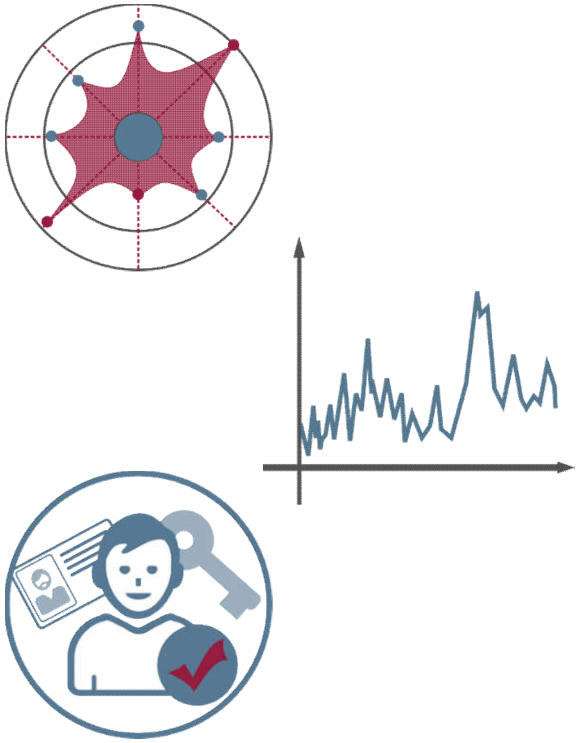
Erfolgsfaktor: **Algorithmen**

- Immer **bessere Algorithmen**
- Immer **mehr Erfahrungen** mit dem Umgang
- Immer **einfacherer Zugang** zu den Technologien und Diensten
- Beispiele: Support-Vector-Machine (SVM), k-Nearest-Neighbor (kNN), k-Means-Algorithmus, Hierarchische Clustering-Verfahren, Convolutional Neural Network

Künstliche Intelligenz
→ Ergebnisse und Verwendung

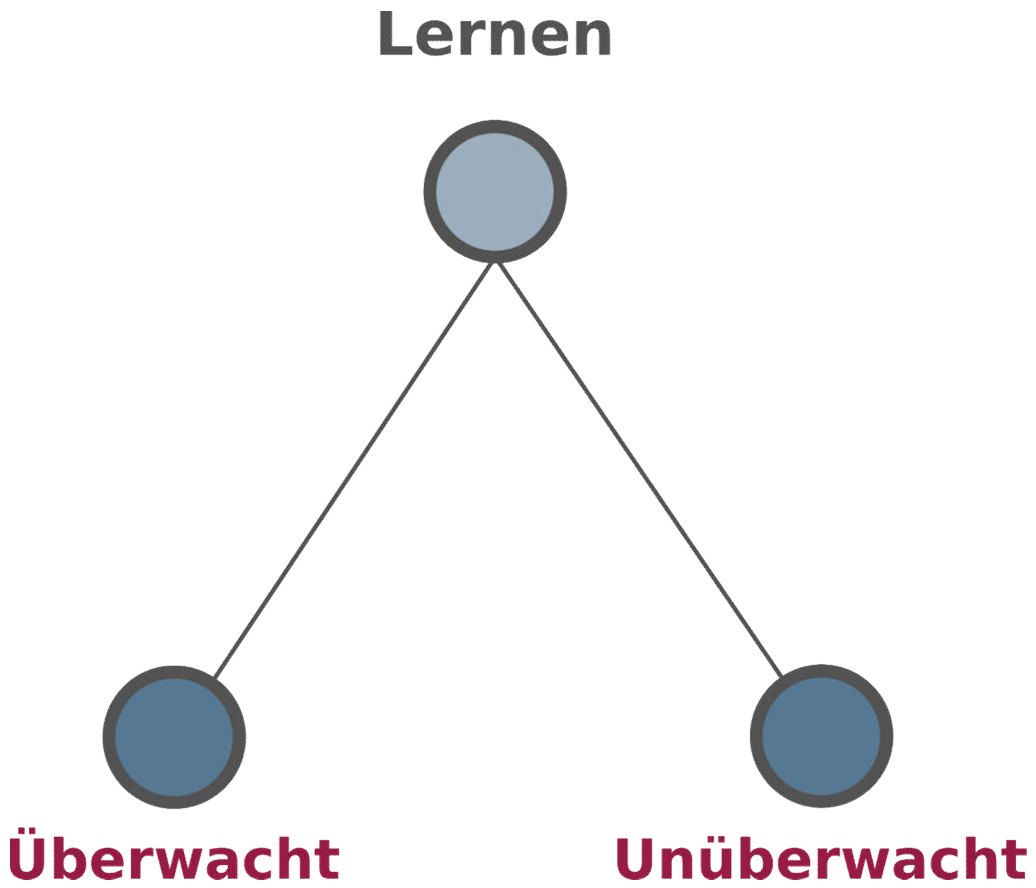
Ergebnisse sind **Modelle** zu den gelernten Eingabedaten

- **Nutzung** der Modelle führt zur konkreten **Anwendung**, z.B.:
  - **Klassifizierung** der Eingangsdaten, wie ***Erkennung von Angriffen***
  - **Numerische Werte**, wie Hinweise zur ***Verbesserung eines Produkts***
  - **Binäre Werte**, wie eine ***erfolgreiche biometrischer Authentifizierung***



Verwendung: Policy, wie die Ergebnisse genutzt werden sollen.

Maschinelles Lernen
→ Kategorien des Lernens

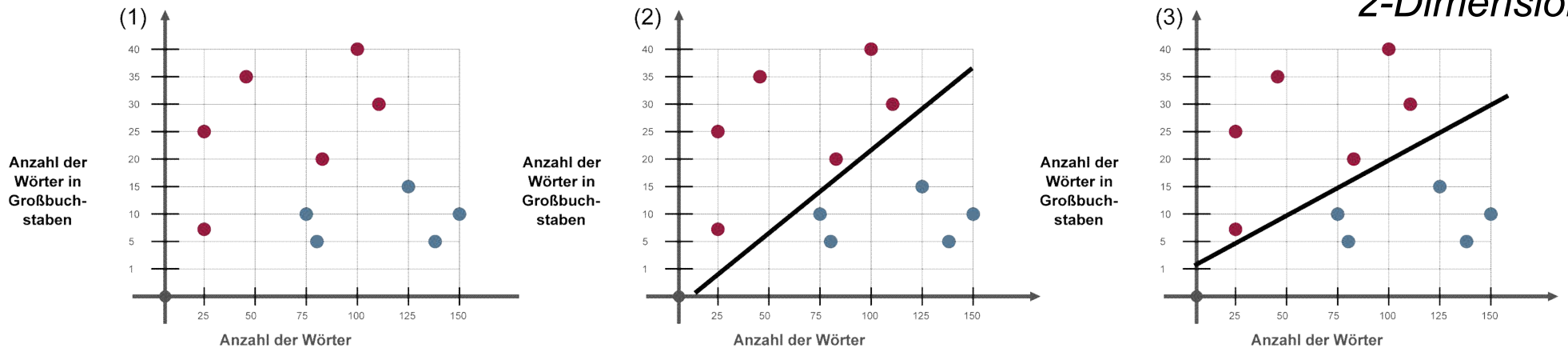


ML-Algorithmus
→ Überwachtes Lernen

- Ziele des überwachten Lernens
  - **Regression:** Vorhersagen von numerischen Werten
  - **Klassifizierung:** Einteilung von Daten in Klassen
- Beispiel: Erkennung von Spam-Mails
- Eingabedaten enthalten **erwartete Ergebnisse**
- **Einteilung der Daten in Trainings- und Testmengen** (*kontinuierlich* lernen)
- Ziel: Selbständig Ergebnisse generieren
- **ML-Algorithmus, z.B.:**
  - Support-Vector-Machine (SVM)
  - k-Nearest-Neighbor (kNN)

ML-Algorithmus
→ SVM - Beispiel Training (Spam)E-Mail

2-Dimensional



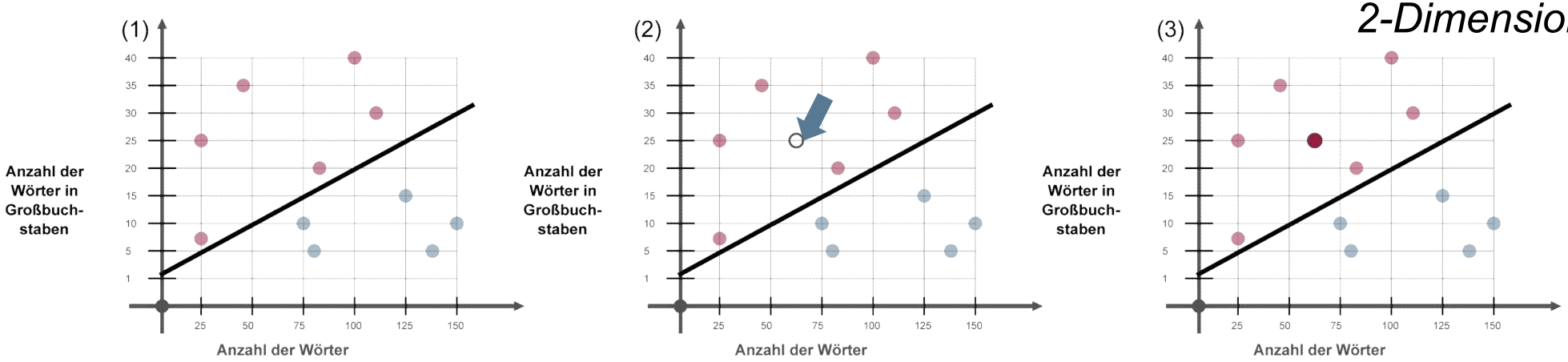
„Wissen aus Erfahrung“

Anzahl Wörter	25	25	47	75	79	82	100	110	125	140	150
Anzahl Wörter in Großbuchstaben	7	25	35	10	5	20	40	30	15	5	10
Spam-E-Mail	**ja**	**ja**	**ja**	**nein**	**nein**	**ja**	**ja**	**ja**	**nein**	**nein**	**nein**

- **Input-Daten (1):**
  - E-Mails mit entsprechender Klassifikation **Spam** / **kein Spam**
- **ML-Algorithmus (2):**
  - **Ermittlung** der Geraden, welche die Daten trennen
  - **Bestimmung** der besten Geraden
- **Output (3):**
  - Gerade als **Modell zur Klassifizierung** von E-Mails als **Spam** / **kein Spam**

ML-Algorithmus
→ SVM - Beispiel Spam - Erkennung

2-Dimensional



„auf neue Daten anwenden“

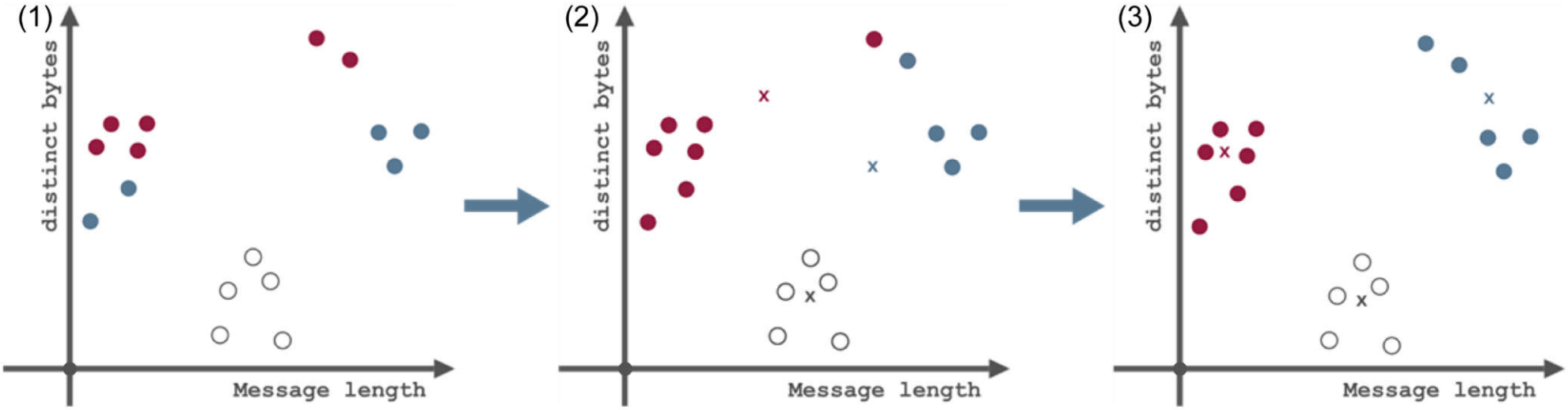
Anzahl Wörter	25	25	47	75	79	82	100	110	125	140	150	**63**
Anzahl Wörter in Großbuchstaben	7	25	35	10	5	20	40	30	15	5	10	**25**
Spam-E-Mail	**ja**	**ja**	**ja**	**nein**	**nein**	**ja**	**ja**	**ja**	**nein**	**nein**	**nein**	**?**

- **Input-Daten (1):**
  - **Modell** zur Erkennung von möglichen Spam-Mails
  - **zu beurteilende E-Mail** (z.B.: 63/25)
- **ML-Algorithmus (2):**
  - Berechnung der Lage der zu untersuchenden **E-Mail (63/25)**
- **Output (3):**
  - Lage der Punkte zum Modell klassifiziert die E-Mail als **Spam-Mail**

ML-Algorithmus
→ Unüberwachtes Lernen

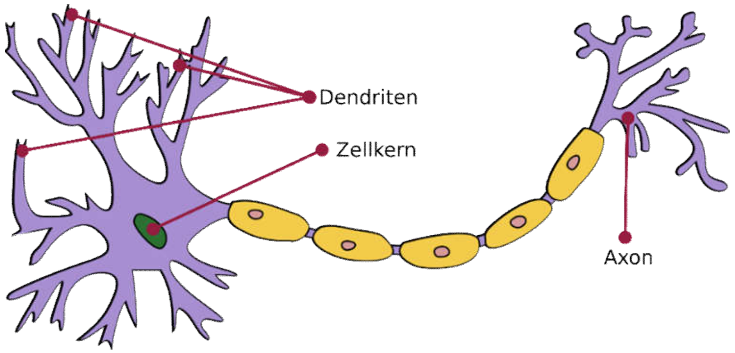
- **Stärke im Suchen nach Mustern in unklassifizierten Daten**
- Erwartungshaltung an diesen Ansatz:
  - Muster erkennen, die vorher **anders nicht greifbar waren** (Komplexität)
- ML-Algorithmus lernt selbstständig
- Klassische Fehler werden in diesem Sinne nicht produziert
- **ML-Algorithmus**
  - Clustering setzt ähnliche Datengruppen miteinander in Verbindung, z.B.:
    - k-Means-Algorithmus
    - Hierarchische Clustering-Verfahren
- **Problem:** Lernt der ML-Algorithmus in die gewünschte Richtung?

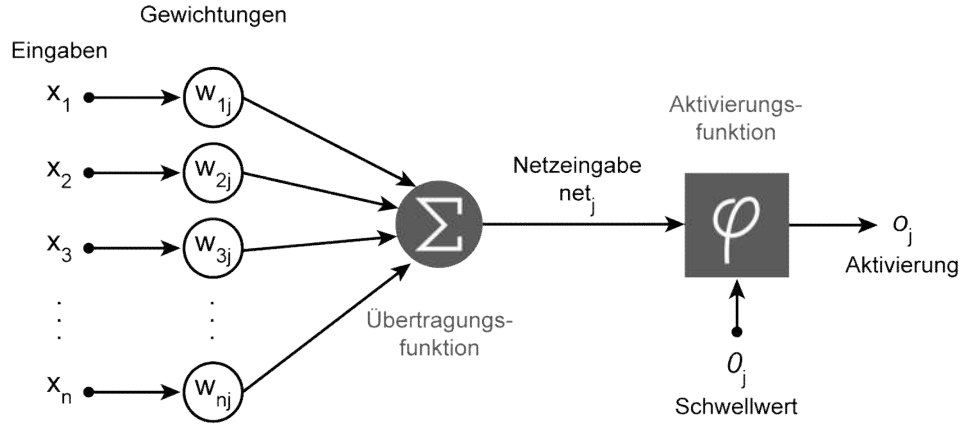
ML-Algorithmus
→ k-Means-Algorithmus - Beispiel



- **Input-Daten (1):**
  - Daten von Malware *(Palevo, Virut, Mariposa)*
  - Abstandsmaß
  - k = 3
  - Initiale Zuordnung nach Message length, distinct bytes
- **ML-Algorithmus (2):**
  - Berechnung der Durchschnitte
  - Zuordnung der Elemente zur Malwareart mit dem nächsten Zentroid
  - Neuberechnung der Zentroide und erneute Zuordnung
- **Output (3):**
  - Einteilung der Malware in die drei Malwarearten
    - Rot = Virut
    - Weiß = Palevo
    - Blau = Mariposa

Künstlich Neuronale Netze (KNN)
→ Netze aus künstlichen Neuronen

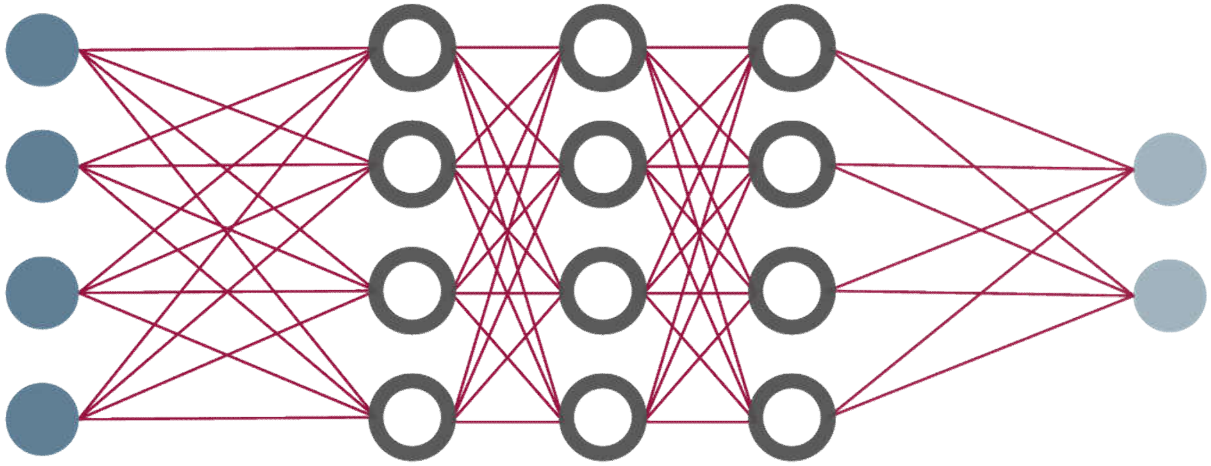




- **Biologisches Neuron:**
  - Dendriten:
    - Reizaufnahme (Signaleingang)
  - Axon:
    - Leitet die Informationen weiter (Signalausgang)
  - Zellkern:
    - Reizverarbeitung (Signalerverarbeitung)

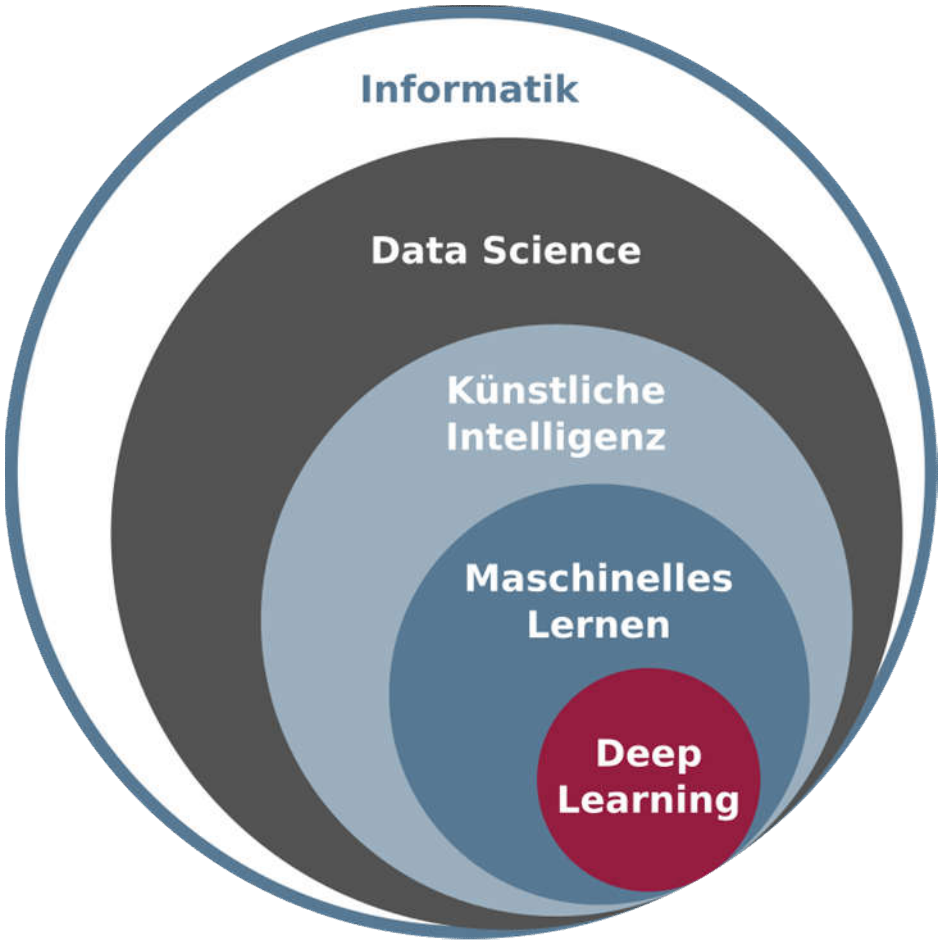
- **Künstliches Neuron:**
  - Übertragungsfunktion:
    - Berechnet anhand der Summe der Wichtungen, der Eingaben, die Netzeingabe
  - Aktivierungsfunktion/ Ausgabefunktion:
    - Ausgabe der Information
  - Schwellenwert:
    - Wert eines Reizes, bei dem das Neuron aktiviert wird

Künstlich Neuronale Netze (KNN)
→ Schichten in einem KNN



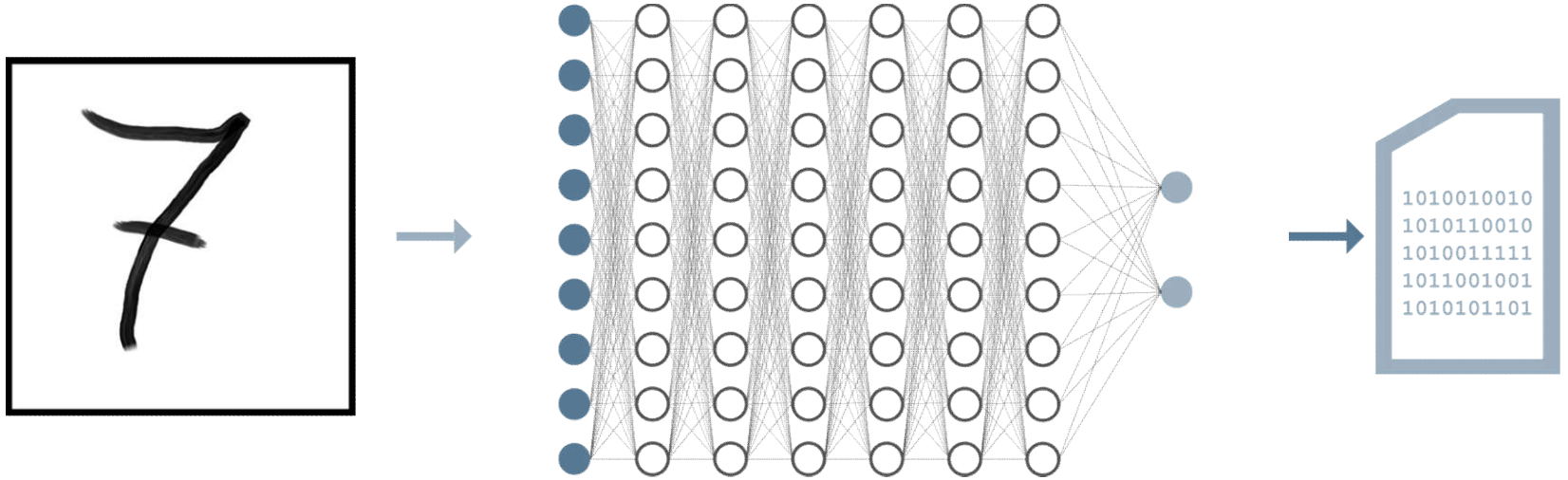
- **Eingabeschicht:**
  - Eingabeneuronen *(z.B. Ohren, Retina oder Haut)*
  - Eingabedaten werden in geeignete Repräsentation überführt
- **Verdeckte Schichten:**
  - Je nach Komplexität der Aufgabe 1-N verknüpfte Neuronen
  - Erkennung von simplen Mustern und Strukturen
  - Mit jeder Schicht werden immer komplexere Merkmale herausgefiltert
- **Ausgabeschicht:**
  - Ausgabe sämtlicher möglicher Repräsentationen der Ergebnisse

Einordnung
→ Deep Learning



- Maschinelles Lernen wird noch effektiver durch:
  - **Deep Learning**
- Deep Learning ist eine Spezialisierung des maschinellen Lernens
- *Nutzt vorwiegend neuronale Netze*
  - ***Erlaubt unvollständige Daten***
  - ***Erlaubt Rauschen und Störungen***
- Kommt dem „menschlichen Gehirn“ am nächsten

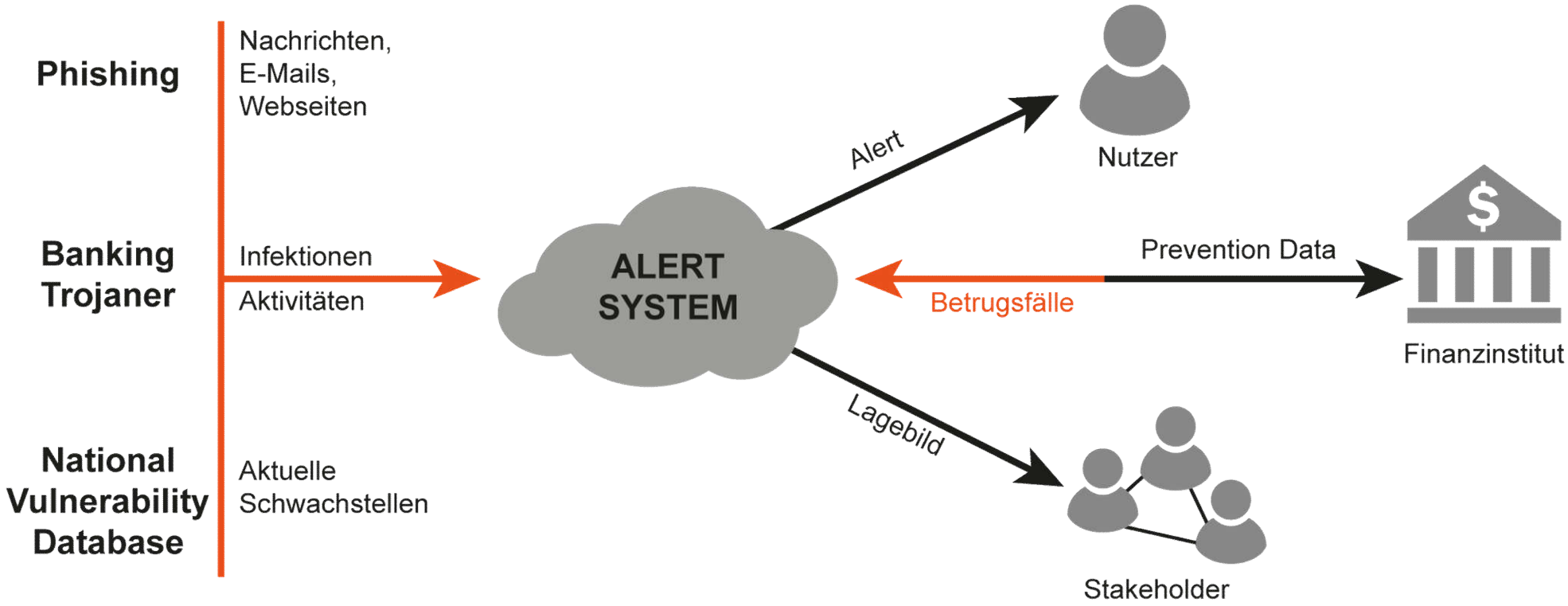
Deep Learning
→ Handschrifterkennung - Beispiel



Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	**7**	8	9
Übereinstimmung	0 %	7 %	1%	0 %	4 %	0 %	0 %	**85 %**	0 %	3 %

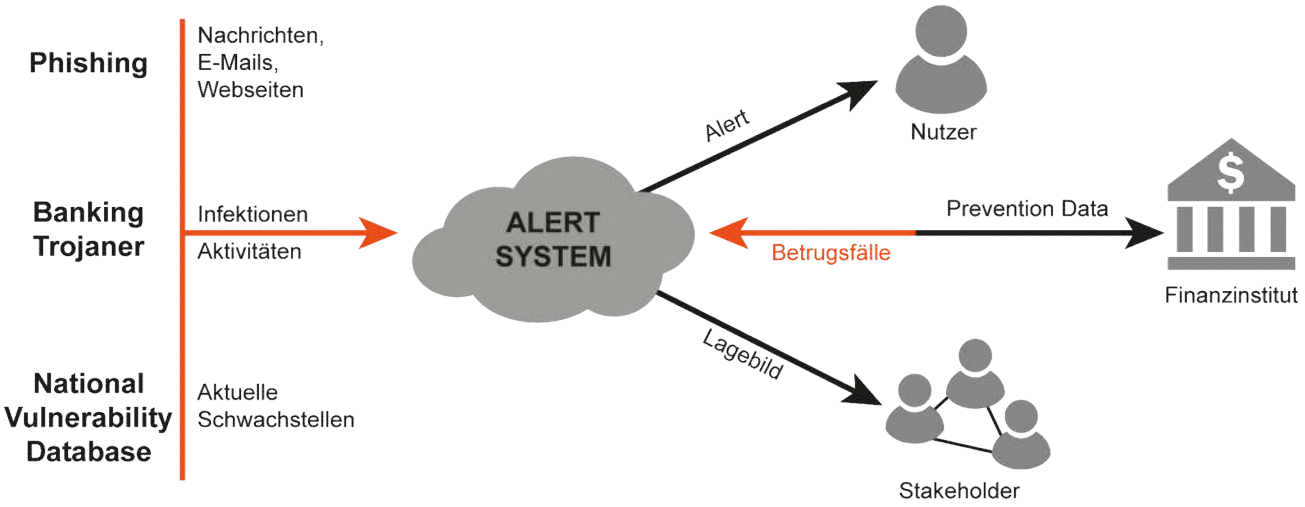
- **Input-Daten (1):**
  - Bilddatei mit einer Zahl (7), die klassifiziert werden soll
- **ML-Algorithmus (2):**
  - Eingabedaten werden in den künstlichen Neuronen in den Schichten verarbeitet
  - Z.B. mit Hilfe eines Convolutional Neural Network (CNN)
- **Output (3):**
  - Tabelle mit einer Verteilung der **Wahrscheinlichkeiten** für eine Übereinstimmung mit **einer Ziffer**

Alert-System für Online-Banking
→ Konzept



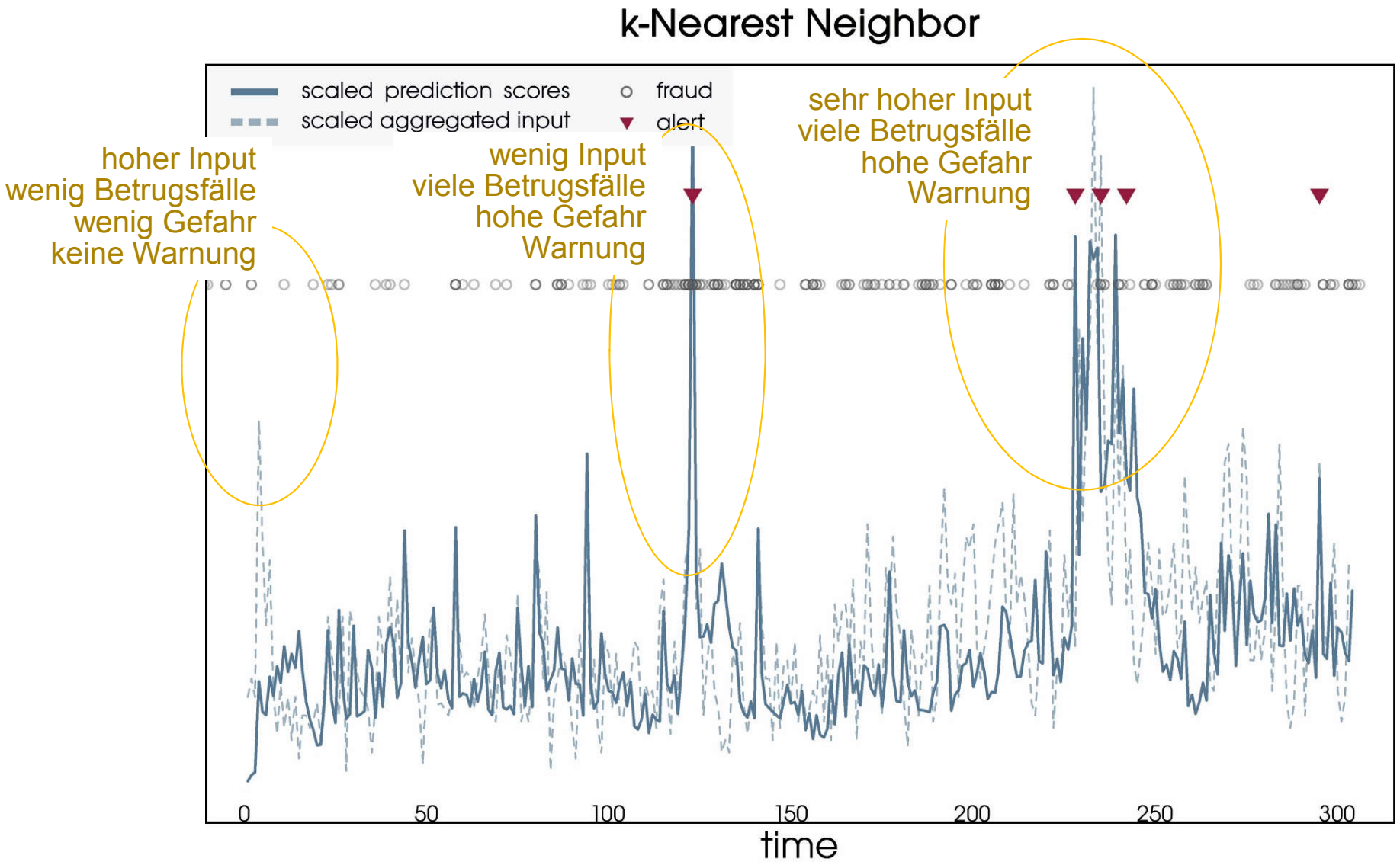
Alert-System für Online-Banking
→ Zahlen für den Testzeitraum von 456 Tage

- 1.904 Nachrichten (Phishing-Angriff) – „Stackoverflow-Netzwerk“
- 5.589 **E-Mail** (Phishing-Angriff) – „Spam Archive“
- 2.776 Phishing-**Webseiten** – „PhishTank“
- 23.184 **Infektionen** von Banking-Trojaner (Malware) – Anti-Malwarehersteller
- 875 relevante **Schwachstellen** (NVD)
- 459 erfolgreiche **Betrugsfälle** im Online-Banking - Bankengruppe



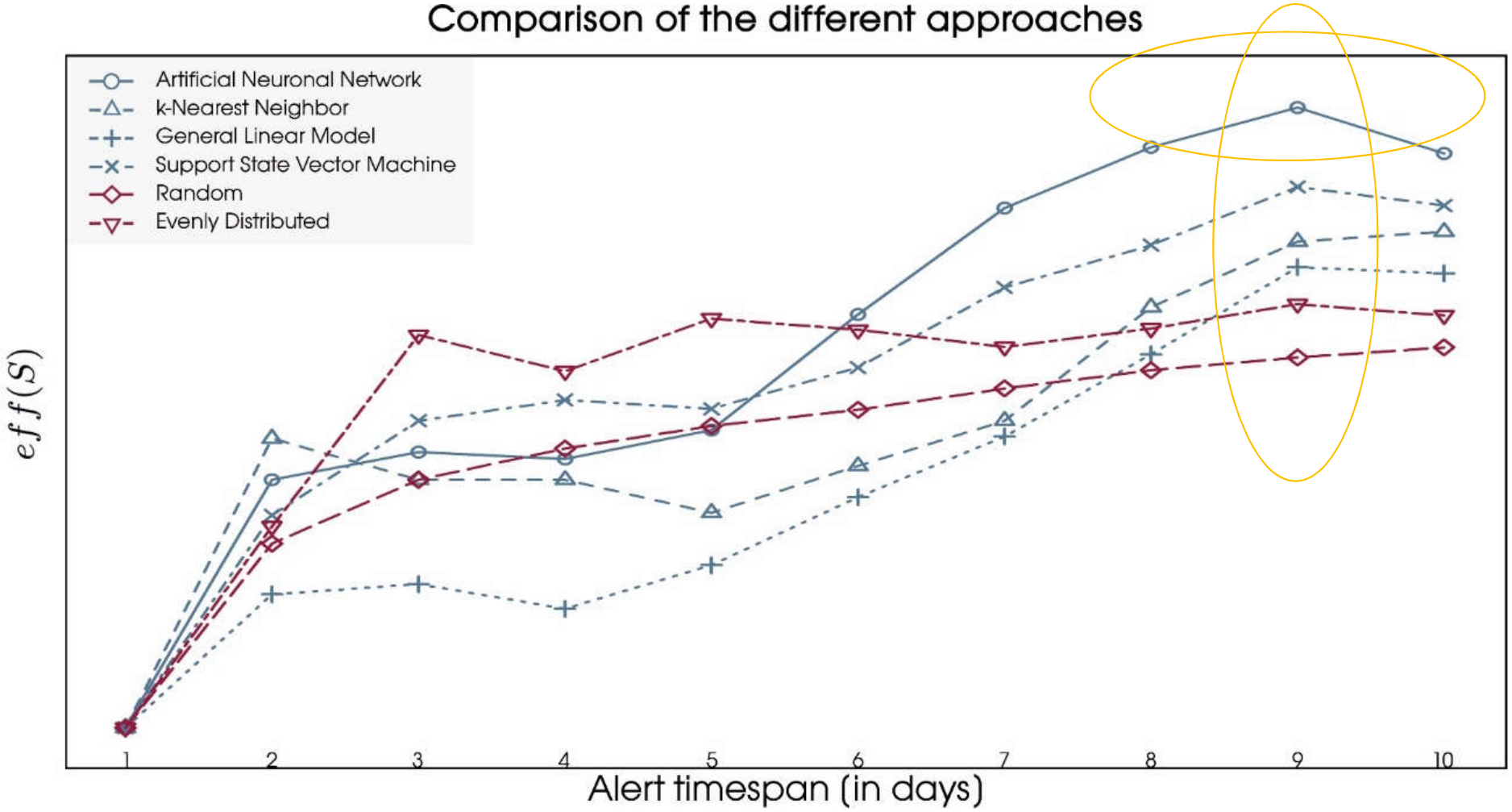
$^1/_3$ des Zeitraums zum Training (152 Tage) $^2/_3$ zur Evaluation (304 Tage)

Ergebnis einschätzen
→ k-Nearest Neighbor

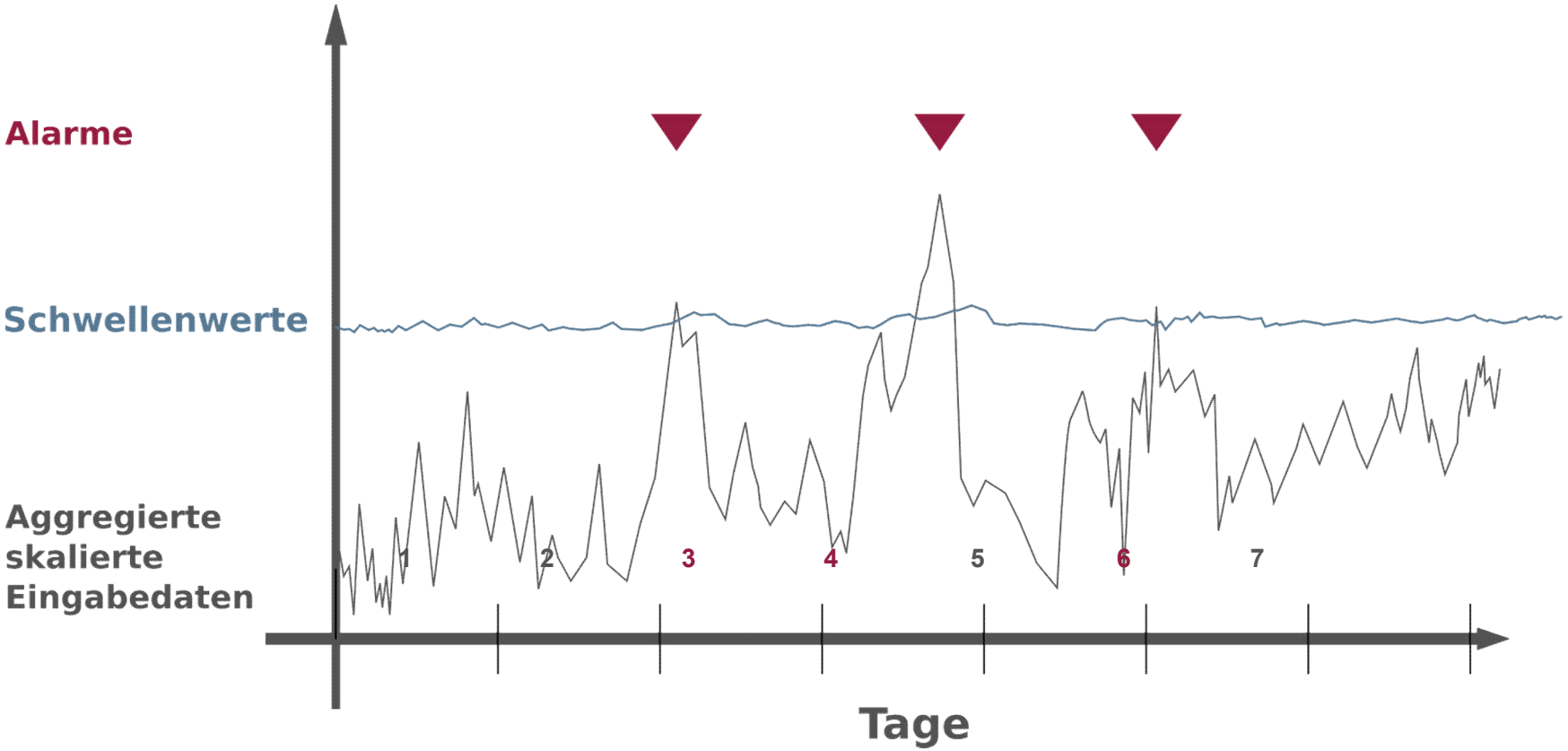


Ergebnisse
→ Vergleich der verschiedenen Verfahren

„Aber, drei Mal soviel Zeit für das Trainieren“



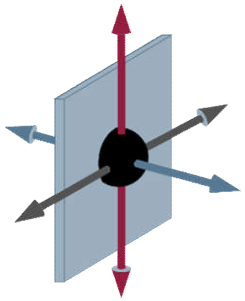
Alert-System für Online-Banking
→ Ergebnis

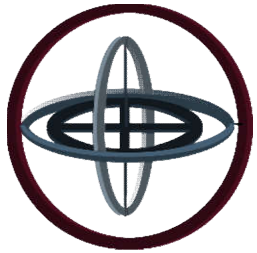


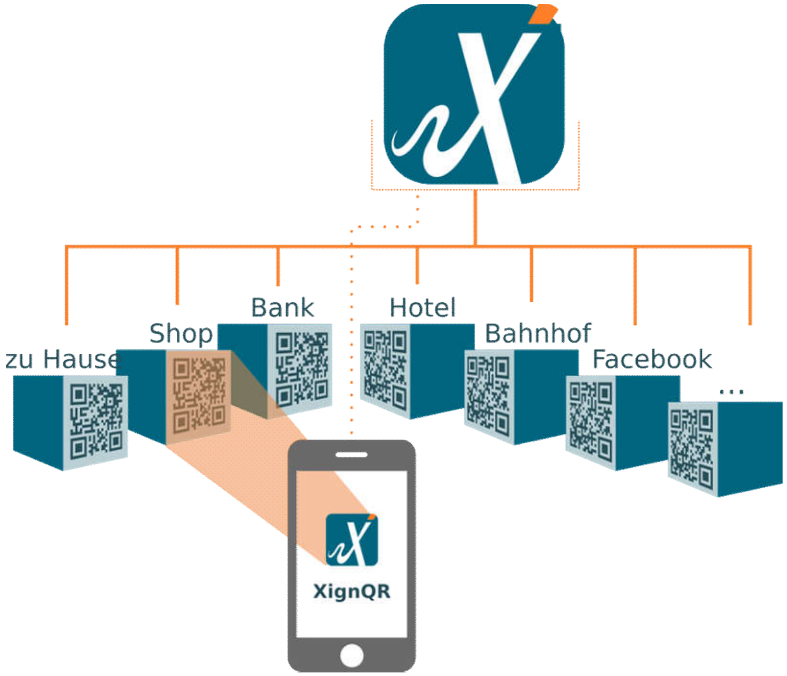
- **Output:**
  - Vorhergesagte Bedrohungswerte überschreiten an den Tagen 3, 4 und 6 den für dieses Alert-System eingestellten Schwellenwert
  - da Schwellenwert überschritten wurde, wird ein Alarm ausgelöst

Anwendungen von KI und CS (2/2)
→ Passive Authentifikation - XignQR

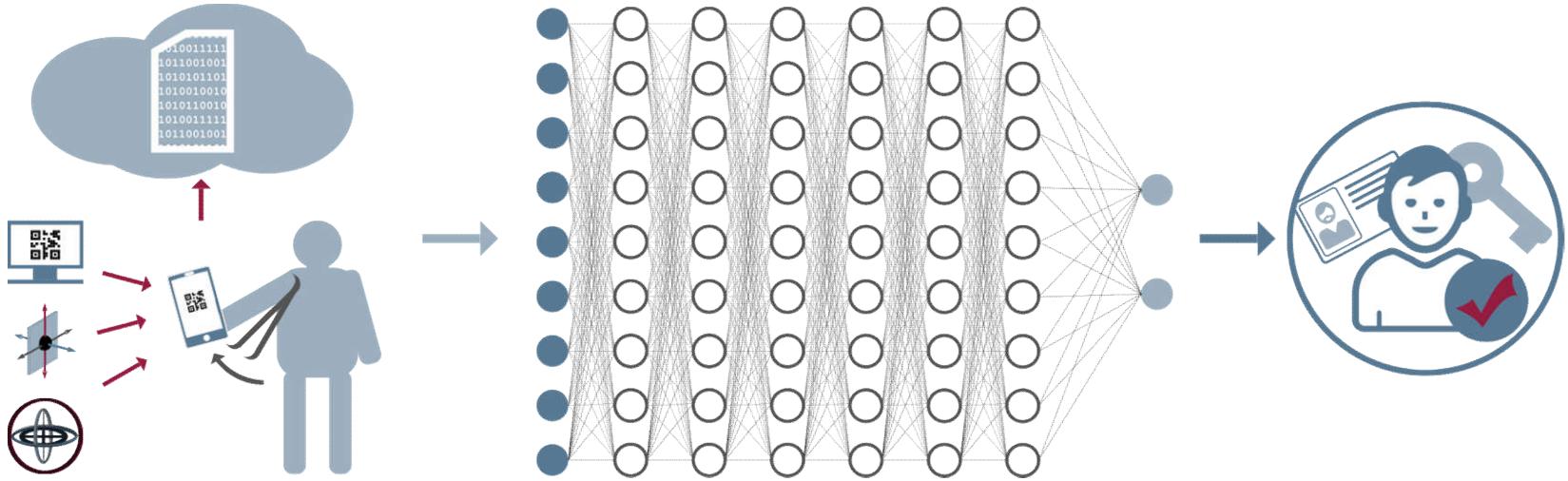
- Ein Nutzer wird automatisiert an der Art und Weise der Nutzung beim QR-Code Scannen erkannt.
- Während das gesamten Vorgangs werden passive biometrische Bewegungsdaten erfasst.
- Datenerfassung durch
  - **Beschleunigungssensor**
  - **Lagesensor**







Passive Authentifikation - XignQR
→ Neuronales Netz



- **Input-Daten:**
  - Lage und Beschleunigungsdaten des Nutzers werden erzeugt

```
time, type, x, y, z
271, Accelerometer, -0.07606506, 9.173798, 3.6333618
277, Accelerometer, 1.0681152E-4, 9.146423, 3.5619507
279, Gyroscope, 0.027664185, 0.06774902, 0.02182006
...
```

- **ML-Algorithmus:**
  - Eingabedaten werden in den künstlichen Neuronen in den Schichten verarbeitet

- **Output:**

Nutzer	Übereinstimmung
0	0,059 %
1	99,85 %
2	0,087 %

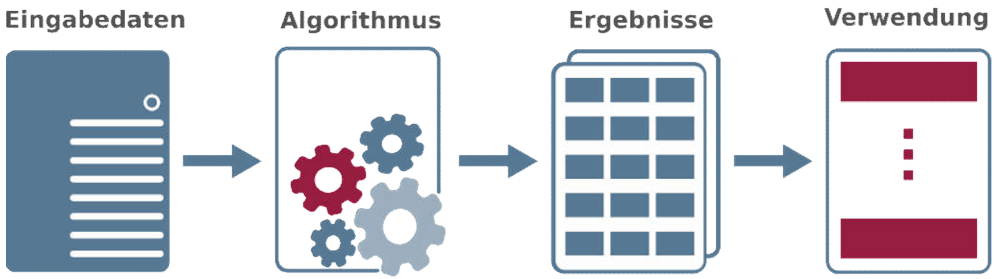
```
[[5.9110398e-04 9.9853361e-01 8.7528664e-04]]

Predicted Class [1]

Predicted Person: Sandra Kreis
```

KI und Cyber-Sicherheit
→ Weitere Beispiele

- Logdatenanalyse
- Malware-Erkennung
- Security Information and Event Management (SIEM)
- Threat Intelligence
- Spracherkennung
- Bilderkennung (Ausweis, Video, …)
- Authentifikationsverfahren
- Fake-News
- IT-Forensik
- Sichere Softwareentwicklung
- …

Künstliche Intelligenz / ML
→ Angriffe

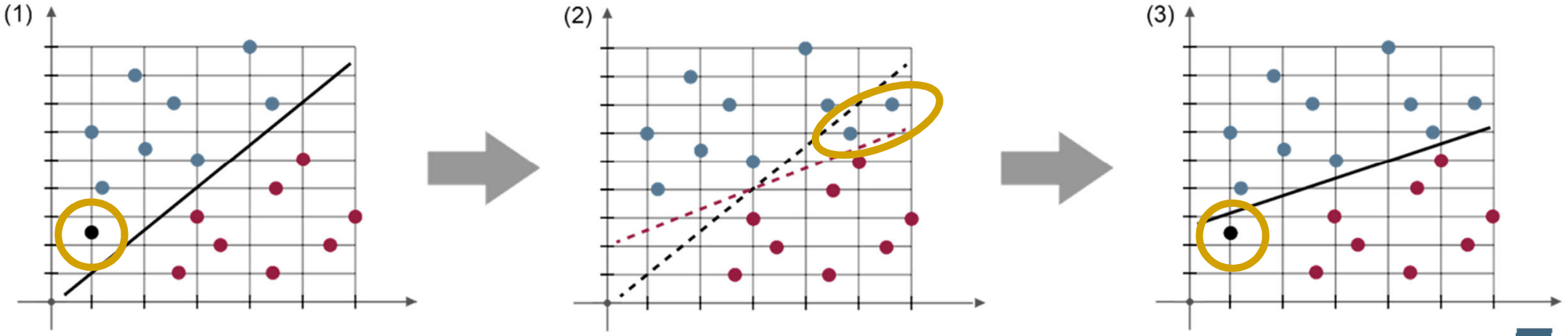
- **„Hacker“ greifen an und manipulieren den Workflow**
  - die Eingabedaten (Input)
    - gezielte Manipulation
  - die Algorithmen
  - die Ergebnisse (Output)
  - die Verwendung



- **Angriffe auf die Privatsphäre**
  (personenorientierte Daten, die verwendet werden)

Angriffe auf maschinelles Lernen
→ Manipulation von Trainingsdaten

- (1) **Normale Klassifizierung** eines neuen Inputs.
  (neuer schwarzer Punkt gehört zur blauen Klasse)
- (2) **Beispiel: Manipulation von Trainingsdaten**
  - Falsch klassifizierte Daten werden in den Trainingsprozess als Angriff einschleusen *(zwei weitere blaue Punkte)*.
  - Dadurch wird die Gerade des Modells zur Klassifizierung manipuliert *(Gerade wird flacher)*.
- (3) Damit kann ein Angreifer für **falsche Klassierungen** sorgen.
  (jetzt gehört der neuer schwarzer Punkt zur roten Klasse)



Angriffe auf maschinelles Lernen
→ Manipulation von Verkehrszeichen

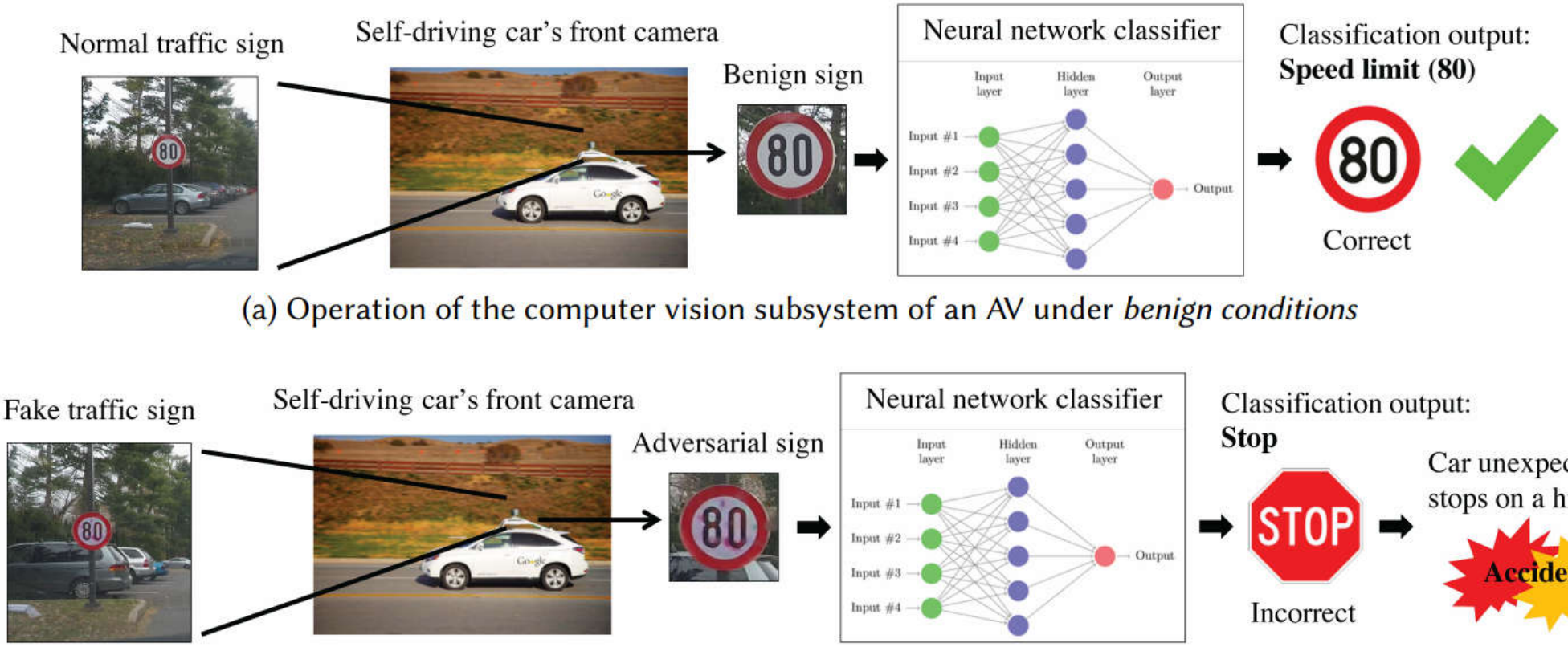


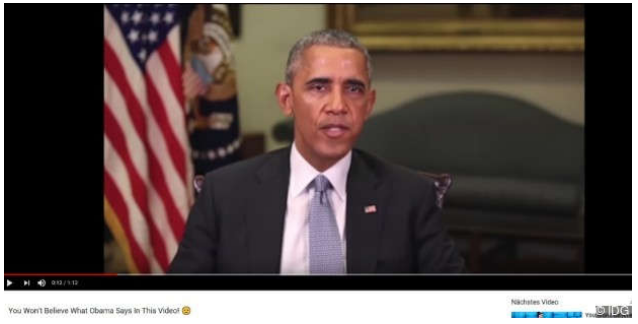
Fig. 1. **Difference in operation of autonomous cars under benign and adversarial conditions**. Figure 1b shows the classification result for a drive-by test for a physically robust adversarial example generated using our Adversarial Traffic Sign attack.

Quelle: https://arxiv.org/abs/1802.06430

Künstliche Intelligenz
→ Angreifer verwenden KI

„Hacker“ verwenden KI ebenfalls für ihre Zwecke (Dual-Use)

- Schnelle Schwachstellensuche (bessere SW, schneller Angreifen)
- Social-Engineering (Chatbots, …)
- Passwortknacker
- Neue Angriffsstrukturen und Vorgehensweisen
- Videomanipulation (Deep-Fake)
  - „Fake Obama Video“
  - „Make Putin Smile Video“



Künstliche Intelligenz
→ Allgemeine Herausforderungen

- **Datenschutz** (persönliche Daten … Europäische Datenschutz-Grundverordnung)
- **Selbstbestimmung** („humen in the loop“)
- **Diskriminierung** (ausgeglichene Daten … Problem: gibt es nicht)
  → Frau/Mann, Herkunft, Ausbildung, …
- **Vertrauenswürdigkeit** der Daten und Ergebnisse
  → KI-Siegel
- …

Künstliche Intelligenz und CS
→ Ergebnis und Ausblick

- **KI/ML ist eine wichtige Technologie für die Zukunft, auch für Cyber-Sicherheit**
  - Erkennen von Bedrohungen, Schwachstellen, Angriffen, …
  - Erkennen von Nutzern (Authentifikation)
  - Unterstützung von Cyber-Sicherheitsexperten
  - Vorschläge für Handlungsanweisungen
  - …
- **Sehr gute Daten ist das wichtigste**
  - Neue, bessere Sensoren (Daten mit sehr gutem Inhalt)
  - Zusammenarbeit und Austausch von Daten
  - …
- **Technologische- und Daten-Souveränität wird immer wichtiger**

Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Künstliche Intelligenz *und* Cyber-Sicherheit

Mit Künstlicher Intelligenz in die Zukunft!

Prof. Dr. (TU NN)
Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
http://www.internet-sicherheit.de

if(is) internet-sicherheit.

Anhang / Credits

Wir empfehlen

- **Kostenlose App securityNews**

- **7. Sinn im Internet (Cyberschutzraum)**
  https://www.youtube.com/cyberschutzraum

- **Master Internet-Sicherheit**
  https://it-sicherheit.de/master-studieren/

Besuchen und abonnieren Sie uns :-)

WWW
https://www.internet-sicherheit.de

Facebook
https://www.facebook.com/Internet.Sicherheit.ifis

Twitter
https://twitter.com/_ifis

YouTube
https://www.youtube.com/user/InternetSicherheitDE/

Prof. Norbert Pohlmann
https://norbert-pohlmann.com/

Quellen Bildmaterial

Eingebettete Piktogramme:
- Institut für Internet-Sicherheit – if(is)

Der Marktplatz IT-Sicherheit

(IT-Sicherheits-) Anbieter, Lösungen, Jobs, Veranstaltungen und Hilfestellungen (Ratgeber, IT-Sicherheitstipps, Glossar, u.v.m.) leicht & einfach finden.
https://www.it-sicherheit.de/

Literatur

N. Pohlmann, S. Schmidt: „Der Virtuelle IT-Sicherheitsberater – Künstliche Intelligenz (KI) ergänzt statische Anomalien-Erkennung und signaturbasierte Intrusion Detection“, IT-Sicherheit – Management und Praxis, DATAKONTEXT-Fachverlag, 05/2009

D. Petersen, N. Pohlmann: "Ideales Internet-Frühwarnsystem", DuD Datenschutz und Datensicherheit – Recht und Sicherheit in Informationsverarbeitung und Kommunikation, Vieweg Verlag, 02/2011

M. Fourné, D. Petersen, N. Pohlmann: “Attack-Test and Verification Systems, Steps Towards Verifiable Anomaly Detection“. In Proceedings der INFORMATIK 2013 - Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt, Hrsg.: Matthias Horbach, GI, Bonn 2013

D. Petersen, N. Pohlmann: „Kommunikationslage im Blick - Gefahr erkannt, Gefahr gebannt“, IT-Sicherheit – Management und Praxis, DATAKONTEXT-Fachverlag, 4/2014

U. Coester, N. Pohlmann: „Verlieren wir schleichend die Kontrolle über unser Handeln? Autonomie hat oberste Priorität“, BI-SPEKTRUM Fachzeitschrift für Business Intelligence und Data Warehousing, 05-2015

U. Coester, N. Pohlmann: „Diskriminierung und weniger Selbstbestimmung? Die Schattenseiten der Algorithmen“, tec4u, 12/17

N. Pohlmann: „Künstliche Intelligenz und Cybersicherheit - Unausgegoren aber notwendig“, IT-Sicherheit – Fachmagazin für Informationssicherheit und Compliance, DATAKONTEXT-Fachverlag, 1/2019

N. Pohlmann: Lehrbuch „Cyber-Sicherheit“, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden 2019
ISBN 978-3-658-25397-4

Weitere Artikel siehe: https://norbert-pohlmann.com/artikel/