

1D-BASEMENT

Renata Müller



Überblick

- Einführung
- **Mathematische Beschreibung**
 - Gleichungen
 - Berechnung Wasserspiegellage
 - Diskretisierung
- **Randbedingungen**
- **Anfangsbedingungen**
- **Features**
- **Überblick Input-Dateien**
- **Überblick Outputs**



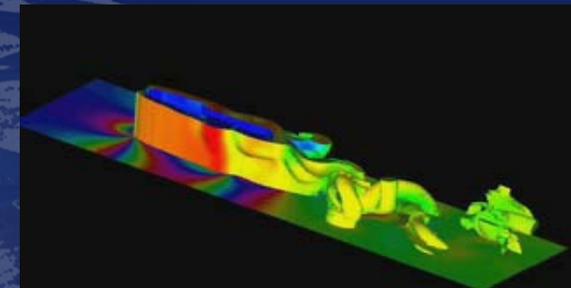
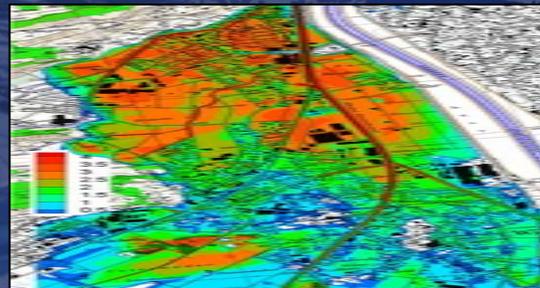
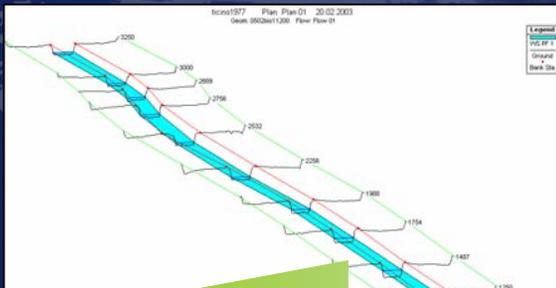
Was ist BASEChain?

BASEMENT

**1d
BASEchain**

**2d
BASEplane**

**3d
BASEspace**



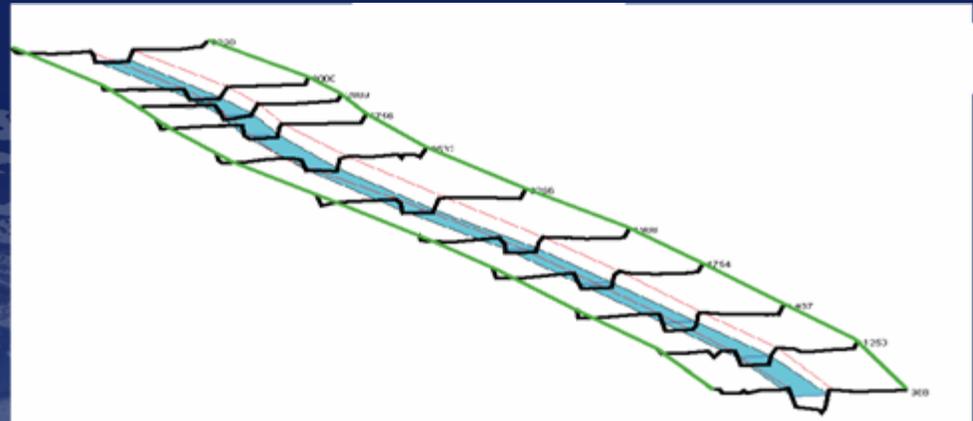
Grad an Idealisierung / Effizienz

Auflösung der Prozesse - Berechnungsaufwand



Was bedeutet 1D ?

- Topografie 3-dimensional

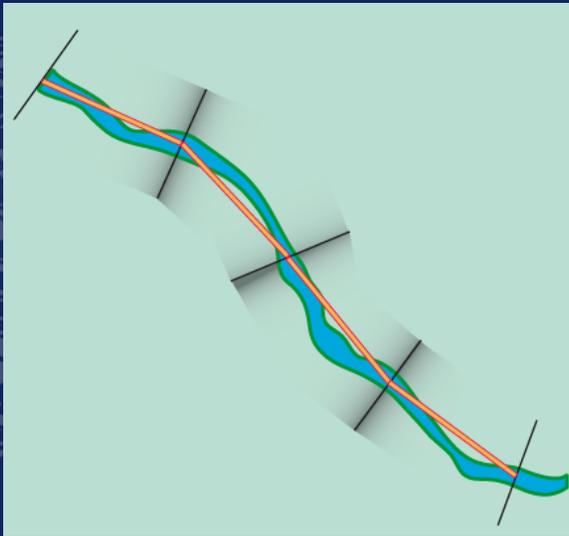


- Strömung 1-dimensional
Hydraulische Größen
variieren nur in Längsrichtung

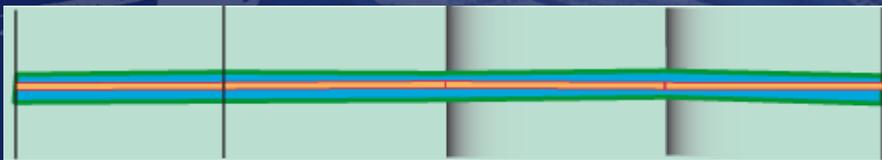


Auswirkungen von 1D

- Keine Kurven



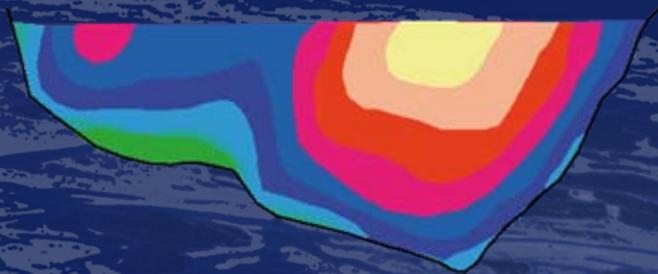
- Keine Querneigung der Wasserspiegellage



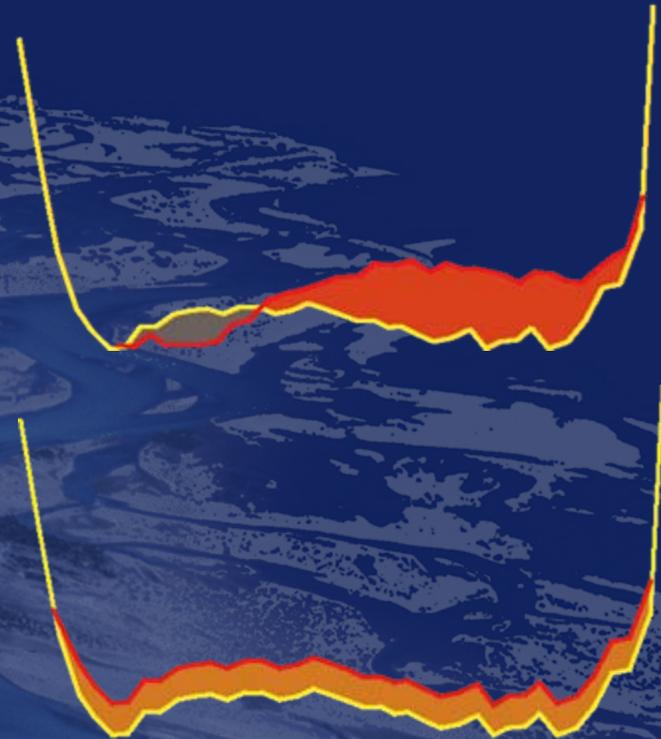


Konsequenzen

Gleiche Geschwindigkeit



Gleichmässige
Sedimentverteilung





Hydraulische Gleichungen

Flachwassergleichungen (2d):

$$\partial_t \begin{pmatrix} h \\ uh \\ vh \end{pmatrix} + \partial_x \begin{pmatrix} uh \\ u^2h + \frac{g}{2}h^2 - \frac{h}{\rho}\tau_{xx} \\ uvh - \frac{h}{\rho}\tau_{xy} \end{pmatrix} + \partial_y \begin{pmatrix} vh \\ uvh - \frac{h}{\rho}\tau_{xy} \\ v^2h + \frac{g}{2}h^2 - \frac{h}{\rho}\tau_{yy} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ gh\partial_x z_b + \frac{\tau_{bx}}{\rho} \\ gh\partial_y z_b + \frac{\tau_{by}}{\rho} \end{pmatrix} = 0$$

Für einen Kanal von einem Meter Breite:

$$\partial_t q + \partial_x \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh\partial_x z_b + \frac{\tau_{bx}}{\rho} = 0$$

$$\partial_t h + \partial_x q = 0$$



Anpassung für variable Geometrie

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

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

$$h = z - z_B \quad \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\partial z_B}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial x} + S_B$$

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





Hydraulische Kenngrößen

Gegeben ist die Querschnittsfläche A

Benötigte hydraulische Kenngrößen im Querprofil:

- Z : Wasserspiegellage → Iterationen
- P : Hydraulischer Perimeter
- R : Hydraulischer Radius
- K : Durchflussvermögen (Conveyance) = $Q / \sqrt{S_b}$
- K_{str} : Mittlerer Reibungswert
- B : Wasserspiegelbreite

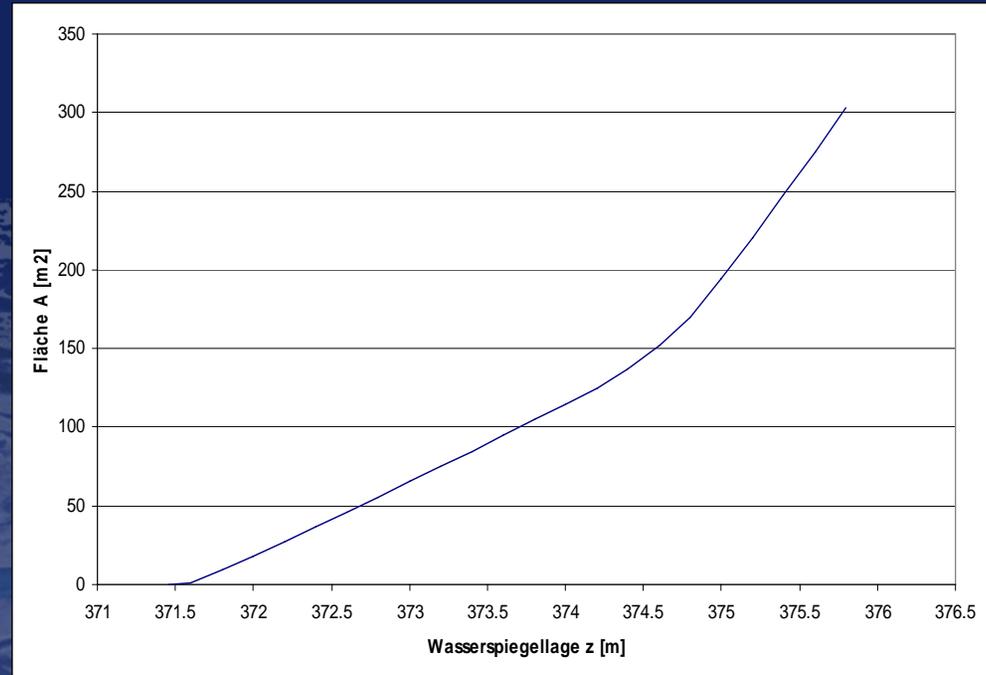
2 Möglichkeiten für die Berechnung:

- Iterativ (Wasserspiegellage) und direkt
- Aus Tabelle



Tabelle der hydraulischen Kenngrößen

z	A
371.46	0.00000
371.60	1.38607
371.80	9.05112
372.00	18.12371
372.20	27.32756
372.40	36.66068
372.60	46.11085
372.80	55.65114



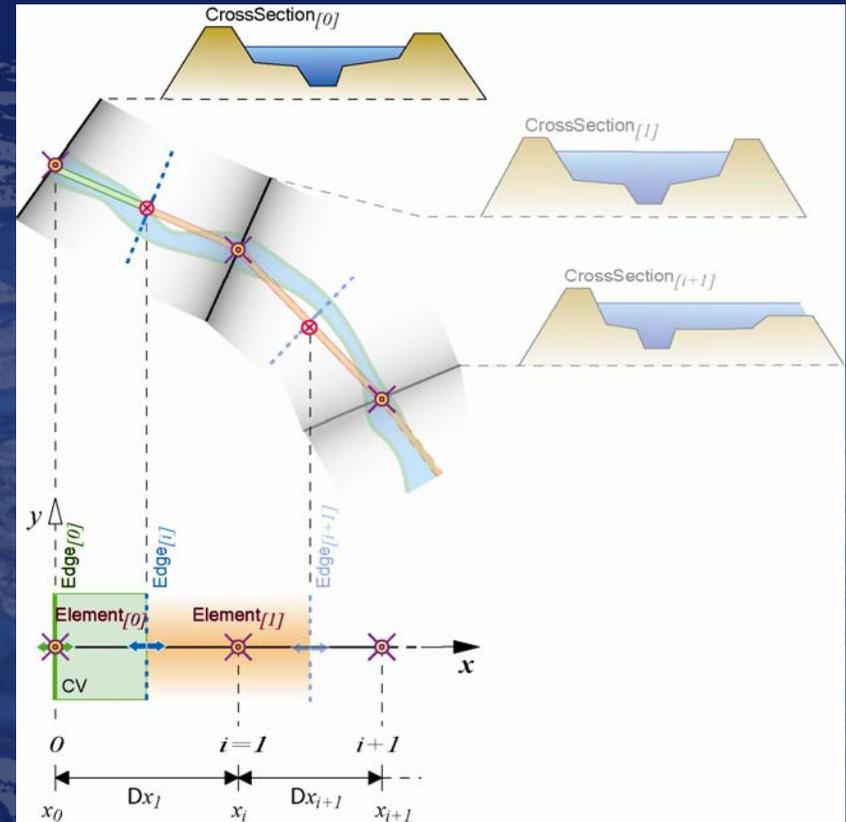
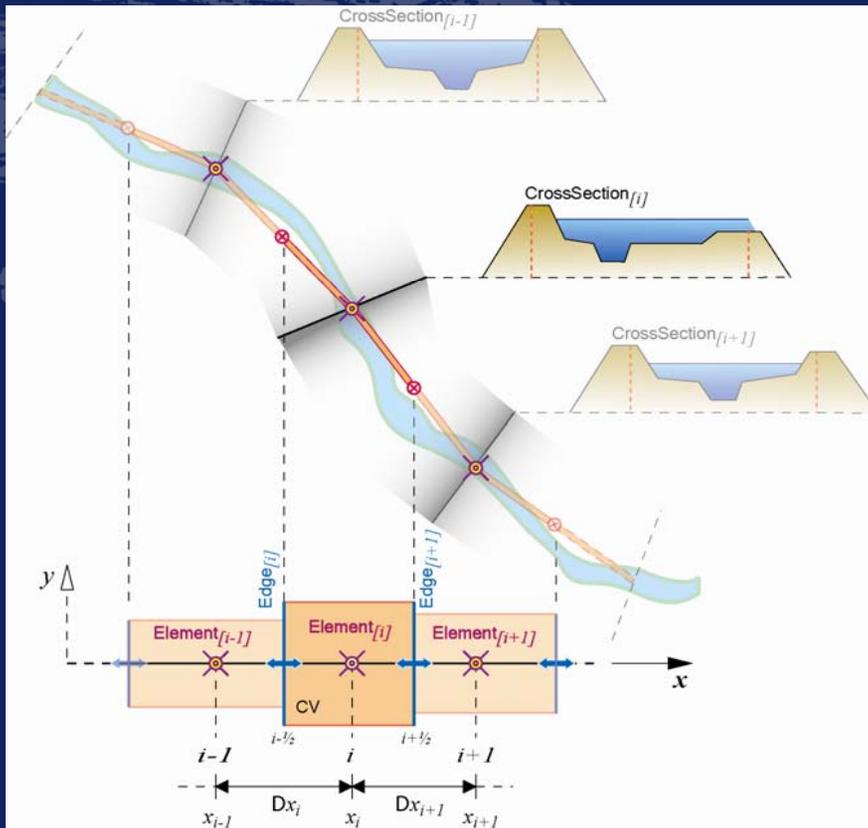
- Analog für alle hydraulischen Kennzahlen
→ deutlich schneller



Diskretisierung in x-Richtung

Innerhalb des Gebietes

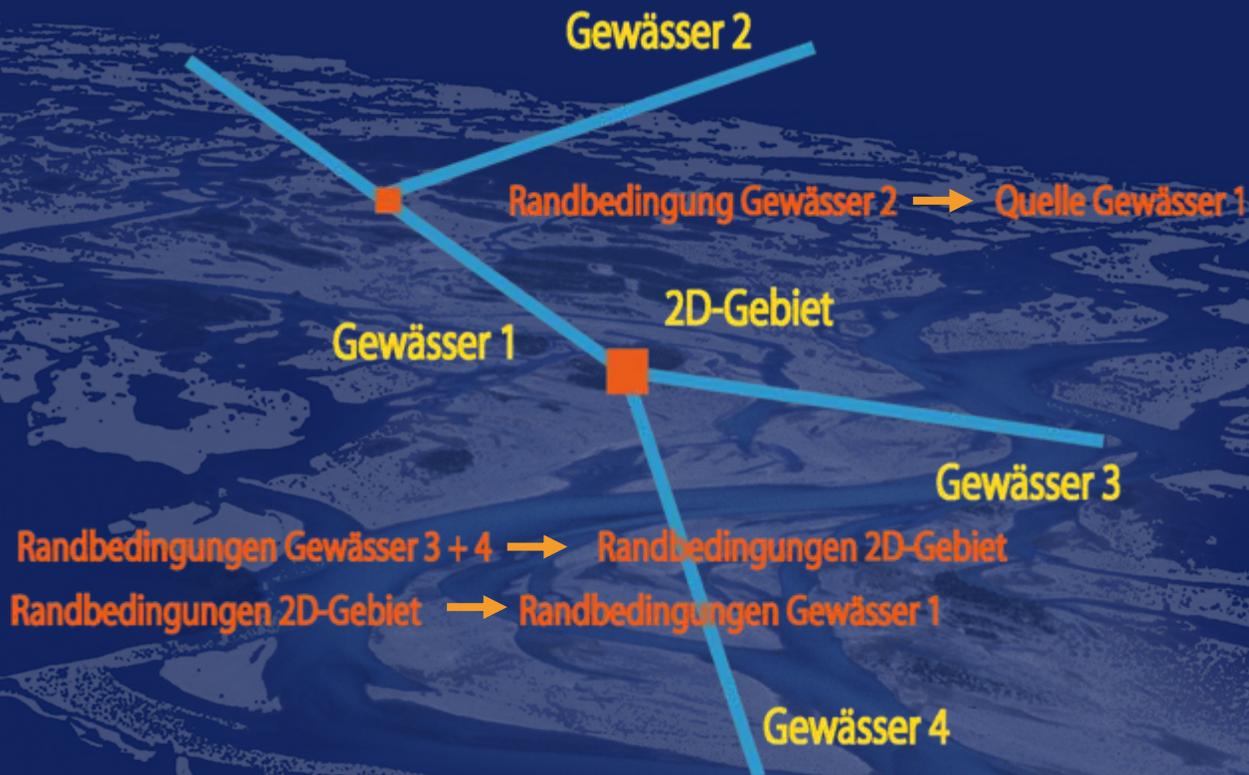
Am Rand





Zusammensetzen von mehreren Flussteilen

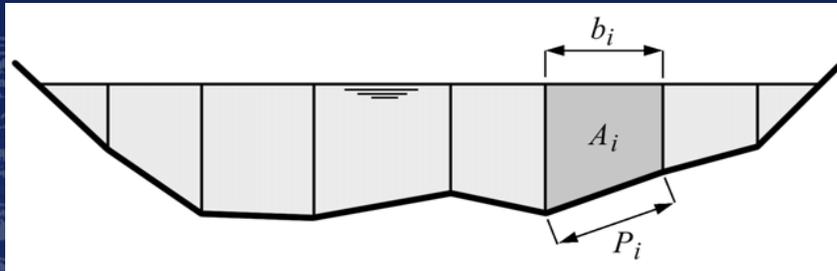
Vorgesehen !





Diskretisierung in y-Richtung

Aufteilung Querprofile in Abschnitte



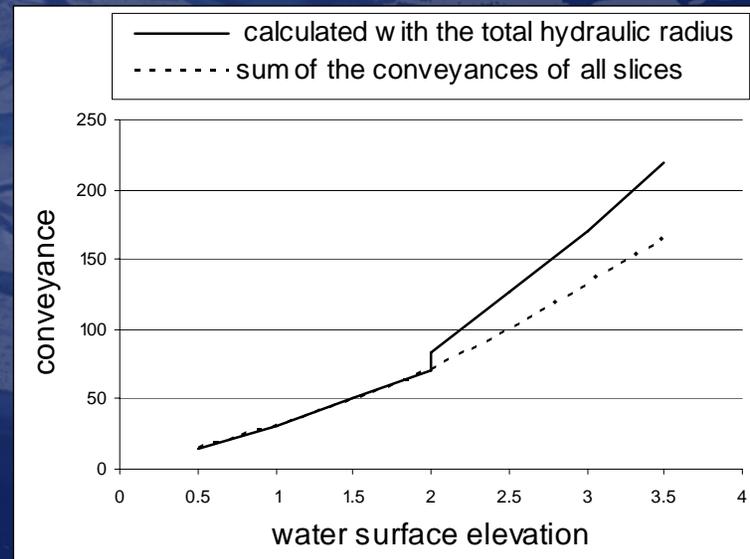
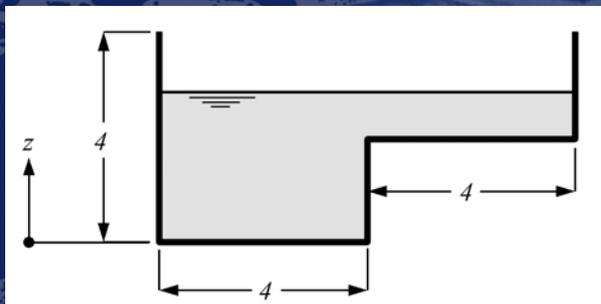
$$A = \sum A_i$$

$$R_i = \frac{A_i}{P_i}$$

$$R = \sum R_i$$

$$K = c_f \sqrt{gRA}$$

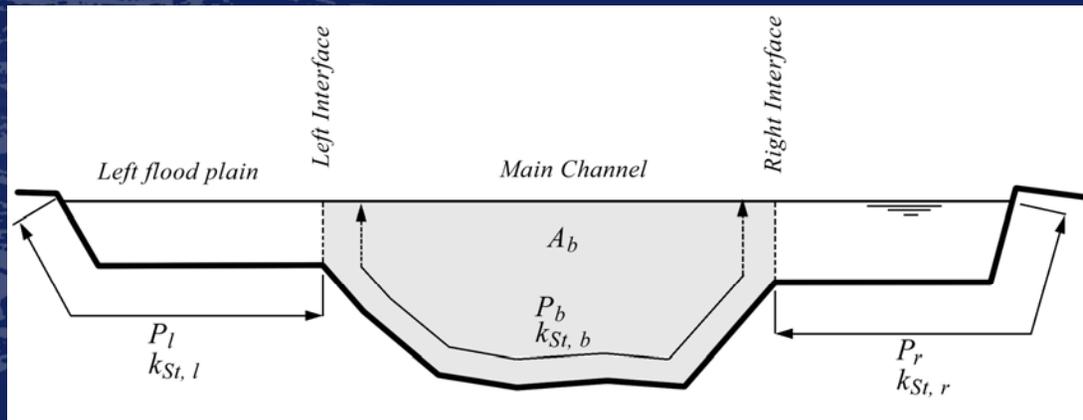
Probleme bei ebenen Querprofilabschnitten





Conveyance Berechnung

Gegliedertes Gerinne

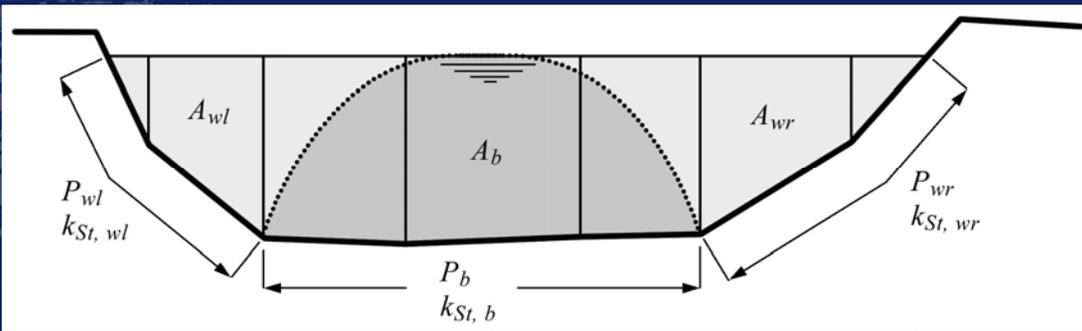


- Berechnung des Durchflussvermögens K_i für jeden Teilabschnitt
- Summierung der K_i



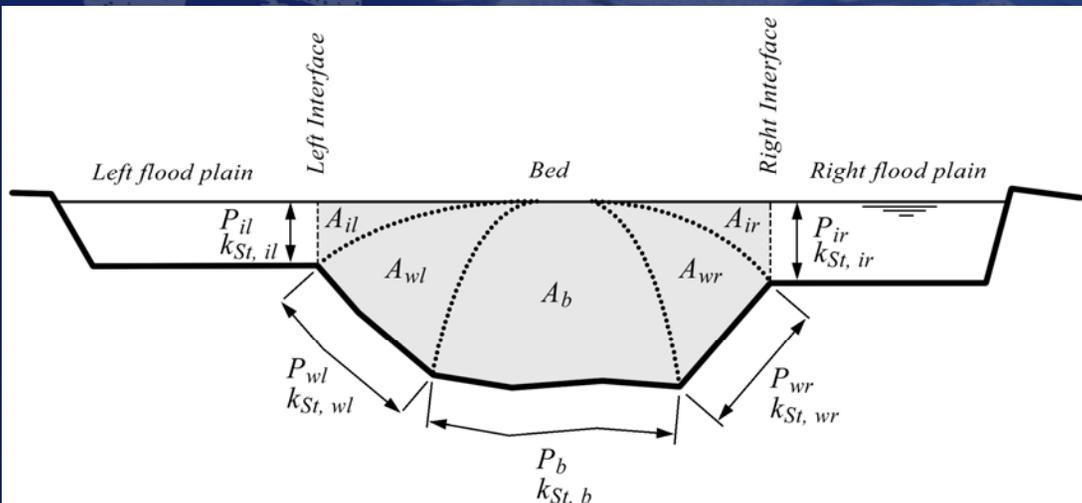
Diskretisierung in y-Richtung

Definition der Sohle für Geschiebetransport



$$A_b = R_b P_b$$

$$A_{tot} = A_{wl} + A_{wr} + A_b$$

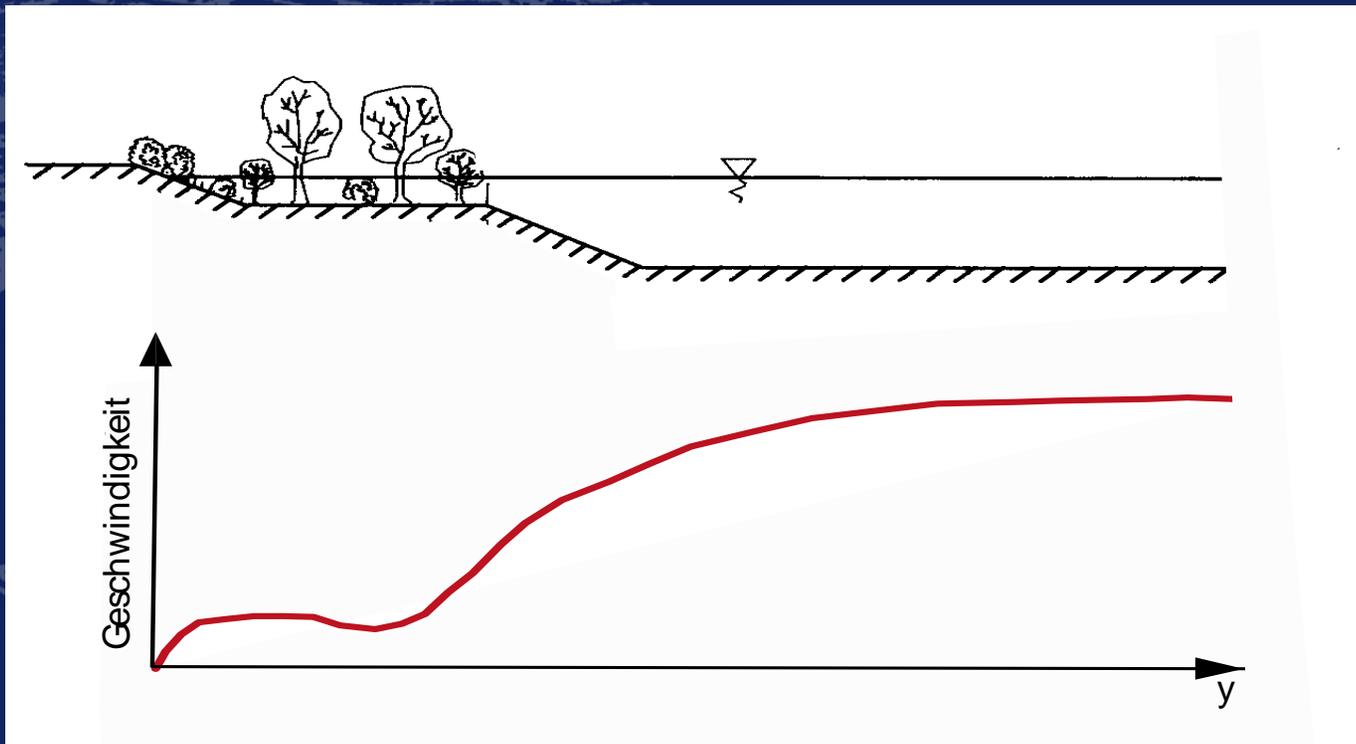


$$R_b = \frac{A_{tot}}{k_{stb}^{3/2} \left(\frac{P_{wl}}{k_{Stwl}^{3/2}} + \frac{P_b}{k_{Stb}^{3/2}} + \frac{P_{wr}}{k_{Stwr}^{3/2}} \right)}$$



Nicht uniforme Geschwindigkeitsverteilungen

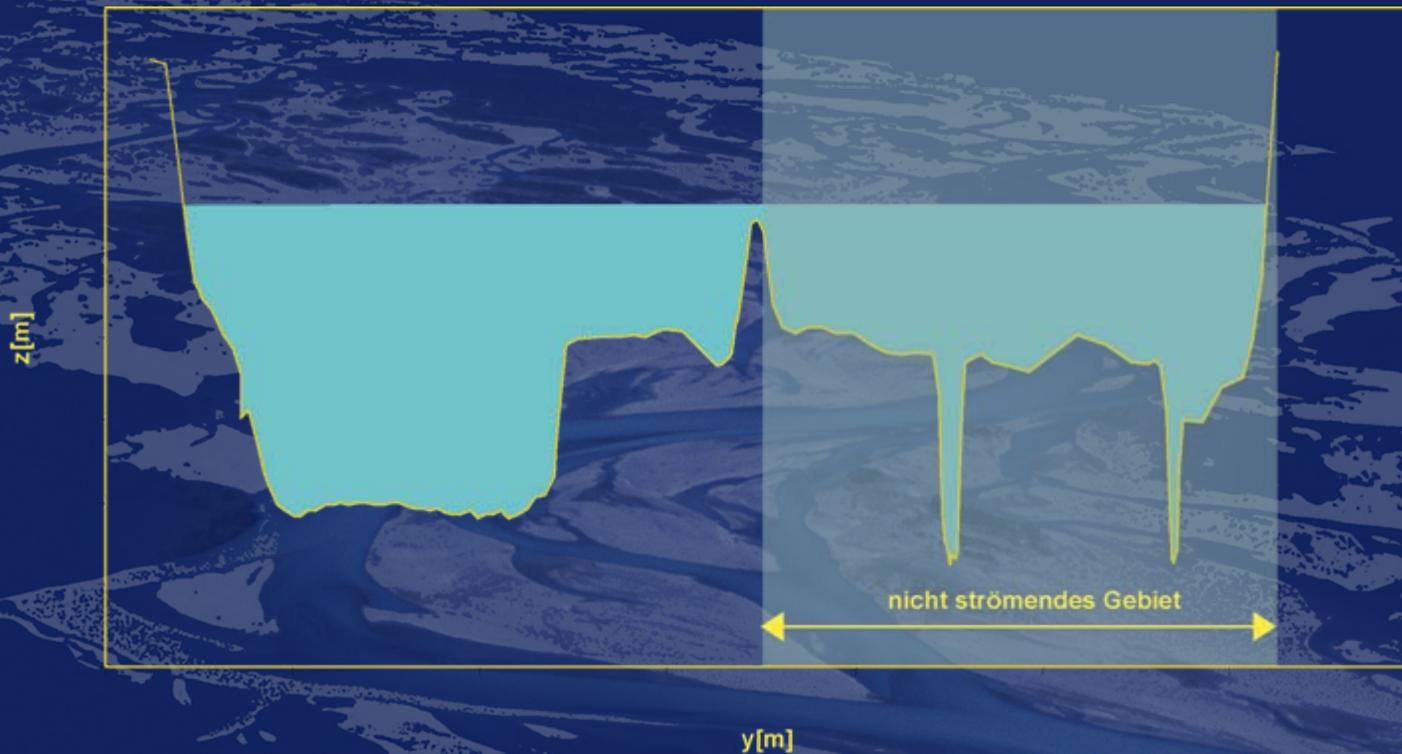
Qualitativer Verlauf der Geschwindigkeitsverteilung





Diskretisierung in y -Richtung

Nicht durchströmte Gebiete





Gleichungen mit nicht durchströmten Gebieten

Massenerhaltungsgleichung:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

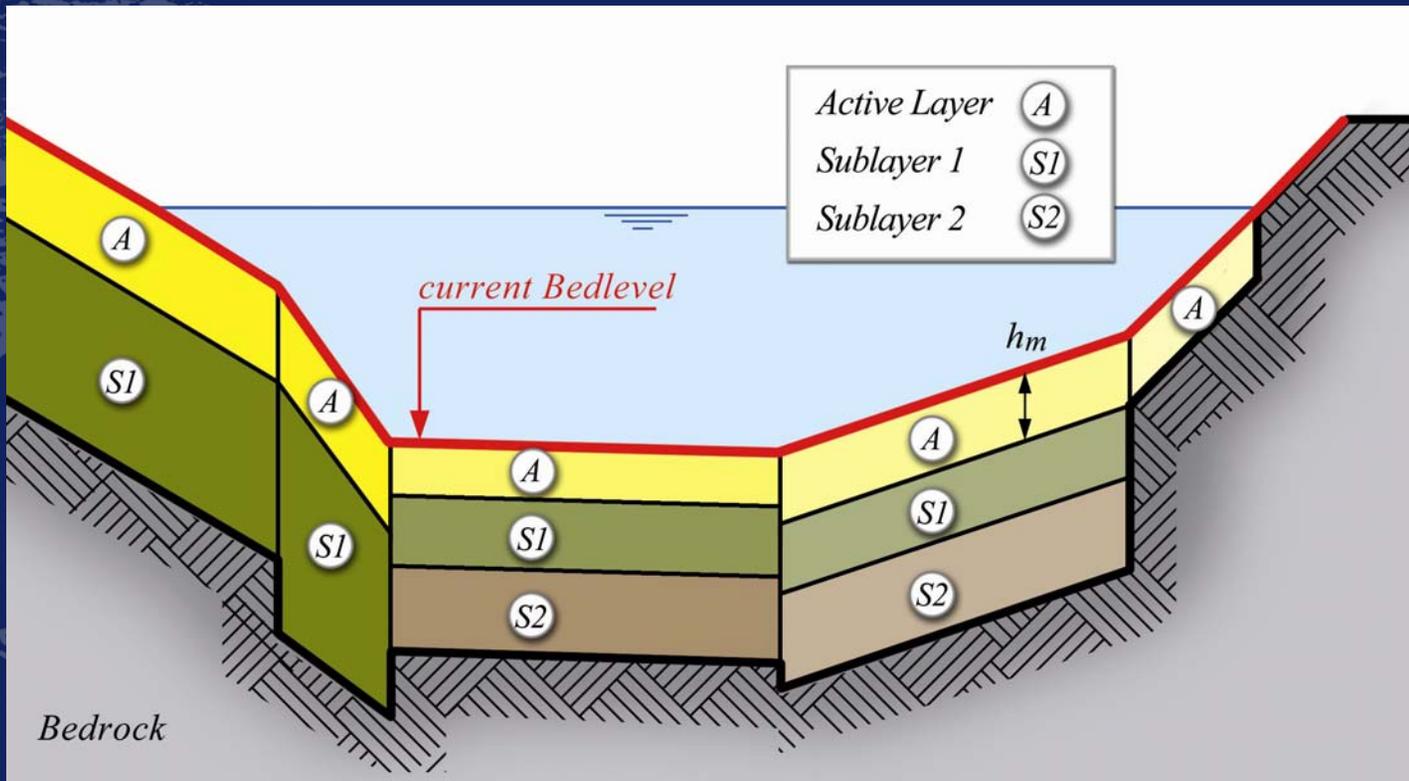
Impulsgleichung:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A_{red}} \right) + g A_{red} \frac{\partial z}{\partial x} + g A_{red} S_f = 0$$



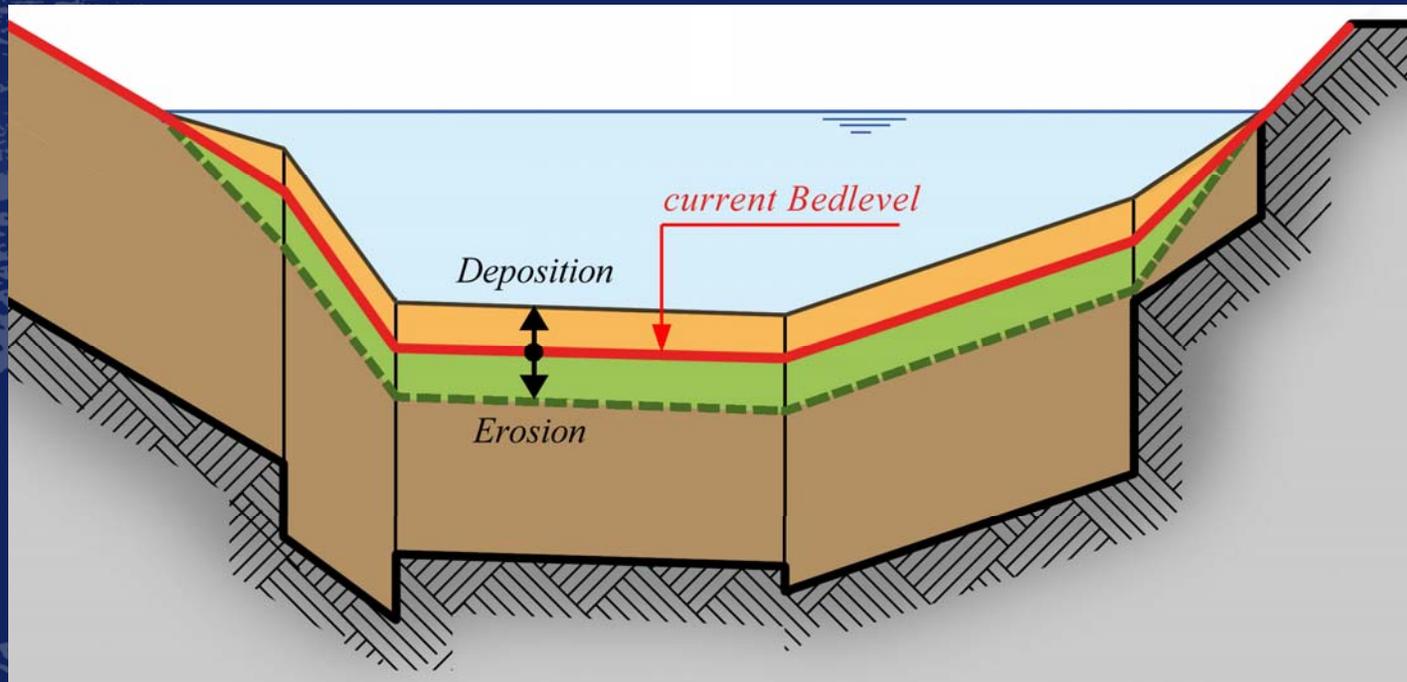
Diskretisierung in z-Richtung

Schichtung der Sedimente





Verteilung der Sedimente





Anfangsbedingungen

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

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

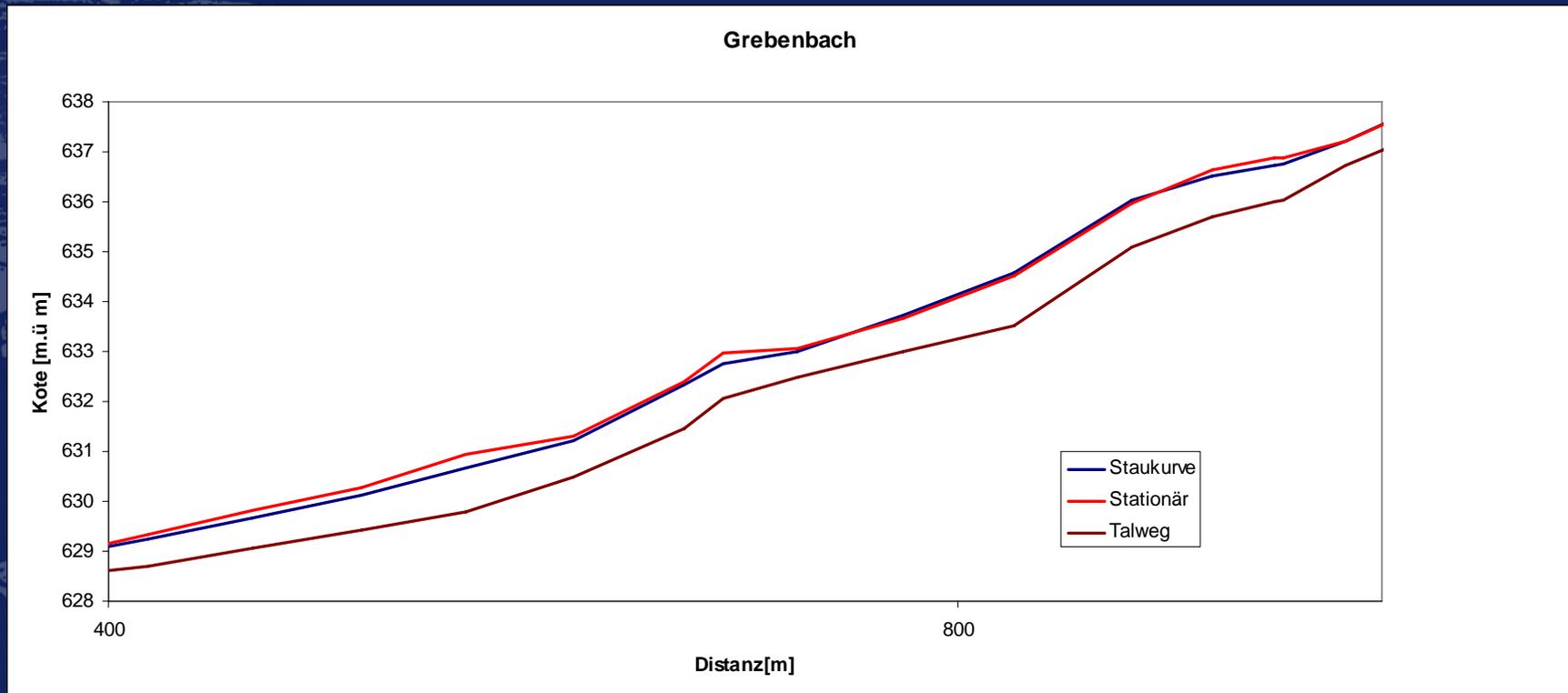
Primäre Variablen A und Q: müssen am Anfang bekannt sein

- Trockenes Gerinne



Anfangsbedingung

- **Staukurven Rechnung**
Besser bei strömendem Abfluss





Anfangsbedingungen

Datei mit Anfangsbedingungen

Wert von A und Q für jedes Querprofil

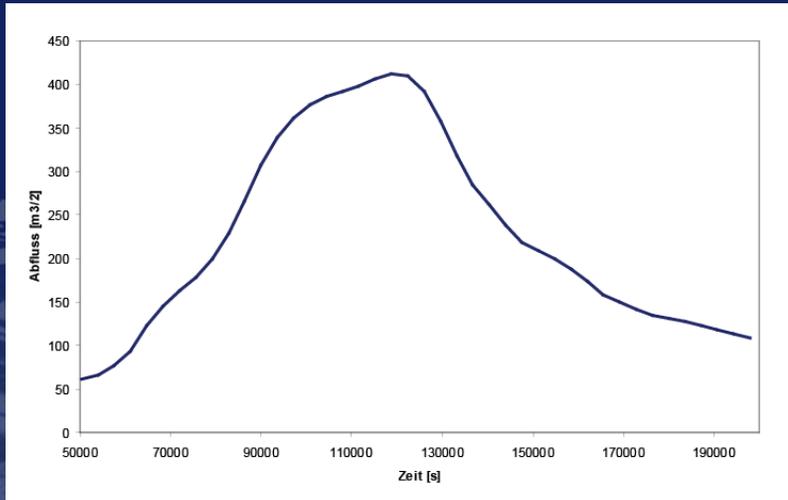
Querprofil	A	Q
CS1	3.0301556	9
CS2	3.0105335	9
CS3	2.7347685	9
CS4	3.0463322	9
CS5	3.3242364	9
CS6	3.4134929	9
CS7	3.1408063	9

restart.dat → Anfangsbedingung

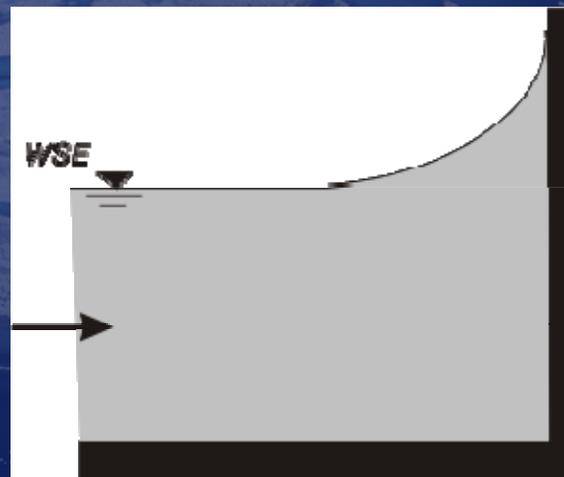


Randbedingungen oben

- Hydrograph $Q(t)$



- Wand





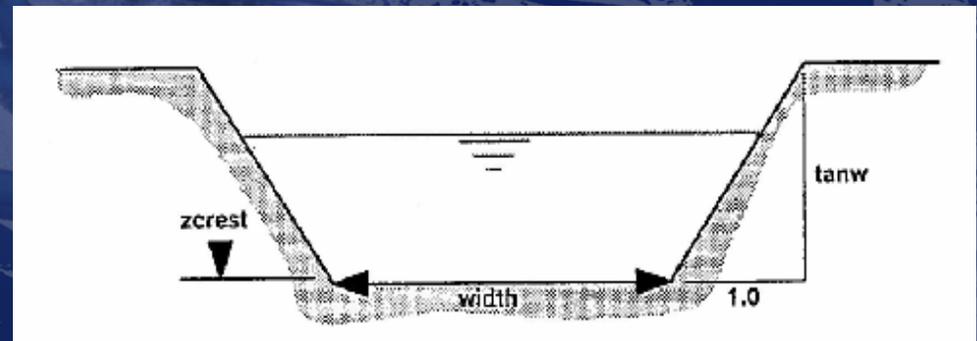
Randbedingungen unten

Zero-gradient

Abflussbedingungen auf der Kante entsprechen jenen im letzten Querprofil.

Wehr

- Wehrkronenkote → auch zeitabhängig
- Wehrkronenbreite
- Wehrflügelneigung
- Wehrbeiwert nach Poleni

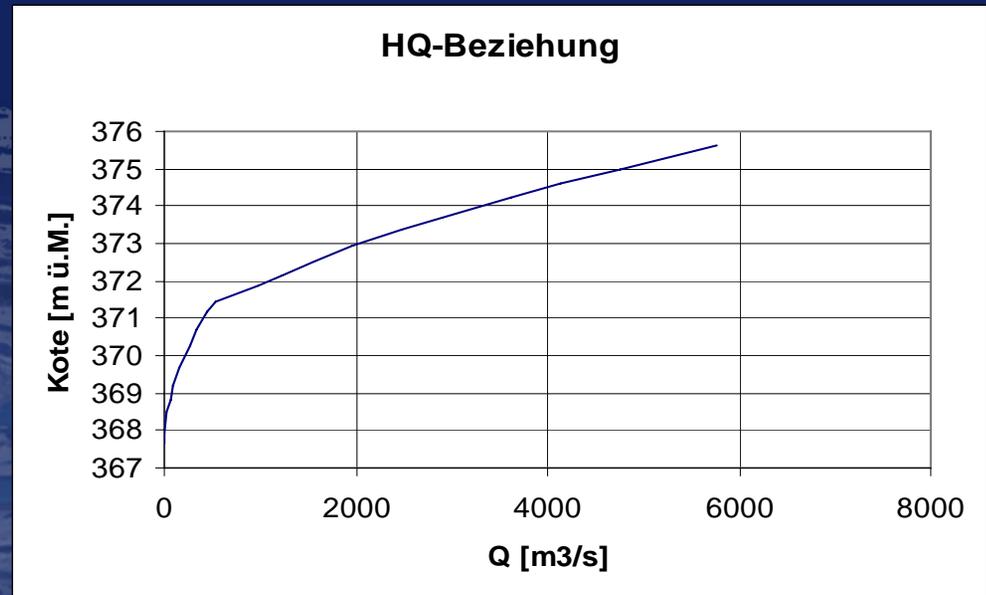




Randbedingungen unten

Wasserstand – Abfluss - Beziehung

- Vorgegeben in Datei



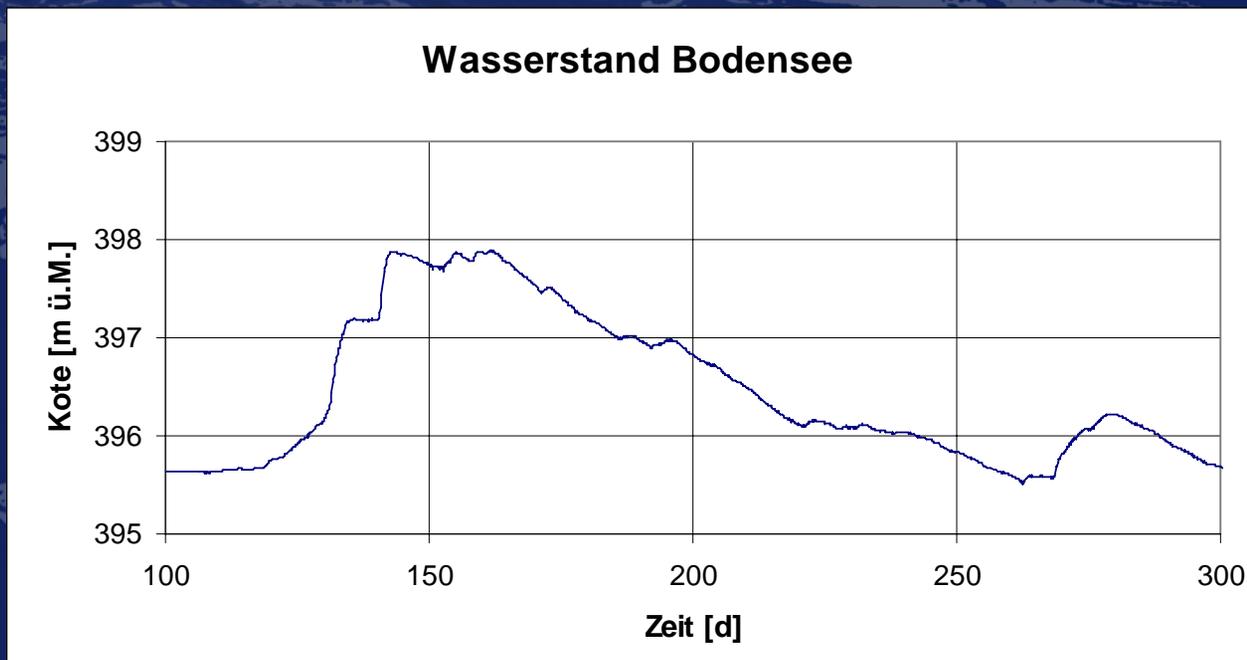
- Intern gerechnet
Gefälle im letzten Querprofil benötigt!



Randbedingungen unten

Wasserpiegellage $z(t)$

Zum Beispiel bei einem See





Randbedingungen unten

Übersicht / Eignung

- ***Zero_gradient*** : praktisch, aber ungenauer Abfluss im letzten Querprofil;
- ***Wehr*** : funktioniert gut, wenn sich Geometrie eignet;
- ***Wasserstand-Abfluss Beziehung***: meist das Beste !
- ***Wasserstand in Funktion der Zeit***: bei Seen;



Randbedingungen Geschiebetransport

Oben:

- **Sedimentfracht**
- **Eintrag = Transportkapazität der ersten Zelle**

Unten:

- **Es fließt soviel raus wie reinkommt**



Weitere Programm-Features

Hydraulik

- **Seitlicher Zufluss: vorgegebener Hydrograph**
- **Seitlicher Abfluss: vorgegebener Hydrograph**
- **Seitliches Abfließen über die Dämme**
- **Verschiedene Reibungs Gesetze:**
 - Strickler;
 - Chézy;
 - Darcy-Weissbach;
 - logarithmisches Reibungsgesetz.



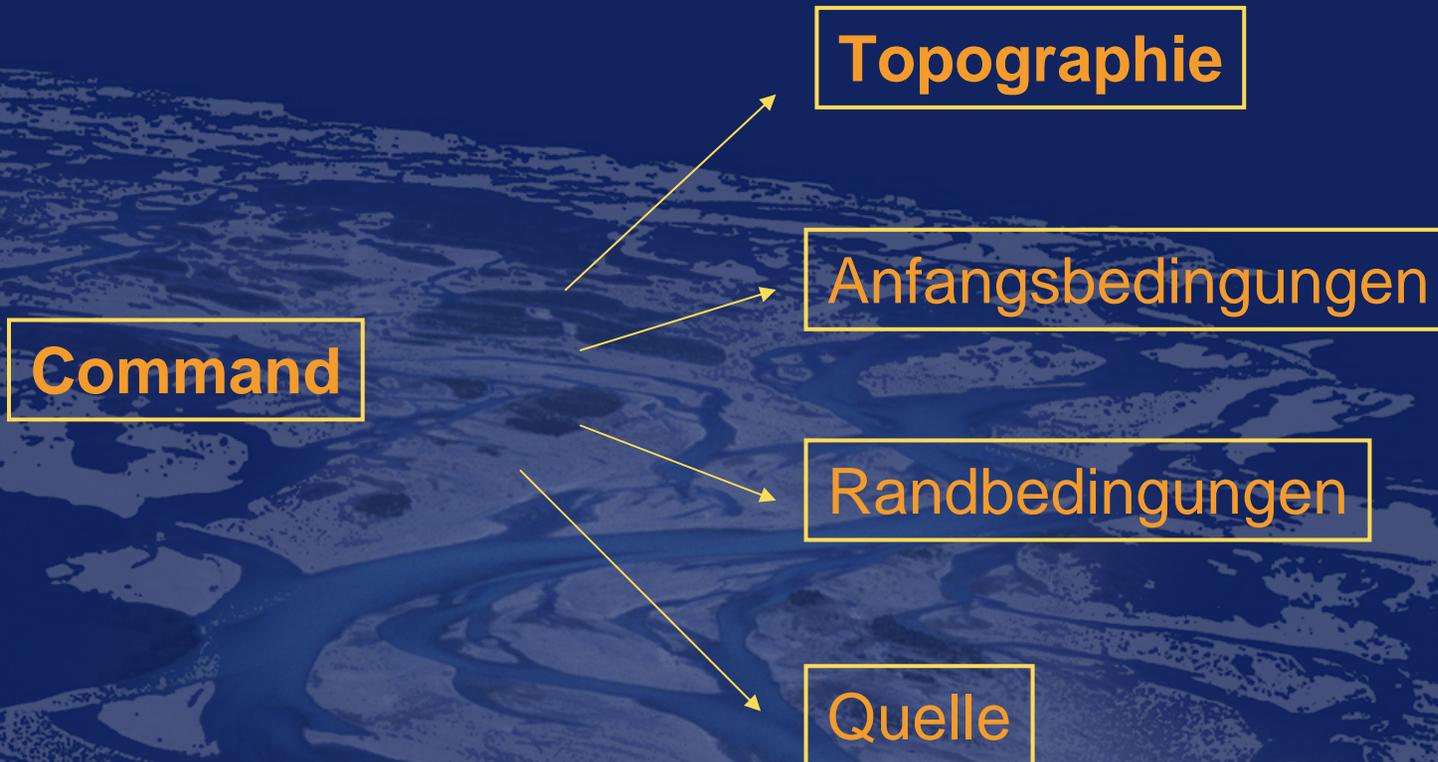
Weitere Programm-Features

Geschiebtransport

- **Zugabe und Entnahme von Sediment innerhalb des Gebietes**
- **Kritische Schubspannung für Erosionsstart**
- **2-Korn-Modell mit Deckschicht**
- **Mehrkornmodell**
- **Transportformeln:**
 - Meyer-Peter Müller
 - Meyer-Peter Müller Hunziker
 - Parker
 - Power Law



Übersicht Input Dateien





Outputs Standard

Haupt-output

Name = Szenarioname + out.txt

- **Flüsse über Kanten:** Kontinuitätsfluss, Impulsfluss, Sedimentfluss total, Sedimentfluss pro Kornklasse.
- **Querprofilwerte:** Distanz, Talweg, linke und rechte Dammhöhe, mittlere Sohlenlage, Wasserspiegellage, Energielinie, Fläche, Abfluss, Geschwindigkeit, Froude-Zahl, Schubspannung, Transportkapazität.



Outputs Standard

Topographie-output

Name = Name der Topographie-Datei + out.txt

- **Querprofilpunkte:**
Koordinaten, Vorland/Hauptkanal, Sohle, durchströmt, Reibungswerte
- **Tabelle der hydraulischen Kenngrößen**
- **Mittlere Sohlenlage**



Outputs Standard

Bei Geschiebetransport

Sediment-Output:

- **Kornmischungen für alle Kornklassen und Schichten**

Querprofil-Output

- **Geometrie**
- **Wasserspiegellage**



Output Optionen

Output Tecplot

Name = Benutzerdefinierter Name + .dat

- **Darstellung der Längenprofile**
- **Zeitliche Veränderung der Längenprofile**
- **Querprofilwerte:**
Distanz , Talweg, linke Dammkrone, rechte Dammkrone, mittlere Sohlenlage, Wasserspiegellage, Energielinie, Abfluss, Geschiebetransport , Schüßspannung, Anteile der Kornkassen an der Sedimentmischung der Austauschschicht.



Output

Monitoring Points

- **Verfolgen eines bestimmten Wertes**
- **Variablen**
 - Fläche
 - Wasserspiegellage
 - Abfluss
 - Geschiebetransport
 - Geschwindigkeit
- **Funktionen**
 - Minimum
 - Maximum
 - Zeitablauf
 - Summe über die Zeit