ETH zürich

Anwendungsbereiche und Performanz der Version 3.0

David F. Vetsch

4. Anwendertreffen BASEMENT

25. Januar 2019, HSR Rapperswil

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie

Inhalt

- Einleitung
- Anwendungsbereiche I
- Performanz
- Anwendungsbereiche II

Einleitung

Motivation:

- Effiziente 2D Modellierung

Umsetzung:

- Einfachere räumliche Diskretisierung
- Ermöglichung der Verwendung von performanter Hardware, z.B. GPU

=> komplett neu entwickelte Version von BASEMENT

=> BASEMENT v3.0 (vorerst Fokus auf 2D)

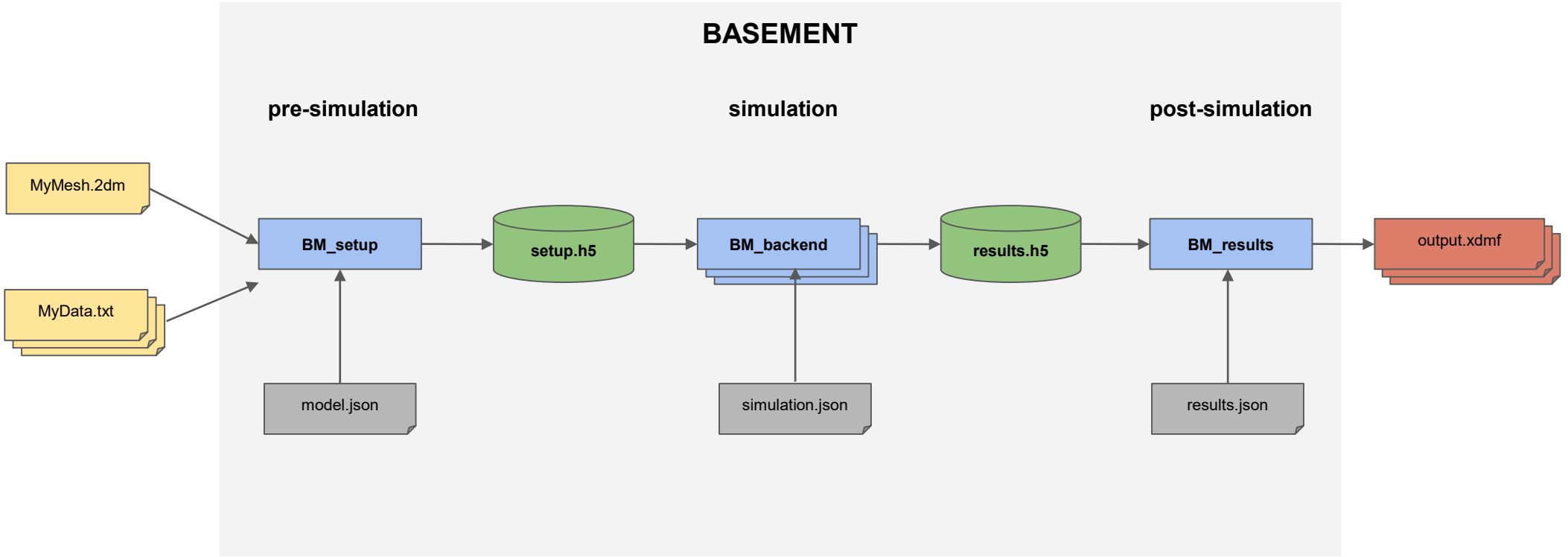
Einleitung

Neuheiten BASEMENT Version 3.0:

- deutlich effizientere Berechnung
- Grafische Benutzeroberfläche (GUI)
- Command File: Format und Struktur
- Workflow, individuell anpassbar
- H5 Data Container
- Unterstützung von GPU (vorerst nur unter Linux)
- Gittergenerierung: BASEmesh 1.44
- neues Logo

Einleitung

Workflow:



Anwendungsbereiche I

Features v3.0:

- Hydrodynamik 2D
- Morphodynamik 2D: Uniformes Sediment

Ausstehend:

- Workflow mit QGIS 3.0
- Suspensionstransport
- 1D Modell

Veröffentlichung v3.0:

- voraussichtlich Februar/März 2019

	seriell		SMP		GPU	
2D Hydrodynamik						
2D Sedimenttransport		*		*		*
1D Modell						
Modellkoppelung						
Regelung						
Grundwasser						

Legende:

Version 2.8.x

Version 3.0

* nicht alle Features

Performanz

Grundlegende Massnahmen zur Steigerung und zum Erhalt der effizienten Berechnungen:

- räumliche Diskretisierung: Finite Volumen, 1. Ordnung
- Nutzung von performanter Hardware
- Kontinuierliche Prüfung der Performanz

Ergebnisse anhand der Benchmarks:

- deutlich effizientere Simulation
- sehr gute Ausnutzung der Hardware

Performanz

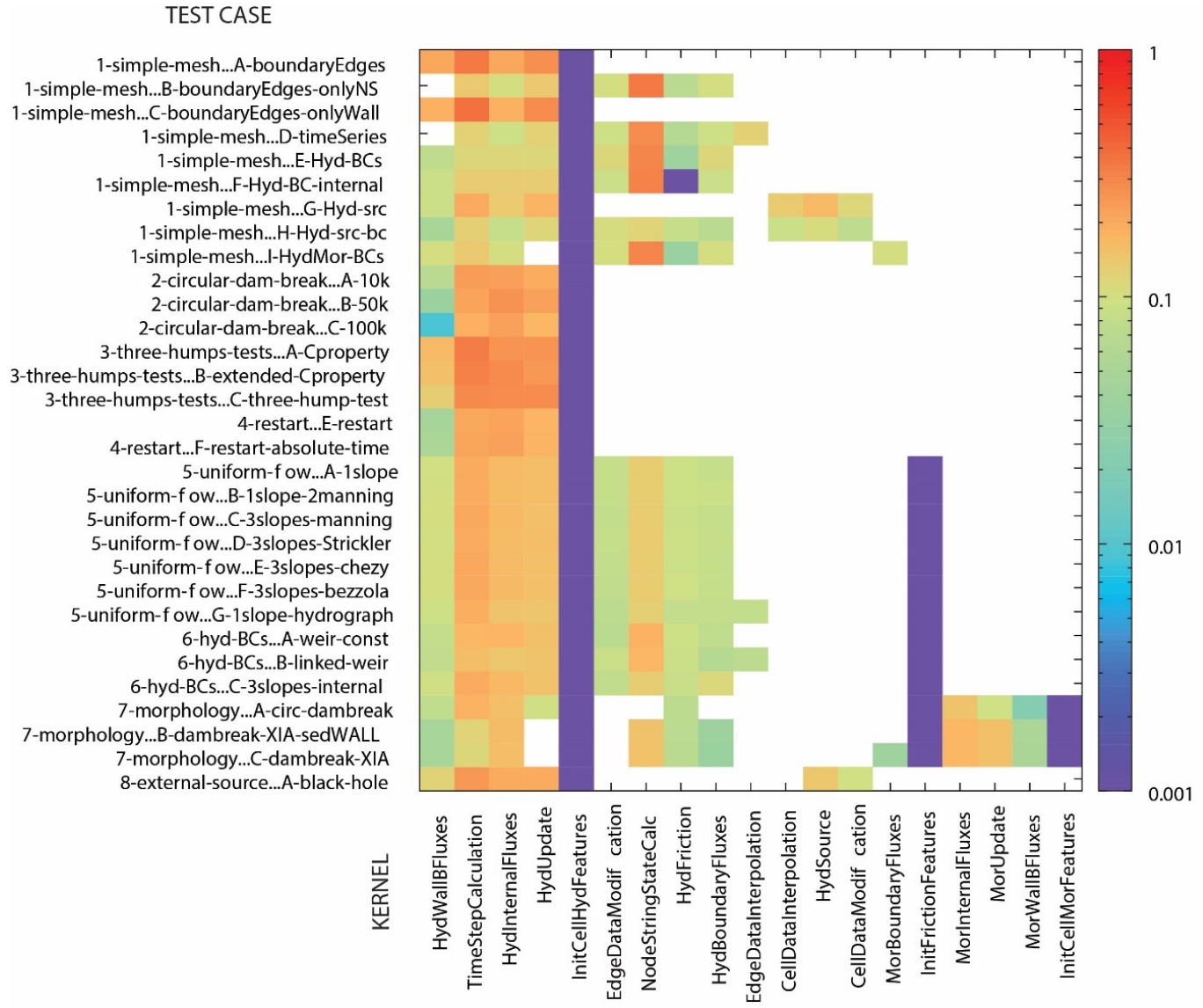
<u>Nutzung von performanter Hardware</u>

- OP2: open-source library
  for unstructured grid applications
- Multicore-Prozessoren (OpenMP)
- Nvidia GPU (CUDA)
- Cluster (MPI, hybrid)

CSCS

Performanz

Kontinuierliche Prüfung der Performanz



Performanz

Geschwindigkeitszuwachs (Speedup):

Verhältnis zwischen serieller und prallerer Ausführungszeit eines Programms

$$s = \frac{t_1}{t_n}$$

Amdahlsche Gesetz:

Beschränkung des Geschwindigkeitszuwachs durch sequentiellen Teil des Programms

maximale Beschleunigung

$$s = \frac{t_{tot}}{t_{tot} - t_s}$$

Skalierbarkeit:

Leistungssteigerung durch Hinzufügen von Ressourcen

Konvergenz der Lösung:

Abnahme des Berechnungsfehlers bei zunehmender Gitterauflösung

Performanz

GPU Prozessoren

Typ:	*Assemblierer*
P620:	PNY
1050ti:	GIGABYTE
1070ti:	PNY
1080ti:	ASUS

card	K20	P100	GTX 1080Ti	GTX 1070Ti	GTX 1050Ti	Quadro P620
memory [GB]	5	12	11	8	4	2
architecture	Kepler	Pascal	Pascal	Pascal	Pascal	Pascal
Bandwidth [GB/s]	208	549	484	256	112	80
CUDA SDK	3.5	6.0	6.1	?	?	?
CUDA cores	2496	3584	3584	2432	768	512
CUDA clock [GHz]	0.706	1.126	1.54	1.61	1.29	1.26
Kosten CHF	**2500**	**6115**	**1025**	**535**	**235**	**232**

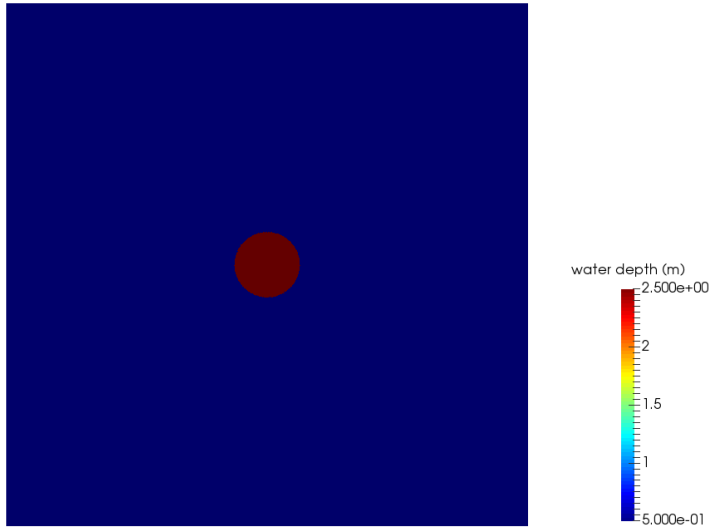
Multi-Core Prozessoren

- 18 Core Intel **Xeon Gold 6154**, 3.0GHz Processor (CHF 3690.-)
  96GB DDR4 2666MHz ECC Memory
- 12 Core Intel **Xeon E5-2687Wv4** 3.0GHz Processor (CHF 2250.-)
  128GB DDR4 2400MHz ECC REG Server Memory

Performanz

Benchmark: Hydrodynamik

Circular dam break



Initial conditions for circular dam break

Parameters for circular dam break

Domain area	40 x 40 m
Dam diameter	5 m
Friction	-
Slope	-
Boundary conditions	Wall

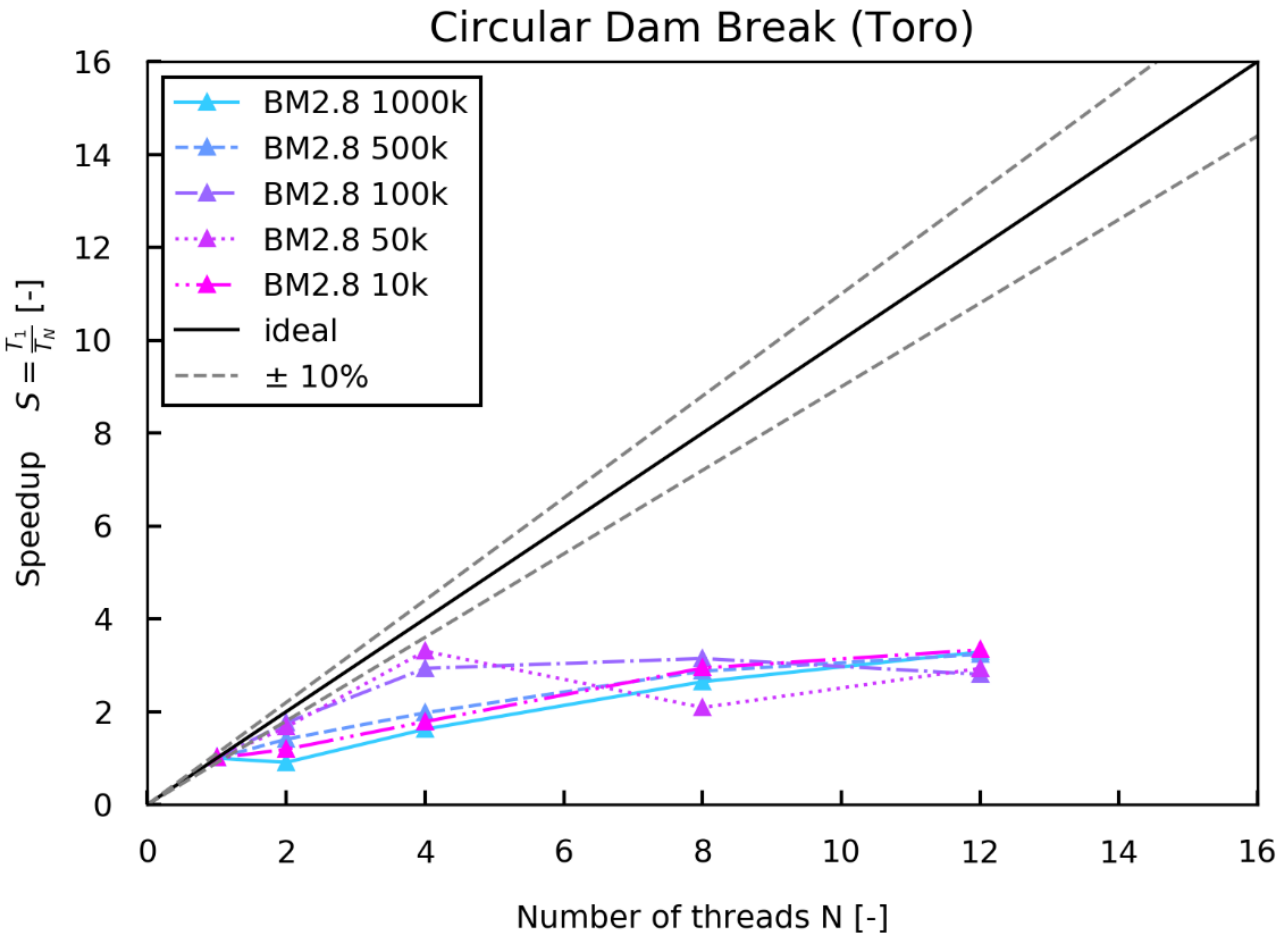
Anzahl Gitterzellen
10k
50k
100k
500k
1000k

Performanz

Benchmark: Hydrodynamik

Skalierbarkeit:

- v2.8
- Multicore CPU

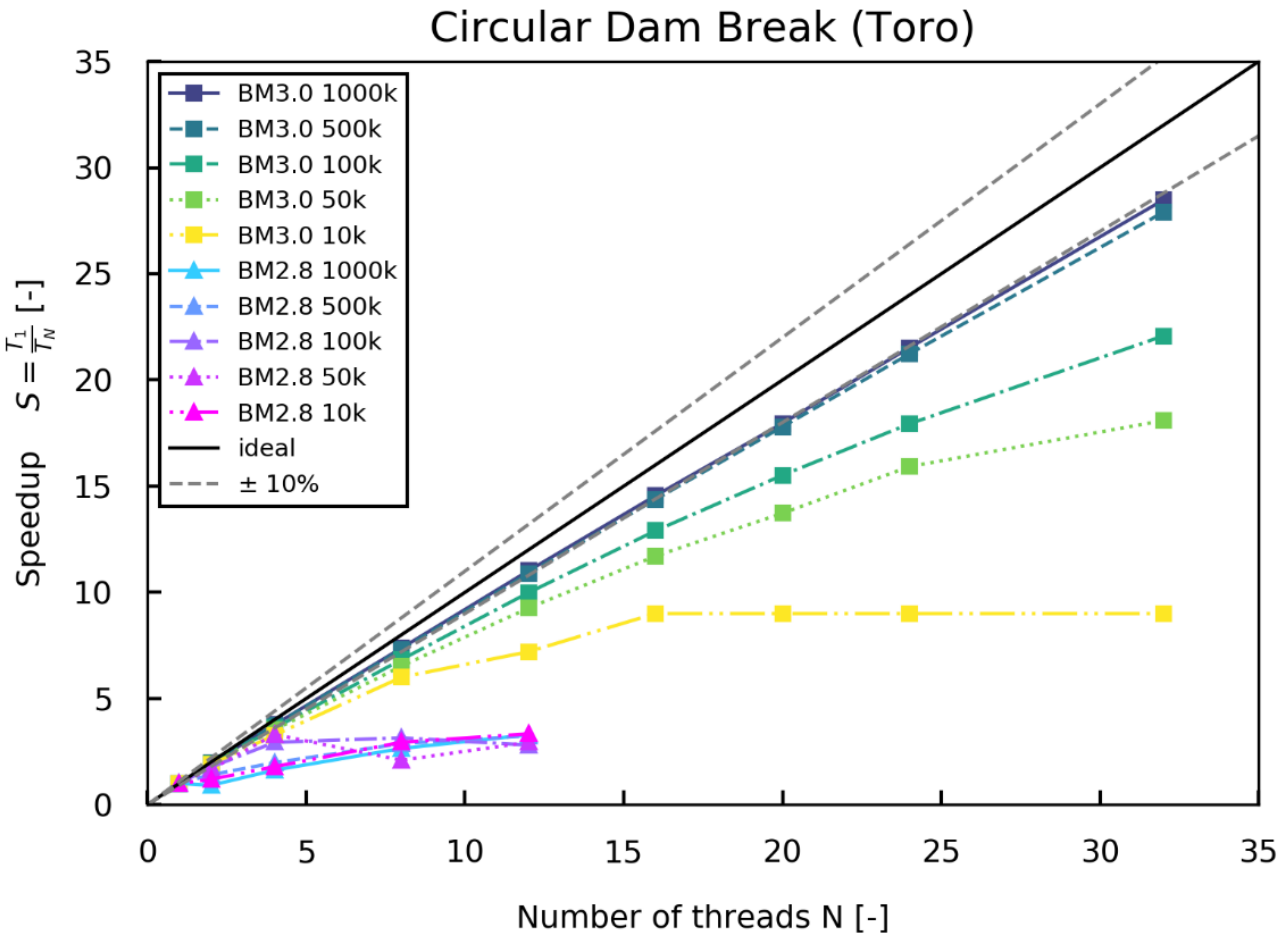


Performanz

Benchmark: Hydrodynamik

Skalierbarkeit:

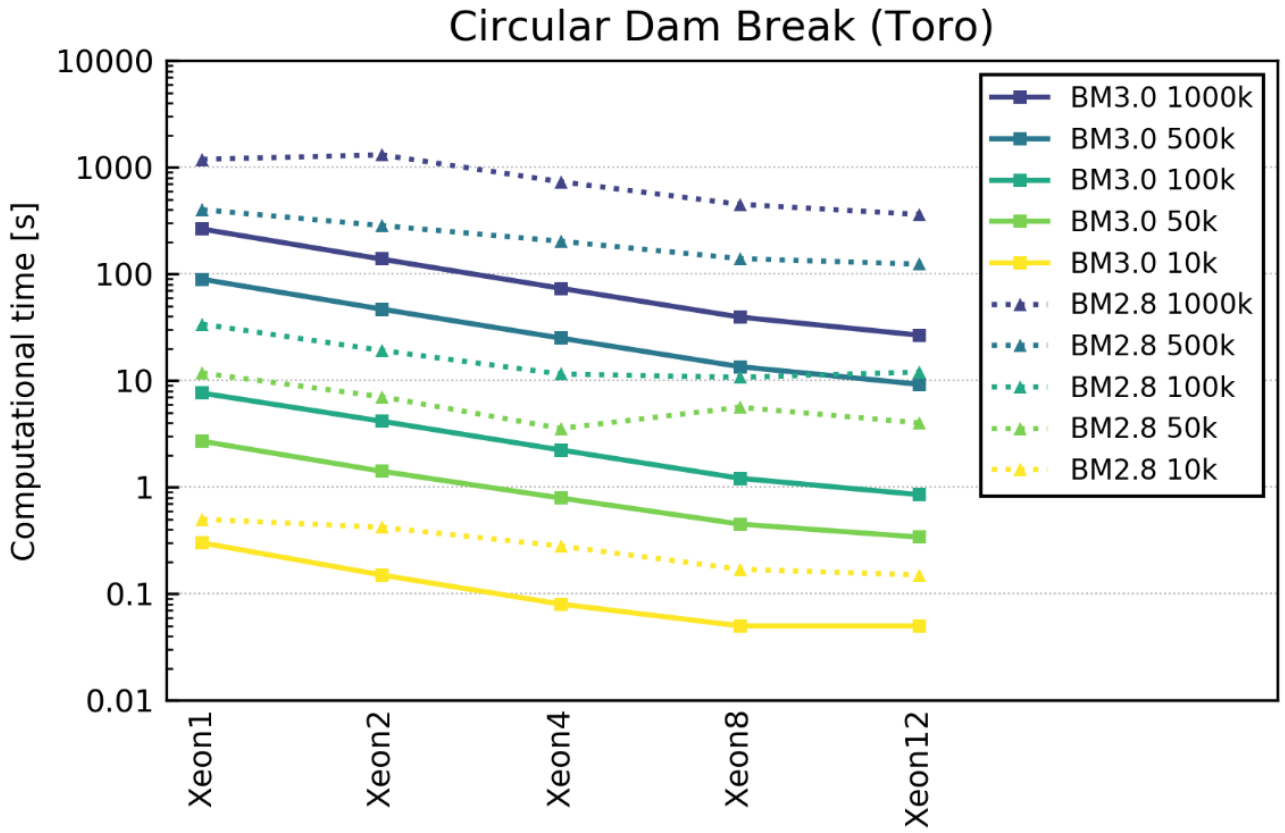
- v2.8 vs. v3
- Multicore CPU
- T_1 der jeweiligen Version
- maximale Beschleunigung bei kleinen Gittern erreicht



Performanz
Benchmark: Hydrodynamik

Geschwindigkeitszuwachs von v2.8 zu v3:

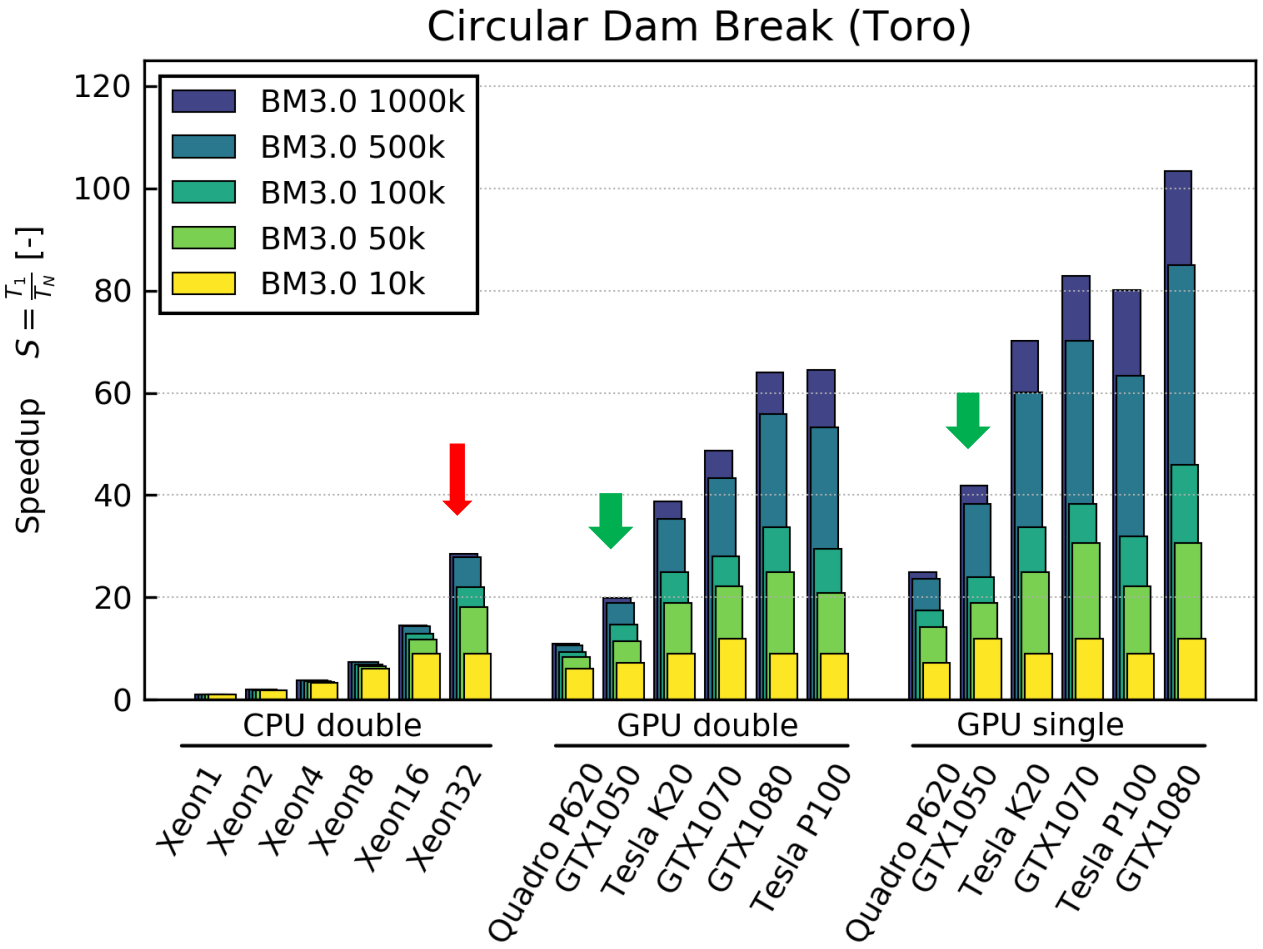
- Multicore CPU



Performanz
Benchmark: Hydrodynamik

Speedup:

- v3
- Multicore CPU vs. GPU
- double vs. single Precision
- teuer vs. günstig

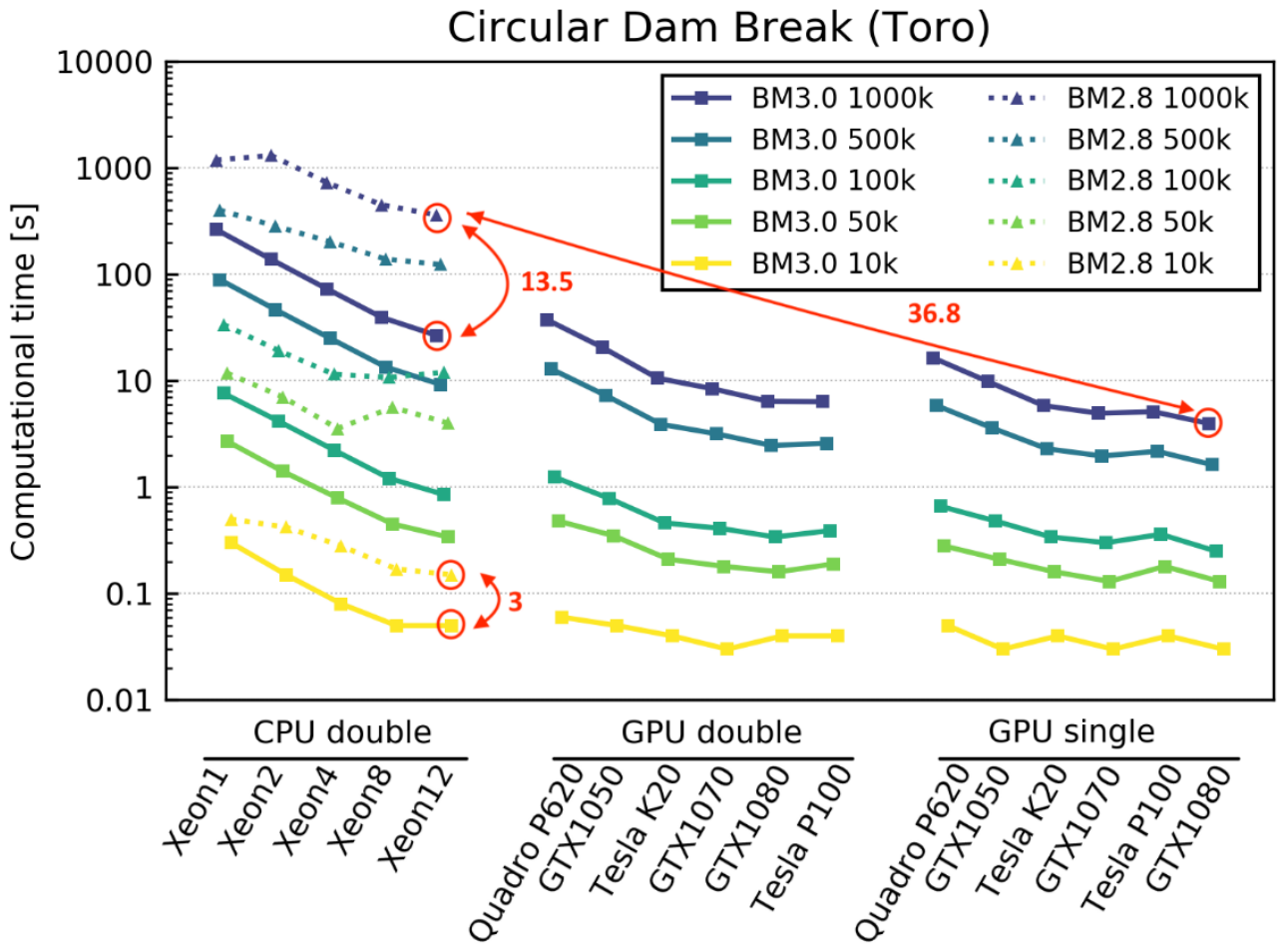


Performanz

Benchmark: Hydrodynamik

Geschwindigkeitszuwachs von v2.8 zu v3:

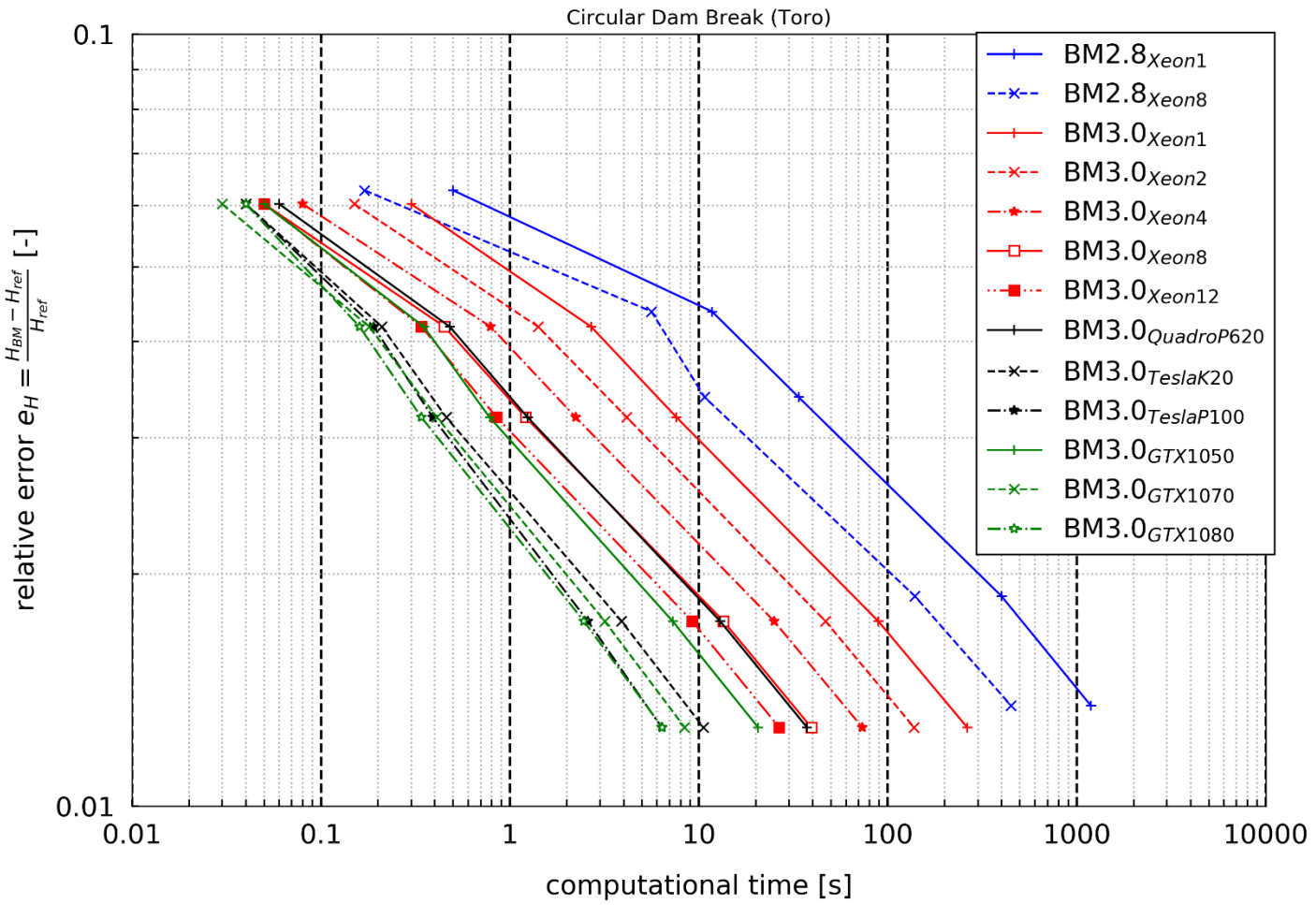
- Multicore CPU und GPU



Performanz

Benchmark: Hydrodynamik

Konvergenz



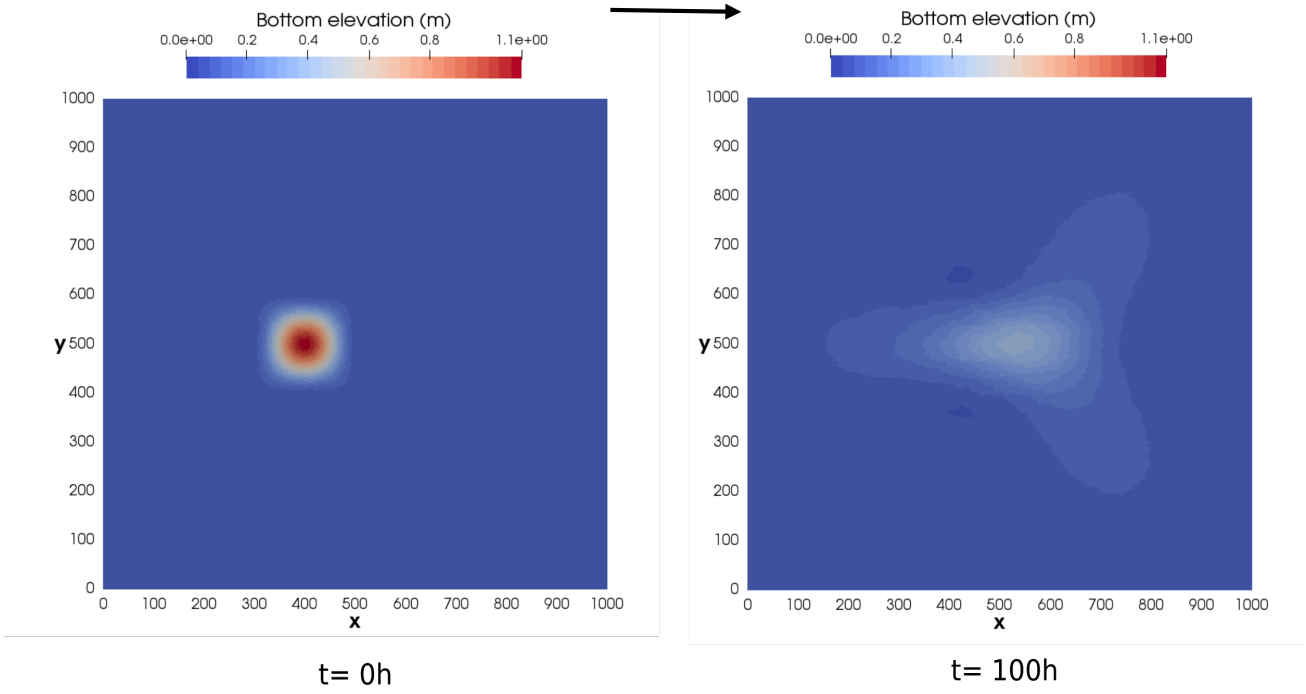
Performanz

Benchmark: Morphodynamik

Conical dune

Initial conditions and development of the conical dune

Flow direction:



t= 0h t= 100h

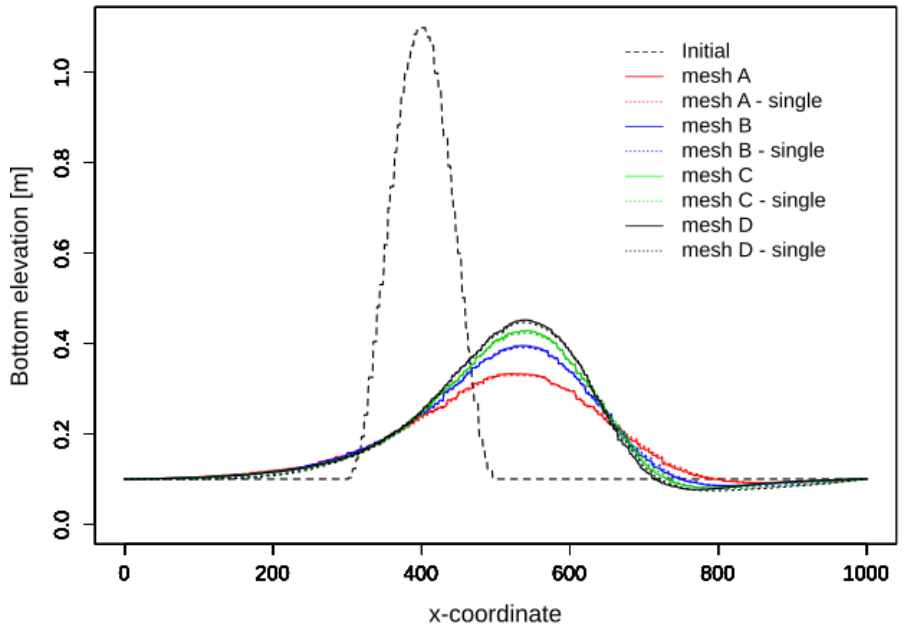
Conical dune parameters

Domain area	1000 x 1000 m
Unit discharge	10 m/s
Water depth	10 m
CFL	0.8
Bed load transport formula	Grass
Porosity	0.4

Anzahl Gitterzellen
30k
60k
90k
120k

Performanz
Benchmark: Morphodynamik

Longitudinal bottom elevation at y= 500 m at initial conditions and after 100 h of simulation

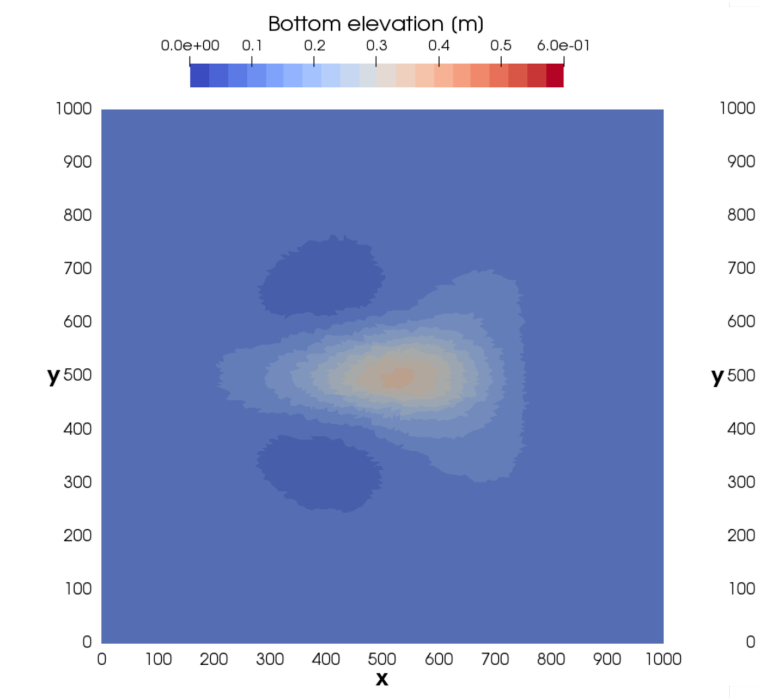


Conical dune mesh parameters and results

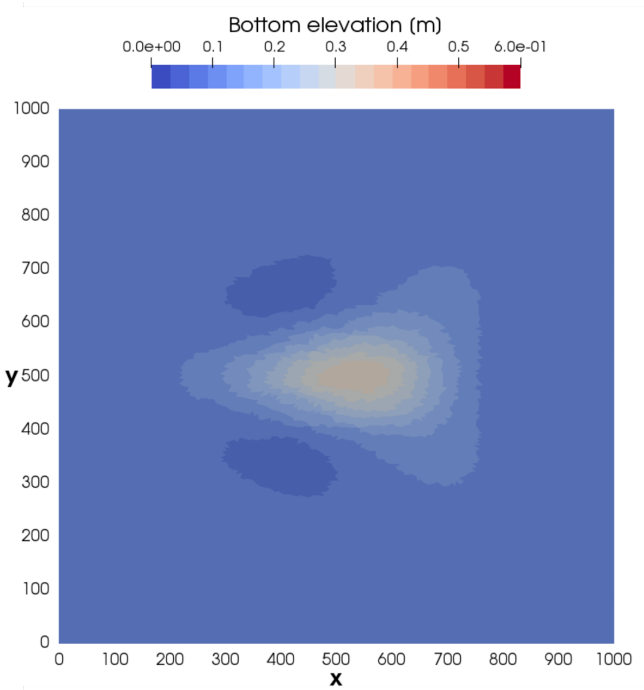
Mesh	Number of cells	Maximum bottom elevation t=100h (m)	Maximum bottom elevation (single) t=100h (m)
A	30’160	0.333	0.329
B	60’201	0.395	0.391
C	91’083	0.428	0.424
D	126020	0.452	0.446

Performanz
Benchmark: Morphodynamik

Planar view of the bottom elevation after 100h of simulation



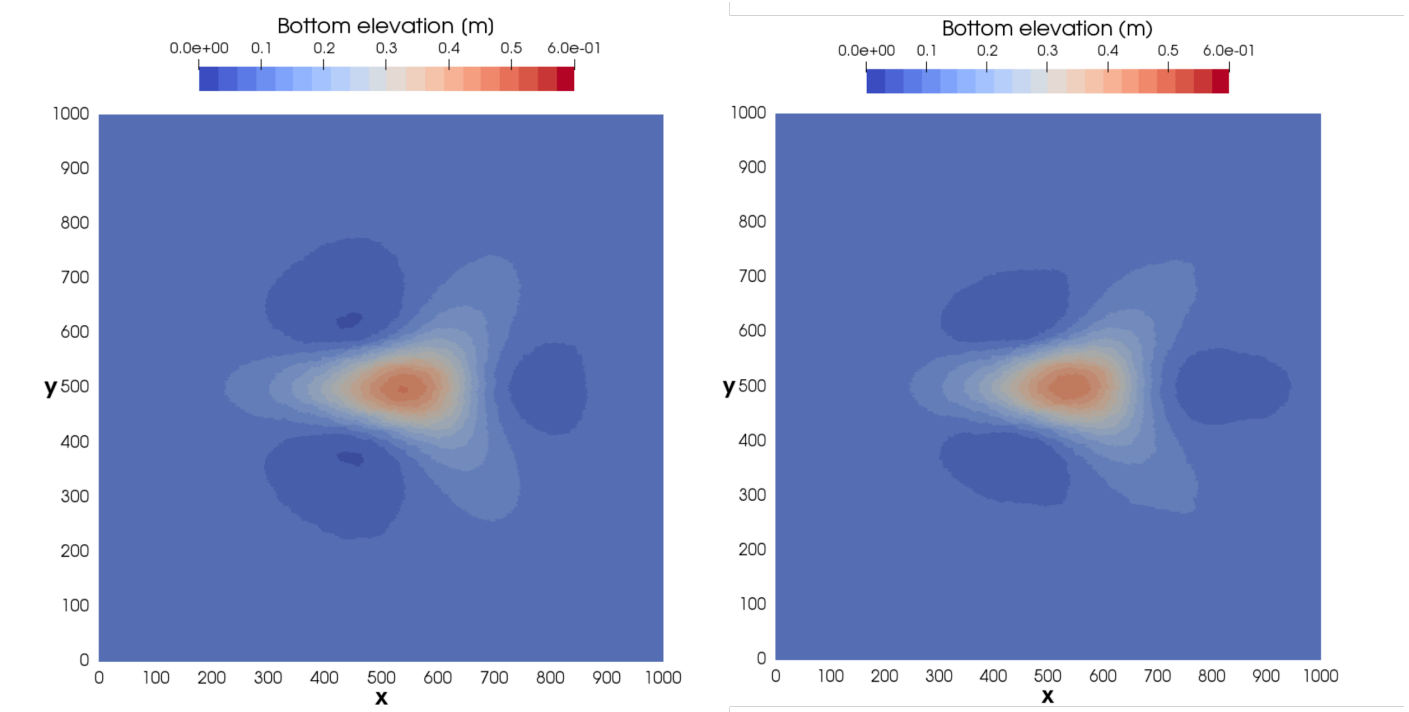
Mesh A - Double



Mesh A - Single

Performanz
Benchmark: Morphodynamik

Planar view of the bottom elevation after 100h of simulation



Mesh D - Double

Mesh D - Single

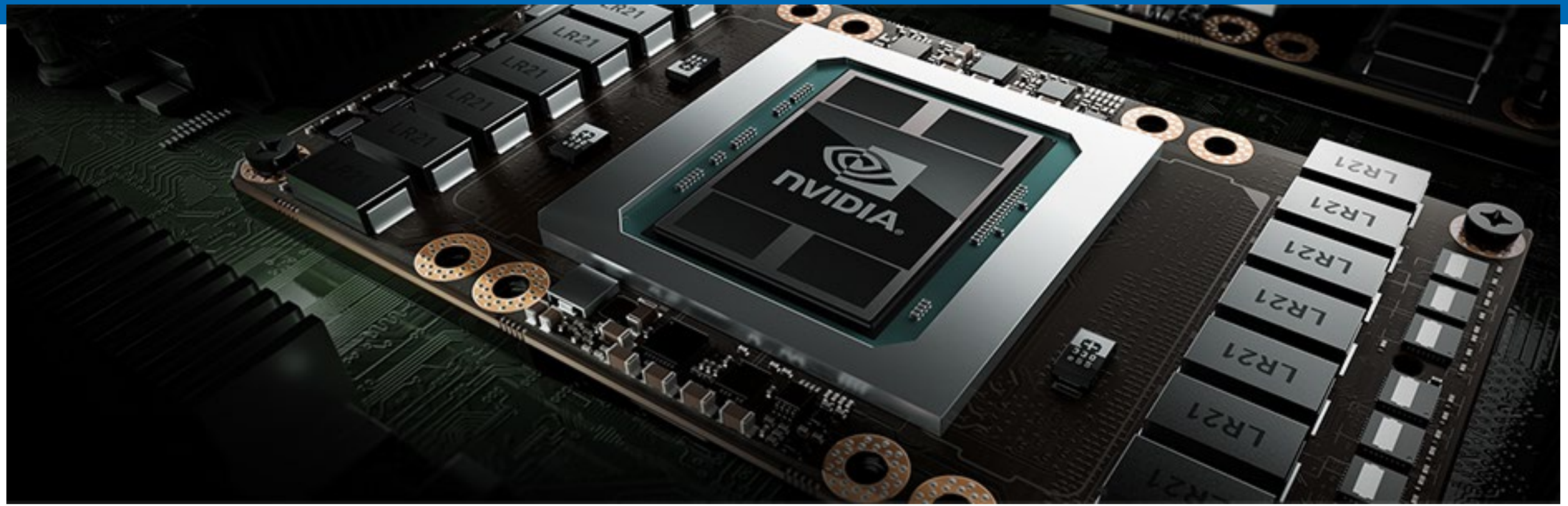
Anwendungsbereiche II

Multi-Core Prozessoren:

- mehrere Simulationen gleichzeitig
- gute Skalierbarkeit
- Amdahlsches Gesetz

GPU:

- eine Simulation pro GPU
- grossräumige oder lokal hoch aufgelöste 2D Probleme
- Gitterauflösung ist primär massgebend für Fehler (nicht single/double Precision)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

vetsch@vaw.baug.ethz.ch / www.vaw.ethz.ch