

Automatisierte, geodatenbasierte Modellierung am Beispiel des Schmarler Baches

Motivation und Zielsetzung

Die zukunftsfähige Stadtentwicklung steht heute vor der großen Herausforderung wirtschaftliche und sozio-ökonomische Interessen mit dem Erhalt von naturnahen Kulturlandschaften in Einklang zu bringen. Wasserrechtliche Genehmigungen und Flächennutzungsänderungen werden nur in Einzelfällen durch die Beauftragung von Fachgutachten gewässerübergreifend bewertet. In diesem Zusammenhang und im Rahmen des Projektes PROSPER-RO der Universität Rostock ist das Ziel dieser Arbeit der Aufbau eines automatisierten, geodatenbasierten, hydrologisch-hydraulischen Modells, am Beispiel des Schmarler Bach Einzugsgebietes (siehe Abbildung 1) in Rostock auf Basis der Open Source Software HEC-HMS und HEC-RAS.

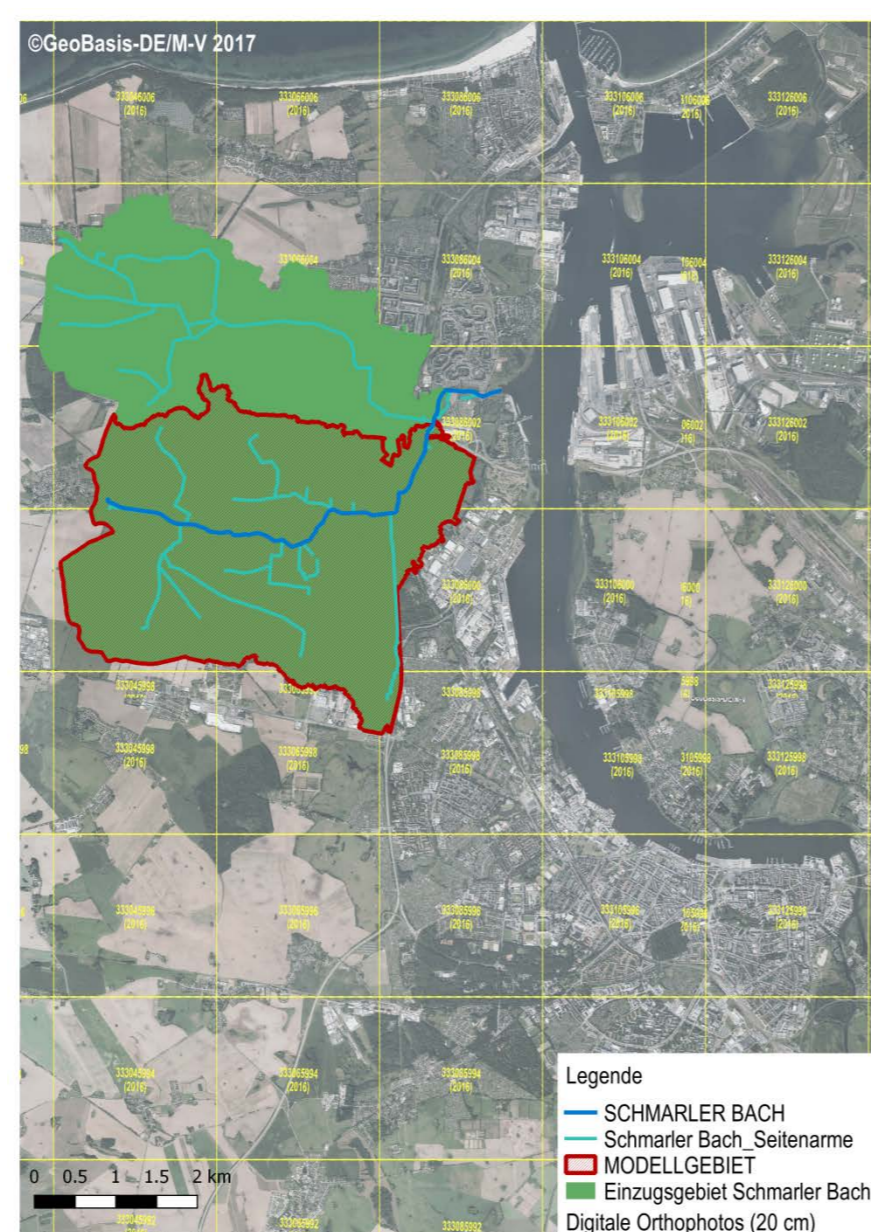


Abbildung 1: Schmarler Bach mit Einzugsgebiet und Modellgebiet (QGIS)

Material und Methoden

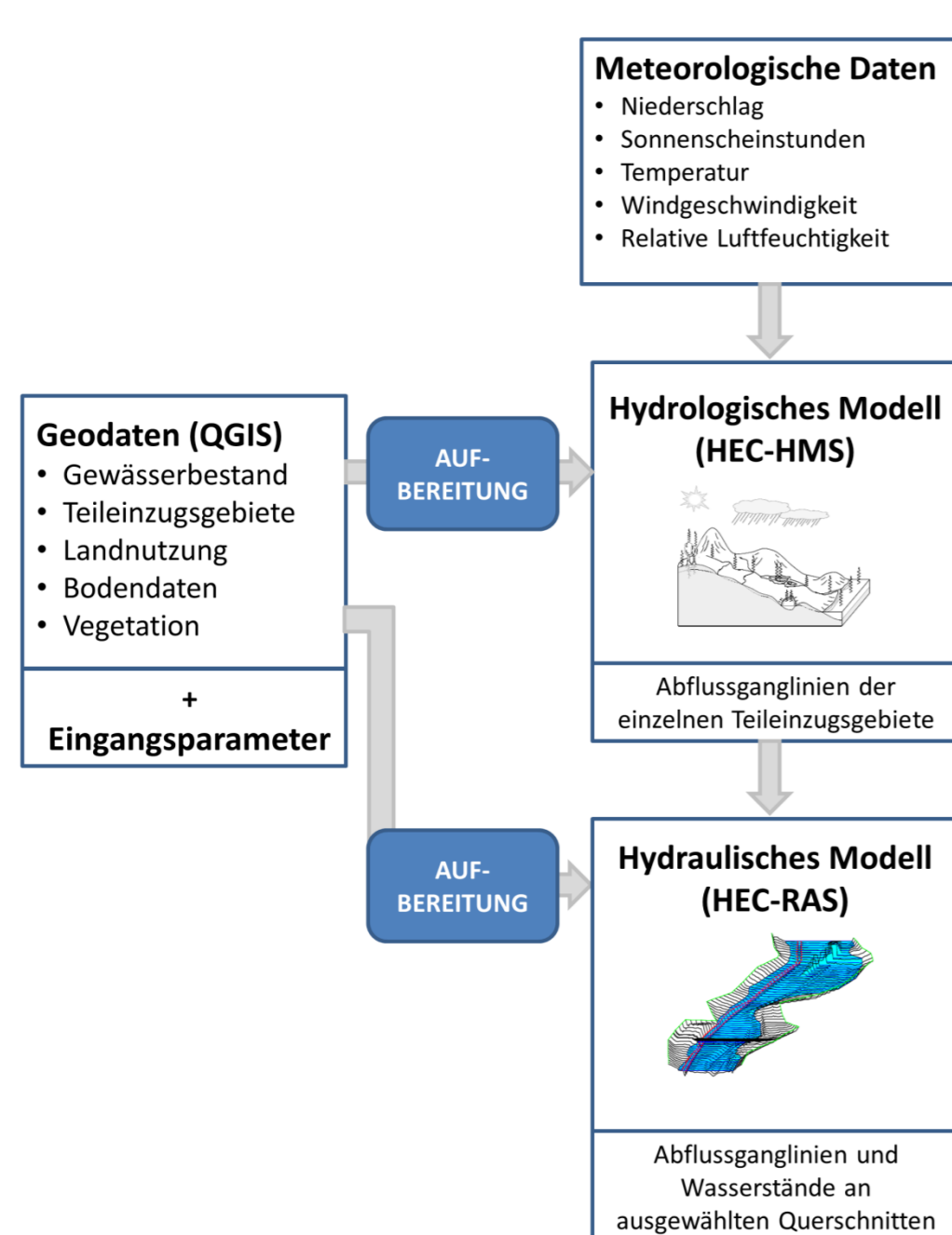


Abbildung 2: Modellaufbau (Eigene Abbildung)

Die Eingangsdaten und -parameter für den Modellaufbau in Abbildung 2 basieren auf der Analyse und Aufbereitung dieser **Datengrundlage**:

- Gewässerbestand (KOGGE)
- Teileinzugsgebiete (biota GmbH)
- Digitale Geländemodelle (LAiV, DGM02 aufbereitet in KOGGE)
- Bodendaten KBK25 (LUNG MV)
- Landnutzungsdaten (ATKIS)
- Meteorologische Daten (DWD, Nordwasser GmbH)

Die instationäre Abflussberechnung bei HEC-RAS wird durch die Lösung der Saint-Venant Gleichungen mit der Finite-Differenzen Methode umgesetzt.

Für HEC-HMS wurden, für einen möglichst umfangreichen Aufbau aus Geodaten, folgende **Berechnungsmethoden** für die einzelnen Abflusskomponenten gewählt; *Dynamic/Simple Canopy* für die Vegetation, *Simple Surface* für den Oberflächenspeicher, *Soil Moisture Accounting Loss* für die Versickerungsprozesse, *Kinematic Wave* für den Oberflächenabfluss und *Linear Reservoir Baseflow* für den Basisabfluss.

Aufgrund von programmbedingten Einschränkungen muss das Modell wie in Abbildung 3 dargestellt zwischen den Programmen aufgeteilt werden. HEC-RAS modelliert den Hauptstrang des Schmarler Baches (blau) hydraulisch, während die gelben Gewässerabschnitte in HEC-HMS zur Auslass-Verknüpfung nötig sind. Die hydrologische Berechnung findet in Teileinzugsgebieten (rot) mit Durchschnittsparametern statt.

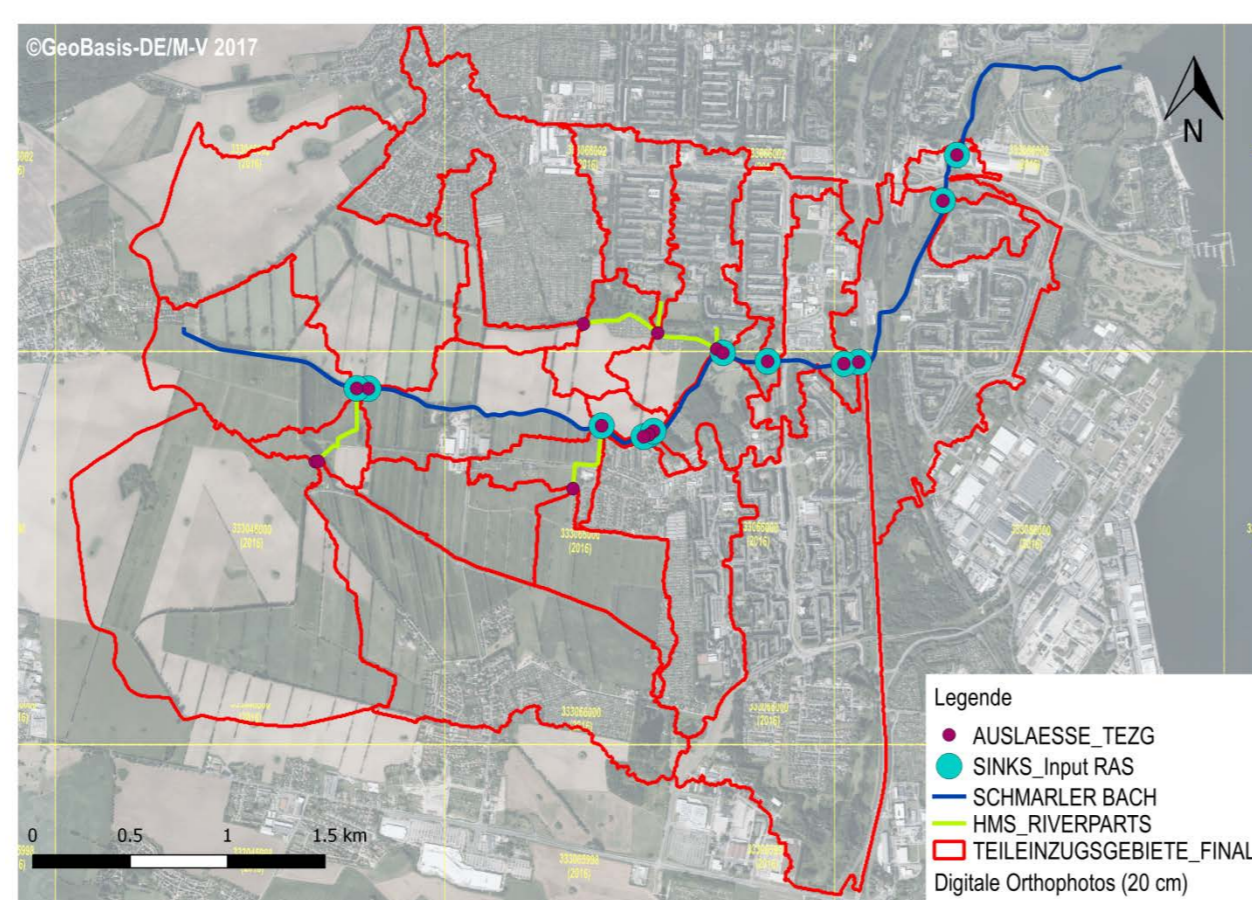


Abbildung 3: Einteilung der Modellkomponenten (QGIS)

Während der **Sensitivitätsanalyse** im Rahmen der Kalibrierung stellten sich die „Grundwasser“-Parameter der Versickerungs- und Basisabflussmethode, sowie die Interzeptionsspeicherkapazität als besonders stark beeinflussend für den grundlegenden Verlauf der Abflussganglinie heraus.

Eine Untersuchung auf das **Automatisierungspotential** der einzelnen Aufgabenbereiche und Schnittstellen führte zu den Ergebnissen in Abbildung 4. Für die grün markierten Komponenten wurden VBA-Makros verfasst und das QGIS Plugin RiverGIS verwendet.

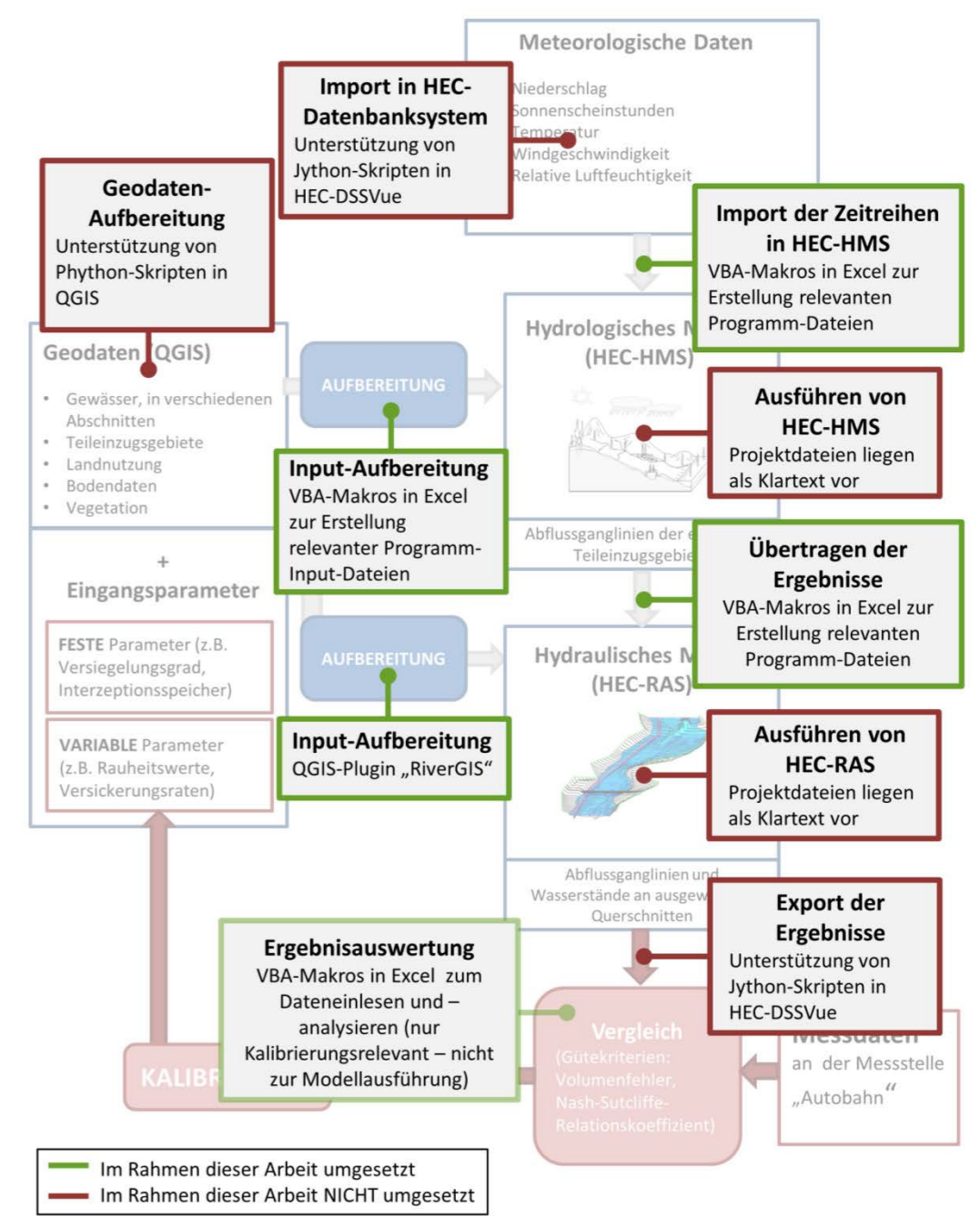


Abbildung 4: Automatisierungsmöglichkeiten und -methoden (Eigene Abbildung)

Ergebnisse

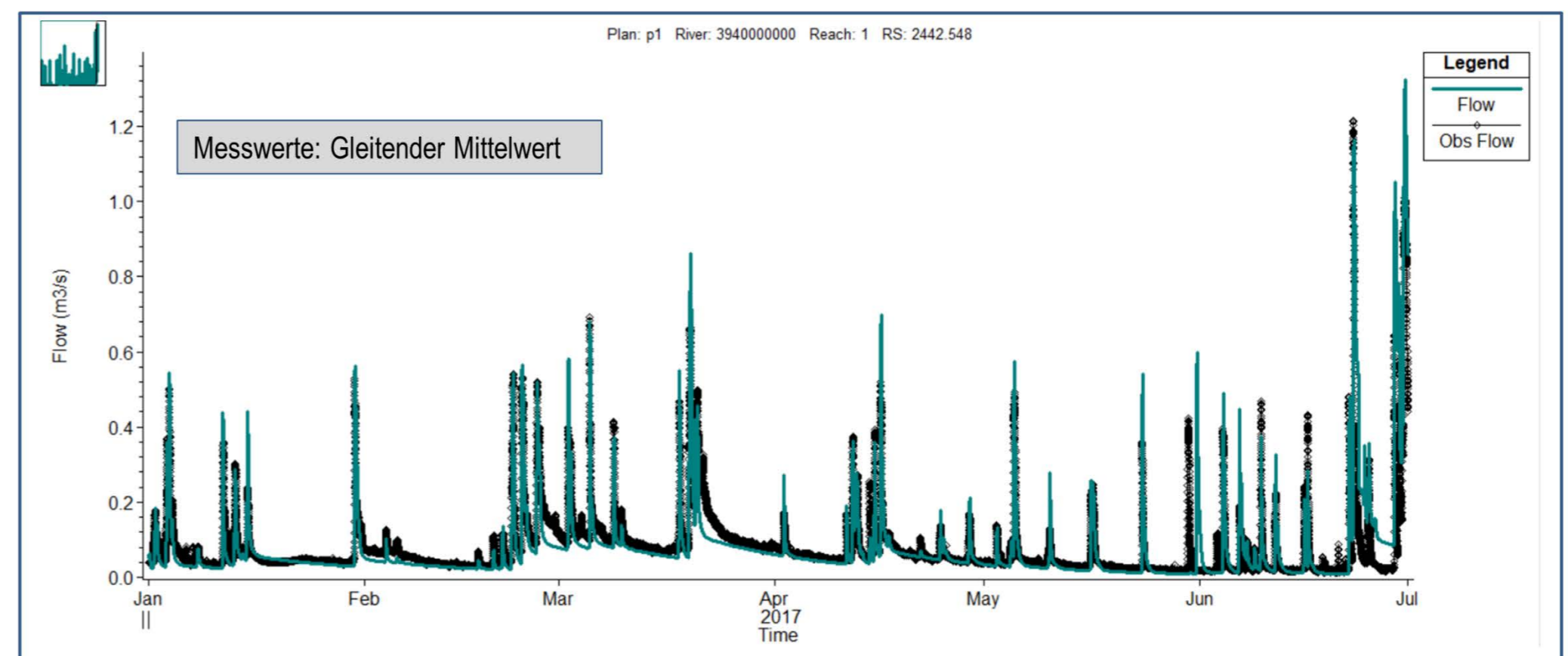


Abbildung 5: Simulationsergebnis für Januar – Juni 2017 nach Grobkalibrierung (HEC-RAS)

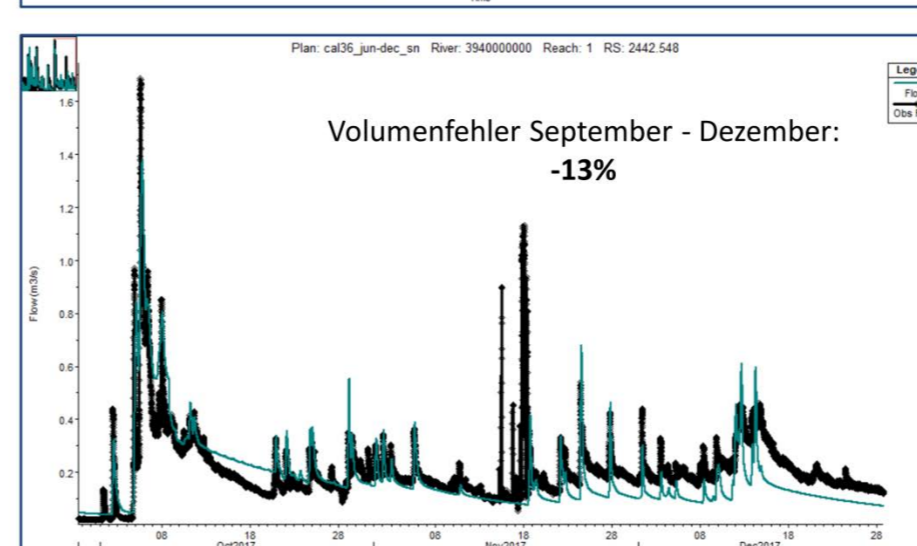
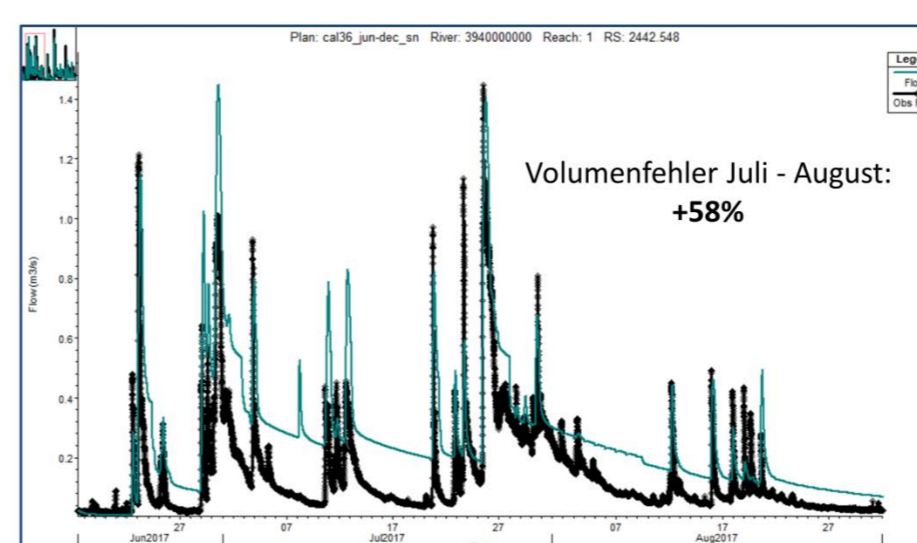


Abbildung 6: Validierung – Volumenprobleme in Sommermonaten (HEC-RAS)

Nach Grobkalibrierung ergab sich die Abflussganglinie in Abbildung 5 für den Zeitraum von Januar bis Juni 2017. Der Volumenfehler beläuft sich auf 4.88%. (Weitere Gütekriterien: 0.48 - *Nash-Sutcliffe-Coefficient*, 0.90 - *Index of Agreement*, 0.86 - *Coefficient of Determination*).

Die Validierung zeigt in Abbildung 6 die Grenzen der Versickerungsmethode *Soil Moisture Accounting Loss*. Die Parameteranpassung zur Umsetzung des erhöhten Basisabflusses im Winter und Frühling führt bei Starkregeneignissen im Sommer zu einem erheblichen Volumenüberschuss.

Grenzen und Schlussfolgerung

Die Abweichungen der Simulationsergebnisse von den Messwerten sind, neben den programmbedingten Einschränkungen im Modellaufbau, durch Niederschlagsdaten bedingt, die nicht im Modellgebiet aufgezeichnet wurden. Die fehlende Grundwassermodellierung ist für das Einzugsgebiet im norddeutschen Tiefland auch durch die Nutzung und Anpassung der detailliertesten Versickerungsmethode nicht auszugleichen. Zusammen mit der fehlenden Variabilität der Interzeptionsspeicherkapazität steht dies Langzeitsimulationen im Weg, da sich das Modell nicht jahreszeitenübergreifend kalibrieren lässt. Eine umfassende Automatisierung wird durch Anforderungen an die Datenaufbereitung, Programmeigenheiten und Instabilität von HEC-RAS eingeschränkt, das bestehende Modell ist aber szenarienfähig.