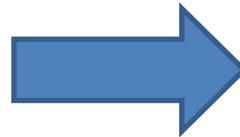


Hinweise und Tipps zur Laufzeitoptimierung

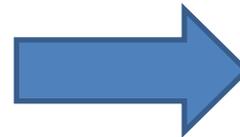
... oder wie mein Modell schneller rechnet.

Dipl.-Ing. Johannes Rohde



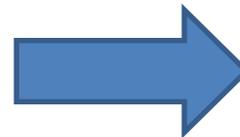


130 min



77 min

4,6 Tage



2,5 Tage

- Grundlagen und Theorie
- Vorgehen in der Praxis
- Beispiele
- Fazit

- ▶ Rechenzeit wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst

- ▶ 1step oder 2step

- ▶ 1step i.d.R. schneller

- ▶ Modellgröße, Simulationsdauer, Abflussganglinien

- ▶ Häufigkeit der Ergebnisausgabe

- ▶ **Amin**

- ▶ **Netzgeometrie**



Beeinflussung des internen
Berechnungszeitschritts (Timestep)

- ▶ *Achtung: Amin beeinflusst das Kontrollvolumen und damit die Gesamtfläche des Modells und die Wasserspiegel (s. Meldungen Präprocessor)*

› Interner Berechnungszeitschritt

$$\Delta t \leq \min\left(\frac{\Delta L}{|v| + \sqrt{gh}}\right)$$

› Er setzt sich i. W. zusammen aus

- › der charakteristischen Länge ΔL , i.d.R. **Knotenabstand** (Kantenlänge abhängig vom Kontrollvolumen)
Höherer Amin kann diesen Wert ggf. vergrößern

- › der **Fließgeschwindigkeit** v entlang der Elementkante

- › der **Wassertiefe**

- › wird für jeden nassen Knoten ermittelt

```
*****
HYDRO_AS-2D 5.2.1      1-Step
*****
Checkout License for full version.
check out licenses...
*** number of licenses:          2
*** used threads:                4

SIMULATIONSZEIT =          10 Sekunden, (DELT:10.000000 2020-08-21 10:16:57)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =         900 Sekunden, (DELT: 0.067965 2020-08-21 10:16:59)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =        1800 Sekunden, (DELT: 0.058700 2020-08-21 10:17:03)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =        2700 Sekunden, (DELT: 0.058583 2020-08-21 10:17:08)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =        3600 Sekunden, (DELT: 0.058581 2020-08-21 10:17:13)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =        4500 Sekunden, (DELT: 0.058583 2020-08-21 10:17:18)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.
SIMULATIONSZEIT =        5400 Sekunden, (DELT: 0.058583 2020-08-21 10:17:23)
  Ergebnisdaten fuer SMS wurden ausgeschrieben.

ncycle, CPU, CPU / ncycle          84655   102.4375   1.2100585E-03

Die Simulation wurde in 0.4315540 Minuten erfolgreich abgeschlossen.
```

- ▶ Der kleinste interne Berechnungszeitschritt gilt für das ganze Netz
 - ▶ D.h. eine ungünstige Stelle im Netz → die ganze Berechnung wird gebremst
- ▶ Aber, je nach Abflussgeschehen, können zu verschiedenen Zeitpunkten auch verschiedene Knoten für den internen Zeitschritt maßgeblich sein
 - ▶ z.B. zum Zeitpunkt 3.600 s, z. B. Δt_{min} bei Knoten 10
 - ▶ z.B. bei Zeitpunkt 10.800 s, z.B. Δt_{min} bei Knoten 55

▸ Maßgebliche Beeinflussung von Δt_{min} durch Netzgeometrie von nassen Knoten

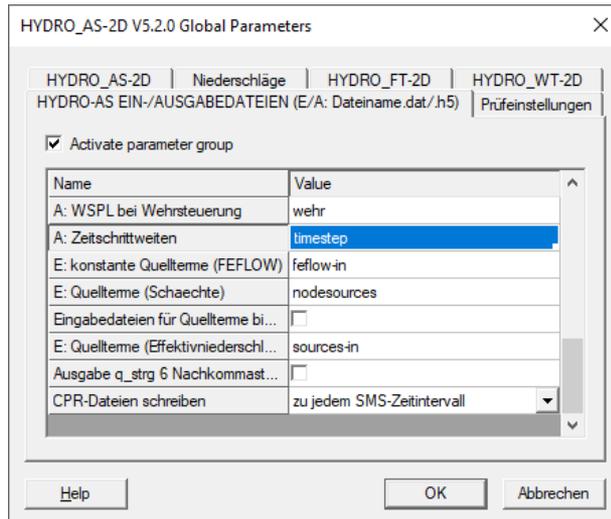
durch:

- Allg. Kantenlänge, d.h. Knotenabstand
- Kantenlänge an Randzellen von spezieller Bedeutung
 - Hier ist das Kontrollvolumen und somit die charakteristische Länge verkleinert
Randpunkt: KV halbiert, Eckpunkt: KV geviertelt
- Geringer Abstand Geländehöhe KUK
 - hier ggf. Abstand erhöhen
- Große Wassertiefen (Seen)
 - hier ggf. Modellhöhe auf Seewasserspiegel setzen
- Hohe Fließgeschwindigkeit
 - auf Plausibilität prüfen

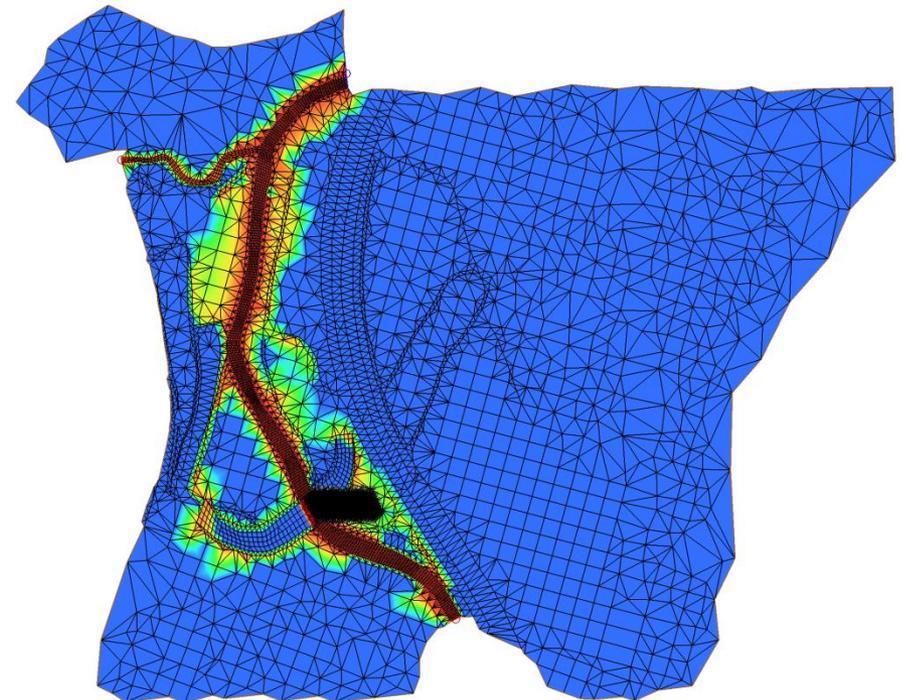
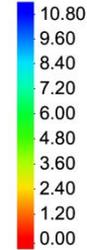
Formel interner Berechnungsschritt

$$\Delta t \leq \min \left(\frac{\Delta L}{|v| + \sqrt{gh}} \right)$$

- ▶ Erkennen der Rechenzeitbremser und Beschleunigungspotentiale
 - ▶ Anhand der Zeitschrittweiten (timestep) je Netzknoten



Mesh Module MODULE Min Timestep



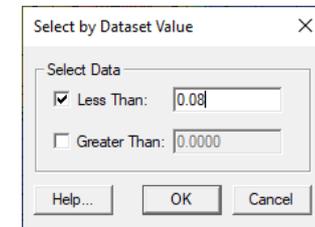
▸ Bewährt:

- Ermittlung der minimalen Zeitschritte über alle Zeitschritte mittels SMS (Data Calculator)

- Auswahl der „langsamen“ Knoten anhand eines Grenzwertes in SMS

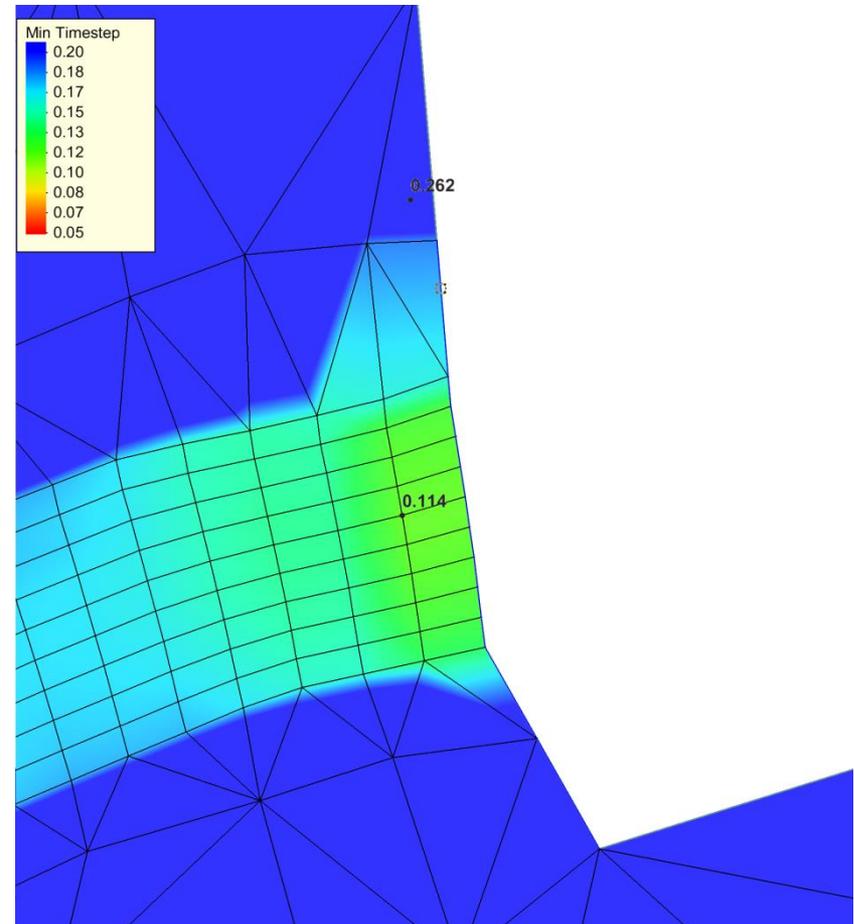
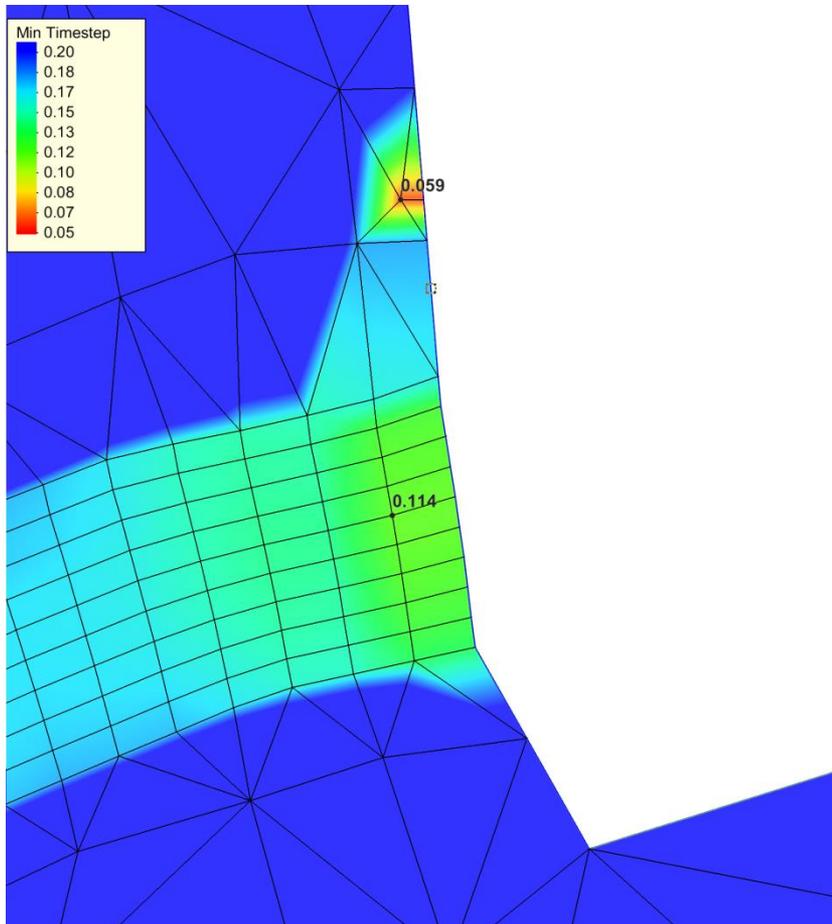
- iterativ den Grenzwert steigern

- je nach Zeit die in die Optimierung gesteckt werden soll

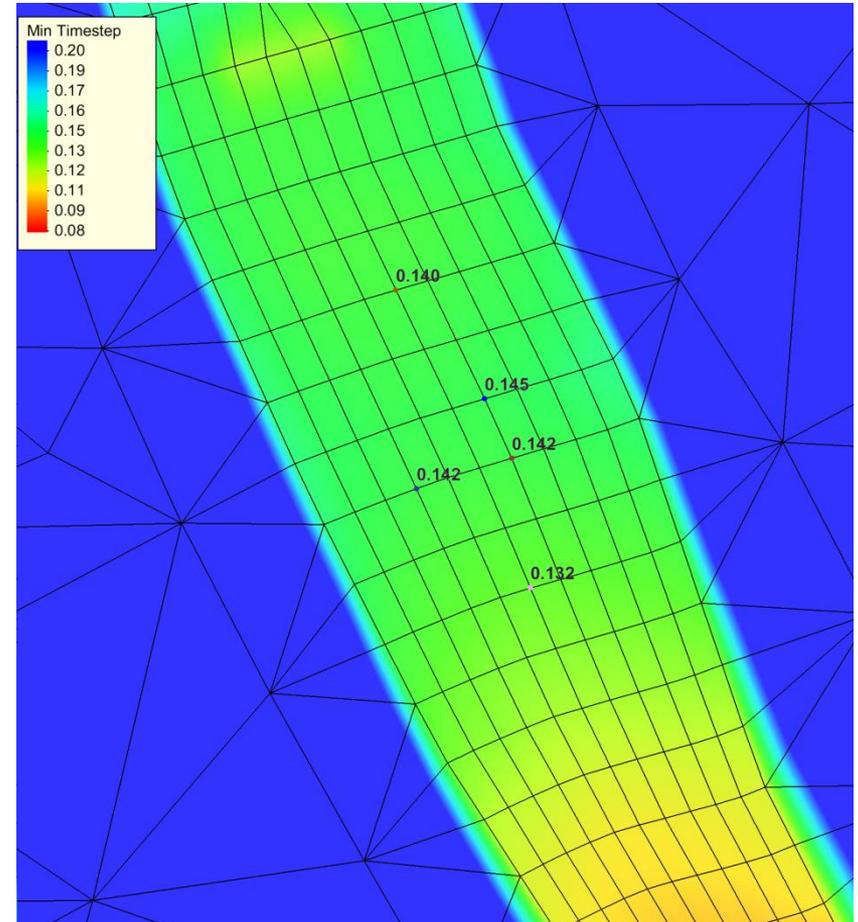
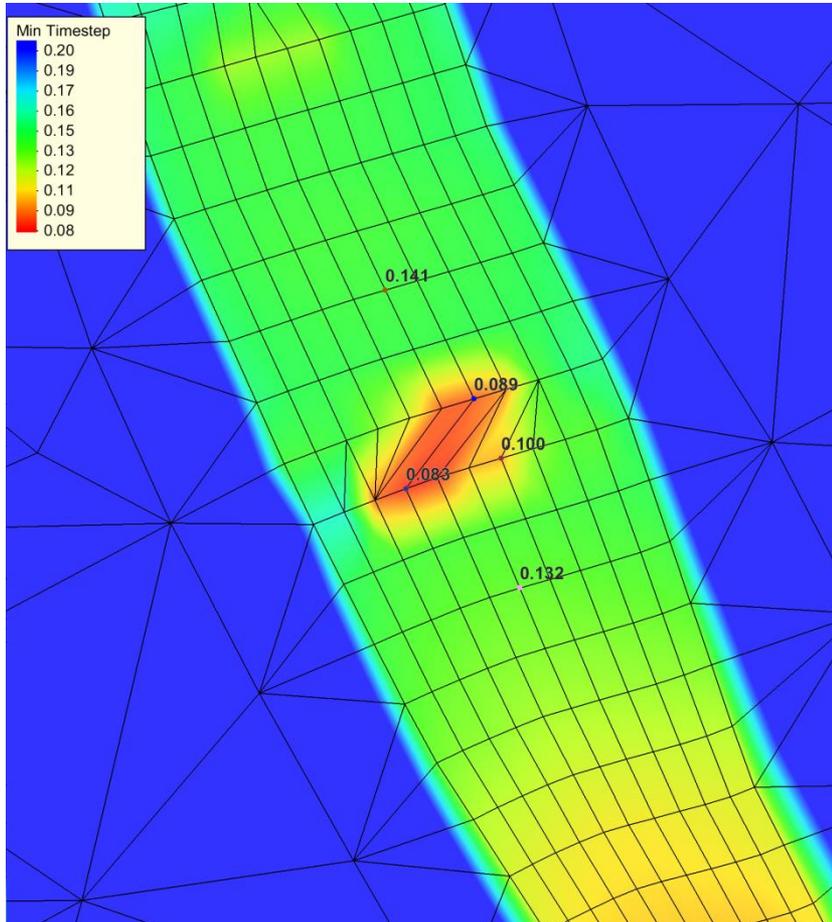


- Überarbeitung der Netzgeometrie → siehe nachfolgende Beispiele

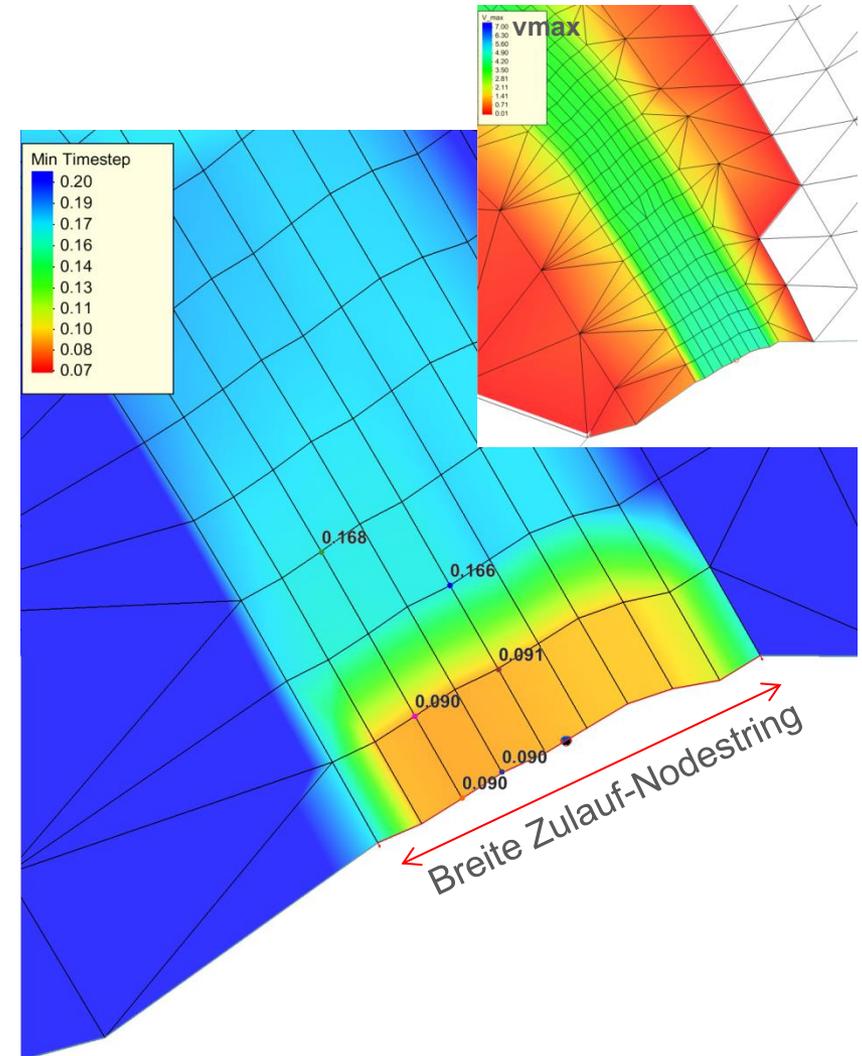
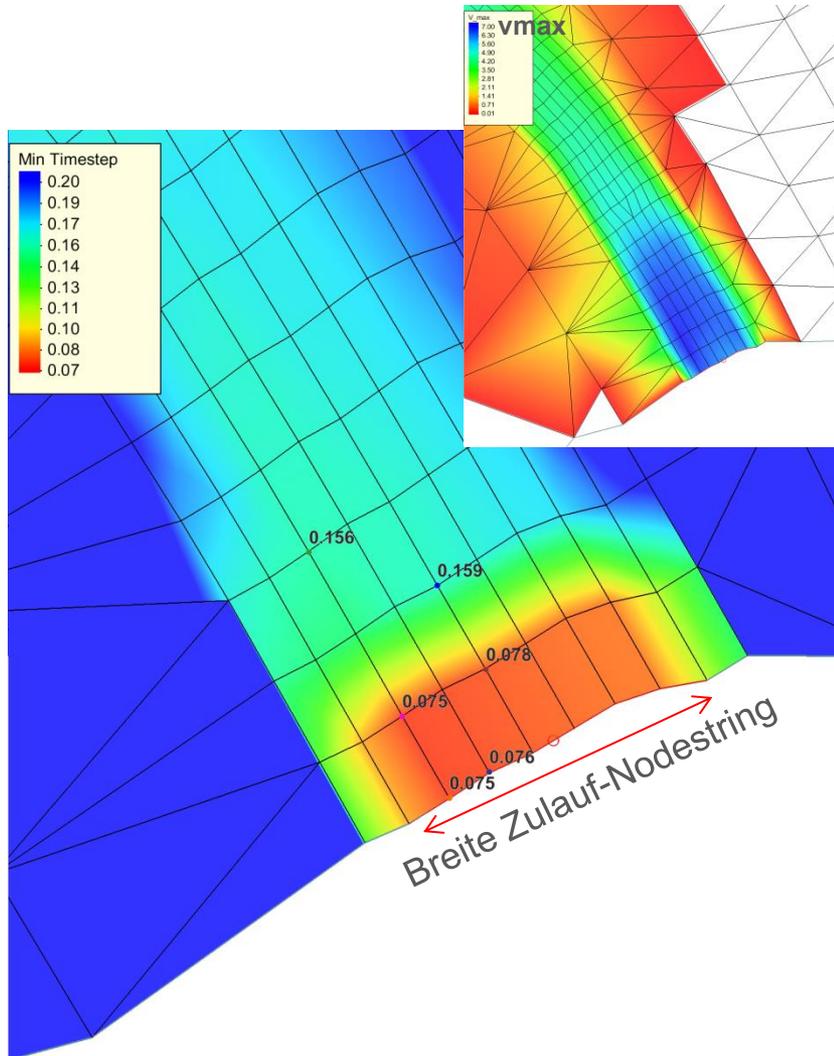
Beispiel: Knotenabstand zum Rand



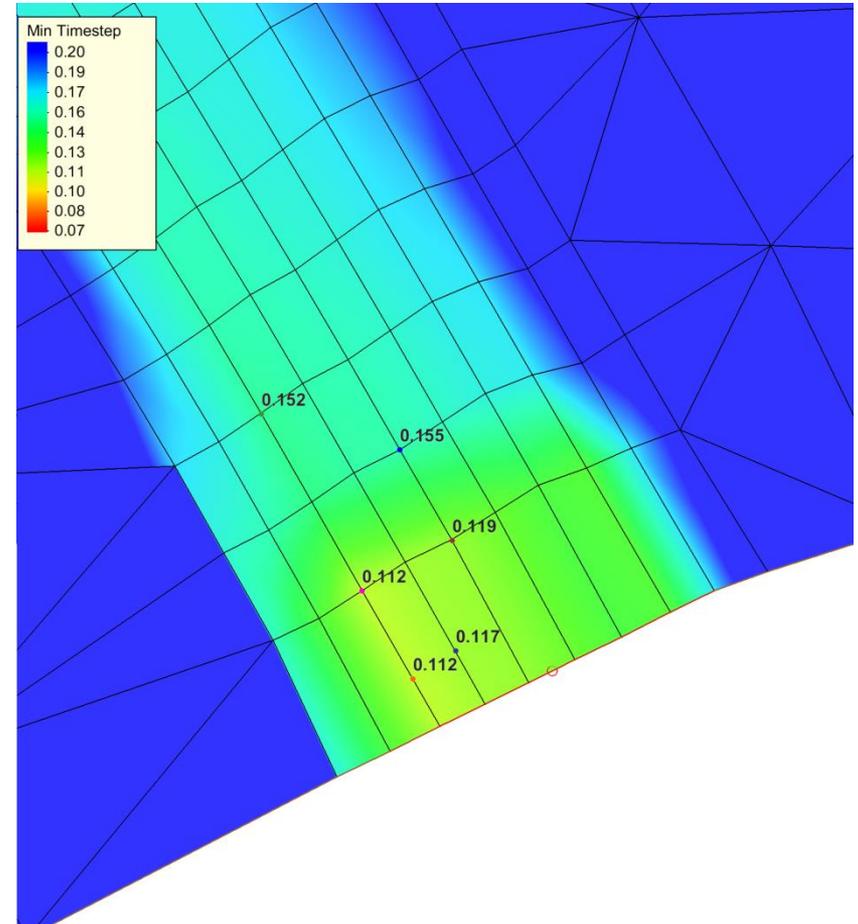
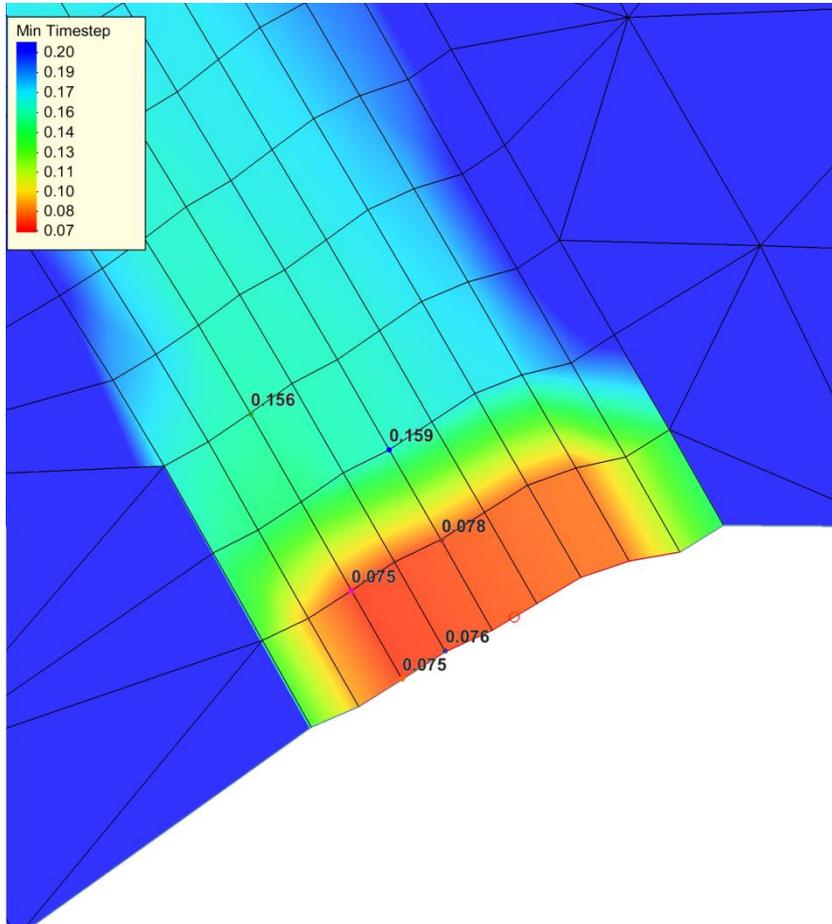
Beispiel: Verschränkte Elemente



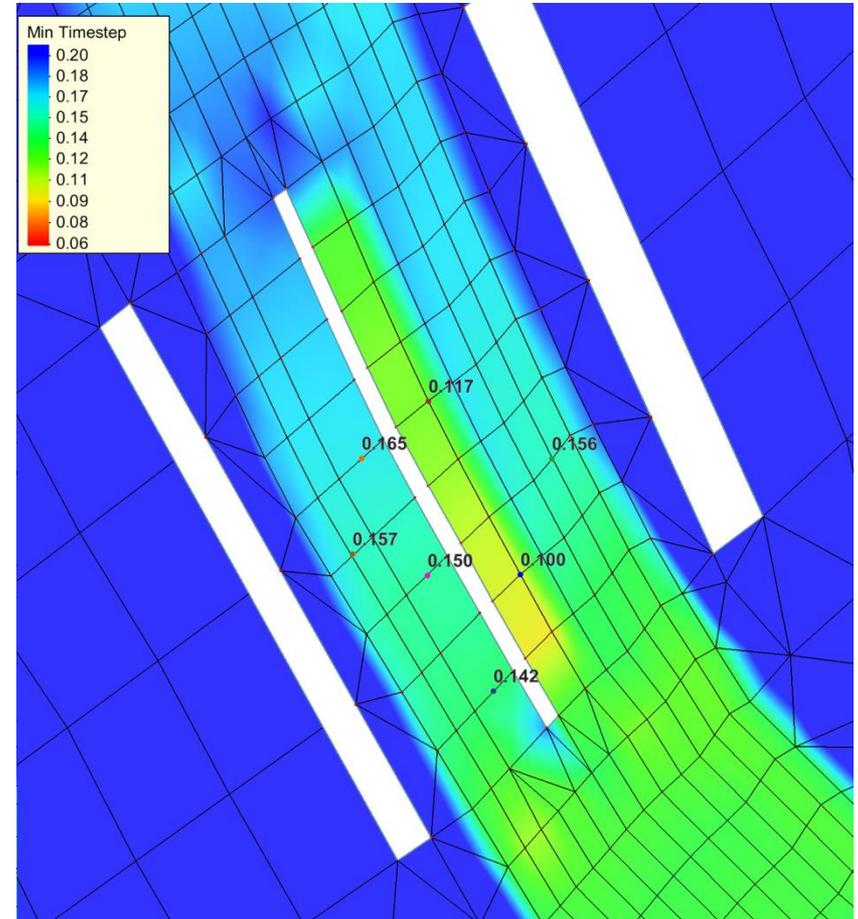
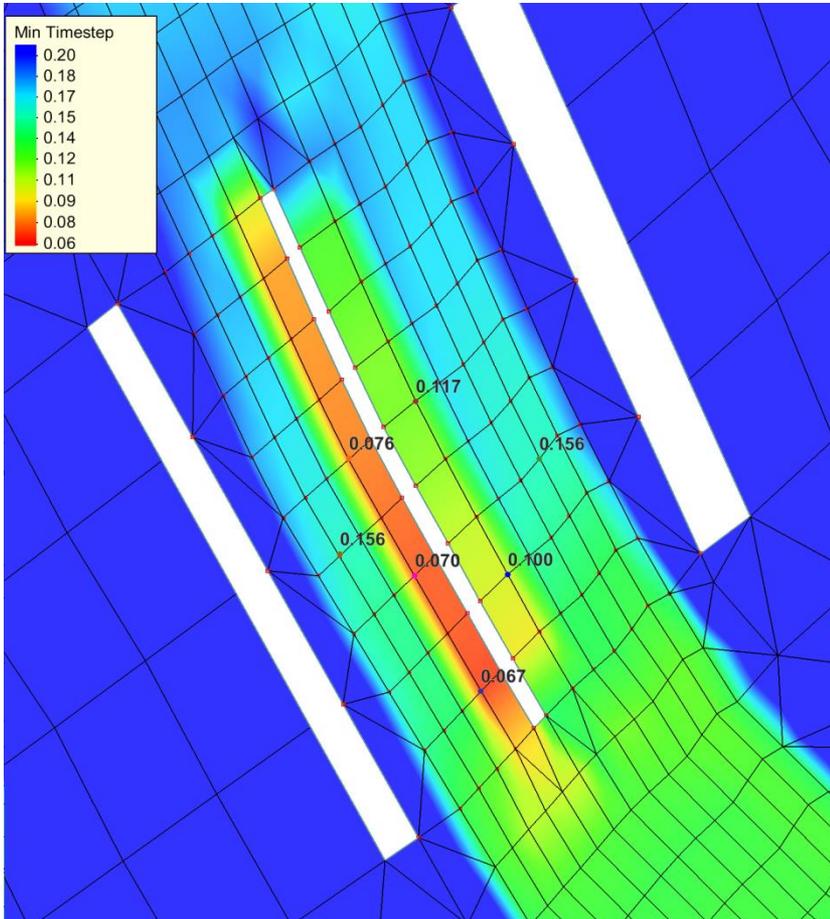
Beispiel: Fließgeschwindigkeit/ Breite Zulauf-Nodestring



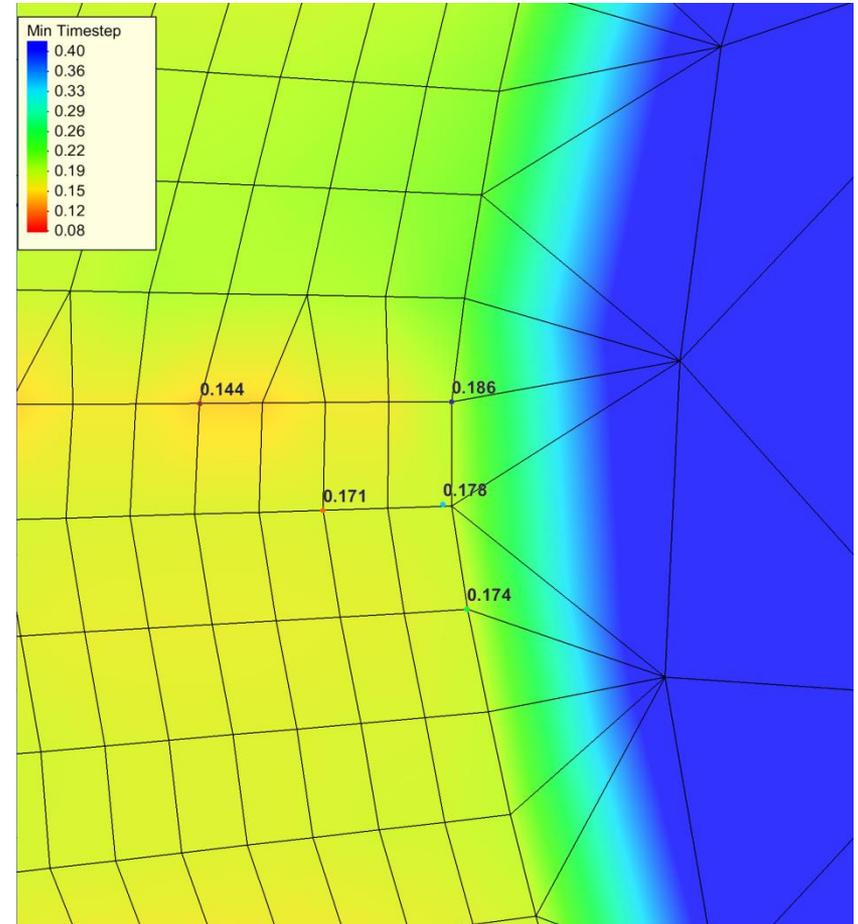
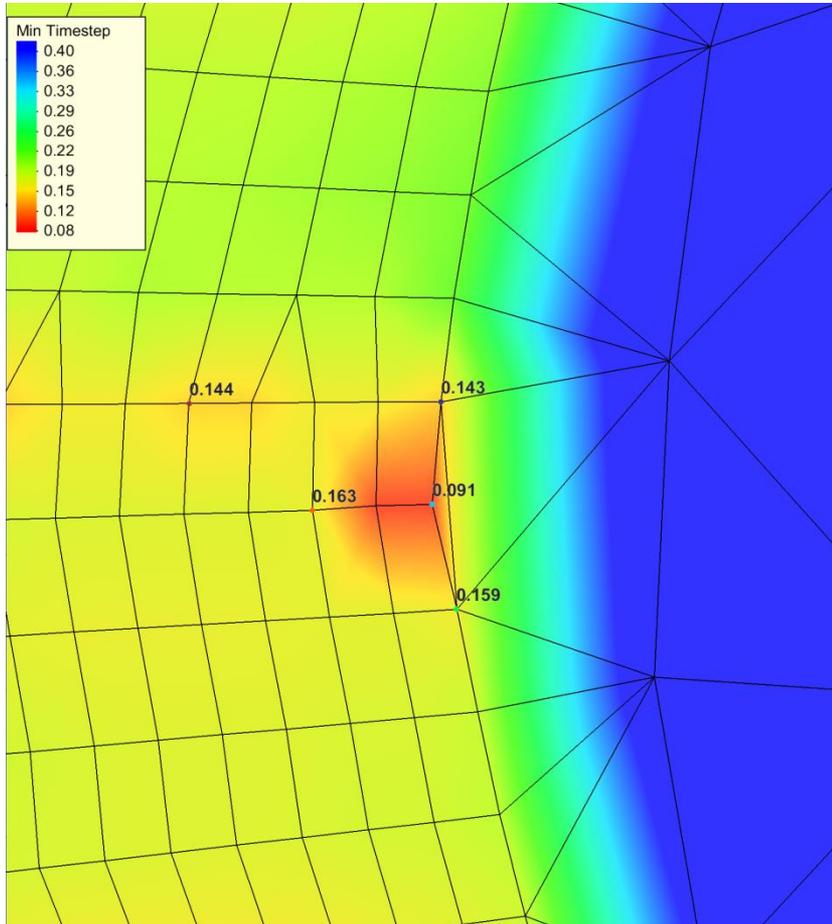
Beispiel: Elementgröße Zulauf



Beispiel: Elementgröße am Modellrand



Beispiel: Kleine Winkel



➤ Wie viel schneller kann mein Modell werden?

➤ Analyse der Zeitschritt / Timestep-Ausgabe:

Kann ich mit vertretbarem Anpassungen große Sprünge im Zeitschritt erreichen?

➤ Reale Beispiele:

Modellgröße	Zeitaufwand für Modelloptimierung	Min. Timestep (vor → nach Optimierung) 	Rechenzeit (vor → nach Optimierung) 
28.000 Knoten (instat. 20 h Ganglinie)	0,5 h	0,0082 → 0,0154	130 min → 77 min
1,25 Mio. Knoten (instat. 48 h Ganglinie)	3 h	0,1005 → 0,2292	4,6 Tage → 2,5 Tage
1,0 Mio. Knoten (instat. 48 h Ganglinie, Scripting)	8 h	0,0040 → 0,0080	20 Tage → 4 Tage

Vielen Dank!

Hinweise und Tipps zur Laufzeitoptimierung

... oder wie mein Modell schneller rechnet.

Dipl.-Ing. Johannes Rohde

