



Morphodynamische 2D-Modellierung des Geschiebesammlers Schlierenrüti
BASEMENT Anwendertreffen, 30. Januar 2020

Inhalt

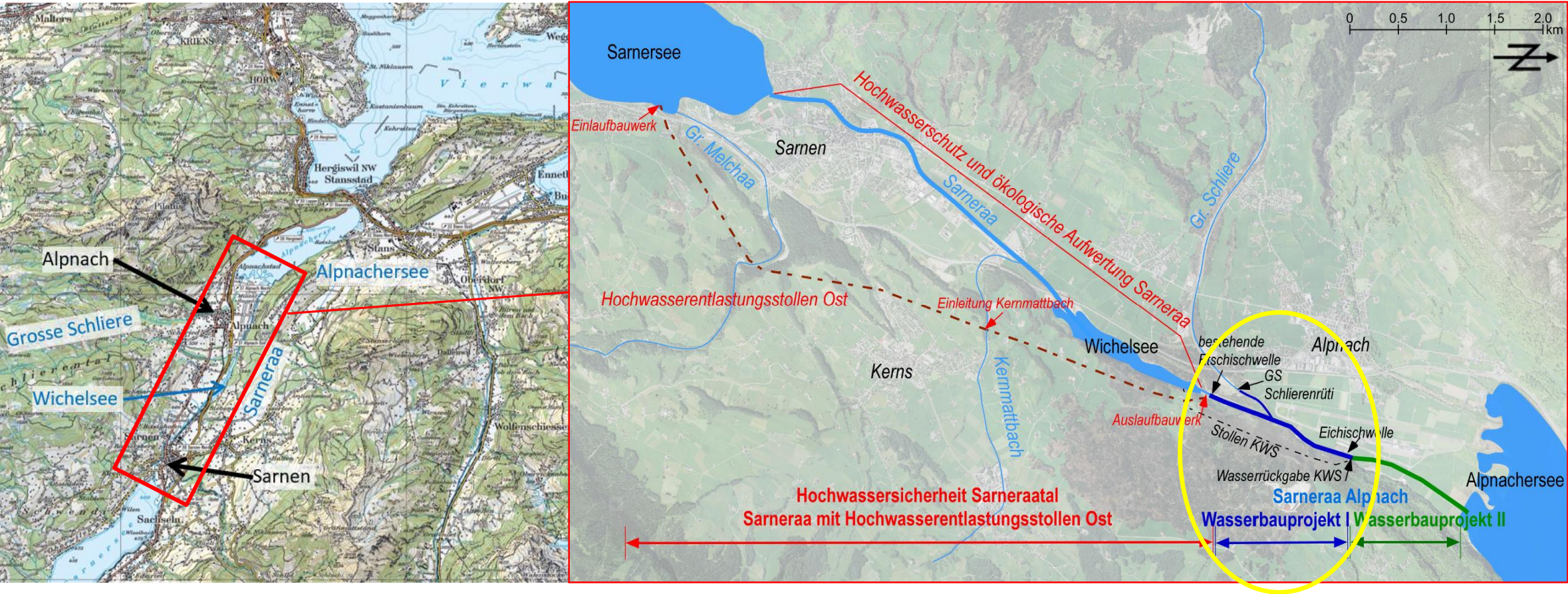
- _ Wasserbauprojekt Sarneraa Alpnach I
- _ Ziel der morphodynamischen 2D-Modellierung
- _ Numerisches Modell
- _ Berechnungsergebnisse
- _ Schlussfolgerungen und Ausblick
- _ Fragen

Wasserbauprojekt Sarneraa Alpnach I



Landeskarte (Swisstopo, 2014) mit Verortung Sarneraa

Wasserbauprojekt Sarneraa Alpnach I



Übersicht über die Projekte an der Sarneraa (Kanton Obwalden)

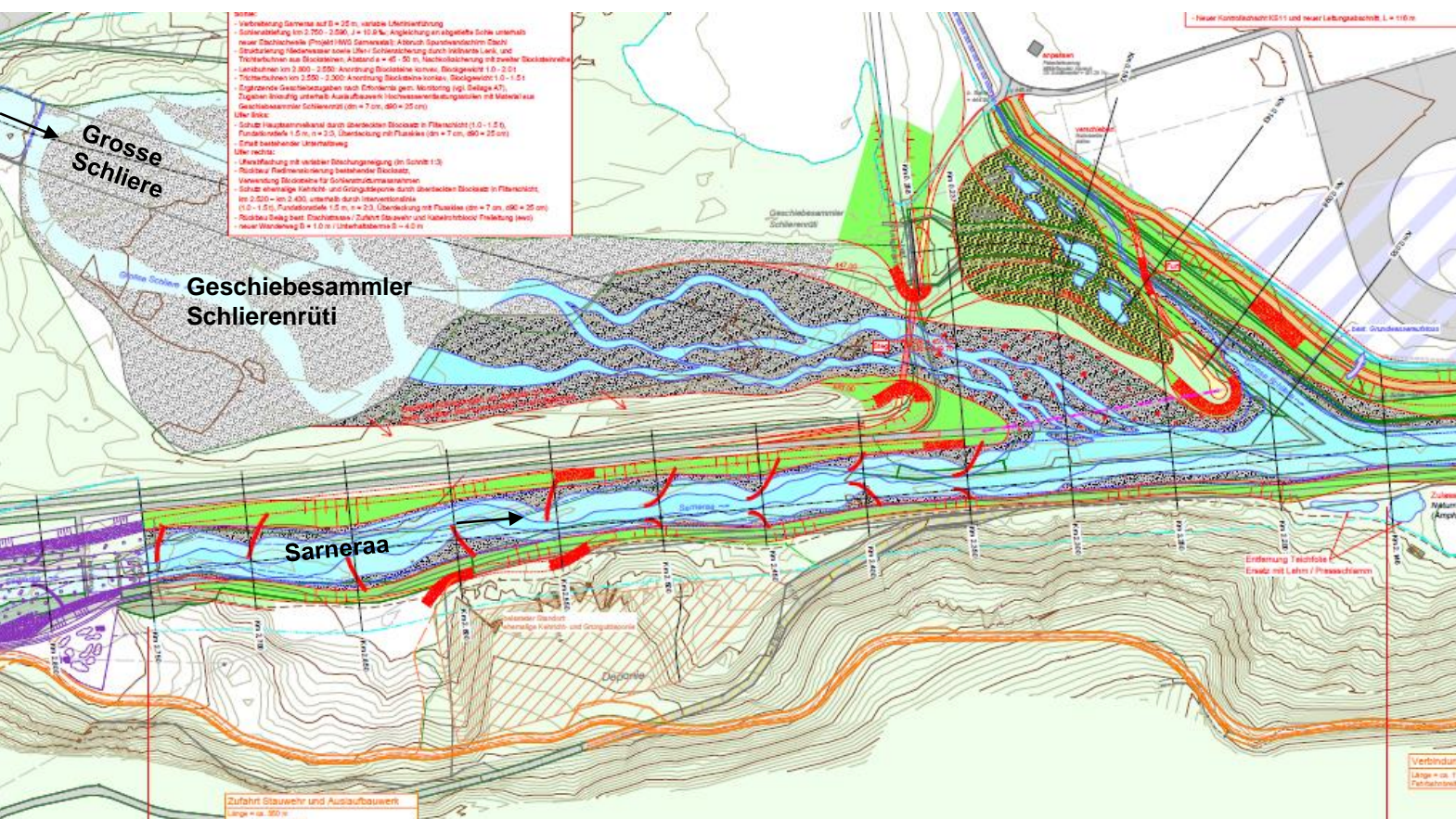
Wasserbauprojekt Sarneraa Alpnach I



Ist-Zustand Sarneraa und Geschiebesammler Schlierenrüti (Bildquelle: Kanton Obwalden)

- Projektziele
 - Erfüllung der Schutzziele (Hochwasserschutz)
 - **Reaktivierung des Geschiebetriebs** durch Sanierungsmassnahmen am Geschiebesammler Schlierenrüti (Anforderungen GSchG)
 - und mehr

Wasserbauprojekt Sarneraa Alpnach I



Situationsplan des Genehmigungsprojekts WBP Sarneraa Alpnach I im Bereich der geplanten Teilöffnung (Kanton Obwalden)

Projektziele

- Erfüllung der Schutzziele (Hochwasserschutz)
- Reaktivierung des Geschiebetriebs durch Sanierungsmassnahmen am Geschiebesammler Schlierenrütli (Anforderungen GSchG)
- und mehr

Ziel der morphodynamischen 2D-Modellierung

– Randbedingungen

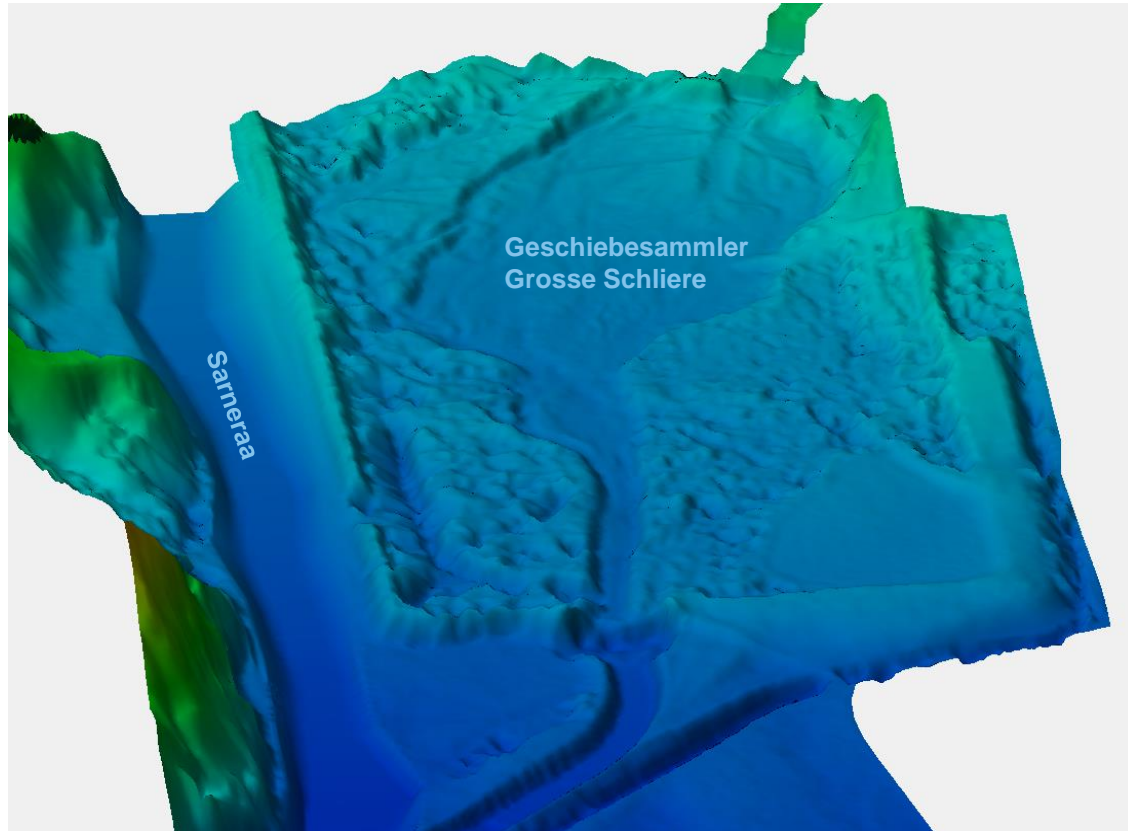
- Modellierung im Rahmen eines Innovationsprojekts von Basler & Hofmann
- Modellierung innerhalb des Projekts durch HZP mit Hydro_GS
- Rauigkeiten, Ganglinien und Korngrößenverteilungen wurden vom Projekt übernommen

– Ziel

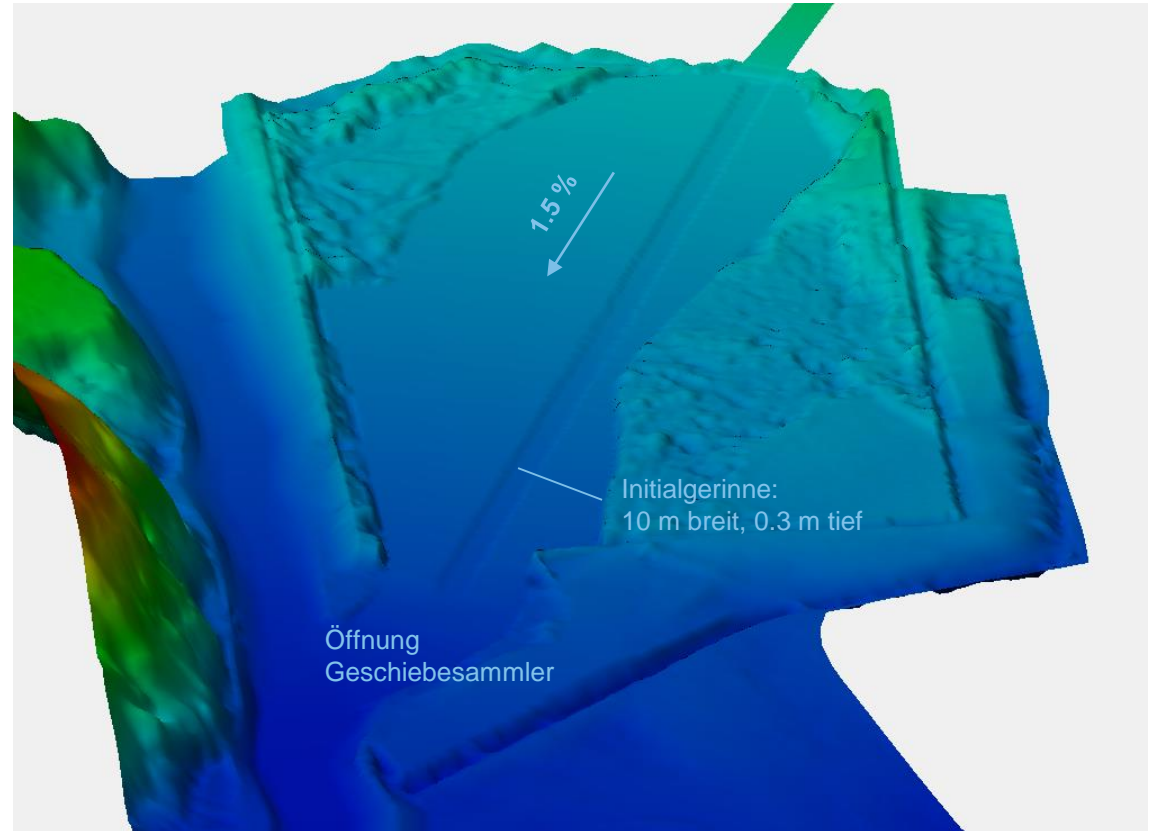
- Anwendbarkeit / Anwendungsgrenzen des morphodynamischen 2D-Modells (BASEMENT) für Geschiebesammler eruieren
- Ablagerungs- und Erosionsmuster sowie morphologische Prozesse simulieren
- Geschiebedurchgängigkeit im Sammler qualitativ und quantitativ erfassen

Numerisches Modell – Topografie

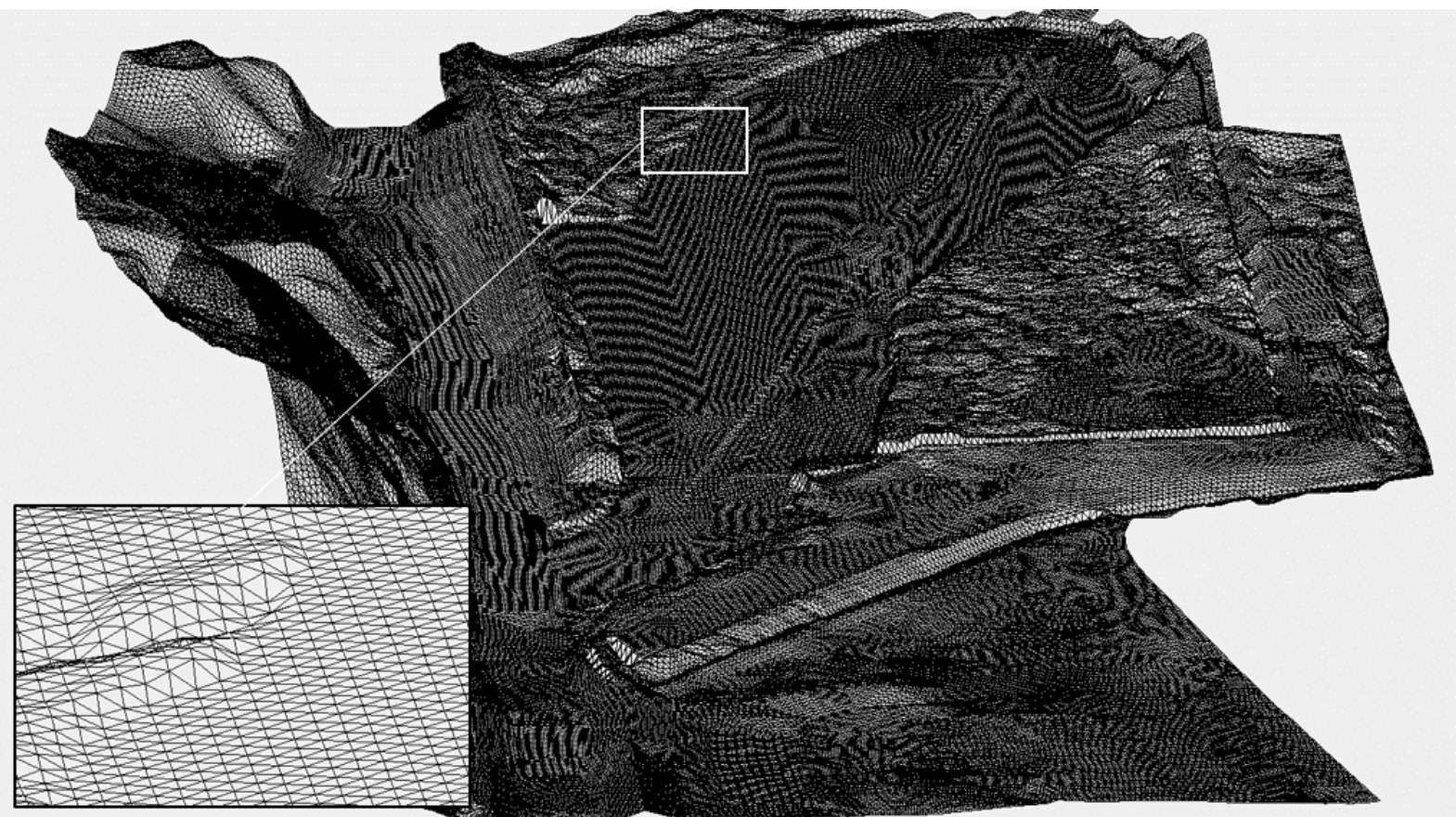
Ist-Zustand



Initialzustand Modellierung



Numerisches Modell – Berechnungsgitter



Berechnungsgitter für die morphodynamische 2D-Modellierung

– Gesamtes Modell

– Fläche: 247'809 m²

– Elemente: 157'280

– Durchschnittliche
Elementgrösse: 1.6 m²

– Geschiebesammler

– Fläche: ca. 45'000 m²

– Elemente: ca. 30'000

– Durchschnittliche
Elementgrösse: 1.5 m²

Numerisches Modell – Rauigkeiten

- Bereichsweise Definition der Rauigkeit
- Potenzgesetz nach Strickler

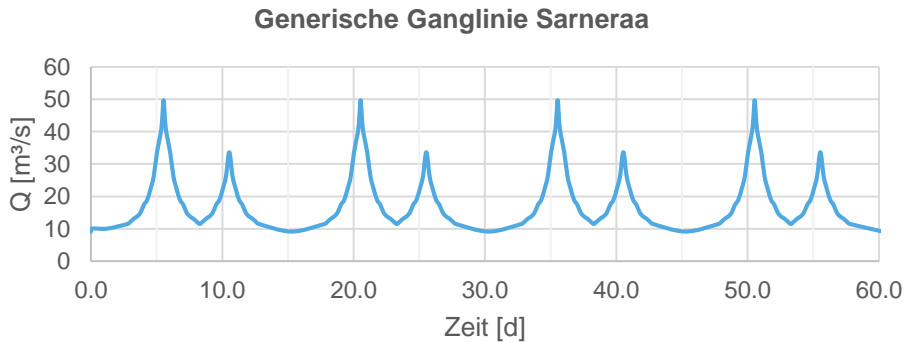
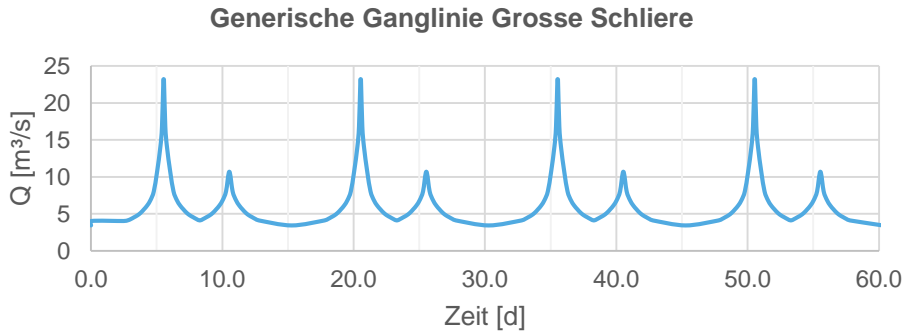


Rauigkeiten nach Strickler im morphodynamischen Modell

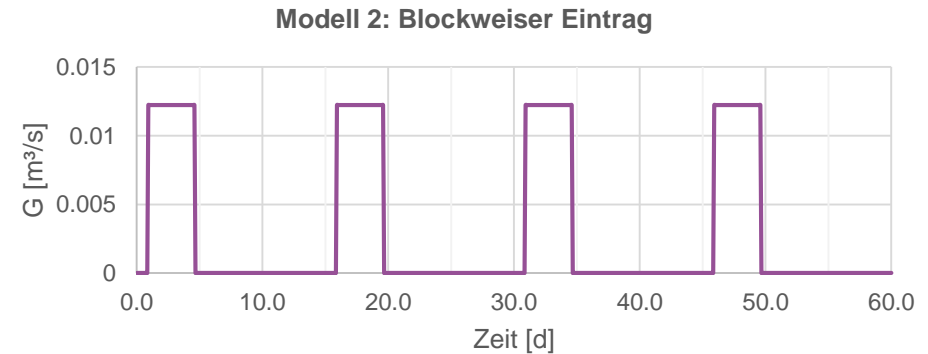
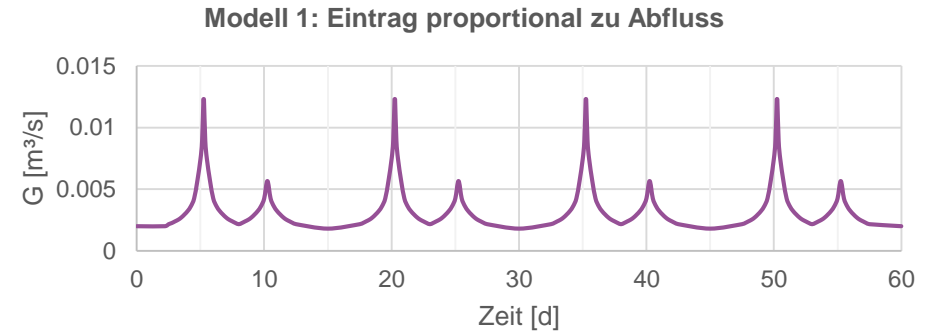
Bereich	k_{St} [$m^{1/3}/s$]
Zulauf Grosse Schliere	20
Geschiebesammler	27
Waldflächen im Geschiebesammler	15
Sarneraa	30

Numerisches Modell – Ganglinien

Abflussganglinien Grosse Schliere und Sarneraa

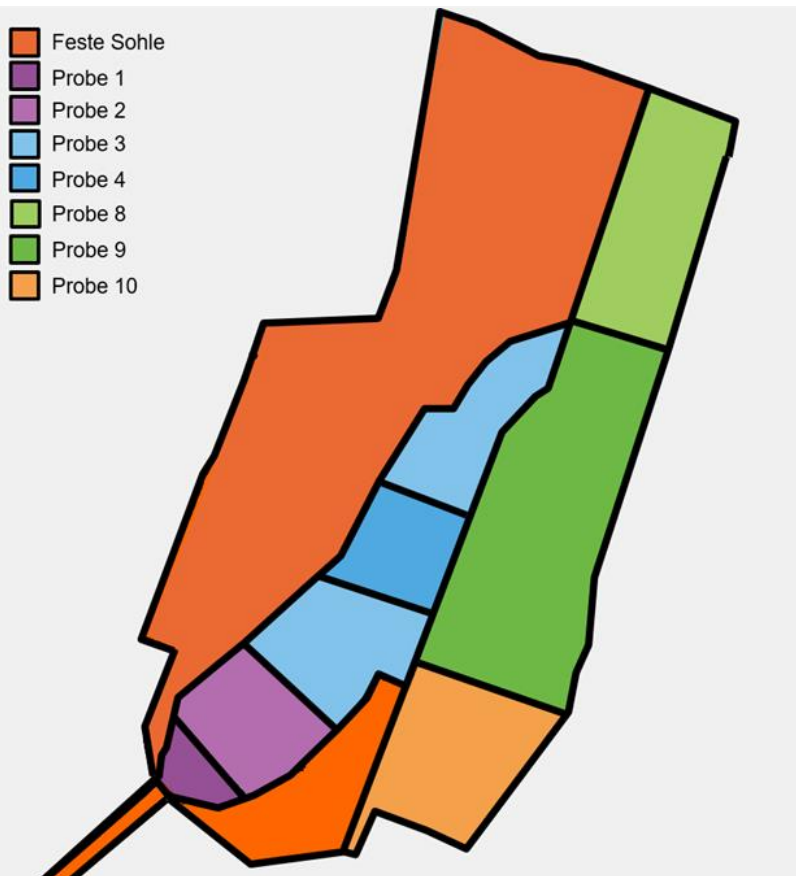


Geschiebeeintrag in Sammler Grosse Schliere – 6'000 m³/Jahr



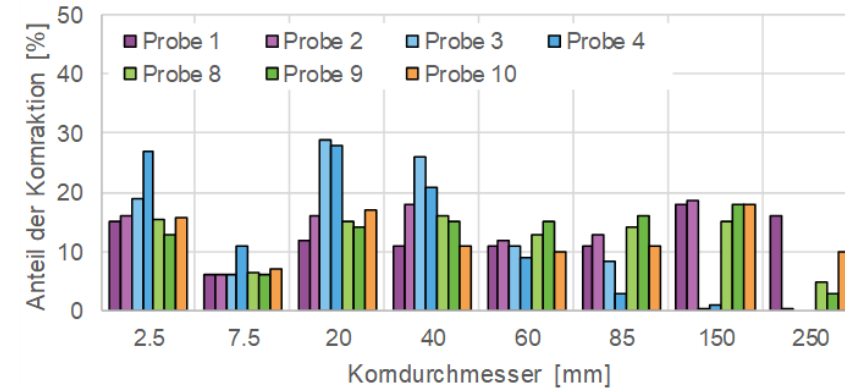
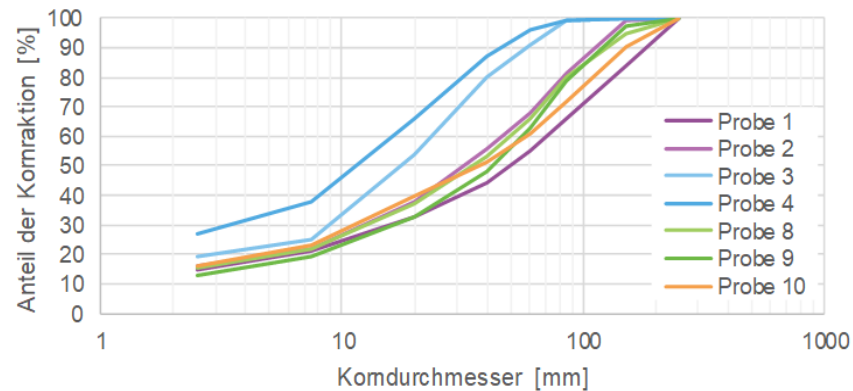
Abfluss- und Geschiebeganglinien für die morphodynamische Modellierung

Numerisches Modell – Korngrößenverteilung



Definition der Korngrößenverteilung

- Definition Korngrößenverteilung auf Grundlage von Geschiebeproben
- Diskretisierung der Kornverteilungen durch 8 Kornklassen

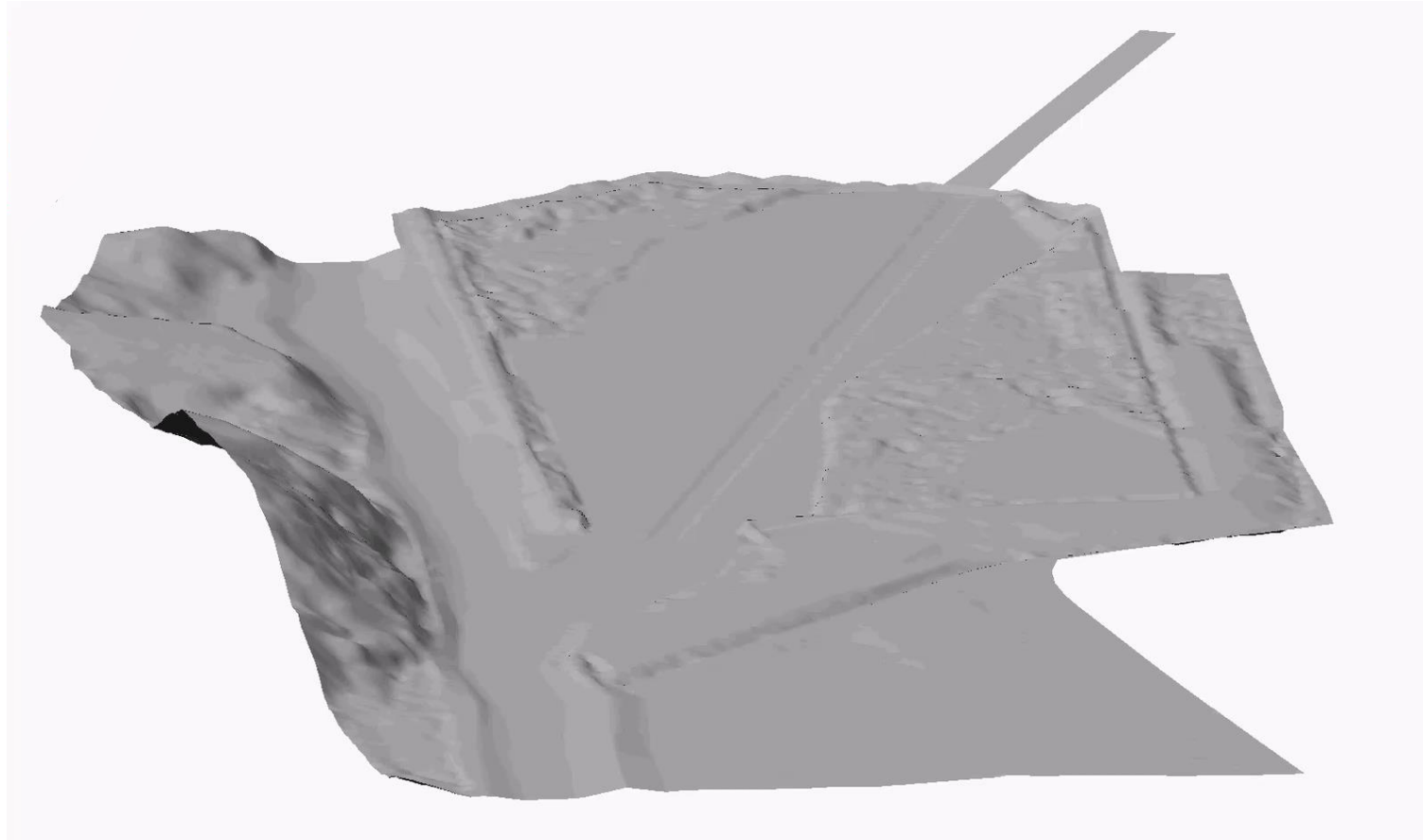
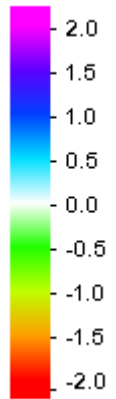


Numerisches Modell – Modellparameter und Performance

- Transportformel: Meyer-Peter & Müller (1948) adaptiert für den fraktionsweisen Geschiebetransport nach Hunziker (1995), 8 Kornfraktionen
- gravitativer Transport aktiv ($\gamma_{\text{dry}} = 35^\circ$, $\gamma_{\text{wetted}} = 30^\circ$, $\gamma_{\text{deposited}} = 20^\circ$)
- lateraler Transport aktiv (Kurveneffekte und Quergefälle)
- «tuning» mit «morph_cycle = 10»
- Performance:
 - Workstation mit Intel® Xeon® Gold 5122 @ 3.6 GHz, 4 threads aktiv
 - Rechenzeit: ca. 70 Tage
 - modellierter Zeitraum: 15 Tage/Jahr x 4 Jahre = 60 Tage
 - Real Time Speed (RTS) = 0.86

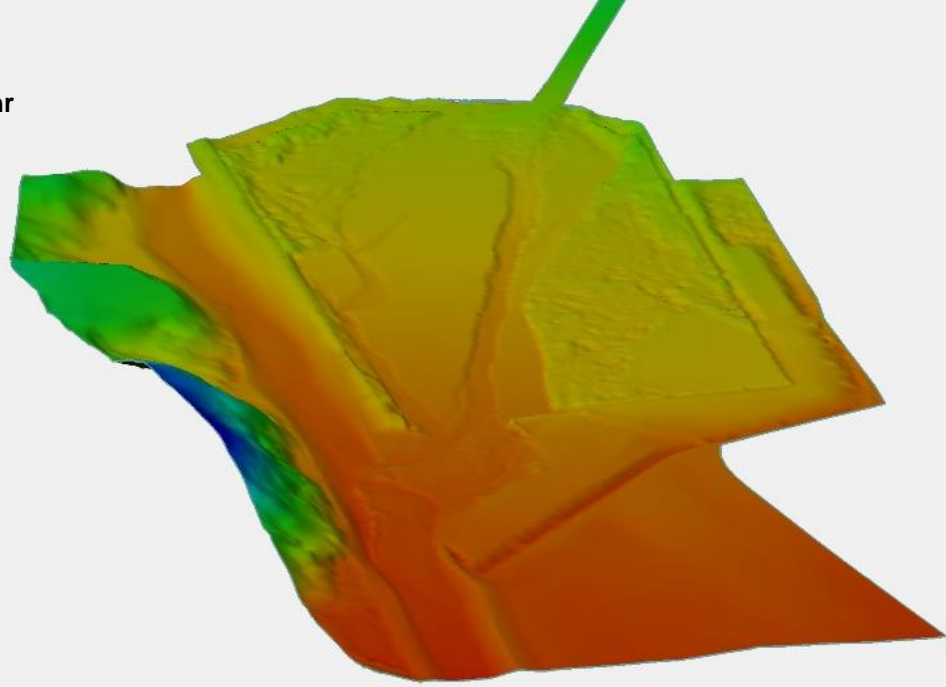
Berechnungsergebnisse – Sohlenänderung Δz

Sohlenänderung [m]

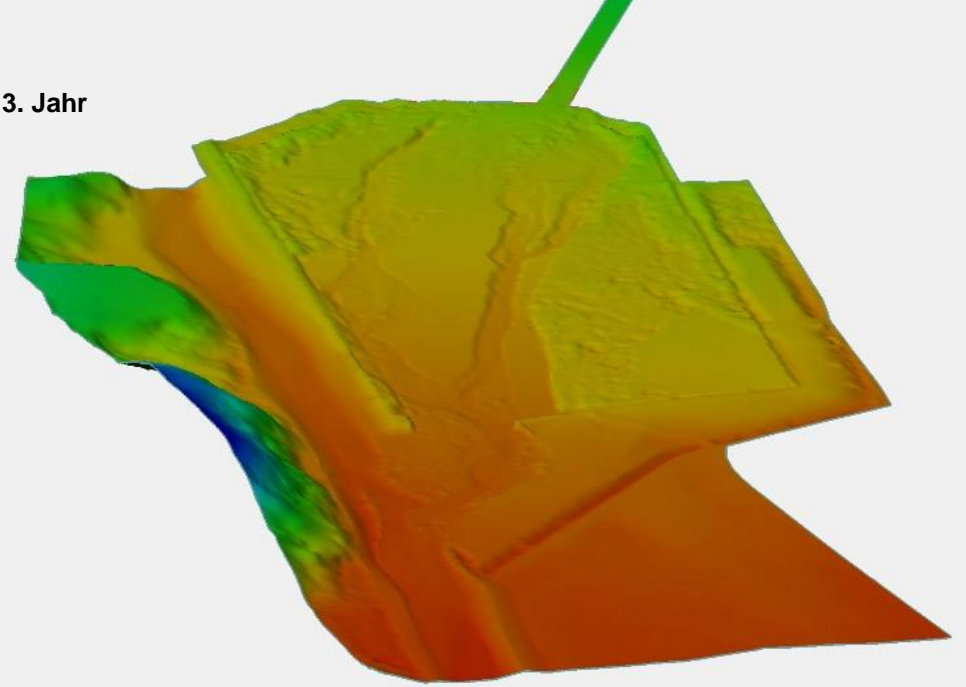


Entwicklung der Sohlenänderung im morphodynamischen Modell bei proportionaler Geschiebezugabe

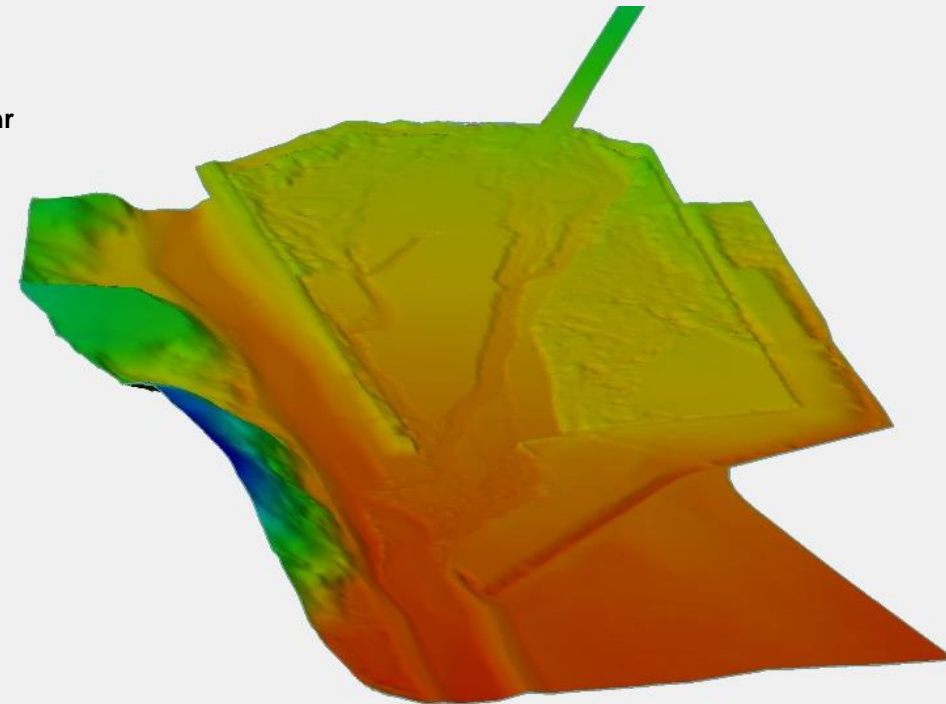
1. Jahr



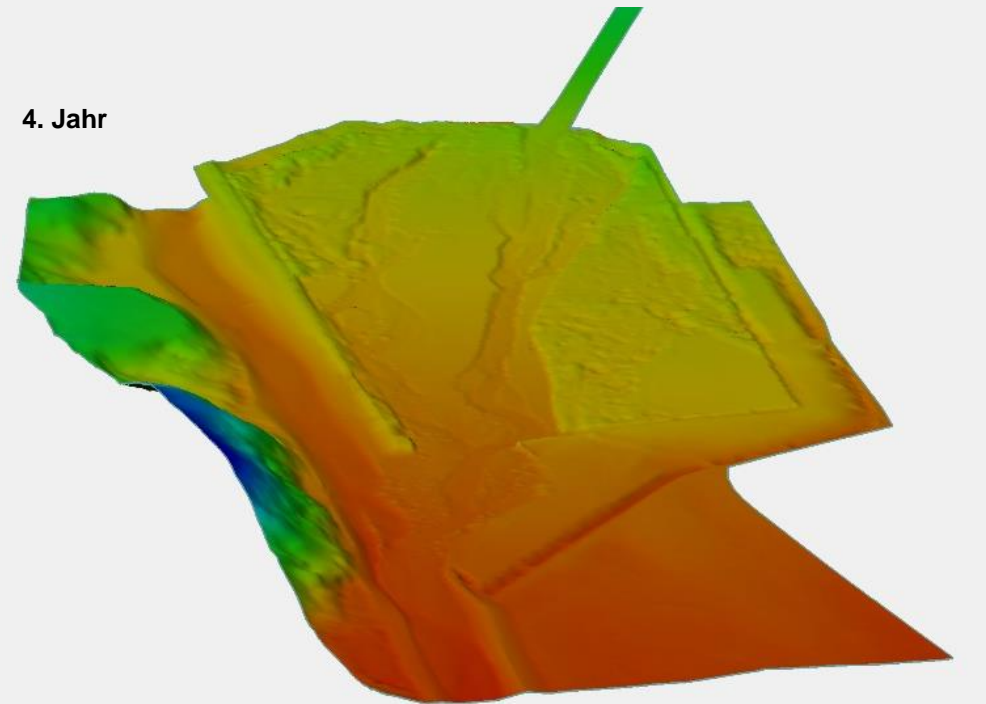
3. Jahr



2. Jahr

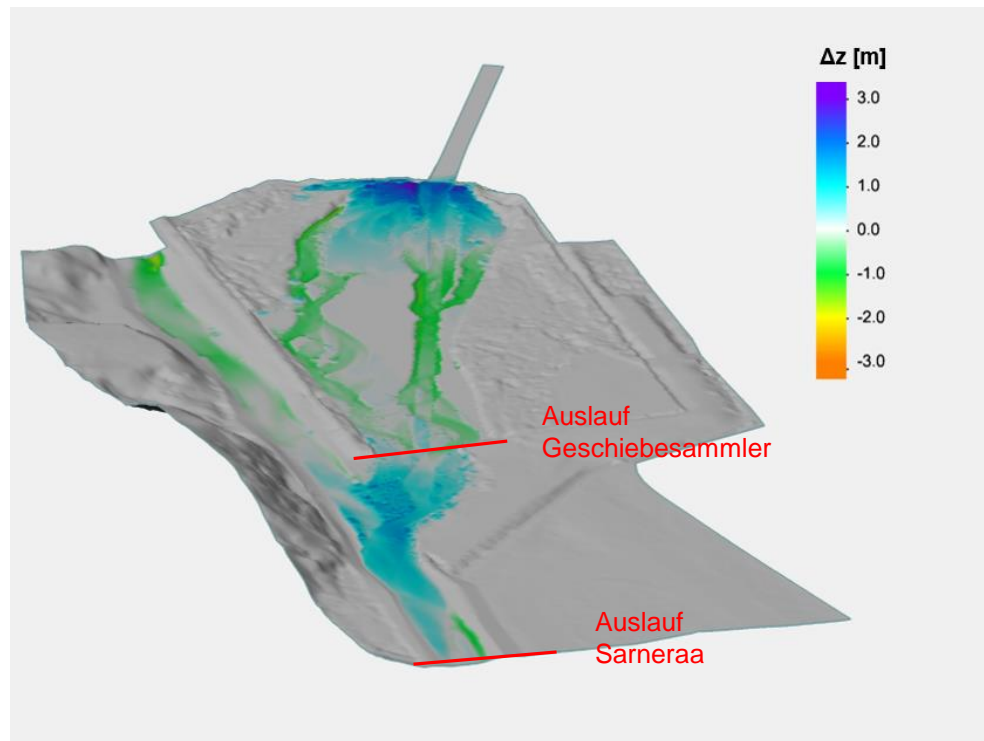


4. Jahr

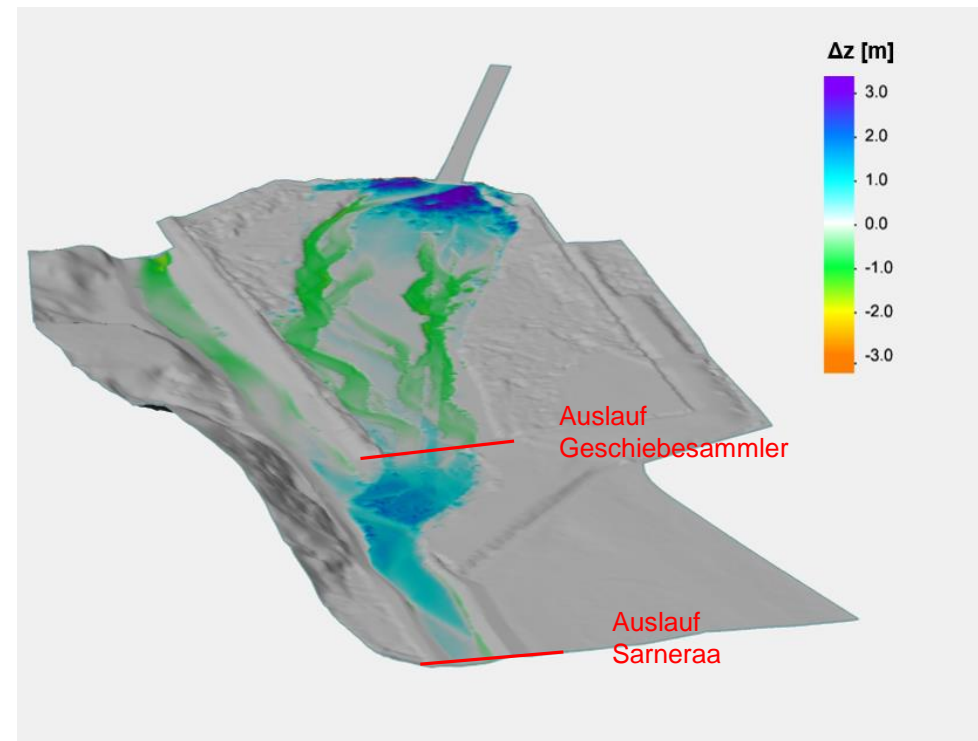


Berechnungsergebnisse – Sohlenänderungen Δz

Sohlenänderung nach dem 4. Jahr bei proportionaler Geschiebebezugabe



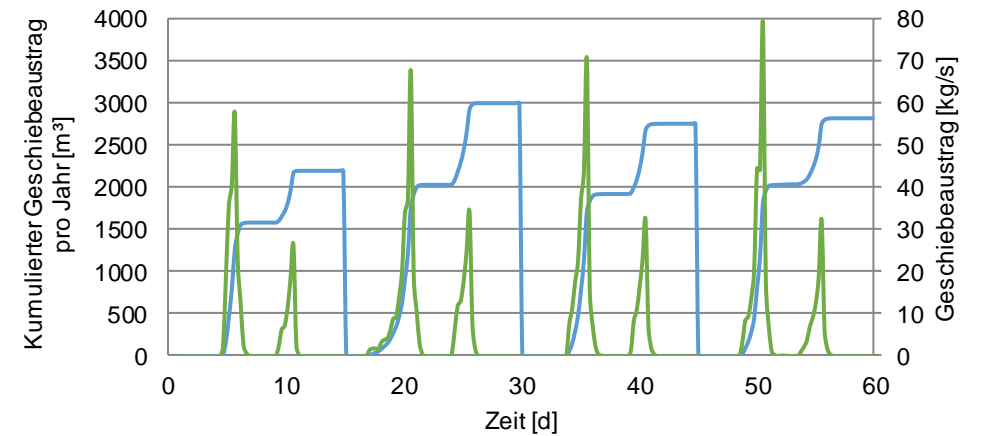
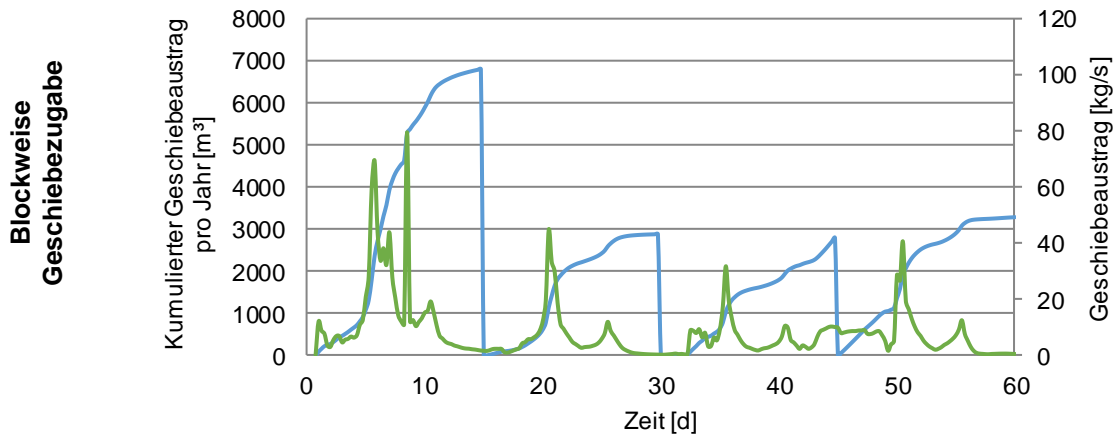
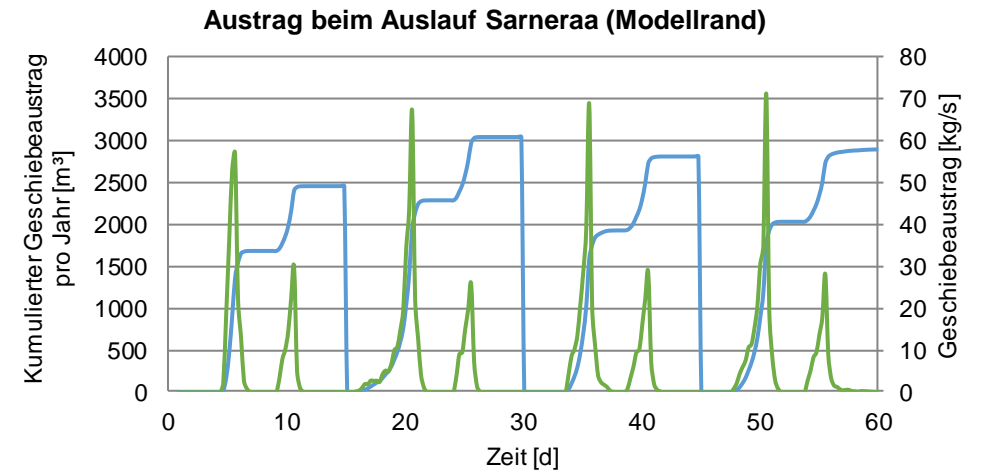
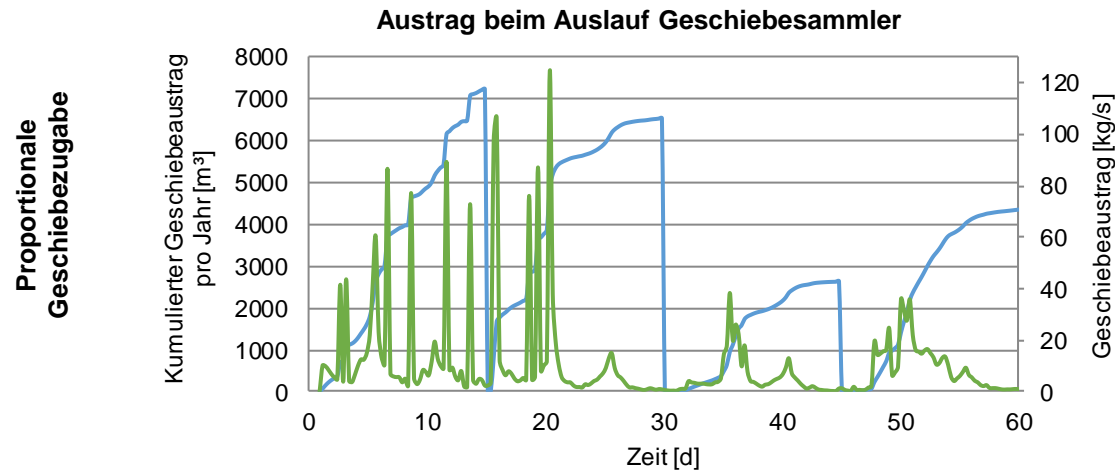
Sohlenänderung nach dem 4. Jahr bei blockweiser Geschiebebezugabe



Vergleich der Sohlenänderung nach dem 4. Jahr bei proportionaler Geschiebebezugabe und bei blockweiser Geschiebebezugabe

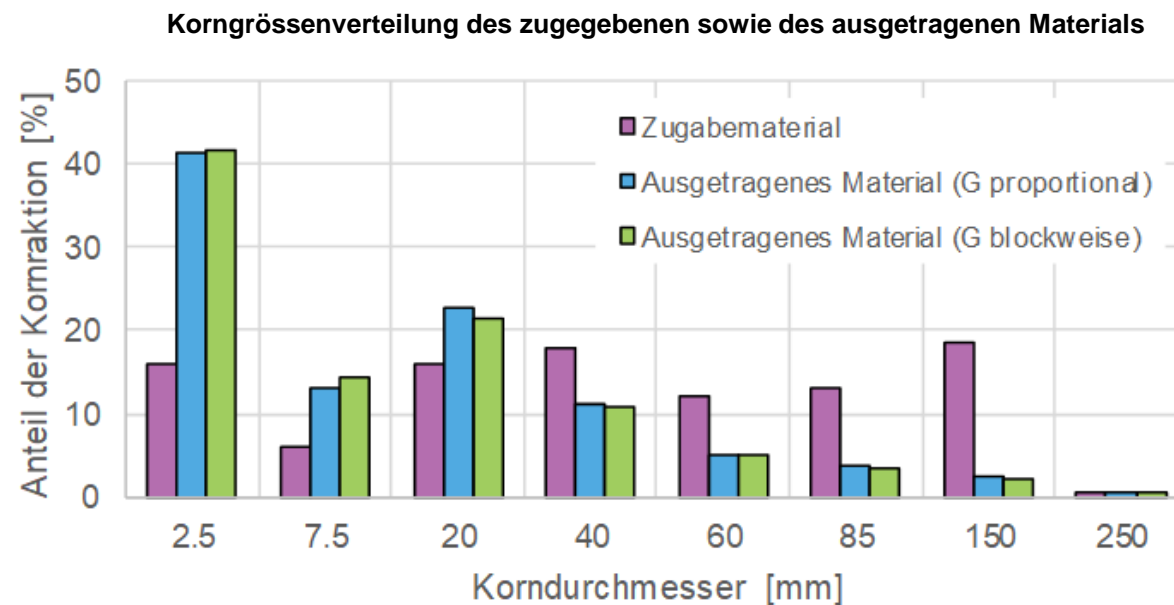
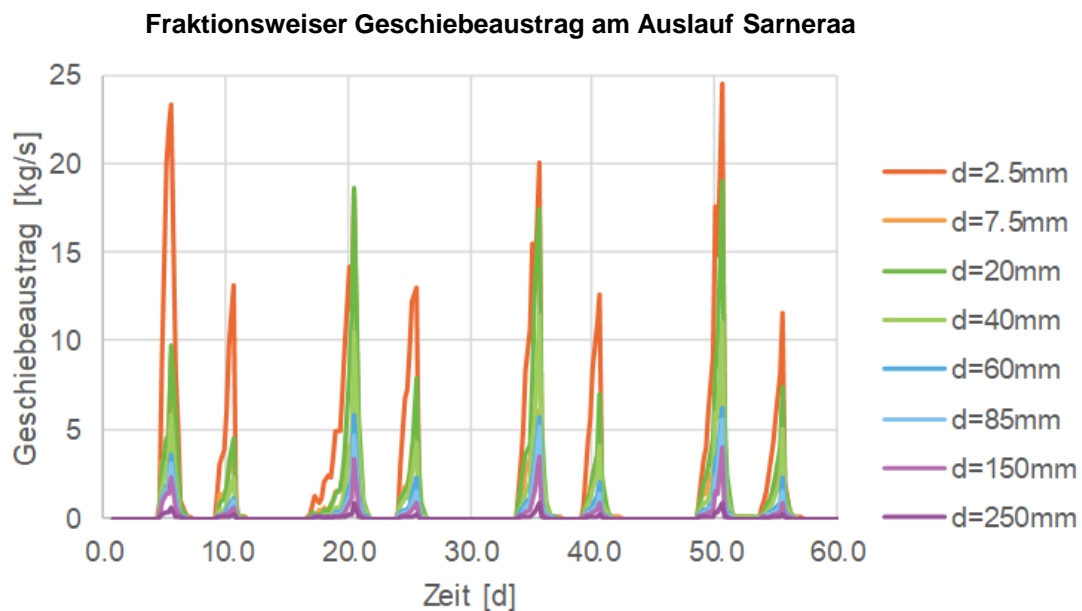
Berechnungsergebnisse – Geschiebeaustrag

— Kumulierter Geschiebeaustrag pro Jahr [m³]
 — Geschiebeaustrag [kg/s]



Vergleich der Geschiebeausträge beim Auslauf aus dem Geschiebesammler sowie beim Auslauf der Sarneraa (Modellrand) bei proportionaler und blockweiser Geschiebezugabe

Berechnungsergebnisse – Korngrößenverteilung Zugabe vs. Austrag



Berechnungsergebnisse – Plausibilisierung

– Orthofotos

- Gerinneverlagerung kann auch im bestehenden Sammler beobachtet werden

– Modellresultate Projekt (HZP)

- Austrag Sarneraa in den ersten 4 Jahren: 1'500-2'000 m³
- Austrag Sarneraa in den Jahren 5-8: Abnahme auf 500-1'000 m³



Orthofotos verschiedener Jahre des Geschiebesammlers Schlierenrüti (Swisstopo)

Schlussfolgerungen und Ausblick

- _ Anwendbarkeit des morphodynamischen 2D-Modells für Geschiebesammler ist gegeben
- _ Morphologischen Prozesse im Sammler (Erosion, Auflandung, Gerinneverlagerung) können im morphodynamischen 2D-Modell gut abgebildet werden
- _ Beurteilung der Durchgängigkeit schwierig
- _ Kalibrierung / Validierung fehlt (fehlende Naturmessdaten), nur vereinfachte Plausibilisierung erfolgt mit anderem numerischen Modell und Orthofotos
- _ Belastbarkeit Resultate muss mit Sensitivitätsanalysen weiter untersucht werden

Ausblick Sensitivitätsanalyse

- _ Abflussganglinien
- _ Sedimenteintrag (Menge und Korngrößenverteilung bzw. Diskretisierung Verteilung)
- _ Berechnungsnetz
- _ Rauigkeitsbeiwerte bzw. Rauigkeitstyp im Modell (Strickler, Chézy u.a.)
- _ Morph cycle
- _ Transportformel
- _ Reibungswinkel für gravitativen Transport
- _ ...

Fragen

Carmen Lageder

carmen.lageder@baslerhofmann.ch, +41 44 387 15 70

Daniel Ehrbar

daniel.ehrbar@baslerhofmann.ch, +41 44 387 18 28

Christoph Ruedlinger

christoph.ruedlinger@baslerhofmann.ch, +41 44 387 15 32

Vielen Dank!

Basler & Hofmann

Resultate HZP

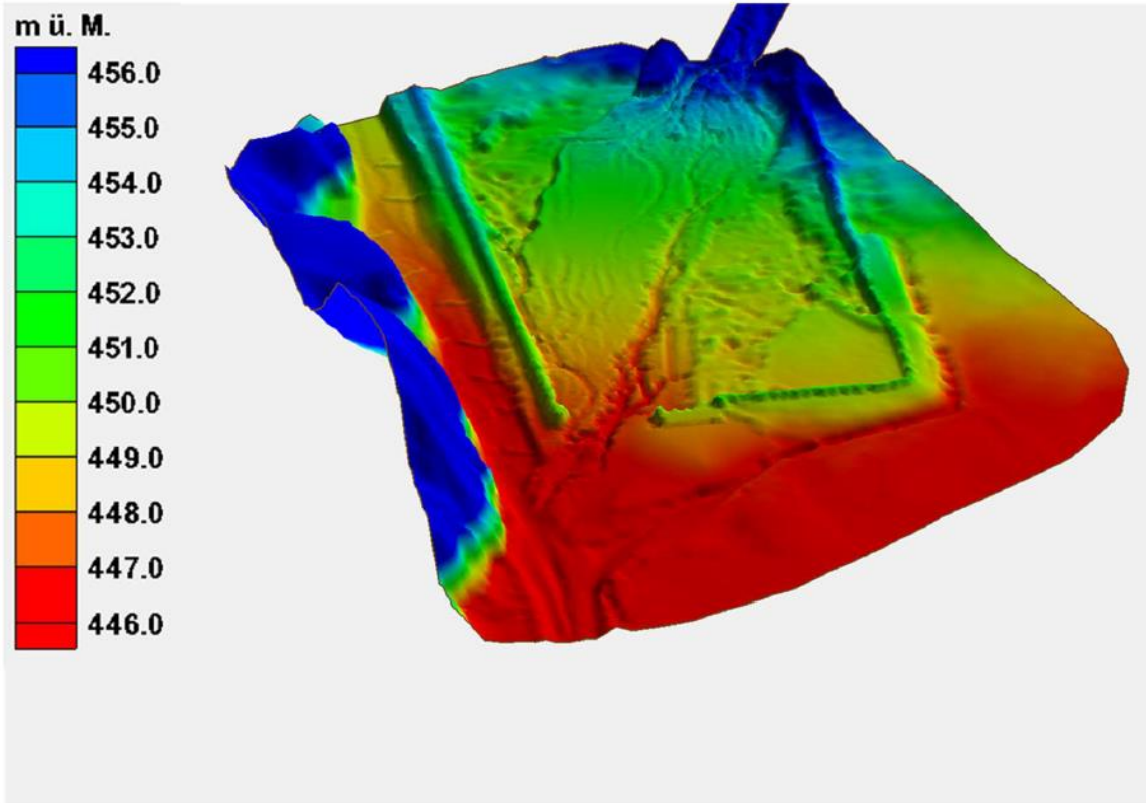


Abb. 9: Zustand nach 5 Jahren, berechnet mit der neuen Software-Version Hydro_GS-2d