



Skalieren von Deep Learning Frameworks mit Hilfe von Cloudinfrastrukturen und Kubernetes

Sebastian Jäger, Hans-Peter Zorn

Köln, 26.04.2018



Sebastian Jäger

Werkstudent

Scalable Deep Learning



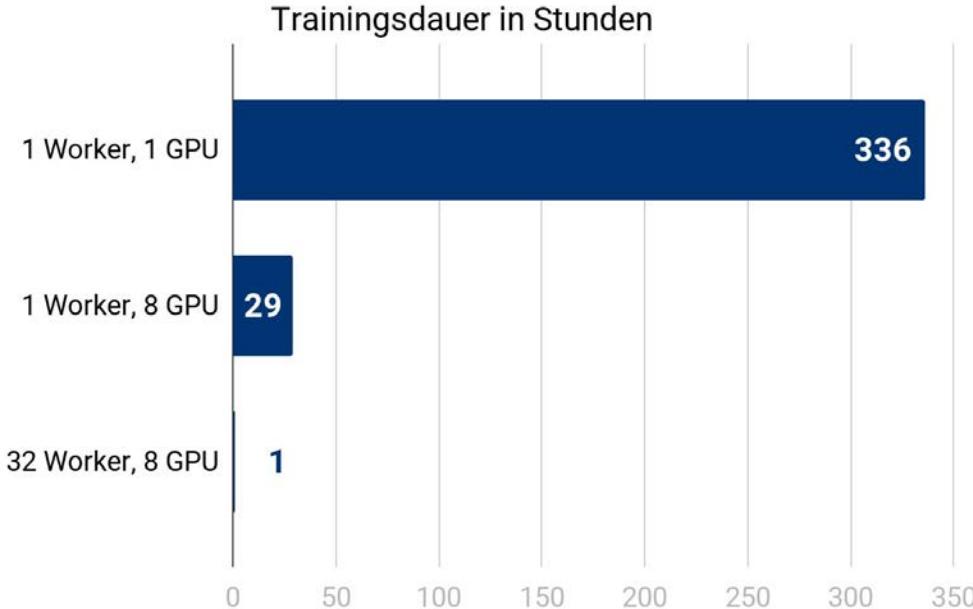
Hans-Peter Zorn

Head of Machine Perception & AI

Big Data, NLP, Machine Perception

Motivation

ResNet-50 Training für ImageNet 1K dauert ...



Facebook: "Accurate, Large Minibatch SGD: Training ImageNet in 1 Hour" (2017)

Yang You, Zhao Zhang, Cho-Jui Hsieh, James Demmel, Kurt Keutzer: "ImageNet Training in Minutes" (2018)

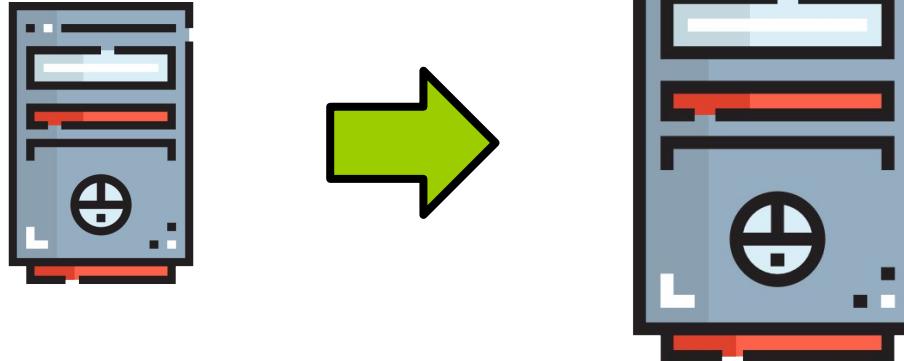
Agenda

- › Skalierungsmöglichkeiten
- › Technologie Stack
- › Frameworks + Vergleich
- › Learnings
- › Ausblick

Skalierungsmöglichkeiten

Vertikale Skalierung

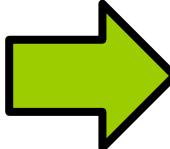
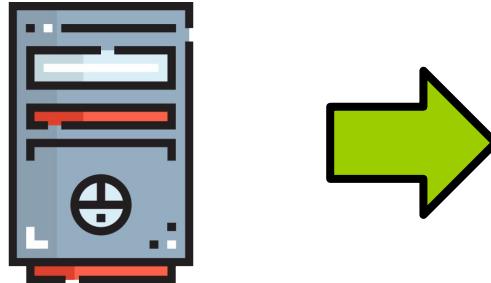
- › mehr Ressourcen (CPU/GPU/RAM)
- › physikalische Grenze



Skalierungsmöglichkeiten

Horizontale Skalierung

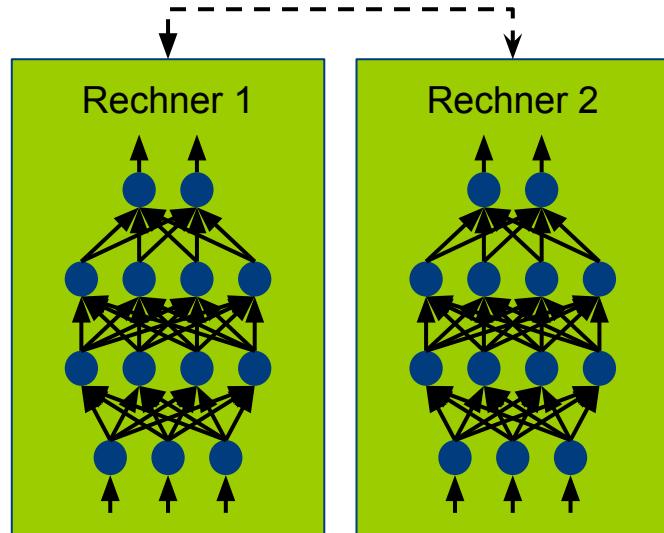
- › Rechnerverbund
- › Parallelisierbarkeit begrenzt

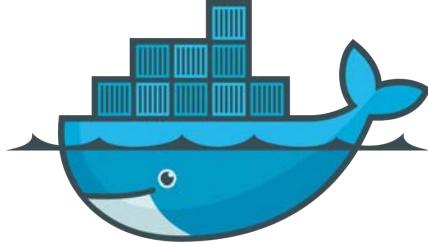


Skalierungsmöglichkeiten

Datenparallelität

- › selbes Netz, unterschiedliche Daten
- › periodische Synchronisation





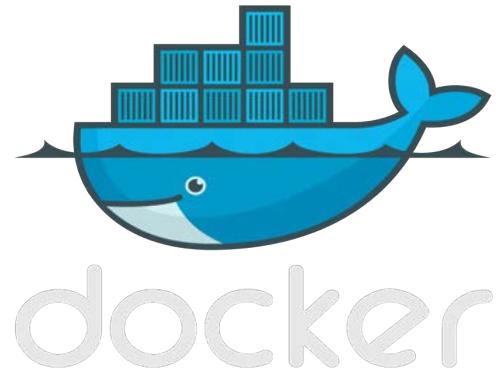
Technologie Stack



Docker

... zum Paketieren

- › Container Virtualisierung
- › Leichtgewichtig
- › Meistverbreitetes Containerformat
- › Verfügbarkeit von Registries



Kubernetes

... für das Deployment

- › Hardware-Abstraktion
- › Container ausführen
- › Service Discovery & Networking
- › Konfigurationsmanagement



Helm

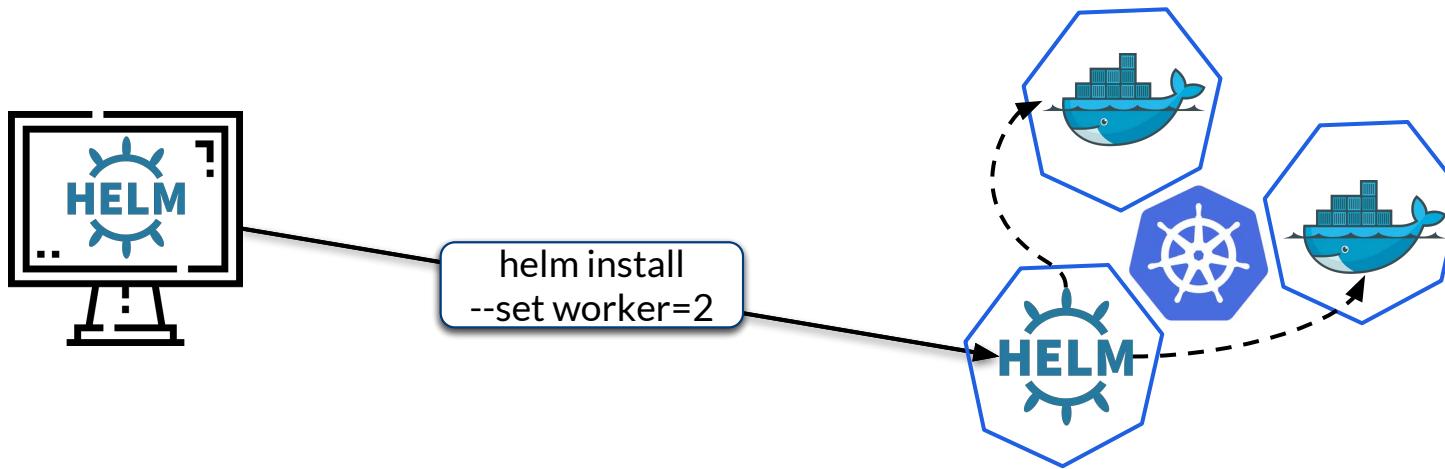
... um Abhängigkeiten zu managen

- › Paketmanager
- › Templating Funktionalität
- › Convenience



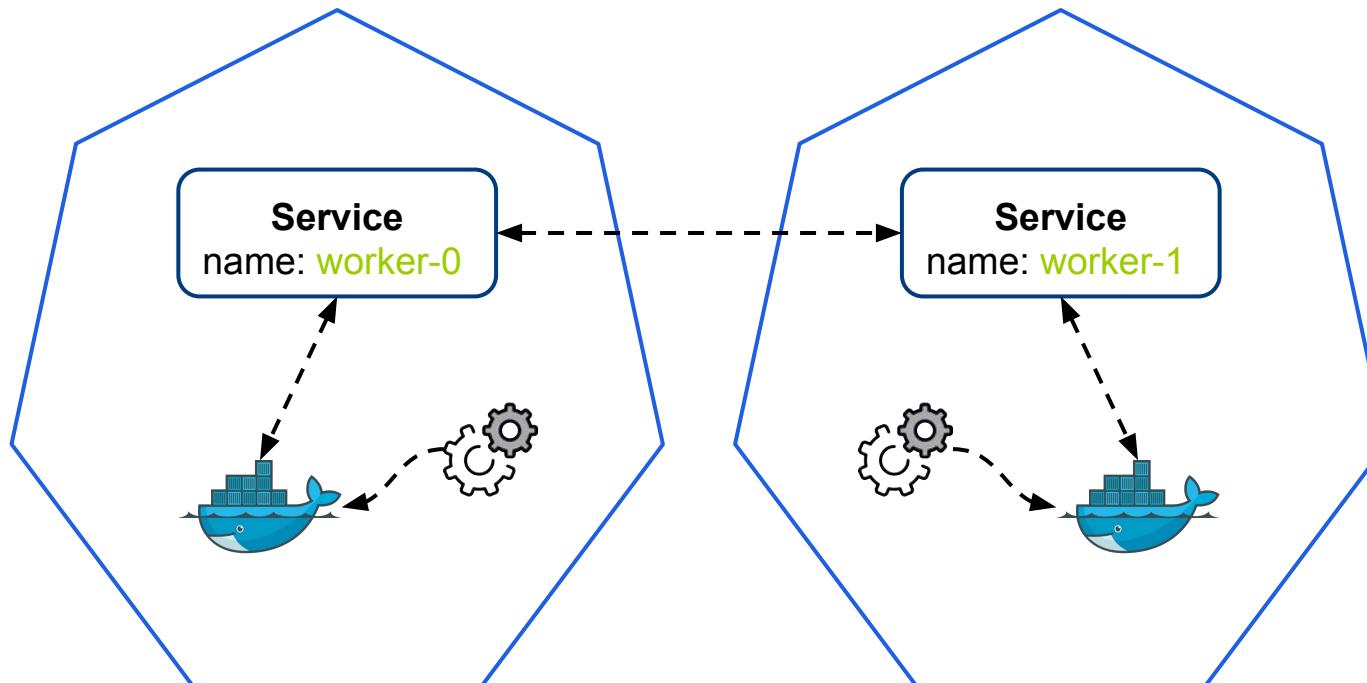
Technologie Stack

Zusammenspiel der Komponente



Technologie Stack

Zusammenspiel der Komponente



Technologie Stack

Kubernetes Services mit Helm Templates

```
1 {{ range $i := until (int $worker) }}
```

```
2   kind: Service
```

```
3   apiVersion: v1
```

```
4   metadata:
```

```
5     name: worker-{{ $i }}
```

```
6   spec:
```

```
7     selector:
```

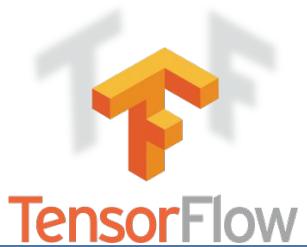
```
8       job: worker
```

```
9       task: {{ $i }}
```

```
10  {{ end }}
```



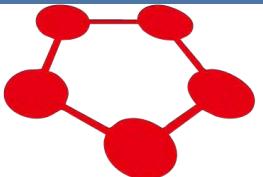
Caffe



P Y T O R C H

theano

Deep Learning Frameworks



++
Caffe2



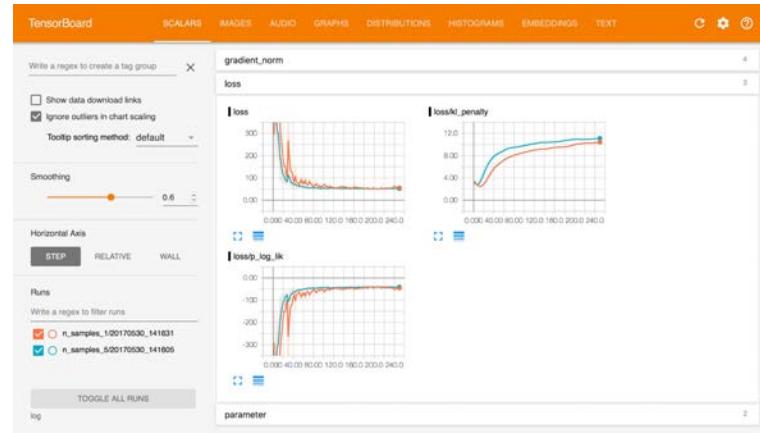
DL4J



TensorFlow



- › Herbst 2015, Google
- › “library for high performance numerical computation”
- › ML/ DL support
- › TensorBoard

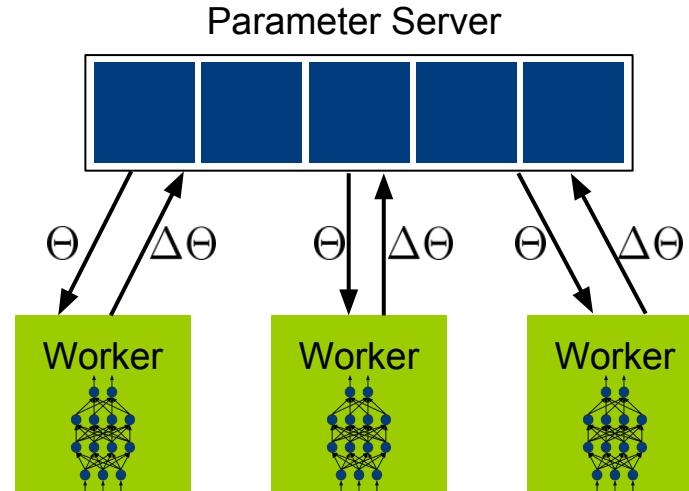


TensorFlow

Wie kann skaliert werden?



› Parameter Server



TensorFlow

Wie kann skaliert werden?



- › Parameter Server
- › multi CPU/ GPU, multi Node
- › Infrastruktur: keine Voraussetzungen
- › IP-Adressen/ Hostnamen + Port

TensorFlow

Das Argument - worker_hosts



```
1 worker_hosts={{ range $k := until (int $worker) }}
  tensorflow-worker-{{$k}}:5000
  {{ if lt (int $k | add 1) (int $worker) }}{{ print "," }}
  {{ end }}{{ end }}
```

worker_hosts=tensorflow-worker-0:5000,tensorflow-worker-1:5000

Apache MXNet



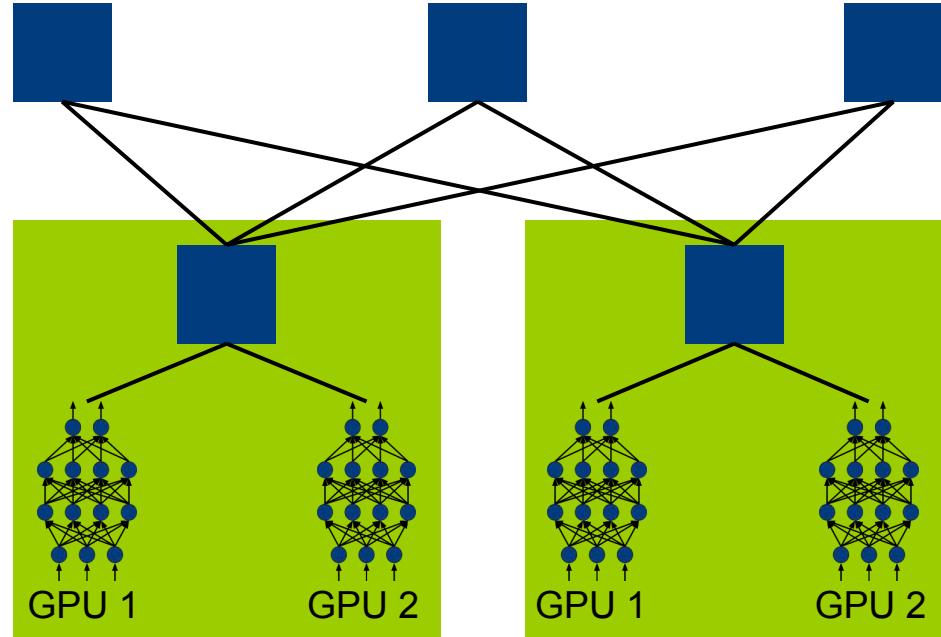
- › Distributed (Deep) Machine Learning Community (DMLC)
- › “A flexible and efficient library for deep learning.”
- › Amazons Framework der Wahl
- › (TensorBoard Support)

Apache MXNet



Wie wird skaliert?

- › verteilter KVStore



Apache MXNet



Wie wird skaliert?

- › verteilter KVStore
- › multi CPU/ GPU, multi Node
- › Infrastruktur: SSH / MPI / YARN / SGE
- › Hostfile mit IP-Adressen/ Hostnamen

Apache MXNet



Das Hostfile - hosts

```
1 data:
2   hosts: |-
3   {{- range $i := until (int $worker) }}
4     mxnet-worker-{{ $i }}
5   {{- end }}
```

Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK)



- › Frühjahr 2015, Microsoft
- › “A deep learning tool that balances efficiency, performance and flexibility”
- › TensorBoard Support

Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK)



Wie wird skaliert?

- › 1-Bit SGD/ Block-Momentum SGD/ Parameter Server
- › multi CPU/ GPU, multi Node
- › Infrastruktur: (Open)MPI
- › Hostfile mit IP-Adressen/ Hostnamen

Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK)



Das Hostfile - hosts

```
1 data:
2   hosts: |-
3   {{- range $i := until (int $worker) }}
4     cntk-worker-{{ $i }}
5   {{- end }}
```



TensorFlow

vs.



Vergleich der Frameworks

Batches/Sekunde, asynchron, CPU Training

CNN

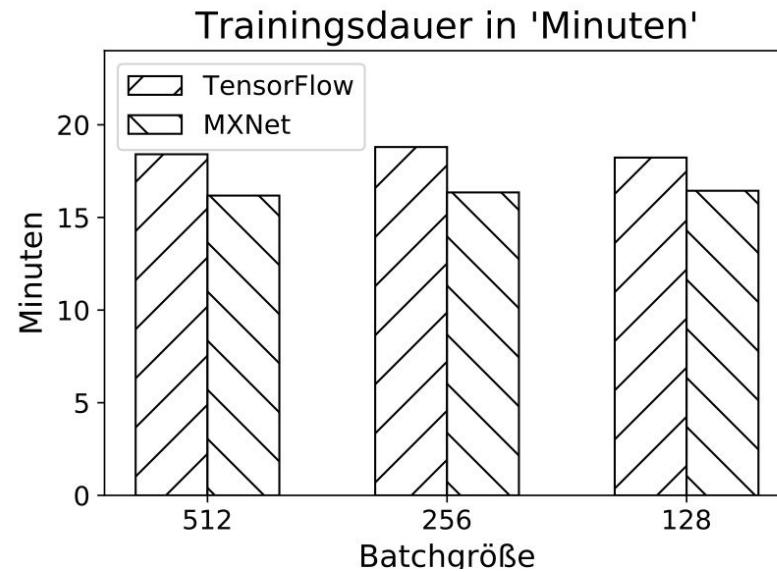
- › MNIST Datensatz
- › LeNet-5
- › einfache Netze

LSTM

- › PTB Datensatz
- › 200 Neuronen, 2 Layer
- › komplexere Netze

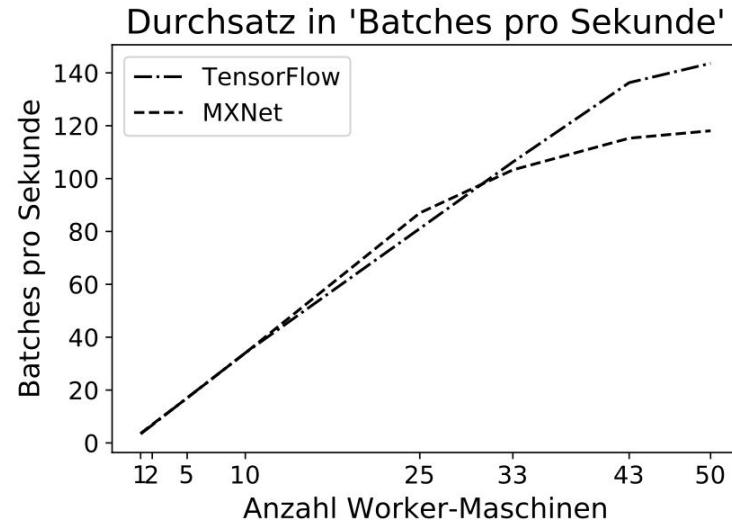
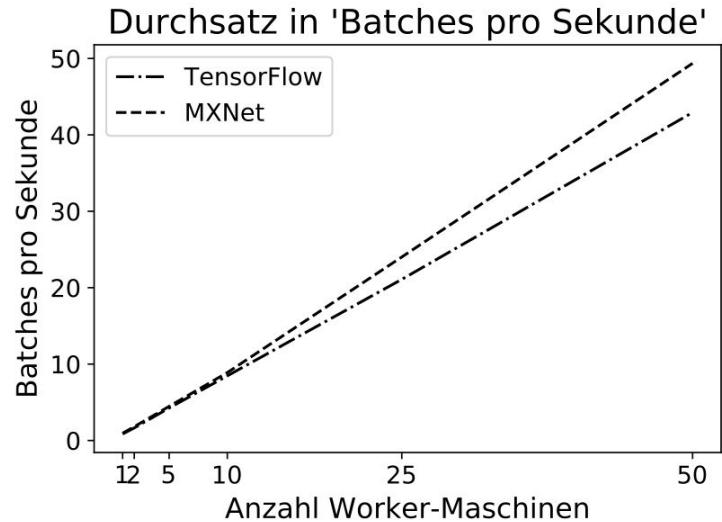
Vergleich der Frameworks

Ergebnisse - MXNet ist effizienter



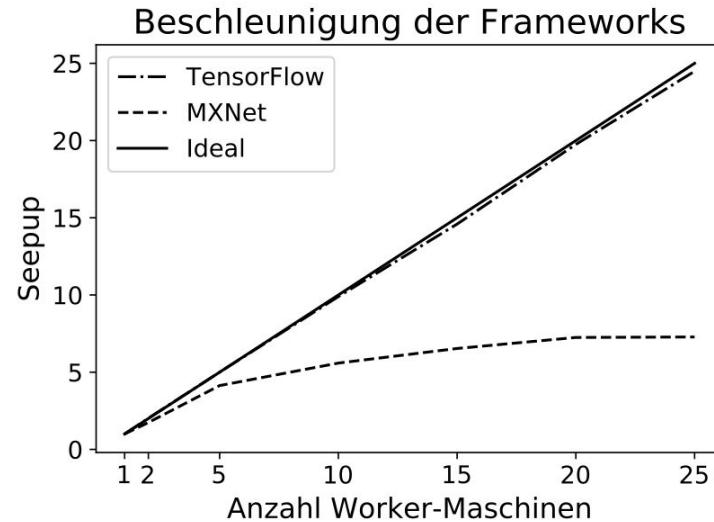
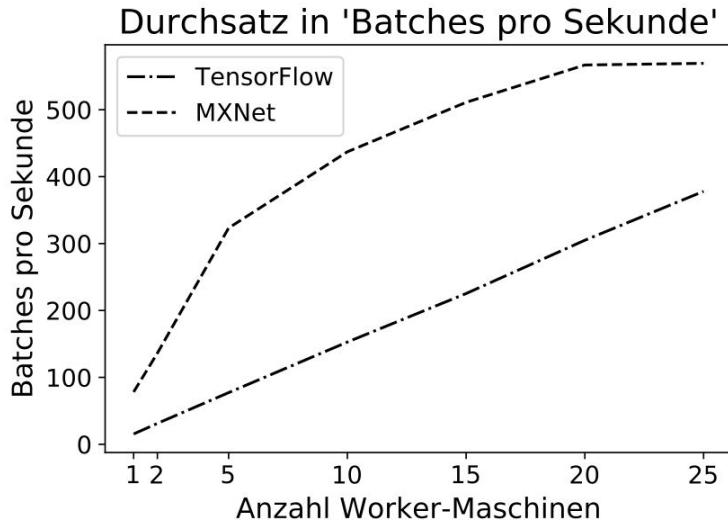
Vergleich der Frameworks

Ergebnisse - TensorFlow skaliert besser



Vergleich der Frameworks

Ergebnisse - MXNet absolut aber besser



Vergleich der Frameworks

synchron, GPUs

- › TensorFlow, MXNet, CNTK
- › 3 diverse CNNs
- › CNTK skaliert effizienter
- › zeigen Bottlenecks

Learnings

GPU Support mit Kubernetes

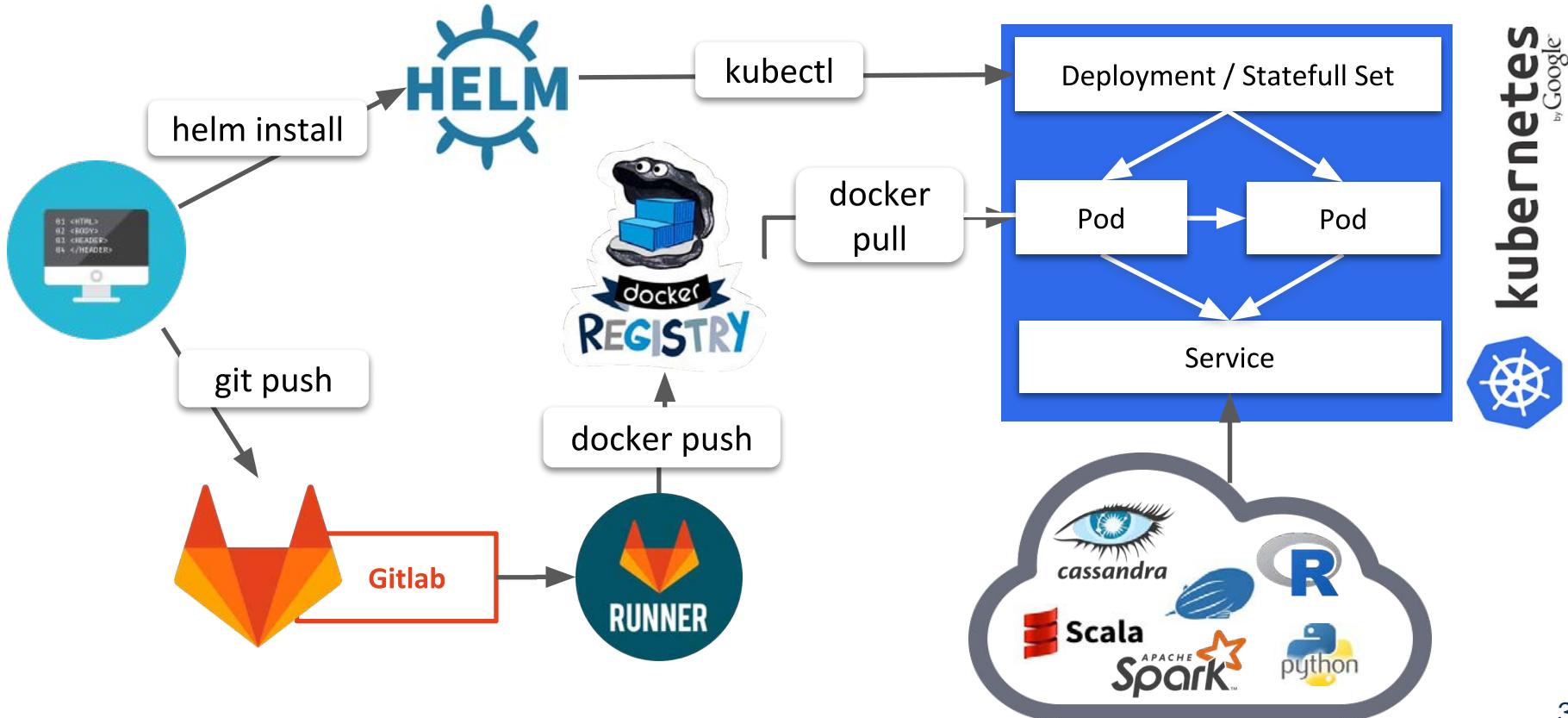
- › DevicePlugin installieren
- › Base Image: *nvidia/cuda*
- › GPU Ressourcen verwenden

```
1 resources:  
2   limits:  
3     nvidia.com/gpu: {{ $numGpus }}
```

Was gibt es noch so?

- › kubeflow
 - › Ähnlich zu unserer Plattform
 - › ksnonnet für templating (vs Helm alleine)
 - › Argo für workflow-steuerung (evtl auch)
- › Horovod (Uber)
 - › MPI für TensorFlow (bessere Performance)
 - › besserer Skalierungsmechanismus
- › TensorFlow Operator (Jakob Karalus, data2day '17)
 - › jinja2 für's templating

Wie alles zusammenpasst: inovex Data Cloud Platform



The background image shows a modern architectural facade. The lower portion features a series of large, dark-framed glass windows. Above this, the facade is covered in light-colored, vertical panels, possibly made of metal or a similar material. The sky is visible through the windows.

Vielen Dank

Sebastian Jäger
@se_jaeger

Hans-Peter Zorn
@data_hpz

inovex GmbH
Ludwig-Erhard-Allee 6
76131 Karlsruhe