

# HOCHSCHULE OSNABRÜCK

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Aufbau eines Machine Learning Clusters für Forschung und Lehre

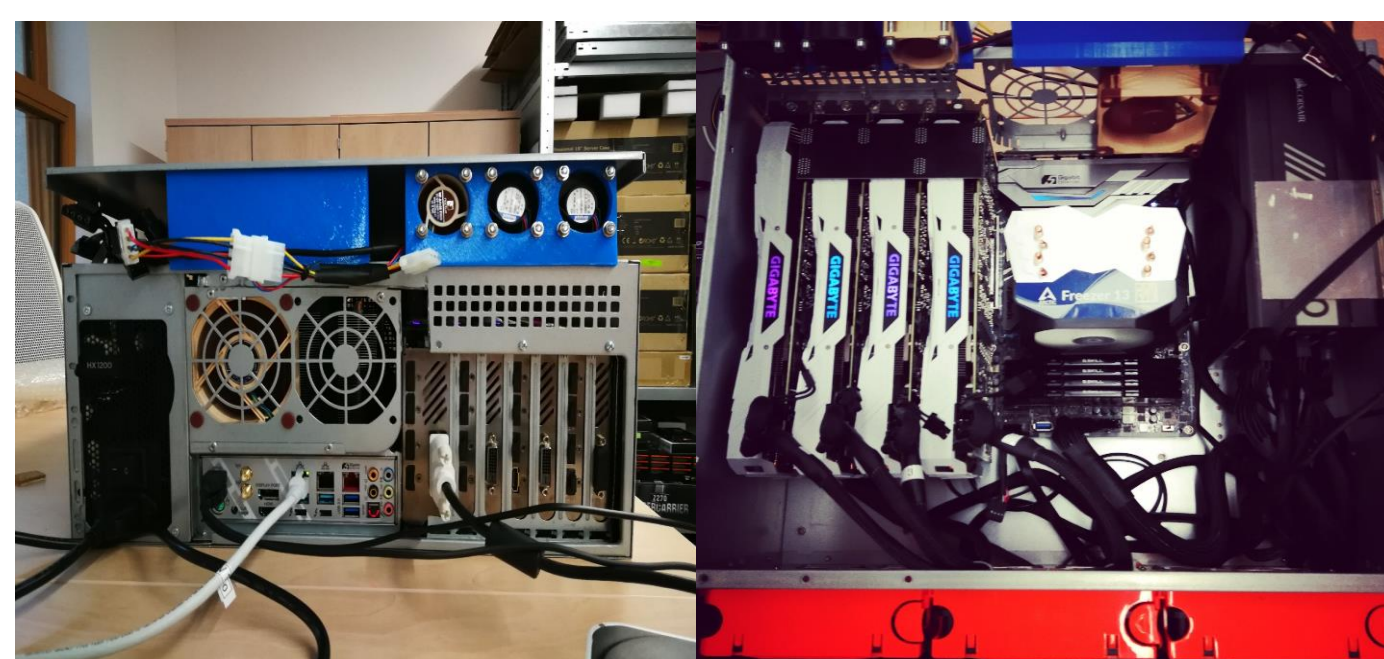
Christopher Metz, M.Sc. (Projektleitung Prof. Dr.-Ing. Ralf Buschermöhle)

### I Herausforderungen

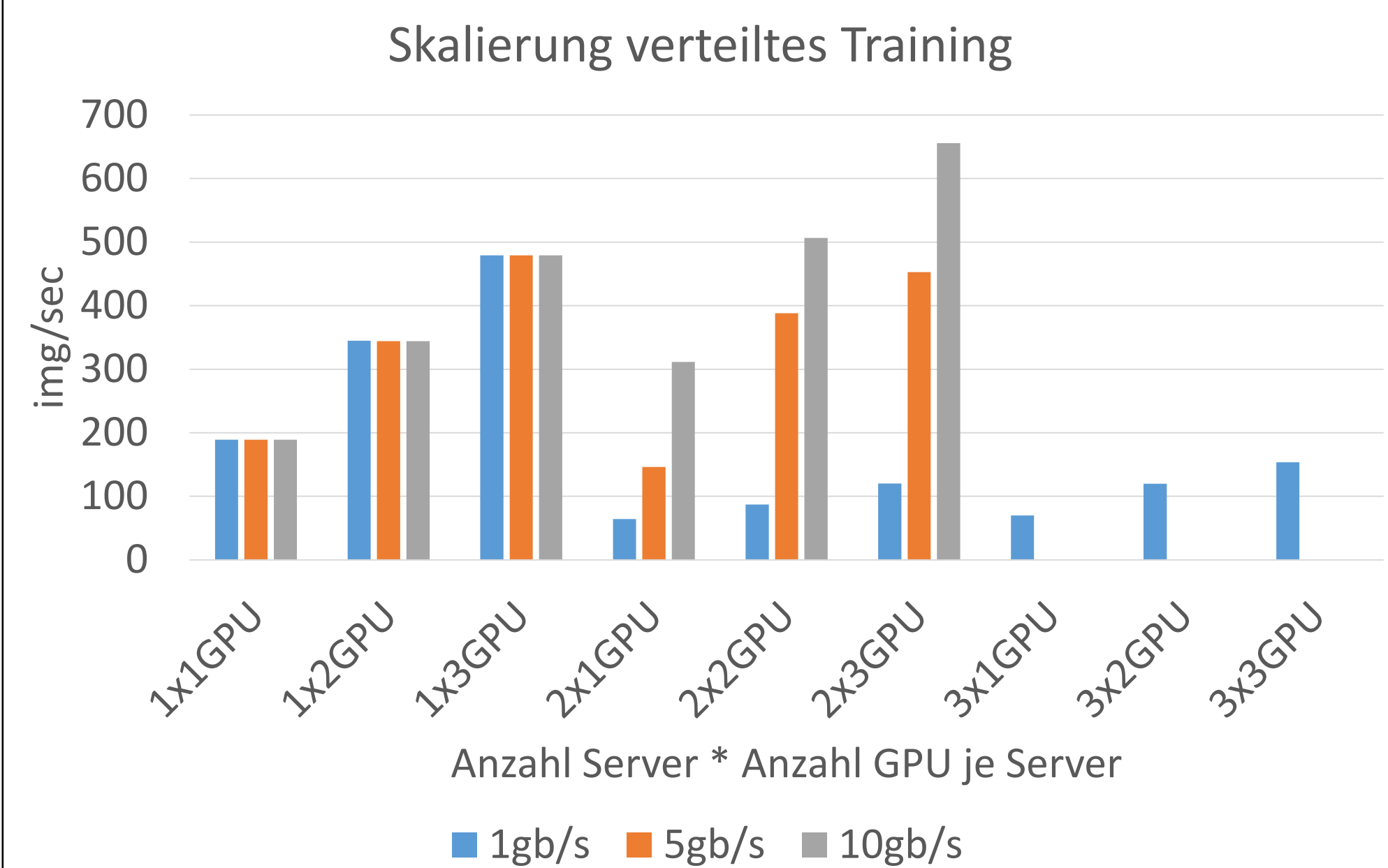
- Hardwareauswahl: Leistungsstarke Hardware zusammenstellen.
- Strombedarf: Unsere Serverschränke sind auf 6KW limitiert.
- Wärmeentwicklung: Klimaanlage kann nur begrenzt Abwärme abführen.
- Managementsoftware für den Betrieb: Geeignete Management Software.
- Im Budget bleiben: Das Projektbudget ist fest; Ziel maximale Leistung.

### II Vorgehen

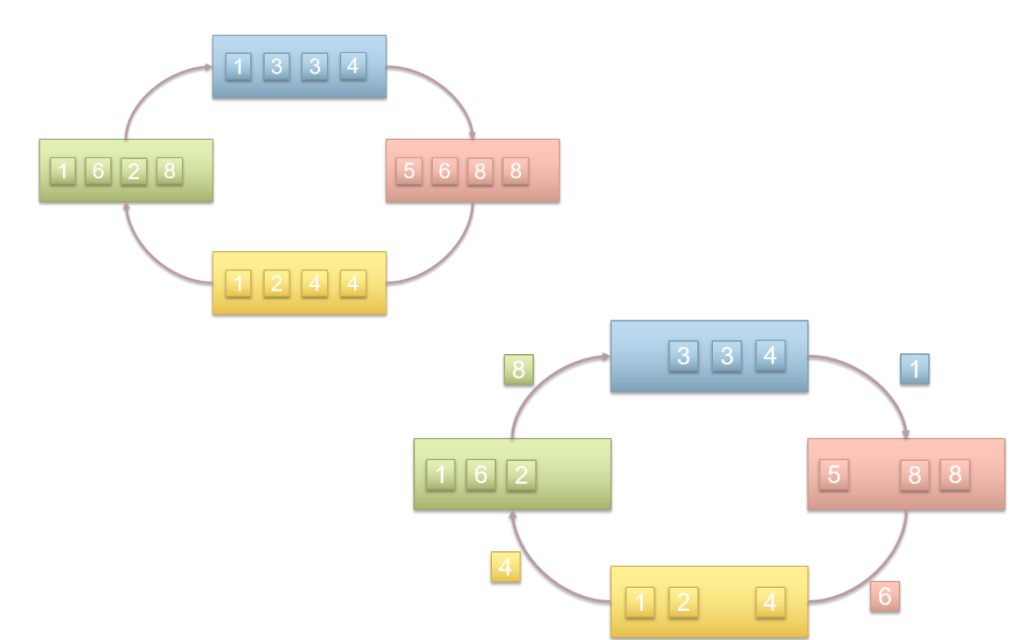
- Erste Server mit Gaming Hardware.
- Benchmarks der Hardware mit künstlichen neuronalen Netzen zur Bildklassifikation.
- Anpassung der Hardware-Konfiguration bei Engpässen.
- Beobachtung aller relevanter Sensordaten mit Hilfe eigener Skripte.



### VI Netzwerk Performance

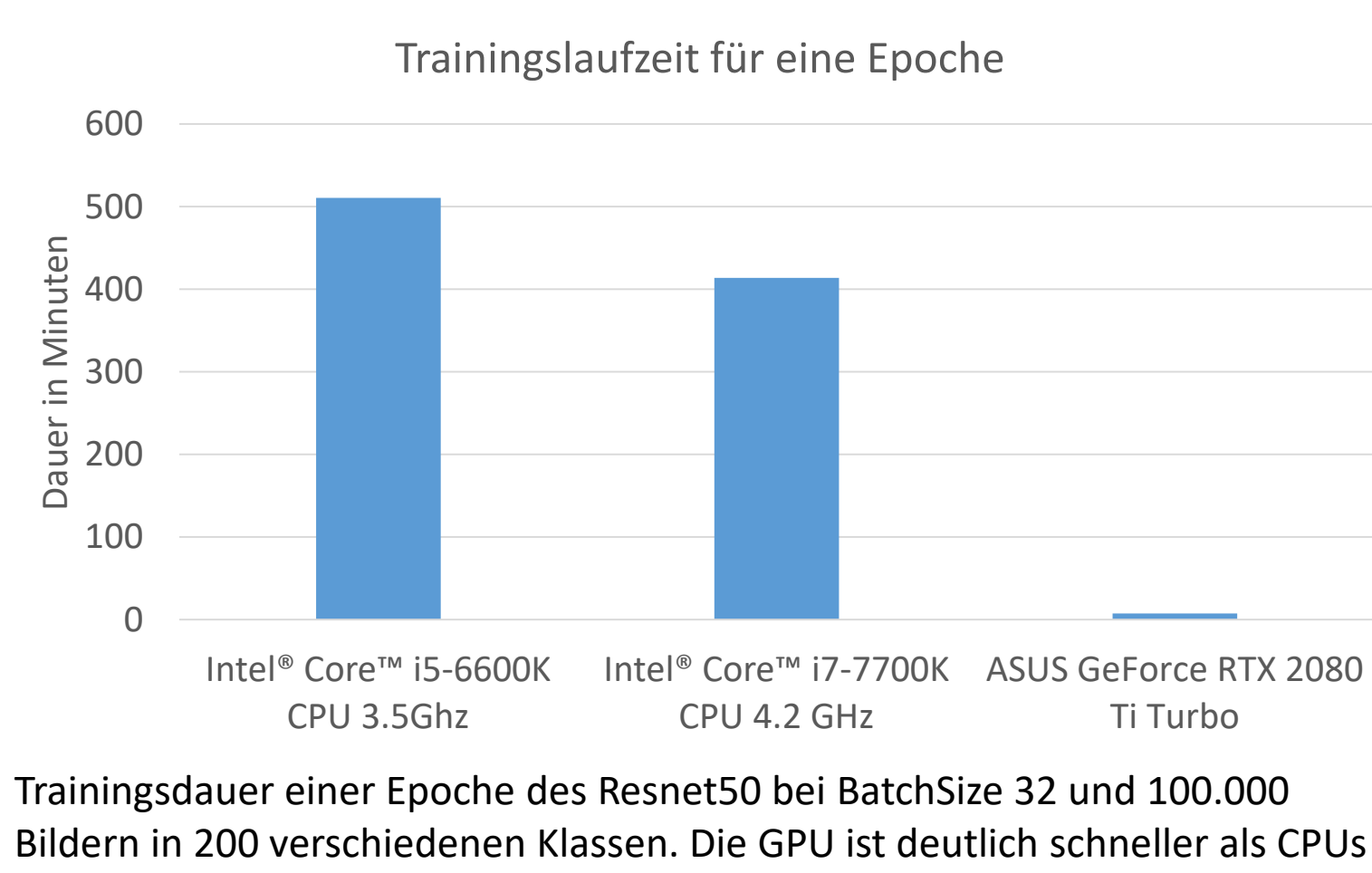


Um das Training von KI-Modellen zu beschleunigen, wird dieses auf verteilt ausgeführt. Dafür wird eine hohe Netzwerk-Bandbreite benötigt.



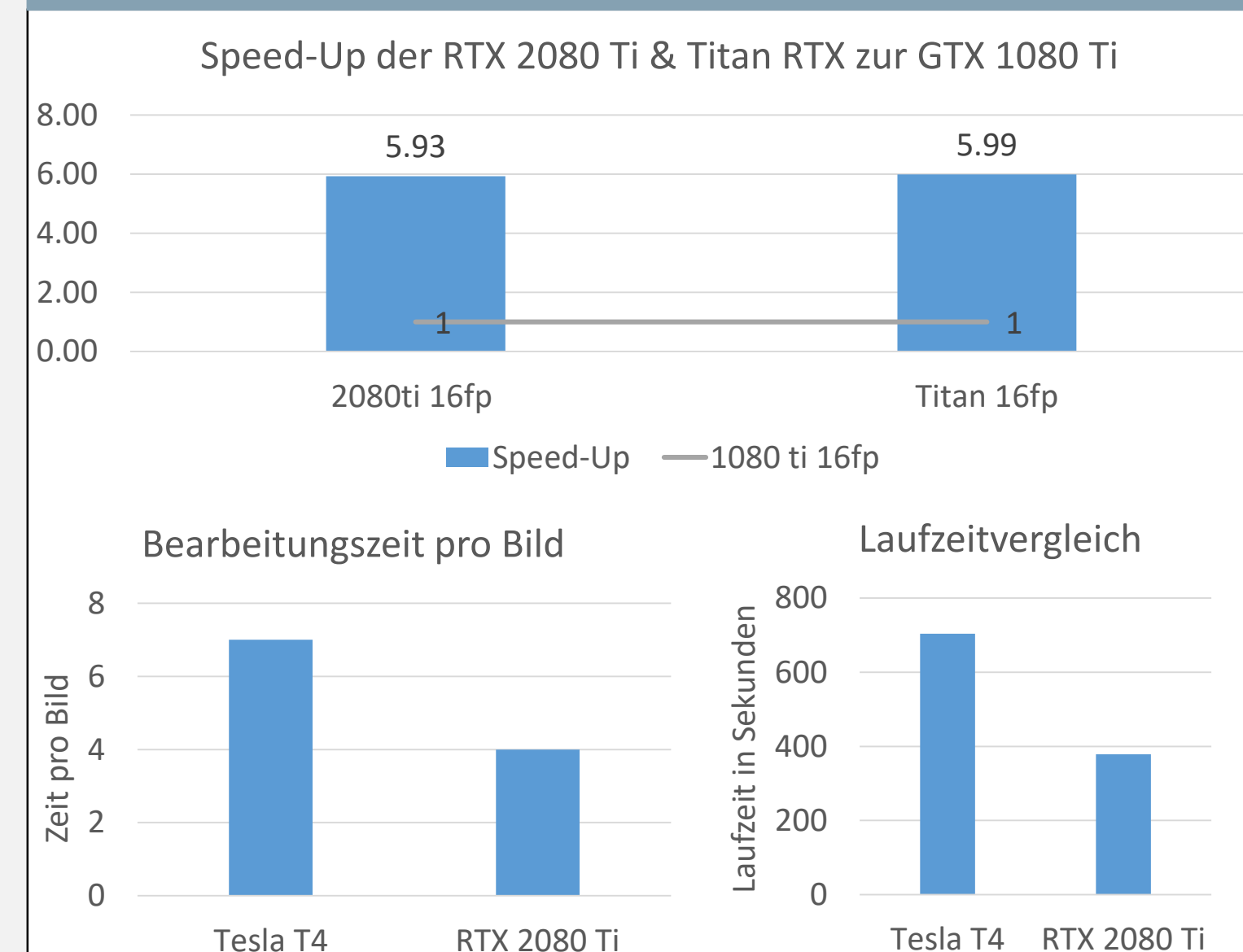
### III Grafikkarten statt Prozessoren

Grafikkarten bieten bei Fließkommaberechnungen eine deutlich bessere Leistung als Prozessoren zu einem günstigeren Preis.



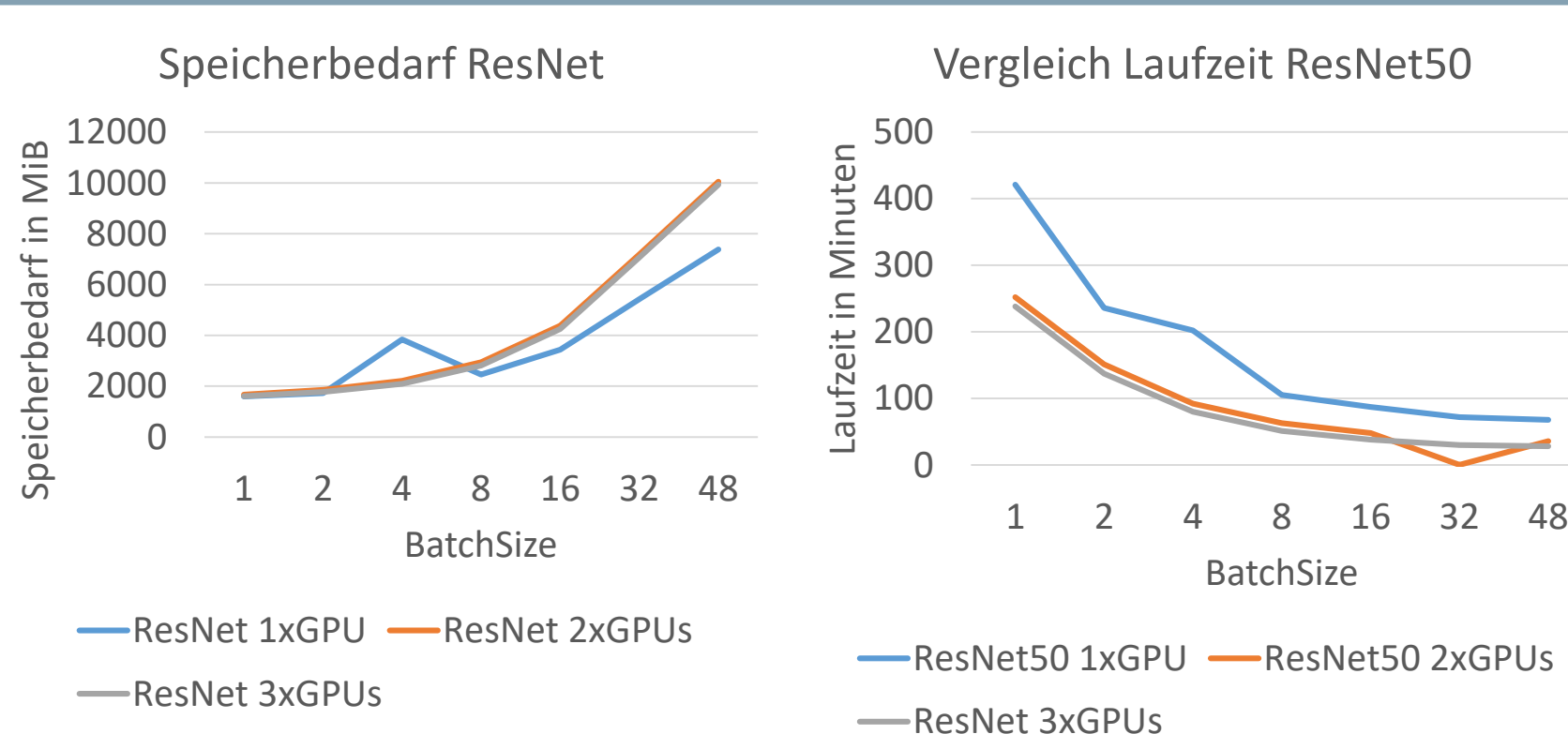
Das ResNet50 benötigt zum Trainieren mit dem ImageNet Datensatz etwa  $10^{18}$  Gleitkommaoperationen. Das aufgebaute Cluster benötigt dafür **theoretisch** 51 Minuten. Da für maschinelles Lernen Fließkommaberechnungen essenziell sind, wurde ein reines Grafikkarten Cluster aufgebaut. So konnte die meiste Leistung für das feste Budget gewonnen werden.

### VII Die richtige Grafikkarte



Für die Wahl der Grafikkarte wurden die GeForce 1080 Ti, die GeForce RTX 2080 Ti, die Titan RTX und die Tesla T4 mit einander verglichen. Die Titan RTX und RTX 2080 Ti bieten nahezu identische Leistung. Die Titan bietet mehr Speicher für einem höheren Preis. Die Leistung der T4 liegt hinter der 2080 Ti. Gewählt wurde die GeForce RTX 2080 Ti.

### IV Grafikkartenspeicher

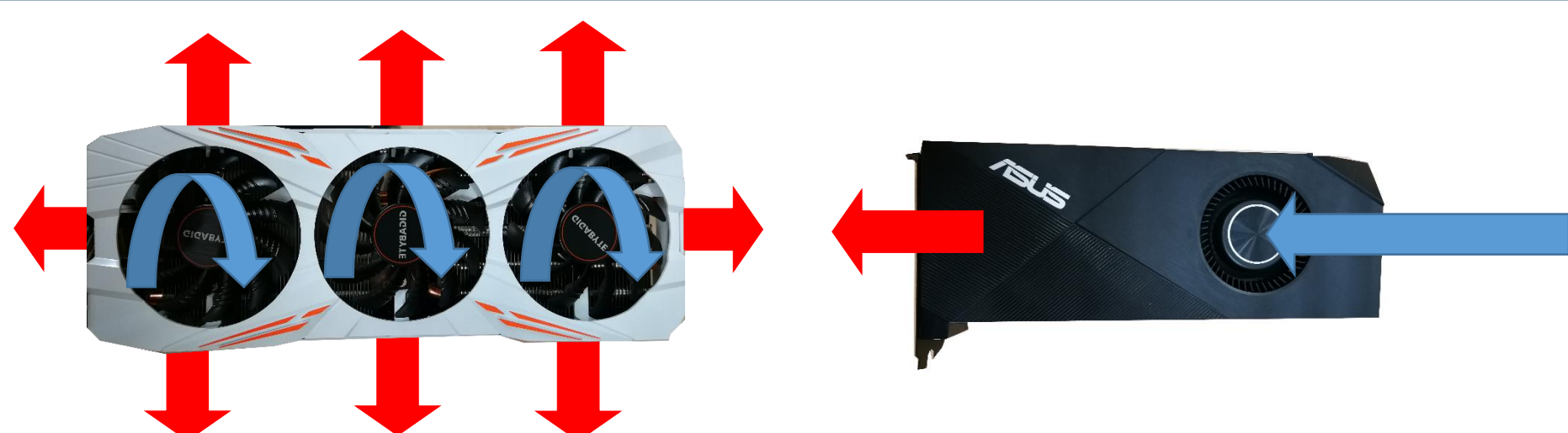


Die Batch-Größe beeinflusst den Speicherbedarf und die Laufzeit. Genutzt wurde ResNet50 mit 100.000 Bildern 64x64 Pixel 24 Bit Farbtiefe. Ab einer bestimmten Batch-Größe stagniert der Speed-Up, jedoch steigt der Speicherbedarf weiter.

11 Gbyte Grafikkartenspeicher sind für den Großteil der Modelle ausreichend.

### V Wärmeentwicklung

In den ersten Testservern stieg die Temperatur der Grafikkarten stark an. Nach Untersuchungen wurde festgestellt, dass ein falsches Kühlsystem dies verursacht.



- Open-Air-Cooler**
- Verteilt die warme Luft im Servergehäuse.
  - Die Grafikkarten ziehen die warme Luft im Gehäuse an.
  - Die Grafikkarten heizen sich stark auf.
- Blower-Cooler**
- Die warme Luft wird nach hinten herausgeleitet.
  - Keine heiße Luft im Server.
  - Ergänzt sich mit dem Front-To-Back Luftstrom in Servergehäusen.

Schnelle Abhilfe durch öffnen der Gehäuse & weiterer Lüfter.

### VIII Clustermanagement

- Für die Verwaltung des Cluster wird SLURM eingesetzt.
- SLURM wird in auf eine Vielzahl der Hochleistungsrechner der TOP500 genutzt
- SLURM ist ein Batch System.
- Jobs werden in einer Warteschlange abgelegt, wenn die notwendigen Ressourcen nicht frei sind.

### IX Ergebnisse

6 Compute Server  
Je 2x Xeon Silver 4216  
Je 4 GeForce RTX 2080 Ti Blower-Edition mit 11 Gbyte Grafikspeicher  
Je 192 Gbyte RAM  
Je ca. 1600 Watt strombedarf  
Je 10 Gbit/s Netzwerkkarten  
Insgesamt (theoretische) 322 TFLOPS  
Grafikkarten Leistung

1 Login Server  
1x Xeon Silver 4216  
96 Gbyte RAM  
10 Gbit/s Netzwerkkarte



### X Kontakt

Christopher Metz, M.Sc.  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Hochschule Osnabrück, Fakultät MKT  
Institut Management und Technik  
Kaiserstr. 10c, 49809 Lingen  
c.metz@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Buschermöhle  
Professur für Wirtschaftsinformatik  
Hochschule Osnabrück, Fakultät MKT  
Institut Management und Technik  
Kaiserstr. 10c, 49809 Lingen  
r.buschermoehle@hs-osnabrueck.de