Bearbeitet von: Max Lankau
Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Daniel Bachmann
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Thilo Weichel (LHW)
Bearbeitungszeitraum: 23.01.2020 – 11.06.2020

Masterarbeit

Hochschule Magdeburg • Stendal

LHW Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

1D-2D-gekoppelte hydrodynamische Modellierung der Saale in Sachsen-Anhalt als Grundlage einer einzugsgebietsbasierten Hochwasserrisikoanalyse

Einleitung

Hochwasser verursachen regelmäßig große Schäden. Ein absoluter Hochwasserschutz ist schon aus finanziellen Gesichtspunkten nicht möglich. Der risikobasierte Ansatz betrachtet die unterschiedlichen Nutzungen der Vorländer in Kombination mit den Jährlichkeiten der Hochwasser und bewertet dahingehend das Risiko eines Hochwassers bestimmter Jährlichkeit entlang des Flussverlaufs. Die Effizienz von Schutzmaßnahmen kann somit auf Grundlage dieses Risikos bewertet werden.
Ziel dieser Arbeit ist die Erstellung eines hydrodynamischen Modells der Saale in Sachsen-Anhalt. Anhand dieses Modells kann dann beispielsweise der Effekt von geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen (Deichbau, Polder etc.) virtuell im Voraus überprüft werden.
Zur Ermittlung der Modellgüte soll das Hochwasser von 2013 berechnet werden und die Ergebnisse sollen anschließend mit Messdaten aus der Realität verglichen werden.

Links: Übersichtskarte der Saale in Sachsen-Anhalt (Bildquelle: Blaues Band). Rechts: Gekoppelte 1D- und 2D- Modelle des Saalegebietes.

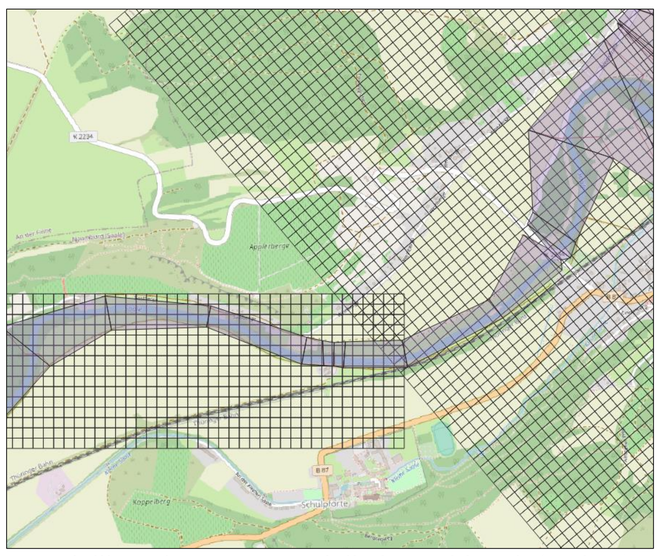
Querprofile an einem Saalemäander bei Calbe.

Modellgebiet

- Saale ist zweitgrößter Elbnebenfluss (413 km, MQ 117 m³/s), entspringt im Fichtelgebirge und mündet bei Barby
- Im Thüringer Verlauf existieren fünf Talsperren
- Zahlreiche Wehre und Schleusen
- Betrachtet wird der Verlauf in Sachsen-Anhalt

Datengrundlagen

- Digitales Geländemodell (DGM) mit Auflösung von 1x1 m (Herkunft: LVermGeo)
- 1D-Modell der Saale als HEC-RAS-Projekt (908 Querprofile)
- Landnutzung über *CORINE Land Cover*
- Hochwassergefahrenkarten
- Pegeldaten des Hochwassers 2013 (Wasserstands- und Abflusswerte)



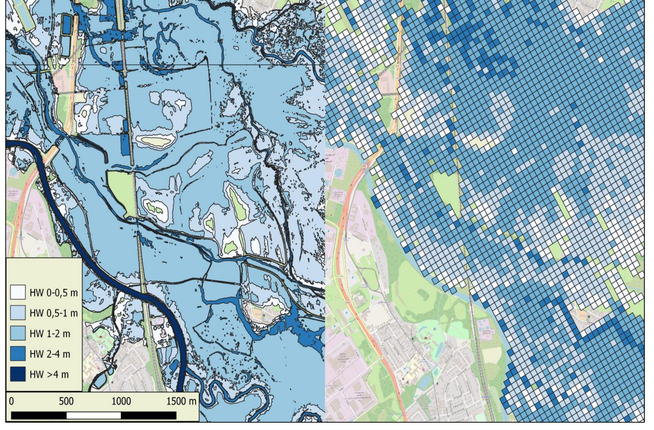
Modellkopplung: 1D-Modell Flussschlauch (violett) und 2D-Modell Raster.

Modellaufbau

- **1D-Modelle** berechnen lediglich in Hauptfließrichtung, gute Eignung für Flüsse
- Das 1D-Modell der Stromsaale besteht aus 908 Querprofilen, darunter 20 Wehrprofile
- Zusätzlich werden in Halle zwei Nebenarme integriert
- Jedem Profilpunkt wird – je nach Lage – ein Rauigkeitsbeiwert zugewiesen
- Zuflüsse aus den Nebenflüssen werden als Randbedingungen angesetzt
- **2D-Modelle** dienen der Berechnung von Abflüssen in der Fläche (x- und y-Richtung, gut geeignet zur Modellierung von Flutflächen im Hinterland
- Das 2D-Modell besteht aus 17 gekoppelten Rasterflächen mit 350.000 Rasterelementen
- Jedes Element in der Rasterfläche hat eine Größe von 50x50 m
- Geodät. Höhe des Rasterelements über DGM, Rauigkeitsbeiwert abhängig von Landnutzung

Berechnungen

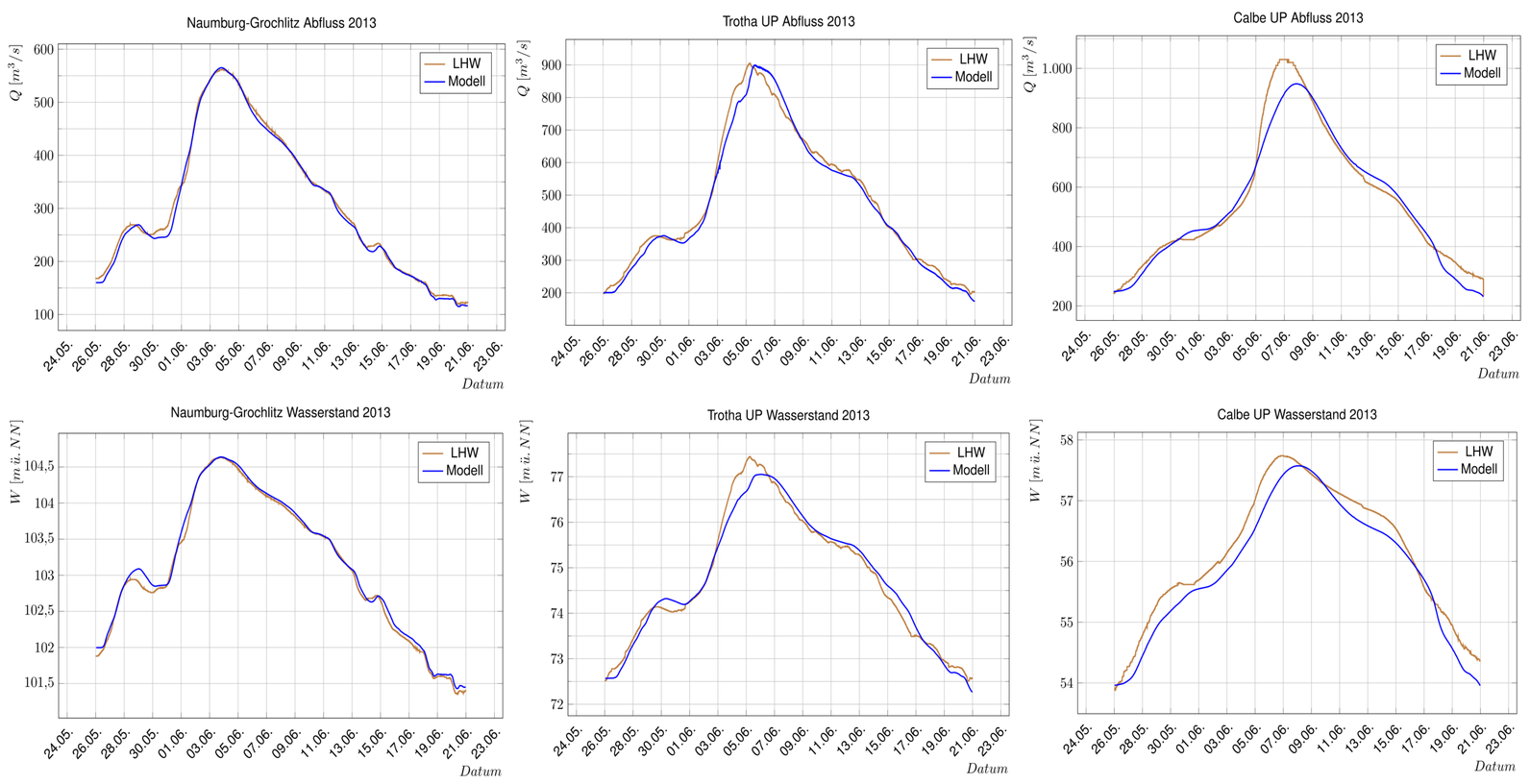
- Modellberechnung mit Entscheidungsunterstützungssystem ProMaIDes
- Auswertung mit QGIS und Excel
- Modelliert wurde der Zeitraum vom 26. Mai bis 20. Juni 2013
- Dauer: ca. 2,5 Stunden, abhängig von vorhandener PC-Technik



Vergleich der errechneten Flutflächen (rechts) mit der HQ100-Hochwassergefahrenkarte (links) im Bereich der Saale-Elster-Aue südlich von Halle.

Modellkalibrierung

- Die Anpassung der modellierten Wasserspiegellagen an die Realität erfolgt über Änderung der Rauheiten
- Zwei Teilschritte: Anpassung der k_{st}-Werte des Hauptgerinnes, anschließend der Vorländer



Abfluss- (oben) und Wasserstandsganglinien (unten) ausgewählter Pegel während des Hochwassers 2013 (blau: berechnet; braun: gemessen).

Auswertung

- Allgemein gute Abbildung der Ganglinien von 2013 im Modell
- Mit der Entfernung zum oberen Modellrand wachsen die Abweichungen (siehe Diagramme links)
- Auch die 2D-Flutflächen entsprechen größtenteils den Flutflächen in der Realität (Abbildung oben)
- Rechenzeit liegt im unteren Stundenbereich

- Kalibrierung entspricht einem Sommerhochwasser, für Winterszenarien muss neu kalibriert werden
- Kopplung mit weiteren, bereits vorhandenen Modellen möglich (Saale in Thüringen, Elbe)
- Eingangsdaten müssen aktuell gehalten werden (Einpflegen neuer Querprofile, DGMs etc.)