Foto: Randy Tarampi auf Unsplash

Software-Qualität

Teil 2 – Effizienz

INNOVET
KI B³
Künstliche Intelligenz in die berufliche Bildung bringen

INNOVET
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
bibb Bundesinstitut für Berufsbildung

Gefördert als InnoVET-Projekt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Was ist Effizienz? (1)

- Beide Autos erfüllen die gleiche Funktion (Transport von A nach B)
- Sie unterscheiden sich jedoch in ihrer **Effizienz**

Was ist Effizienz? (2)

(1 ⏱️)

```
print("Hello, World!")
```

(2 🐌)

```
def recursive_print(characters, index=0):
    if index < len(characters):
        # Print one character at a time without a newline
        print(characters[index], end='')
        recursive_print(characters, index + 1)
    else:
        # After printing all characters, move to a new line
        print()

message = "Hello, World!"
recursive_print(list(message))
```

- Beide Programme erfüllen die gleiche Funktion (Ausgabe von „Hello, World!“)
- Sie unterscheiden sich jedoch in ihrer **Effizienz**
  - Programm (2) gibt jeden Buchstaben einzeln aus

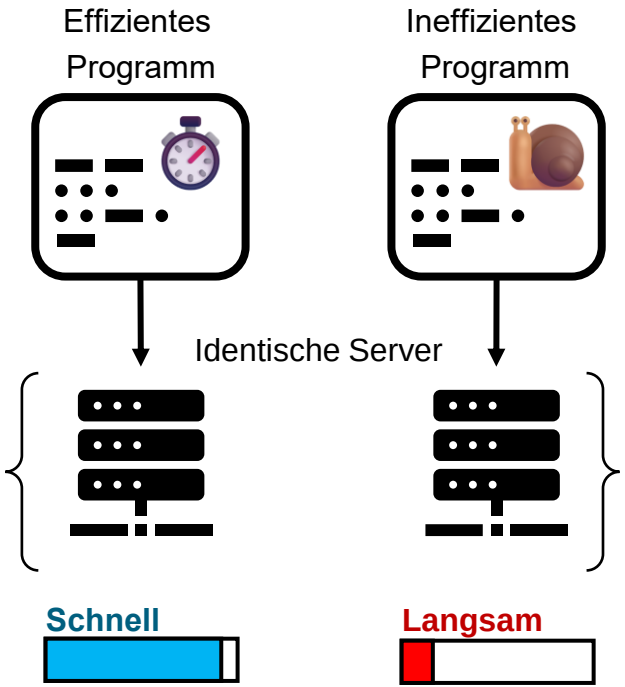
Effizienz

Die Eigenschaft, eine Funktion zu erfüllen und dabei möglichst wenig Zeit, Aufwand oder Ressourcen aufzuwenden.

Effizienz von Software

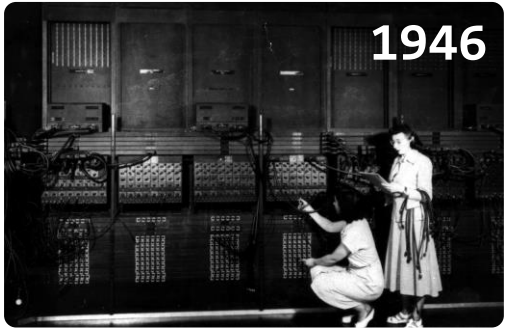
- Wir möchten dass unsere Software möglichst **effizient** ist
- Software-Entwurf mit Effizienz als Ziel
  - Reduktion unnötiger Operationen
  - Minimierung der Speichernutzung
  - Sicherstellung der Skalierbarkeit
- Oft ist muss Effizienz mit anderen Qualitätsattributen balanciert werden
  - Sicherheit, Funktionalität

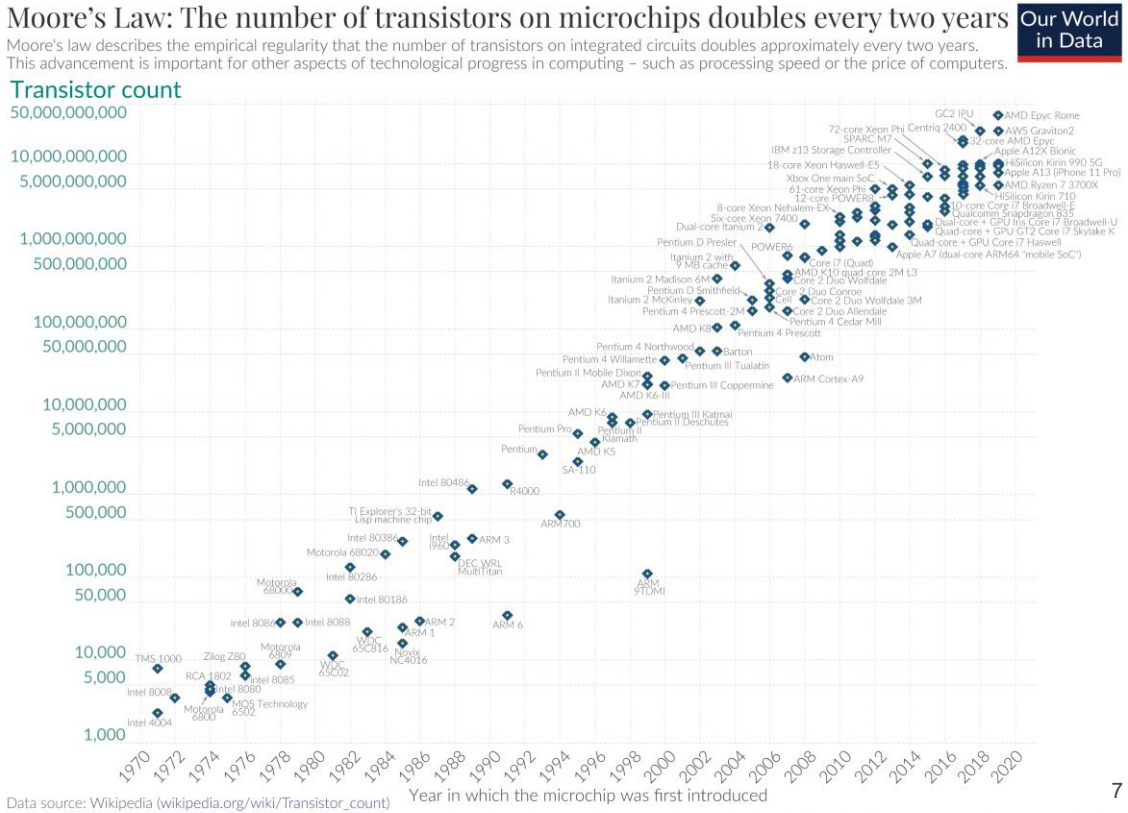
Effizienz und die Nutzung von Rechner-Ressourcen



- Ein Prozessor (CPU) kann eine limitierte Anzahl an Operationen pro Sekunde ausführen
  - Bsp: Ein 3 GHz CPU kann mehrere Milliarden Operationen pro Sekunde ausführen
- Ein effizientes Programm kann eine gleiche Aufgabe mit weniger Operationen erfüllen
- Bei den gleichen Rechner-Ressourcen wird Aufgabe **schneller** und **energieeffizienter** ausgeführt

Technischer Fortschritt und Moore‘s Law





Effizienz und Nachhaltigkeit

- Computer werden immer schneller – Also ist Effizienz egal?
  - **Nein!**

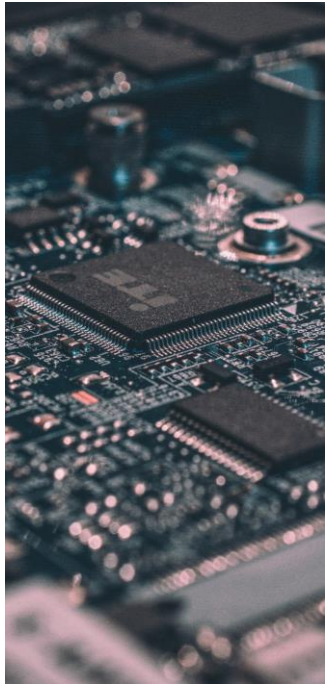
- Effiziente Programme brauchen weniger Rechner-Ressourcen

  → Geringerer Energieverbrauch

  → Geringere Kosten

- Die Effizienz von Software hat einen direkten Einfluss auf die Umwelt

Besondere Rolle von Effizienz für KI-Software



- KI-Modelle benötigen enorme Datenmengen für das Training
  - Enorme Nutzung von Rechner-Ressourcen
  - Enormer Energieaufwand
  - Enorme Kosten
- **Beispiel**: Training des Large-Language-Models (LLM) LLaMA (2023)
  - 2048 Nvidia A100 GPUs
  - 1,4 Billionen Tokens
  - 21 Tage Trainingsdauer
- **Beispiel**: Training des Large-Language Models Bloom 2 (2023)
  - Geschätzte Trainingskosten: 10 Millionen Dollar

[1] Vanian, Jonathan, and Kif Leswing. "ChatGPT and generative AI are booming, but the costs can be extraordinary." *CNBC* (2023), Online.

Umweltfreundliche AI (Green AI)

- Um die langfristige Nachhaltigkeit von KI zu gewährleisten, ist es wichtig, KI-Technologien zu entwickeln, die umweltfreundlich und energieeffizient sind.
- Ansätze
  - **Algorithmische Effizienz**: Verbesserung der Algorithmen, um weniger Rechenleistung zu benötigen.
  - **Dateneffizienz**: Einsatz von Techniken, die weniger Daten für das Training benötigen, wie Transferlernen (Transfer Learning) und Datenaugmentation (Data Augmentation).
  - **Hardwareeffizienz**: Einsatz von energieeffizienter Hardware, die für KI-Berechnungen konzipiert ist.

Messung von Effizienz

- Beanspruchte Rechner-Ressourcen (CPU-Zeit, Speicher)
- Energieverbrauch
- Performanz
  - Reaktions-/Latenzzeiten des Programms
  - Ladezeiten
- Die Performanz von Software wird konstant überwacht (Monitoring)
  - Direktes Einschreiten bei Performanz-Einbrüchen

INNOVET
KI B³
Künstliche Intelligenz in die berufliche Bildung bringen

Universität Stuttgart
Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung
Institut für Software Engineering

Erstellt durch:

Marvin Muñoz Barón

Umm-e-Habiba

Tobias Eisenreich

Universität Stuttgart
Institut für Software Engineering
Empirisches Software Engineering

IHK Industrie- und Handelskammer Reutlingen
Reutlingen | Tübingen | Zollernalb

IHK Region Stuttgart

IHK Industrie- und Handelskammer Karlsruhe

LMU Ludwig-Maximilians-Universität München

GEFÖRDERT VOM
INNOVET
Bundesministerium für Bildung und Forschung
bibb Bundesinstitut für Berufsbildung

Gefördert als InnoVET-Projekt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Lizenzbestimmungen

Quellenverzeichnis

- Foto von Randy Tarampi: https://unsplash.com/de/fotos/die-hand-der-person-am-lenkrad-cPVj7QlcKyM unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Foto von Dawn McDonald: https://unsplash.com/de/fotos/nahaufnahme-einer-person-die-eine-zapfsaule-halt-TIZmsrOw7vc unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Foto von CHUTTERSNAP: https://unsplash.com/de/fotos/weisses-und-blaues-kunststoffwerkzeug-xfaYAsMV1p8 unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Foto von Arnold Francisca: https://unsplash.com/de/fotos/eingeschaltetes-macbook-pro-mit-anzeige-von-programmiercodes-f77Bh3inUpE unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Reprogramming ENIAC. Unidentified U.S. Army photographer, Public domain, via Wikimedia Commons
- Foto von Luis Villasmil: https://unsplash.com/de/fotos/person-mit-schwarzem-smartphone-4V8uMZx8FYA unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Moore's Law Transistor Count 1970-2020, Max Roser, Hannah Ritchie, CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, via Wikimedia Commons
- Foto von Nong: https://unsplash.com/de/fotos/person-mit-schwarzer-lupe-Ur8HNqVU3Qk unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.
- Foto von Alexandre Debiève: https://unsplash.com/de/fotos/makrofotografie-einer-schwarzen-leiterplatte-FO7JIlwjOtU unter Unsplash Lizenz (https://unsplash.com/de/lizenz). Bildausschnitt verändert.