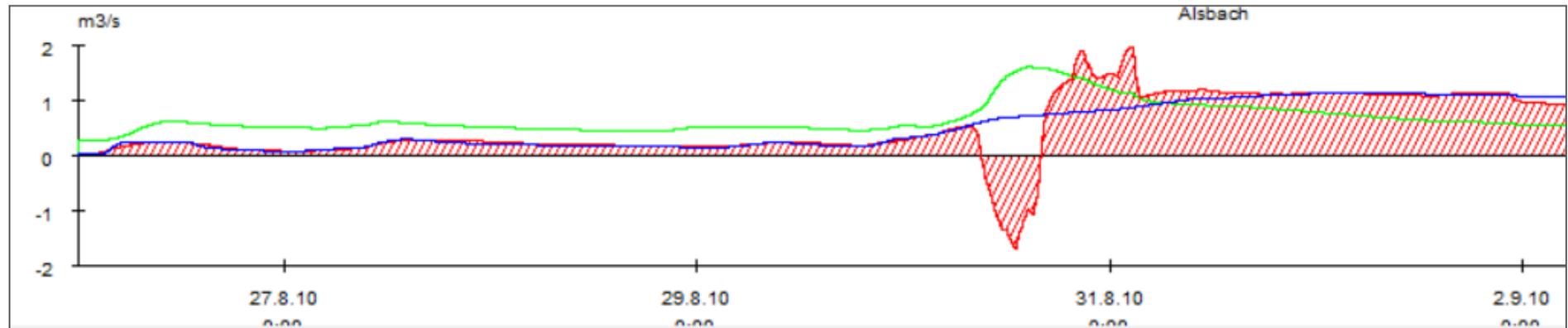


Hydrodynamische Berechnung in NASIM

Eva Loch
NASIM Infotage 2023, 19.-20. Oktober 2023

- ▶ Teil1: Einführung, Allgemeines
 - ▶ Theorie
 - ▶ Anwendung
- ▶ Teil2: Advanced
 - ▶ Randbedingungen und Selektionen
 - ▶ Bauwerkssteuerung mit HDR



➤ Was ist der hydrodynamische Rechenkern?

- Alternative Berechnungsmethode der Abflüsse in den Transportstrecken zu Kalinin-Miljukov
- Eindimensionale, hydrodynamische Berechnung: numerische Lösung der eindimensionalen, diffusen Wellengleichung
- Profilweise, Eigenschaften der Profile für eindimensionale Berechnung aggregiert
- Bewuchs nach DVWK220
- Hydrodynamische Berechnung ist optional einstellbar

➤ Welche Abschnitte soll man auf jeden Fall hydrodynamisch rechnen?

- Von Rückstau beeinflusste Gewässerabschnitte
- Automatische Bestimmung der Abflussmengen bei Gewässerverzweigungen
- Profilscharfe Berechnung des Wellenablaufs
- Schmutzfrachtberechnung mit Stoffumsetzung

➤ Wie funktioniert die hydrodynamische Berechnung in NASIM?

- Innerhalb eines NASIM-Modells beliebig viele hydrodynamische Bereiche/Abschnitte mit klassischer Berechnung mischen
- Hydrodynamische Berechnung profilweise -> entsprechende Daten benötigt

Welche Gleichung wird gelöst?

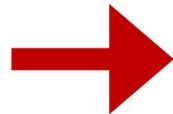
Flachwassergleichungen nach **Saint-Venant** (1D)

Impulserhaltung

Massenerhaltung

$$\frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial y}{\partial x} - gAS_f = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q - s$$

 **Diffuse Welle**

Q : Abfluss in m^3/s

S_f : Energieliniengefälle

A : durchströmte Fläche in m^2 $q - s$: externe Zuflüsse - Senken in m^2/s

y : Wasserspiegel in m NN

g : Erdbeschleunigung in $\frac{m}{s^2}$

x : Ort in m

t : Zeit in s

Für welche Fragestellungen ist „Diffuse Welle“ geeignet?

- ▶ Rückstau
- ▶ Fließumkehr
- ▶ Wellenablauf
- ▶ Retentionsräume

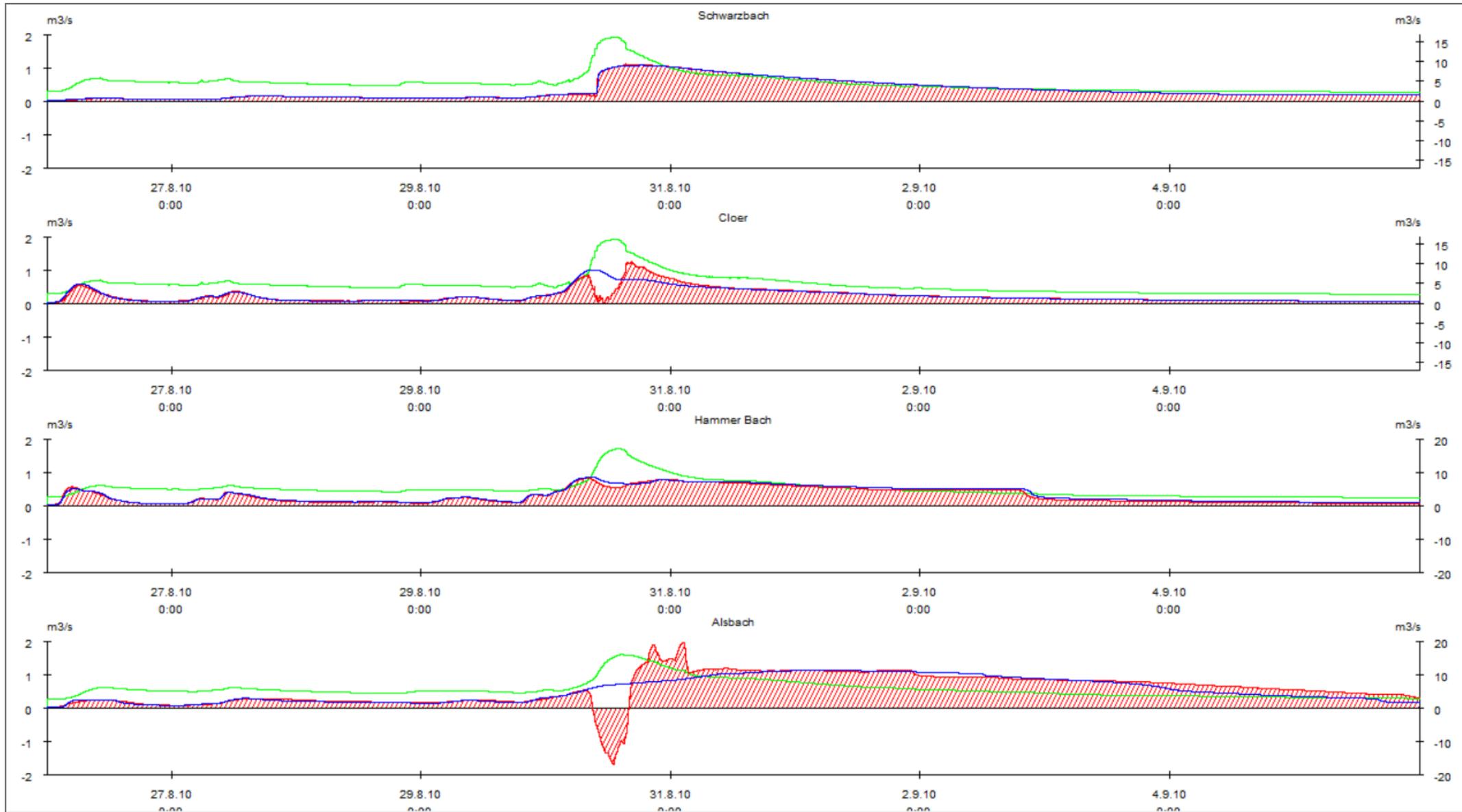
| | Dynamische Welle | Diffuse Welle | Kinematische Welle |
|-------------------|------------------|---------------|--------------------|
| Wellenausbreitung | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rückstau | ✓ | ✓ | - |
| Wellendämpfung | ✓ | ✓ | - |
| Beschleunigung | ✓ | - | - |

Vergleich: Kalinin-Miljukov-Verfahren vs. Hydrodynamische Berechnung



- Kalinin-Miljukov-Verfahren
- Berechnung in vorgegebener Fließrichtung
- Aggregation der Profileigenschaften pro Transportelement/Gewässerabschnitt
- Kein Höhensystem nötig
- Keine Wasserspiegellagenberechnung
- Zufluss aus Teilgebiet: Zugabe unten/am Abfluss der Gewässerstrecke
- Versickerung: Entnahme unten/am Abfluss der Gewässerstrecke
- Hydrodynamische Berechnung
- Fließrichtung nicht vorgegeben
 - Rückstau
 - Fließumkehr
- Profileweise, Bewuchs nach DVWK220
- Sohlhöhen (abs. Höhen) der Profile erforderlich
- Wasserspiegellagen werden berechnet
- Zufluss aus Teilgebiet: entlang Gewässerstrecke auf alle Profile verteilt
- Versickerung: entlang Gewässerstrecke auf alle Profile

Ergebnisse: Studie Niers



bis +20):
ers)
s +2):
sser

- Rückfluss in den Alsbach bei Niers-Ereignis, Minus-Abfluss Alsbach

Anwendung der hydrodynamischen Berechnung

› Welche Eingaben braucht man?

- › Profildaten: Geometrien und Rauigkeiten
- › Gewässerkennzahlen und Gewässerstationierung

› Wie werden Daten übertragen?

- › Profildaten aus Jabron exportieren und in NASIM importieren
- › Gewässerkennzahlen und Gewässerstationierung

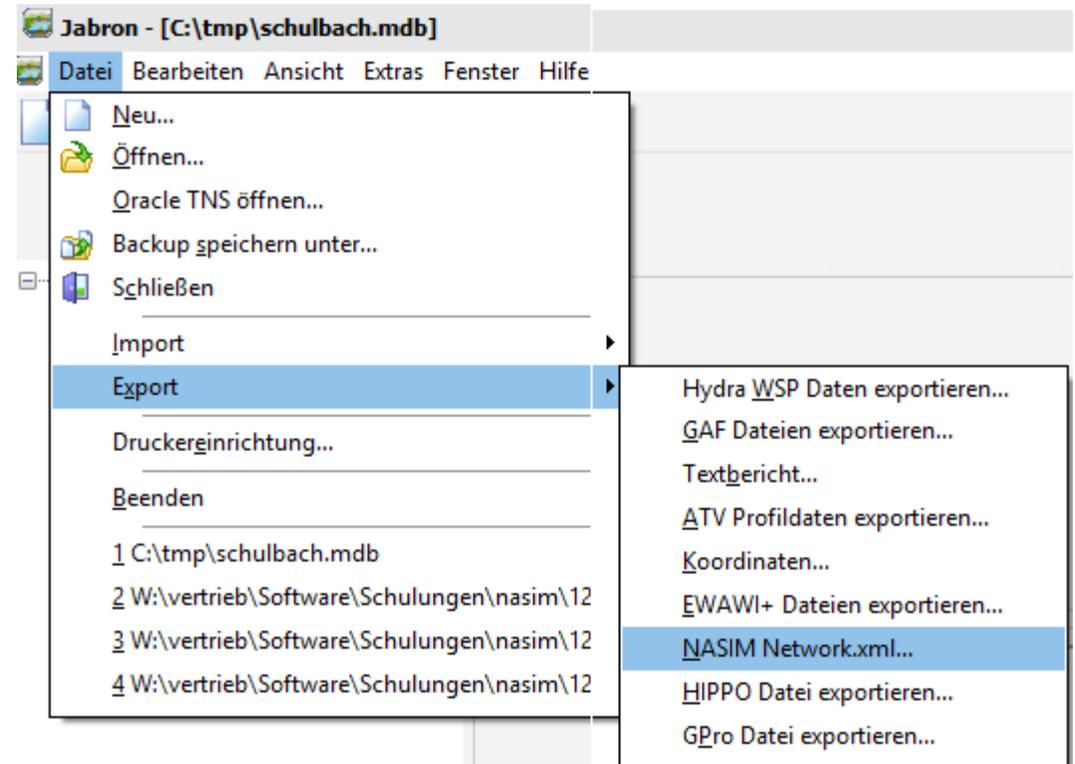
- › Aus Jabron exportieren

oder

- › NASIM-Geodaten/GIS: Verschneidung der Gewässerachsen mit Teilgebieten

› Vereinfachte Alternative

- › Repräsentative Geometrien in NASIM eingeben



NASIM Geodaten: Gewässer mit Teilgebieten verschneiden und Stationierung übernehmen



- ▶ Benötigte Geodaten
 - ▶ Teilgebiete
 - ▶ Gewässerachsen
- ▶ Anforderungen an Daten
 - ▶ Gleiches Koordinatensystem
 - ▶ Gewässerachsen: optional von Kilometrierung abweichende Stationierung als M-Werte
- ▶ Verschneidung aktivieren
- ▶ Stationierung übernehmen

Geodaten

Koordinatensystem: DHDN / 3 - degree Gauss - Kruger zone 2

Importiere Teilgebiete: tg.shp

Importiere kanalisierte Flächen:

Importiere Landnutzungen:

Importiere Böden:

Importiere Niederschlags-Radarzellen:

Importiere Bauwerke:

Importiere Gewässer: gw.shp

Berechne Elementarflächen und Kanalisierte Teilflächen

Verschneide Gewässer mit Teilgebieten

Mindestlänge [m]: 1

Stationierung übernehmen

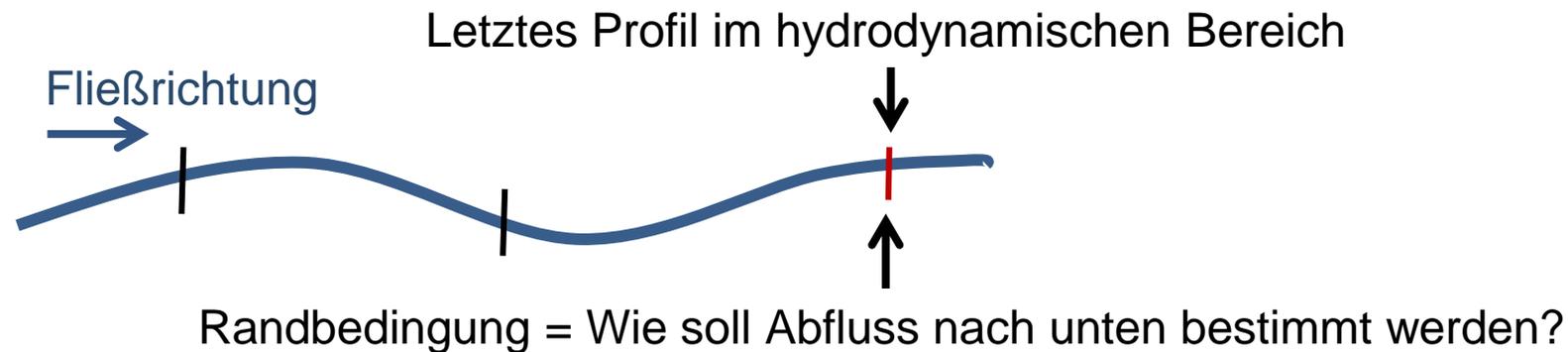
0%

Aufräumen

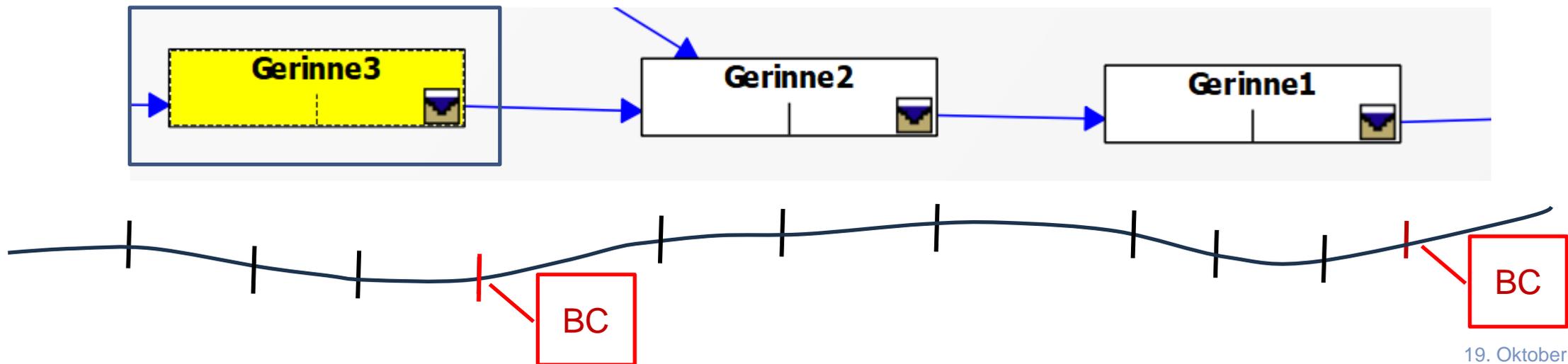
Ausführen

Schließen

- ▶ Mathematisch an allen Auslaufrändern nötig
- ▶ Nutzereingabe nicht erforderlich, aber möglich
- ▶ Default: Energieliniengefälle = Sohlgefälle
- ▶ Andere Optionen wählbar:
 - ▶ Energieliniengefälle angeben
 - ▶ Konstanter Unterwasserstand, z.B. Wasserstand des Rheins, der Elbe, der Donau
 - ▶ Unterwasserstand als Zeitreihe, z.B. bei Tideeinfluss, Hochwasserwelle

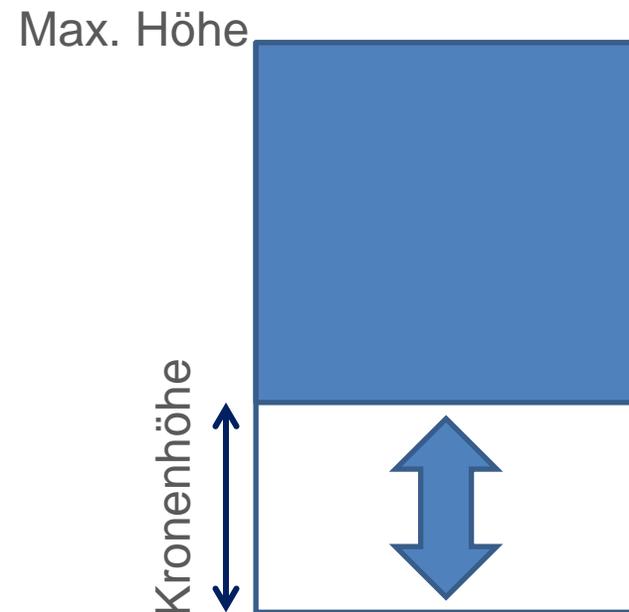
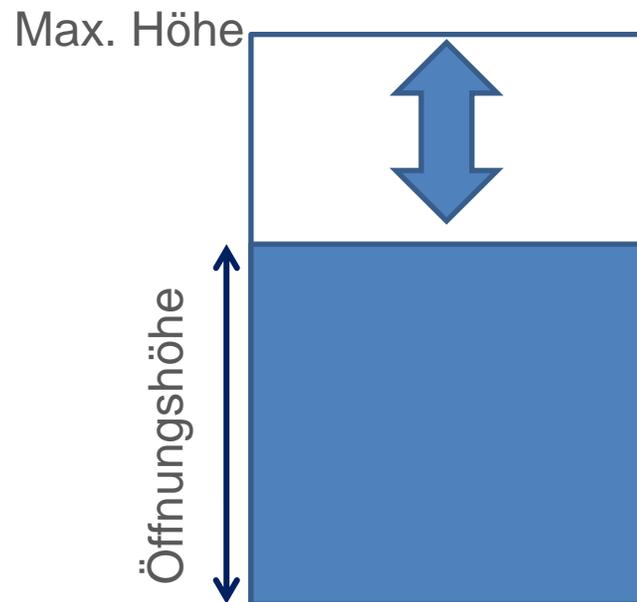


- ▶ **Selektion: Simulation einer Auswahl von Systemelementen**
 - ▶ Oberlieger werden automatisch mitsimuliert
 - ▶ Unterlieger werden nicht berücksichtigt
- ▶ **Wieso ist das für die hydrodynamische Berechnung relevant?**
 - ▶ Selektion kann hydrodynamischen Bereich verkürzen
 - ▶ Unterer Rand/Ende des Bereichs wird nach oben verschoben
 - ▶ Am neuen Rand wird automatisch Standardrandbedingung oder eingestellte Randbedingung aktiv
 - ▶ Randbedingung kann Abflussverhalten oberhalb beeinflussen
 - ▶ -> Aufpassen bei selektionsweisen Kalibrierung: Bereich groß genug wählen oder passende Randbedingung setzen



Bauwerkssteuerung mit hydrodynamischer Berechnung

- ▶ Reale Steuerungen oft abhängig von Wasserspiegellagen und absoluten Höhen
- ▶ Hydrodynamische Berechnung liefert Wasserspiegellagen
 - ▶ Steuerung kann Wasserspiegellagen abfragen
- ▶ Steuerbare Bauwerke: Geometrieänderung während der Simulation
 - ▶ Wehr oder Schütz
 - ▶ Wehrhöhe oder Öffnungshöhen steuern



- ▶ NASIM bietet optionale, hydrodynamische Abflussberechnung (HDR) für Transportelemente/Gewässerabschnitte
- ▶ HDR bietet erstmals die direkte und einfach zu nutzende Integration eines hydrodynamischen Modells in ein hydrologisches konzeptionelles Modell.
 - ▶ Alle Daten in einem Modell
 - ▶ Kein Austausch von Zeitreihen und anderen Ergebnissen und Parametern nötig
 - ▶ Damit Modellierung komplexen Abflusssituationen für breites Spektrum von Fragestellungen möglich
- ▶ Info: Wie bieten Schulungen & Support für Anwender