



Einleitung Fallbeispiel

Patric Rousselot





Übersicht

1 Überblick Thuraufweitung Altikon

2 Datenbeschaffung

- a) Topographie**
- b) Abfluss / Hydrograph**
- c) Reibung**
- d) Kornverteilung**
- e) Geschiebeeintrag**

3 Fazit



1 Überblick Thur-Aufweitung bei Altikon

Lage und Vergangenheit

Sanierung 1993 - 2002

Hochwasser August 2005

**Vermessungsdaten vor und nach Hochwasser
vorhanden**

→ Ideales Beispiel für numerische Simulationen



Thur 1970, 2002, Hochwasser 2005 und Karte





2 Datenbeschaffung – Von nichts kommt nichts

Benötigte Informationen vor einer Simulation

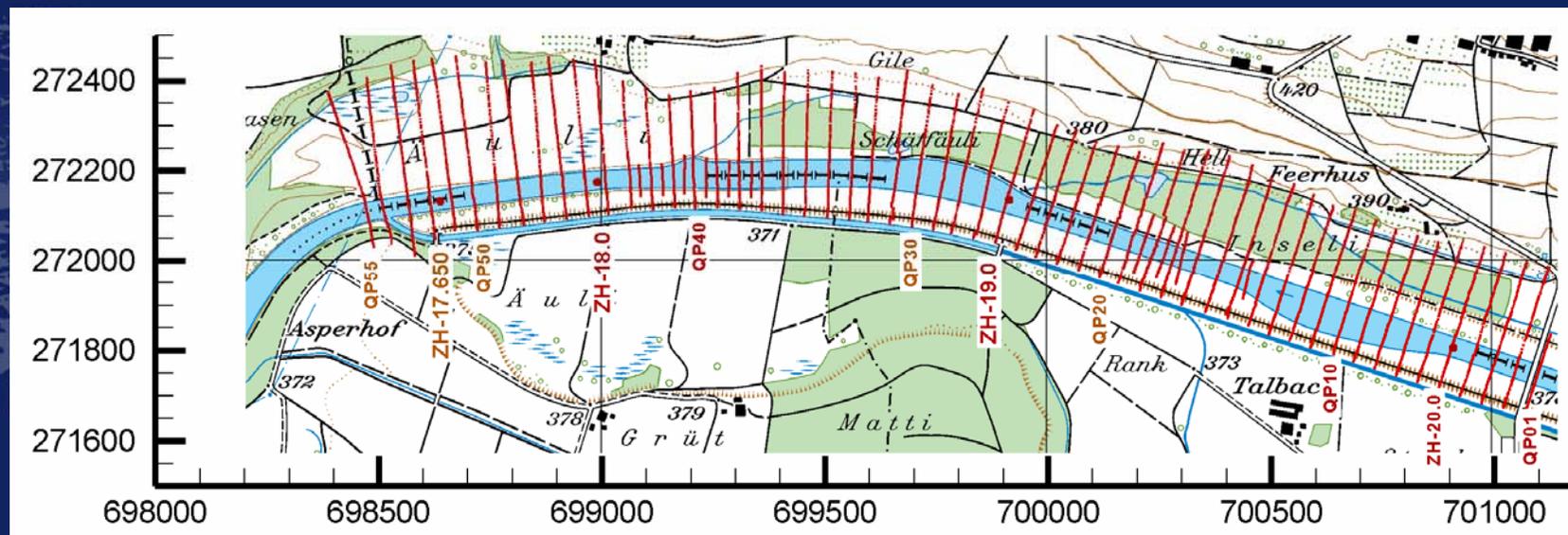
- **Randbedingungen: Abfluss / Hydrograph**
- **Anfangsbedingung: Topographie**
- **Boden: Rauigkeiten / Reibungsfaktoren**
- **Material: Kornverteilung**
- **Sedimentzufuhr**
- **Schwebstoffkonzentration und –Zufuhr**

→ Begehung vor Ort ist unerlässlich



2a Topographie

Digitale Geländemodelle für das Umland (Lidar)



Quelle: swisstopo, Ingenieurbüros, Kantone



2b Abfluss / Hydrograph

Obere Randbedingung benötigt Abfluss in der Zeit

Dichtes Netz an Messstellen (bwg.admin.ch)

- **Abfluss**
 - **Wasserstand**
 - **hQ-Beziehung**
- } Nur an Ort verwendbar**

**Thur: Station Andelfingen unterhalb der Aufweitung
(keine weiteren Zuflüsse)**



2c Reibung

Charakterisiert durch Rauigkeitsbeiwert: $k_{St} = \frac{21.1}{\sqrt[6]{d_{90}}}$

Bestimmung für umliegende Länder aus Tabellen

**Bestimmung für die Sohle aus Korndurchmesser
oder bei rein hydraulischen Berechnungen durch
Kalibrierung**



2d Kornverteilung

Korndurchmesser wird primär als Charakterisierung der Sohle verwendet

→ Hat Einfluss auf Reibung und Geschiebetransport

Verschiedene Transportformeln benötigen unterschiedliche Durchmesser: d_{10} , d_{50} , d_{90} , d_m , ...

Quellen: Linienproben und Volumenproben



2e Geschiebeeintrag

Schwierige Datenbasis – keine Messungen vorhanden

Transportformeln beruhen auf Empirie, sind nicht allgemein gültig und liefern die Kapazität!

Zwei Möglichkeiten:

- **A priori Bestimmung des Sedimenteintrags**
- **Verwendung von „zerogradient“ Randbedingung und Bestimmung des Eintrages während der Simulation (in 1D)**



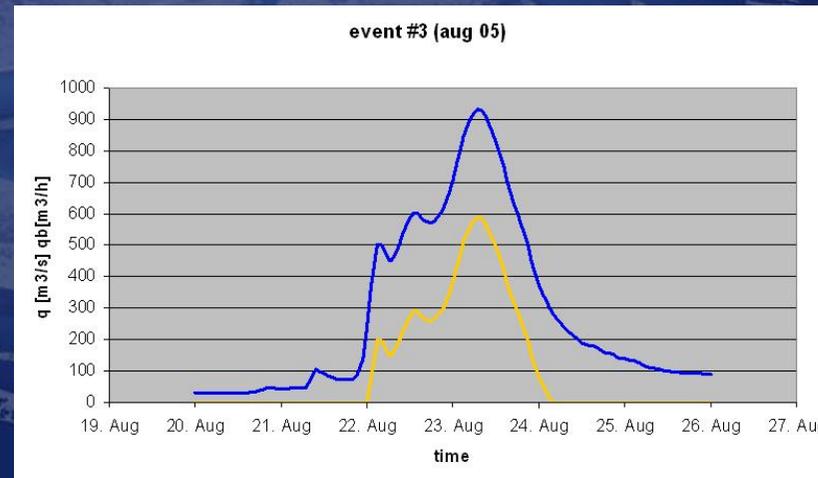
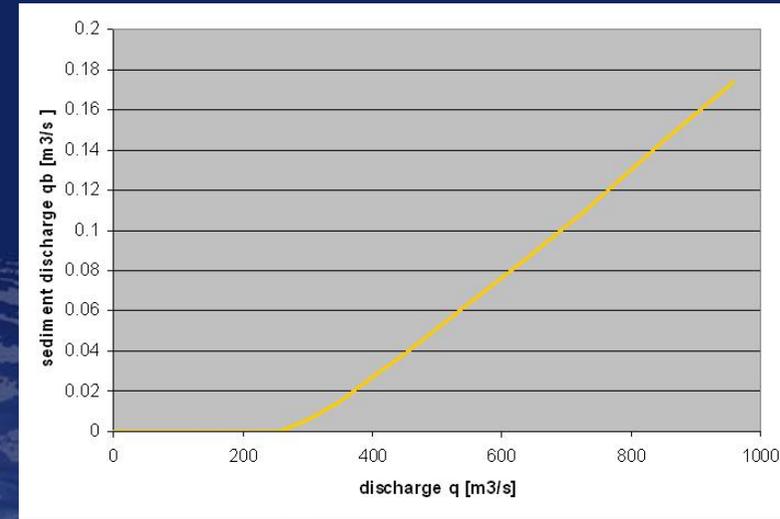
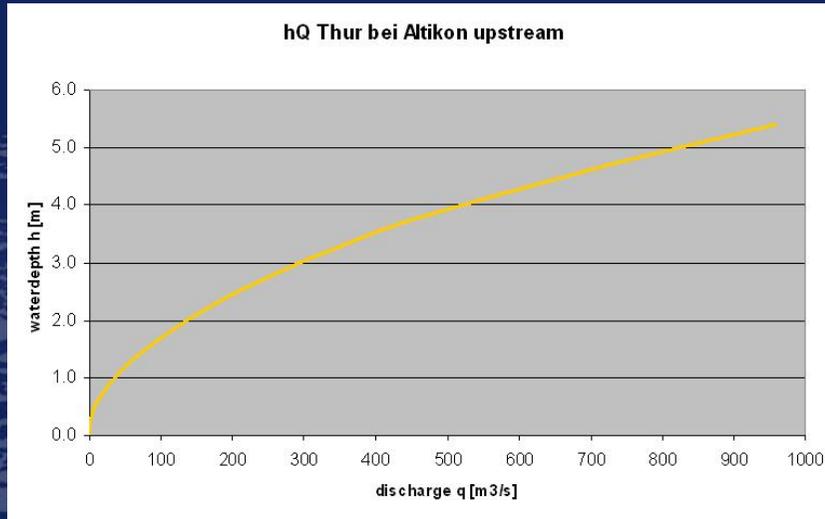
A priori Bestimmung Sedimenteintrag

Vorgehensweise:

- **Hydrograph und repräsentativer Querschnitt ergeben h_q -Beziehung (Simulation)**
- **Je nach gewählter Transportformel Berechnung von hydraulischem Radius R**
- **Bestimmung des Transportbeginns**
- **Berechnung des transportwirksamen Abflusses**
- **Kalibrierung des Geschiebeeintrags**



hQ, qb-Q und a priori Geschiebetransport





Zerogradient - Sedimenteintrag

Genau dasselbe Vorgehen, einfach während der Simulation:

„Wenn in der ersten Zelle transportwirksamer Abfluss herrscht, wird entsprechend Sediment eingetragen.“

Vorteil:

- Stabileres Verhalten**
- Berücksichtigt variable Querschnitte**
- Abschätzung für 2D**
- Änderung von d oder Transportformel bringt keinen Mehraufwand**



3 Fazit

Aufwand zur Datenbeschaffung ist nicht zu unterschätzen

Reine Hydraulik Berechnungen liefern genaue Resultate (mit entsprechenden AB/RB)

**Sedimenttransport beruht auf Empirie - Unsicherheit!
Sensitiv auf Änderungen von Parametern oder Formeln**

→ Mit nötiger Vorsicht zu geniessen