

viadonau

Neuberechnung der Kennzeichnenden Wasserstände der Donau

Anwendung aktueller Weiterentwicklungen (LASER_AS-2D und
Flussschlauchgenerator)

HydroAS Anwendertreffen

Aachen

14.09.2022

Inhalt

- Überblick viadonau / Fachbereich Hydrologie
- Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau (KWD) und deren Bedeutung
- Berechnung der KWD
- Modellerstellung
- Beispiele

Tätigkeiten / Überblick

viadonau – Österreichische Wasserstraßen-Gesellschaft mbH

- Eigentümer: BMK– Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
- gegründet 2005 (Wasserstraßengesetz)
- rund 270 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Auszug an Aufgaben

- Instandhaltung Wasserstraße Donau, inklusive Erhebung der erforderlichen Datengrundlagen (Hydrgraphischer Dienst)
- Erhaltung Treppelwege (z.B. Donauradweg)
- Renaturierungen / Ökologie
- Hochwasserschutz / Hochwassereinsatz
- Verwaltung der Liegenschaften
- Betrieb der Schleusen

→ **Vielfältige, umfassende und zusammenhängende Bereiche**

Tätigkeiten / Überblick



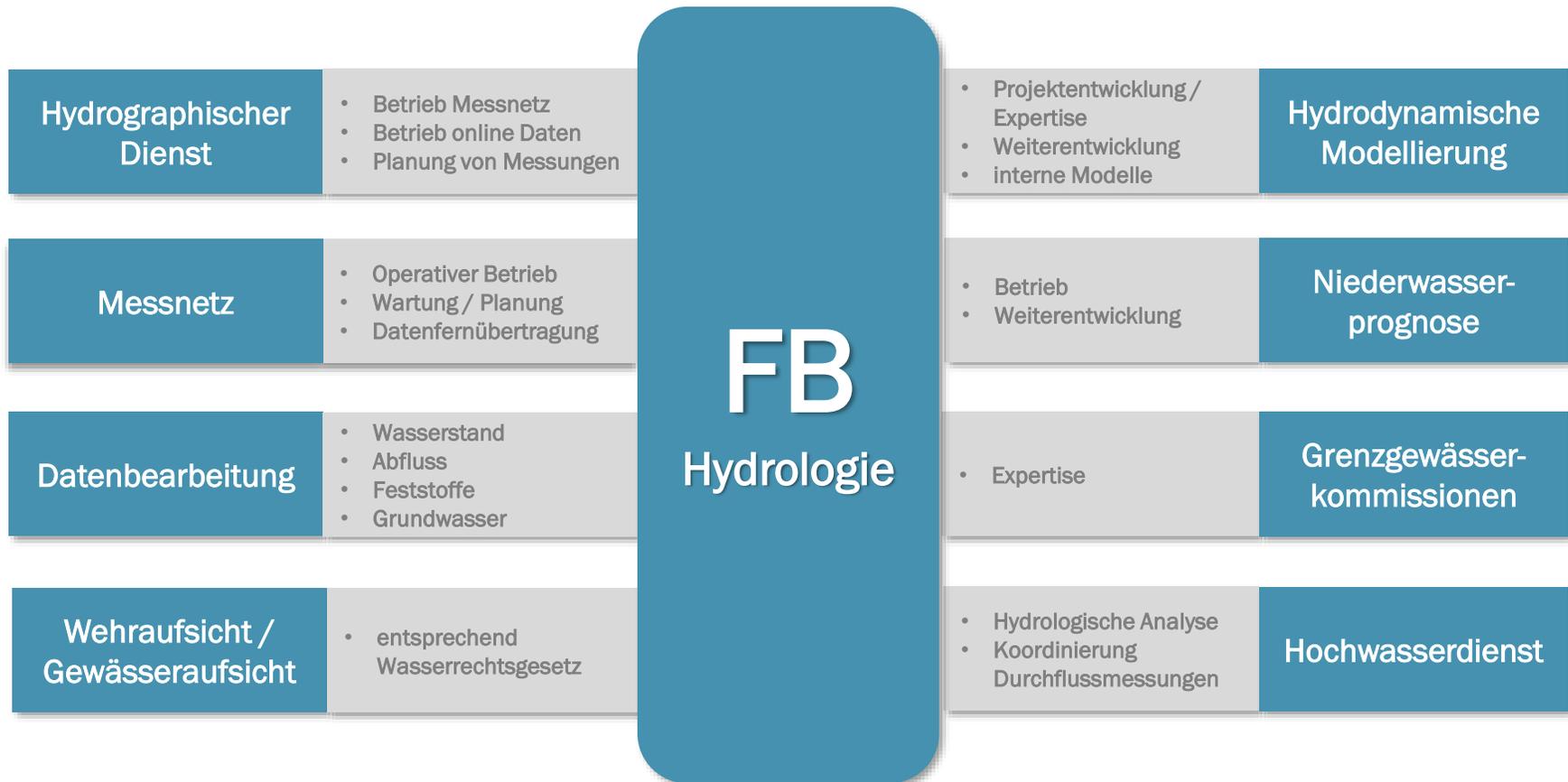
Fließgewässer	Zuständigkeit
Donau	350 km
Donaukanal	17 km
March	69 km
Thaya	16 km

Umfeld / Charakteristik

- 3 Bundesländer (Oberösterreich, Niederösterreich, Wien)
- 10 Laufkraftwerke / Staustufen
- 2 freie Fließstrecken (Wachau, östlich Wien)
- EZG Donau bis Wildungsmauer ca. 104.000 km²

Tätigkeiten / Überblick

Fachbereich Hydrologie



Tätigkeiten / Überblick

Fachbereich Hydrologie

Hydrodynamische 2D-Modellierung

- Seit 2008 Verwendung von HYDRO_AS-2D
- Projektabwicklung / -betreuung, fachliche Begleitung, Qualitätskontrolle
- Verwendung der Modelle für interne Berechnungen (leichte Adaptionen)
- Erstellung eigener Modelle für Simulation schifffahrtsrelevanter Abflüsse / Wasserstände

Kennzeichnende Wasserstände Donau

Darstellung von Längenschnitten der schifffahrtsrelevanten Wasserspiegellagen:

- Regulierungsniederwasser **RNW**
- Mittelwasser **MW**
- Höchster Schifffahrtswasserstand **HSW**

- maßgebende Pegel (relative und absolute Höhen)
- ganzzahlige Strom-km (absolute Höhen)

→ RNW, MW und HSW relevant für Schifffahrt



Online im Internet:

https://www.viadonau.org/fileadmin/content/viadonau/02Infrastruktur/Dokumente/2019/KWD_Wasserstaende_2019.pdf

Kennzeichnende Wasserstände Donau

- **RNW:** entsprechend den Richtlinien der Donaukommission jener **Wasserstand, der einem Abfluss mit einer Überschreitungsdauer von 94% (ca. 21,9 Tage)** entspricht, in Stauräumen ausgehend von der unteren Stauzieltoleranzgrenze am Kraftwerk.
 - **MW:** Wasserstand, der dem **arithmetischen Mittel der Tagesmittelwerte** entspricht
 - **HSW:** entsprechend den Richtlinien der Donaukommission **jener Wasserstand, der einem Abfluss mit einer Überschreitungsdauer von 1% (3,65 Tage)** entspricht.
 - Abflussperiode von 30 Jahren (Tagesmittelwerte)
 - KWD 2010 (1981 – 2010)
 - KWD 2020 (1991 – 2020)
- Die Werte RNW und HSW sollen die für die Schifffahrt ungünstigsten Fahrwasserverhältnisse darstellen

Kennzeichnende Wasserstände Donau



KWD 1940



KWD 1949



KWD 1956



KWD 1970



KWD 1976



KWD 1985



KWD 1996



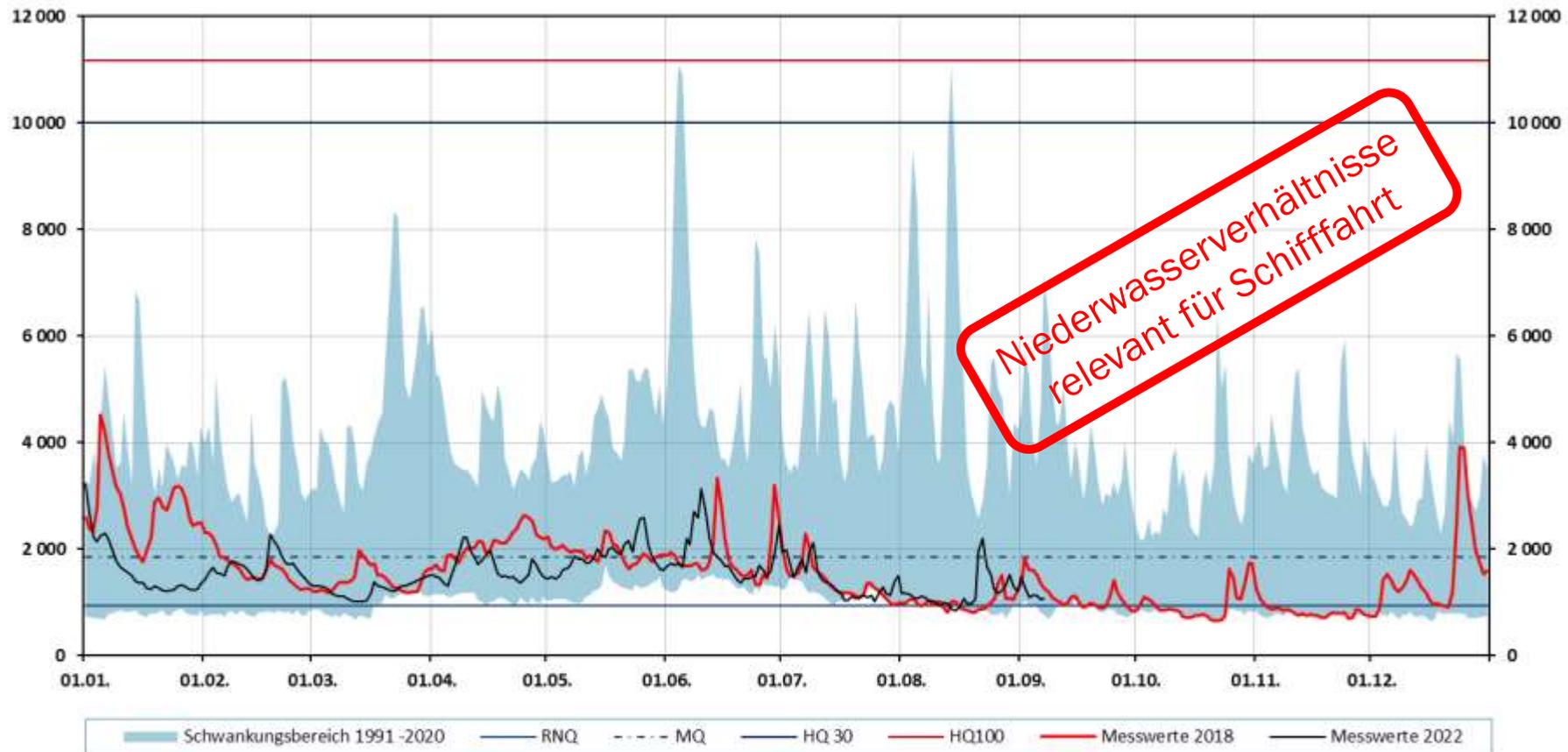
KWD 2010



KWD 2020

Kennzeichnende Wasserstände Donau

Durchfluss Kienstock 1991 - 2020 in [m³/s]



RNQ ... das RNQ ist als jener Abfluss anzusehen, der zu 94% überschritten wird (1991-2020)

MW ... das Mittelwasser entspricht dem arithmetischen Mittel der Abflussjahresmittel von 1991-2020

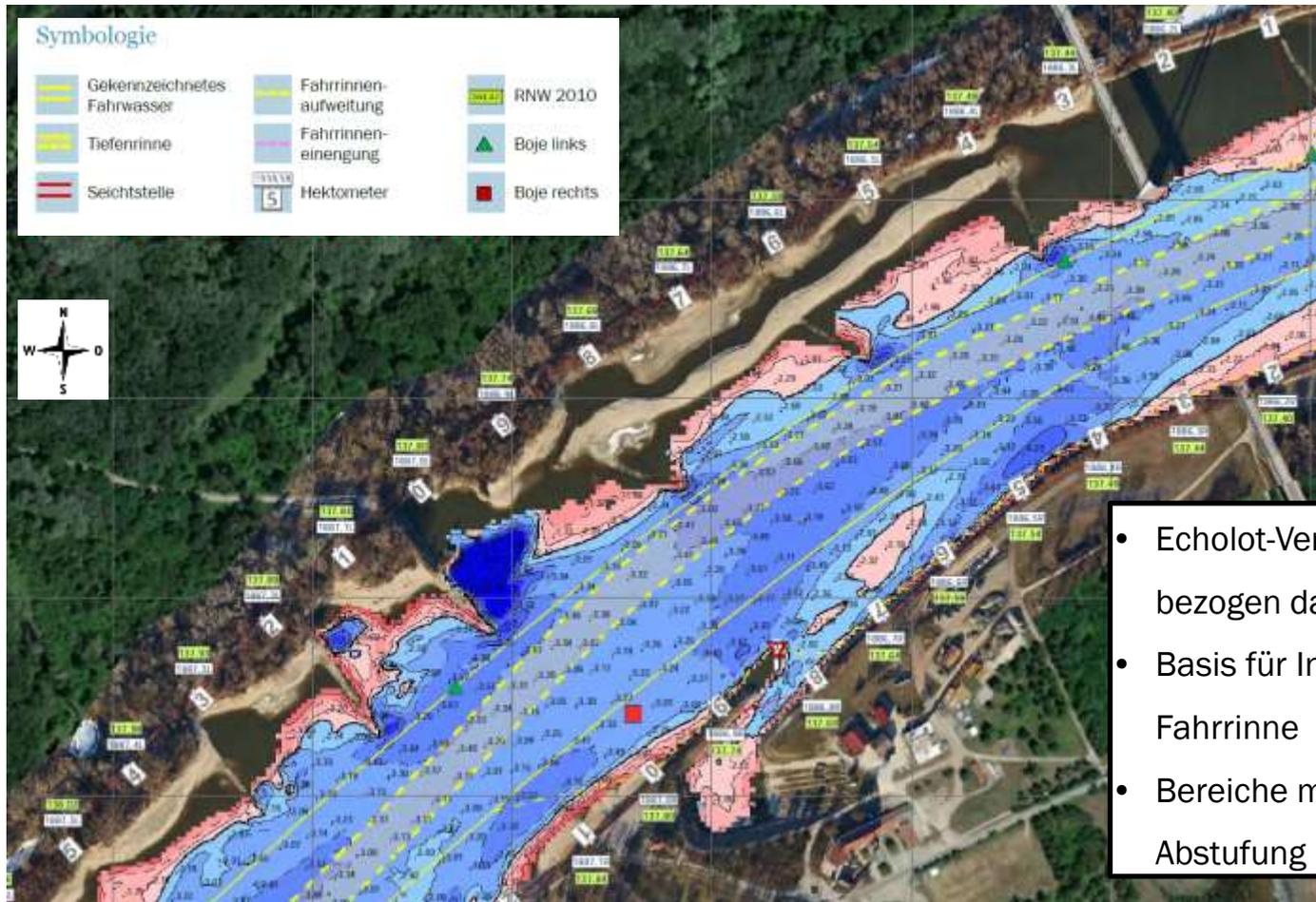
HQ 30 ... 30-jährliches Hochwasser

HQ 100 ... 100-jährliches Hochwasser

Auswertung auf Basis von Tagesmittelwerten

Kennzeichnende Wasserstände Donau

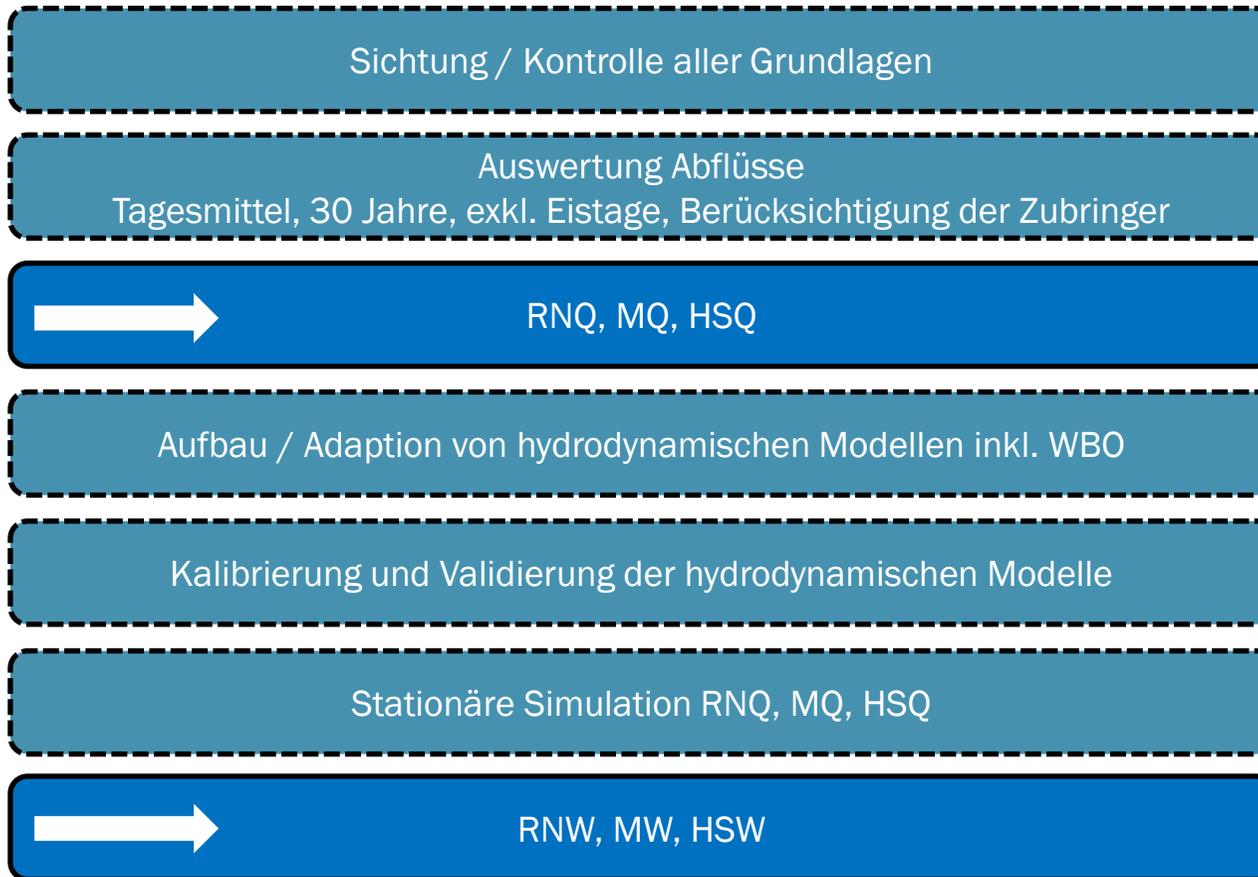
Bedeutung für die Schifffahrt



- Echolot-Vermessungsdaten werden auf RNW bezogen dargestellt (Tiefe unter RNW)
- Basis für Instandhaltungsmaßnahmen der Fahrrinne
- Bereiche mit Tiefen < 2,5 Meter in rötlicher Abstufung

Berechnung der KWD

Schematischer Ablauf

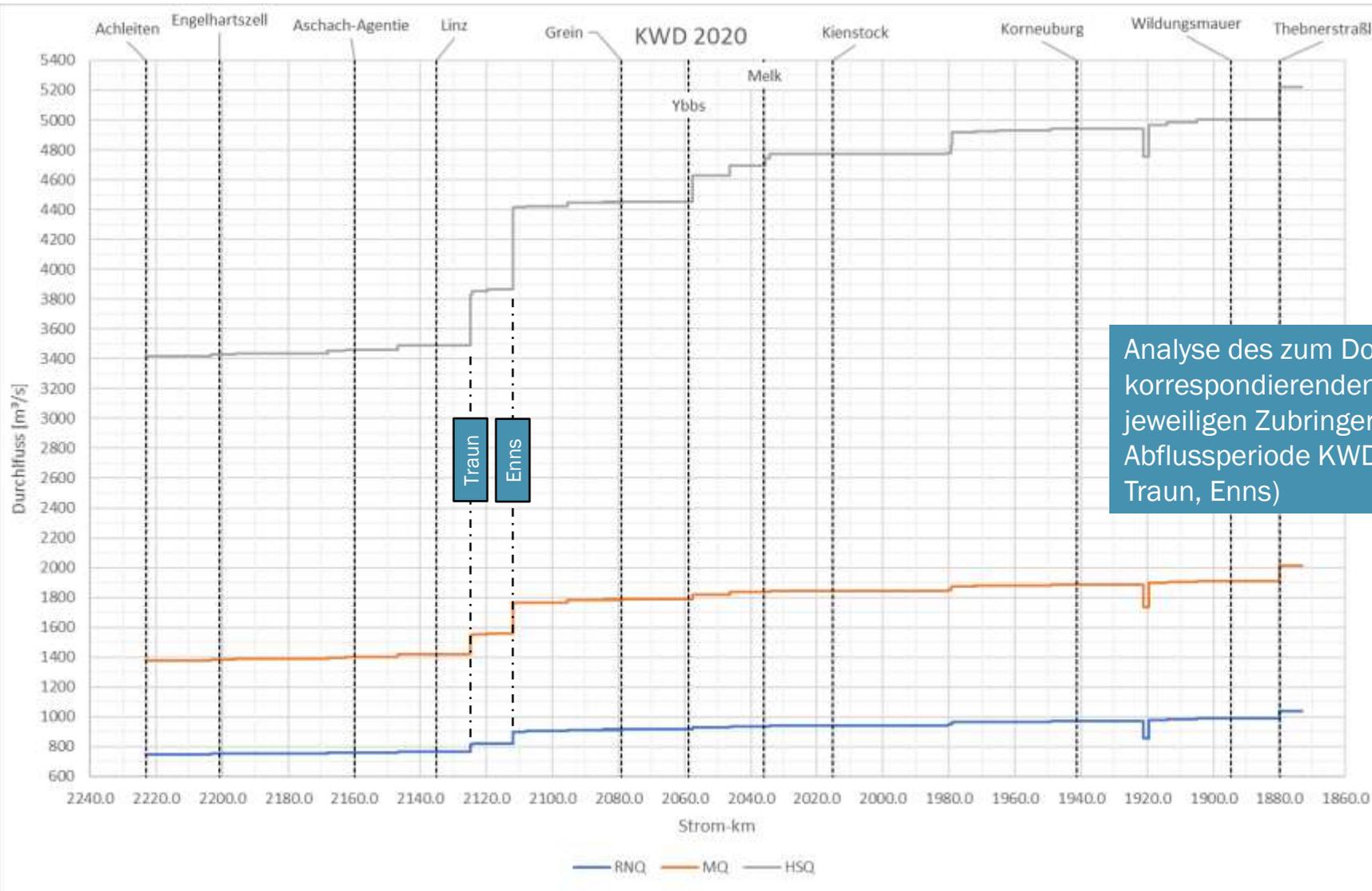


Ermittlung
charakteristischer
Abflüsse
=
Hydrologischer
Längenschnitt

Hydrodynamisch
numerische 2D-
Modellierung und
Auswertung

Berechnung der KWD

Hydrologischer Längenschnitt



Analyse des zum Donaudurchfluss korrespondierenden Abflusses des jeweiligen Zubringers in der Abflussperiode KWD 2020 (z.B. Traun, Enns)

Berechnung der KWD

Allgemeine Methodik

- Verwendung 2-dimensionaler hydrodynamischer Modellierung
 - Donau: 11 einzelne 2D-Modelle; alle Abschnitte ca. 350 km Fließlänge
 - Donaukanal: ca. 17 km Fließlänge
- Kalibrierung / Validierung für RNQ, MQ und HSQ
 - Anwendung ausgewählter Grundlagendaten:
 - Wasserspiegel: Pegelstände, lineare Wasserspiegelnivellements (Messschiff)
 - Durchfluss: Pegelaufzeichnungen
 - Verwendung der zum jeweiligen Kalibrierereignis / Validierereignis zeitlich korrespondierenden Gewässersohle

- Bestmögliche Kalibrierung (gemessene Wasserspiegel und Abflüsse in Kombination mit zeitlich passender Gewässersohle)
- Übertragung der Rauigkeitswerte (Stricklerwerte) auf das eigentliche Berechnungsmodell

Tools und Werkzeuge

verwendete Software

Hydrodynamik

- HYDRO_AS-2D
- LASER_AS-2D und Flussschlauchgenerator

<https://www.hydrotec.de/>



Pre- und Postprocessing

- SMS v12.3 und 13.0 (Surface-water Modeling System)

<https://www.aquaveo.com/>



- ESRI ArcGIS 10.8.1

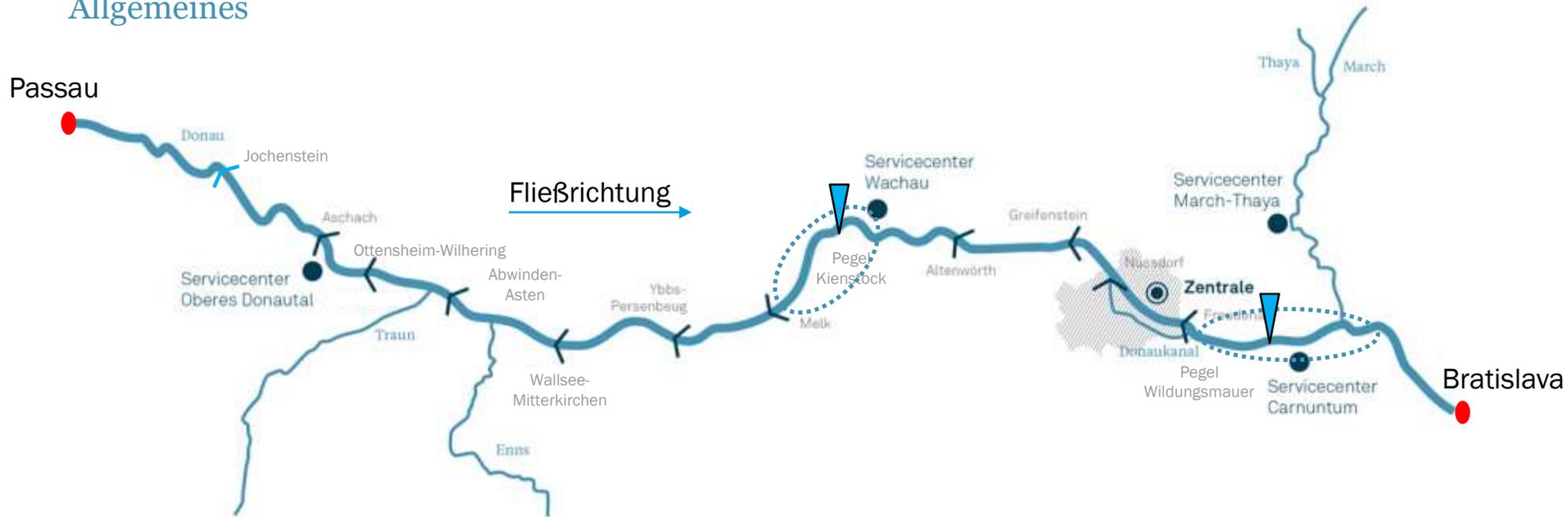
<https://www.esri-austria.at/>



- Software zu Dokumentation der Rechenläufe (Projekte) und Auswertung (pegel.dat ; q_strg.dat) – Tool „danube“

Modellerstellung

Allgemeines



→ Untergliederung in Abhängigkeit der Kraftwerke / Stauräume

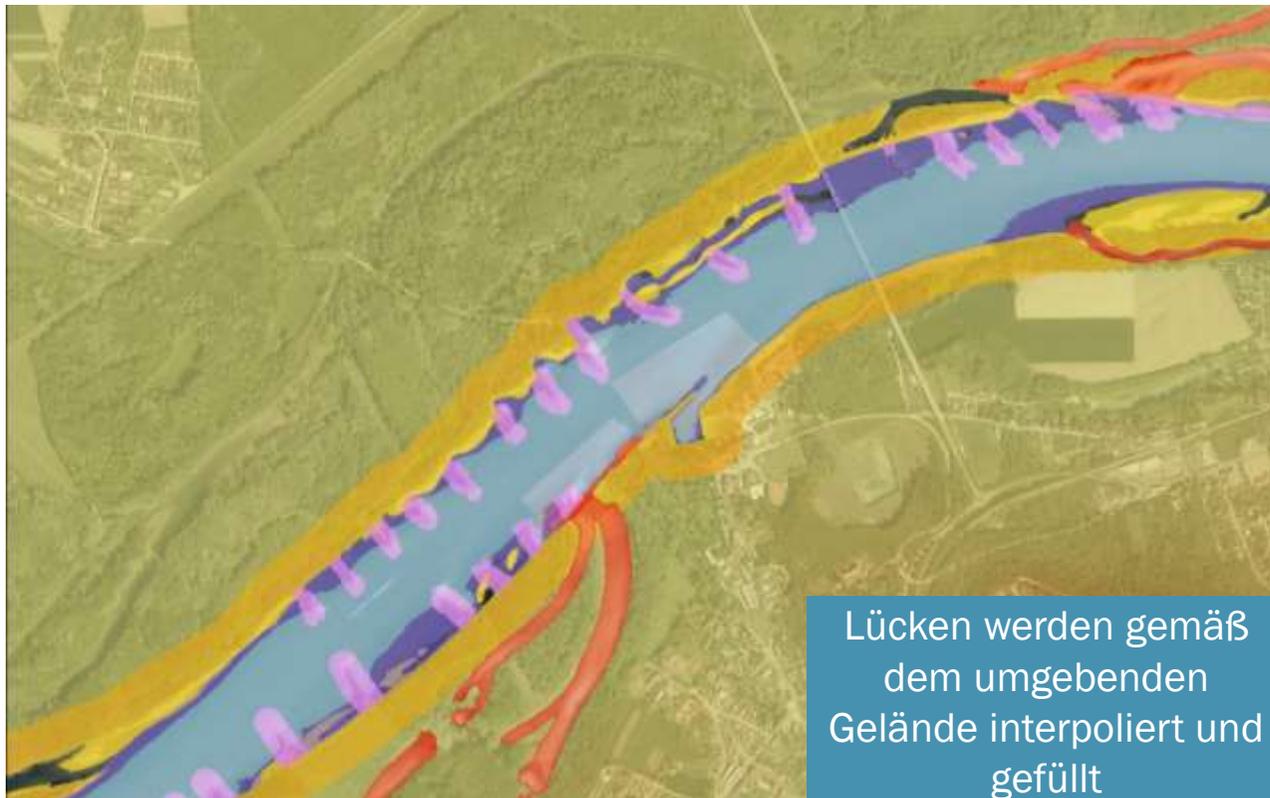
- 2 freie Fließstrecken: Wachau und Östlich Wien
- 9 ausschließliche Stauräume
- Donaukanal

→ Erstellung von 13 Teilmodellen

Modellerstellung

Grundlagendaten

- Sohlgrundaufnahmen
- Wasserbauwerke
- Laserscan
- Nebenarme

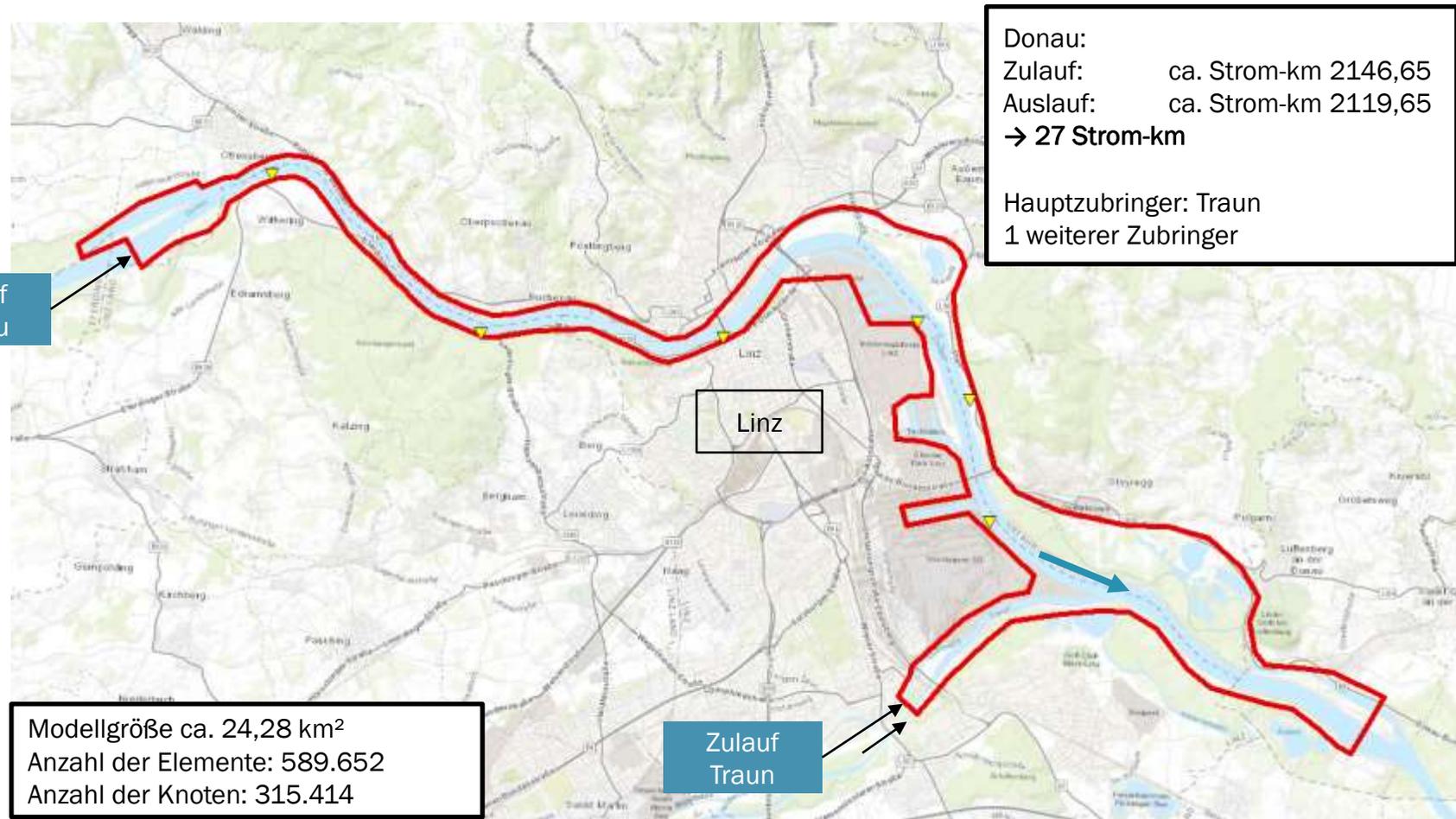


Lücken werden gemäß dem umgebenden Gelände interpoliert und gefüllt

→ Durchgängiges Geländemodell („merged.tif“)

Beispiel Staauraum: Abwinden

Modellübersicht

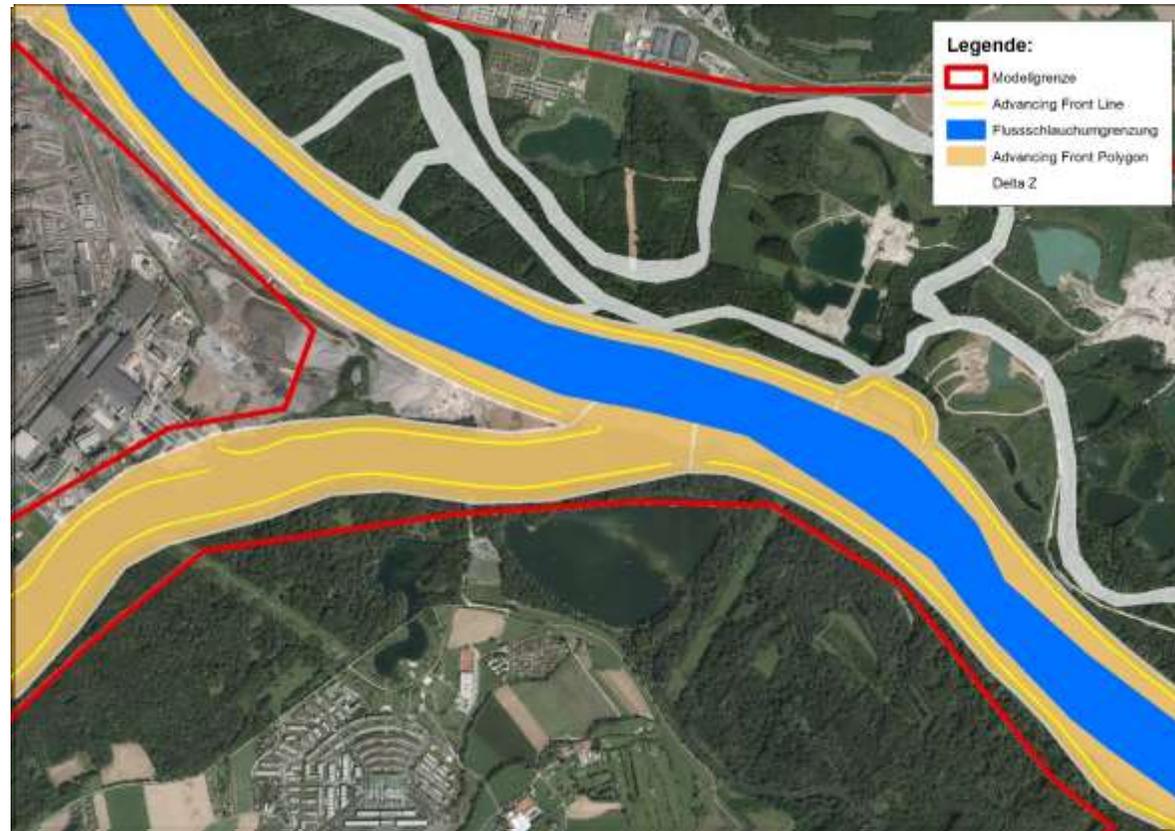


Beispiel Staauraum: Abwinden

Modellerstellung

Laser.as:

- Inputdaten („merged.tif“)
- Definition shape-files
 - Modellgrenze
 - Flussschlauchumgrenzung
 - Advancing Front Polygone
+ Breaklines
 - DeltaZ



Beispiel Staauraum: Abwinden

Modellerstellung

Flussschlauchgenerator:

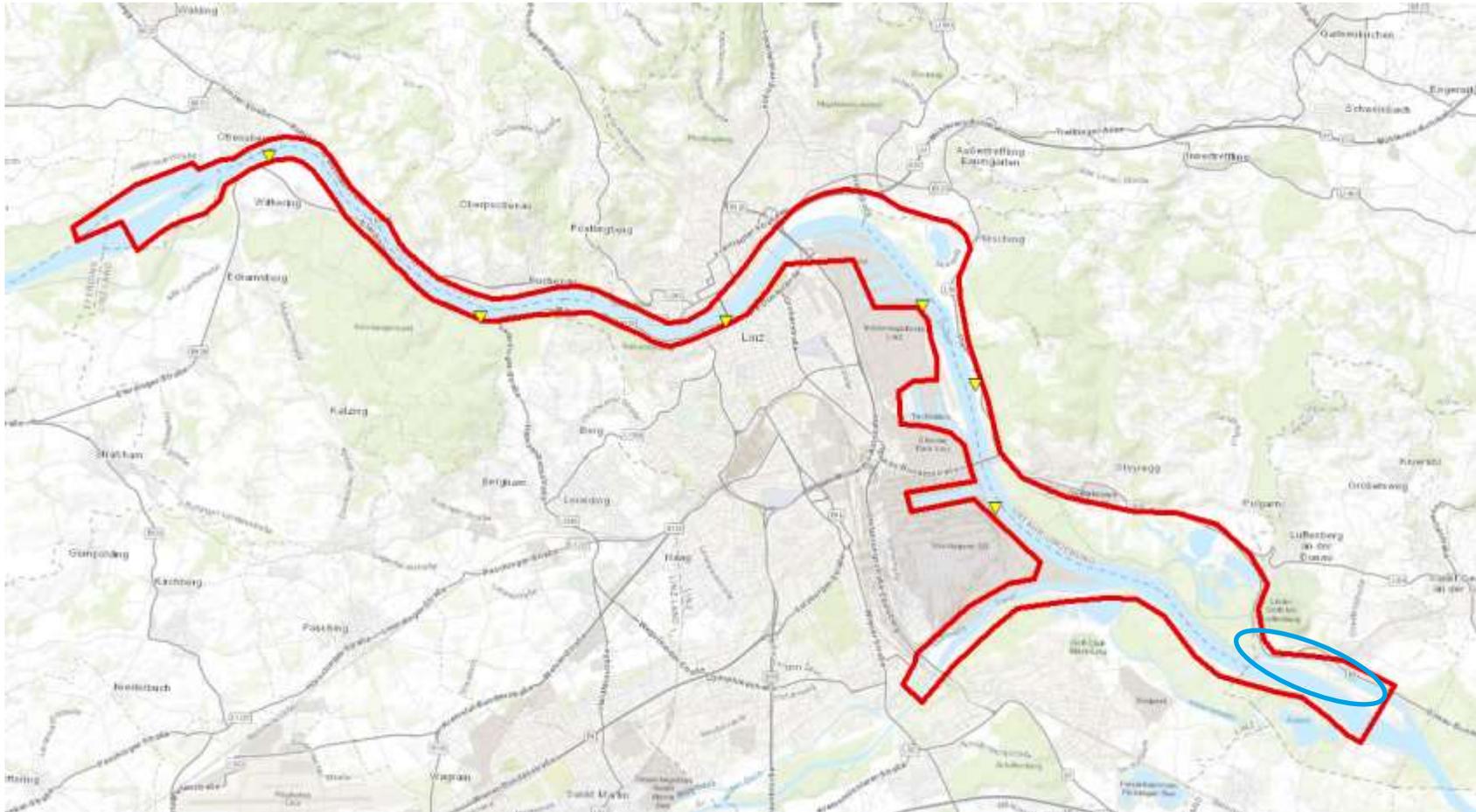
- „merged.tif“ von Laser.as
- Definition shape-files
 - Flussachse
 - Querprofile



→ Durchgängiges Berechnungsnetz .2dm-file

Beispiel Stauraum: Abwinden

Detailbereich

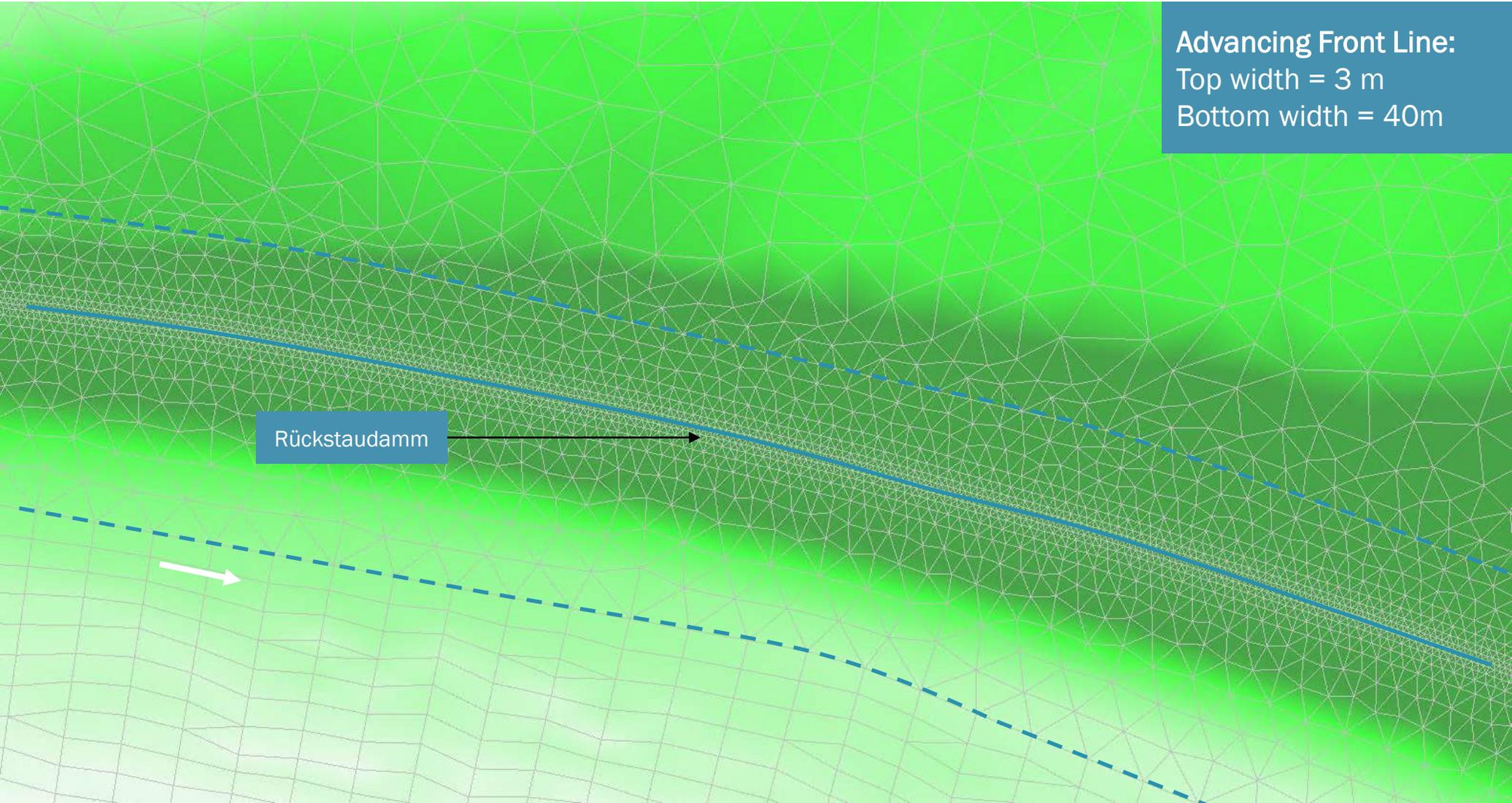


Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich – Abbildung linearer Strukturen mit Advancing Front

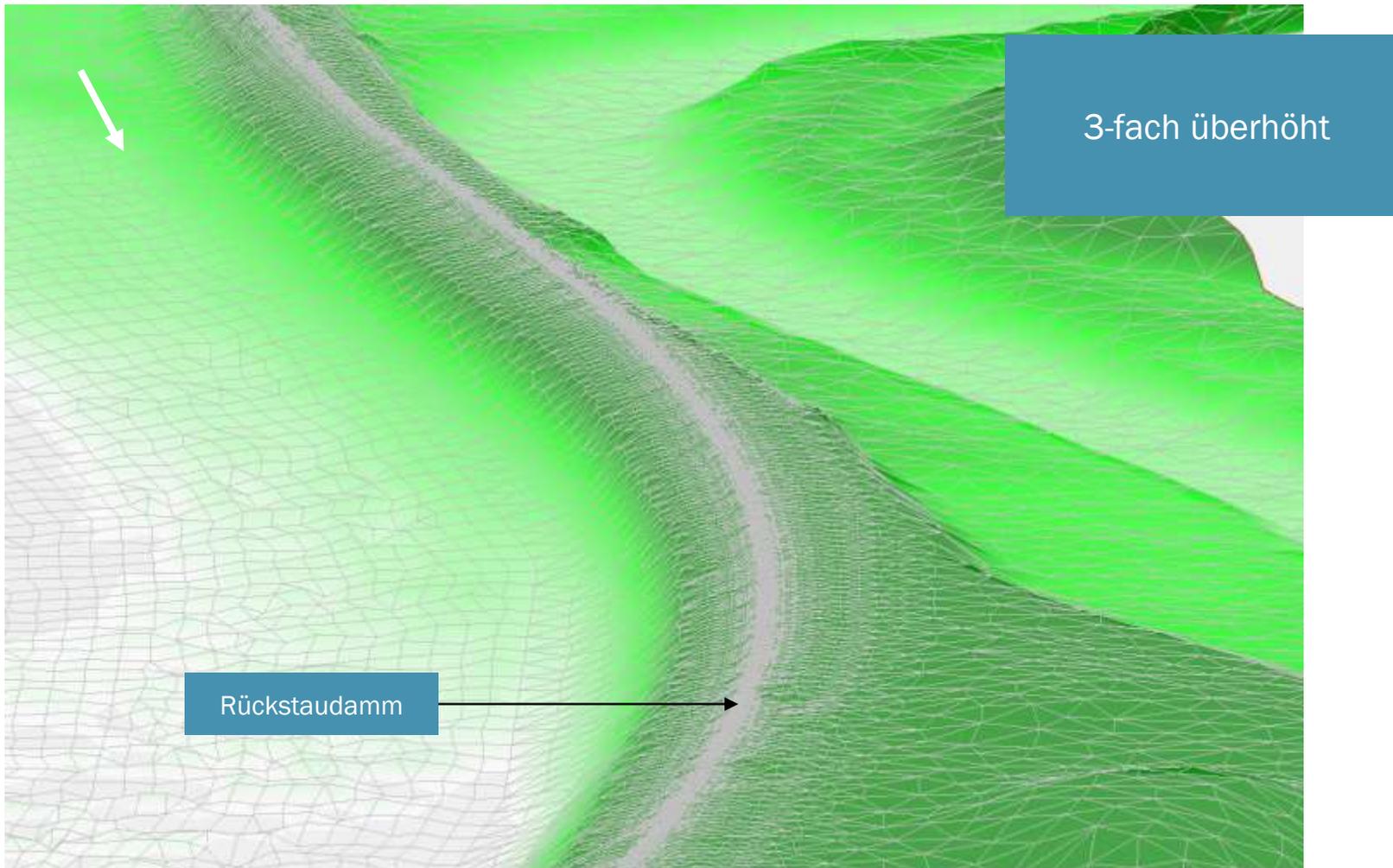
Advancing Front Line:
Top width = 3 m
Bottom width = 40m

Rückstaudamm



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich – Abbildung linearer Strukturen mit Advancing Front



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Modellübersicht

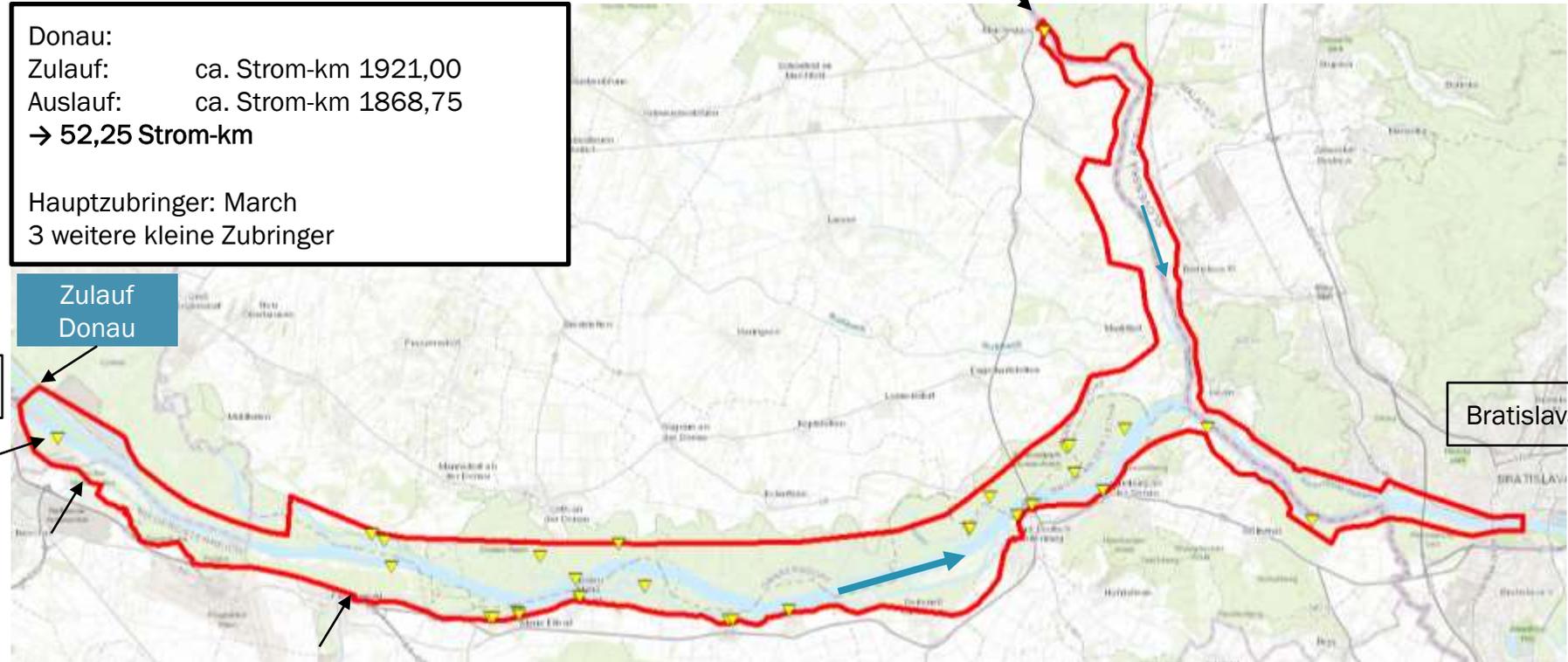
Donau:
 Zulauf: ca. Strom-km 1921,00
 Auslauf: ca. Strom-km 1868,75
 → **52,25 Strom-km**

Hauptzubringer: March
 3 weitere kleine Zubringer

Zulauf
 Donau

Wien

Bratislava



Modellgröße ca. 114 km²
 Anzahl der Elemente: 1.727.932
 Anzahl der Knoten: 901.532

Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Modellerstellung

Laser.as:

- Inputdaten („merged.tif“)
- Definition shape-files
 - Modellgrenze
 - Flussschlauchumgrenzung
 - Advancing Front Polygone + Breaklines
 - DeltaZ
 - Bruchkanten



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Modellerstellung

Flussschlauchgenerator:

- „merged.tif“ von Laser.as
- Definition shape-files
 - Flussachse
 - Querprofile



→ Durchgängiges Berechnungsnetz .2dm-file

Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Modellerstellung – Beispiel laser.opt-file

```
# Eingangsraster
#-i mergedRaster.tif
--DEM-input-file ProDaM_clip2.tif
--DEM-input-file DGM_GK34.tif
--DEM-input-file UNT_DHM_2016_clip.tif
--DEM-input-file SK_ÄT_2020_08.tif
--DEM-input-file ProDaM_1m.tif
--DEM-input-file SK_clip.tif
--DEM-input-file Raster_MAR_2021_07_clip.tif
--DEM-input-file Hafen_Orth.tif
--DEM-input-file FF_Hagl.tif
--DEM-input-file BDA_H_20211021.tif
--DEM-input-file FSA_AB_20200901.tif
--DEM-input-file LOB_H_20210624.tif
--DEM-input-file GruenLaser.tif
--DEM-input-file WOL_AA_20200618.tif
--DEM-input-file FIS_AA_20210519.tif
--DEM-input-file Gewaesservernetzung_Schoenau_201905.tif
--DEM-input-file JOH_AA_MB_1m_202107221.tif
--DEM-input-file PET_AA_20210720.tif
--DEM-input-file Haslau_Bestand.tif
--DEM-input-file SPI_GK34.tif
--DEM-input-file UNT_2019_03.tif
--DEM-input-file UNT_2021_03.tif
--DEM-input-file Buhnen_0k25m_GK_ADR.tif
--DEM-input-file UNT_BUH4_PET_20220502_0k25m.tif
```

- Automatisierte Verarbeitung von 24 einzelnen Rasterdatensätzen
- Datengröße aller Inputraster = 12,2 GB
- Verwendung der Konfigurationsdateien zur Erstellung von 3 Berechnungsnetzen mit 3 unterschiedlichen Sohlgeometrien

Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



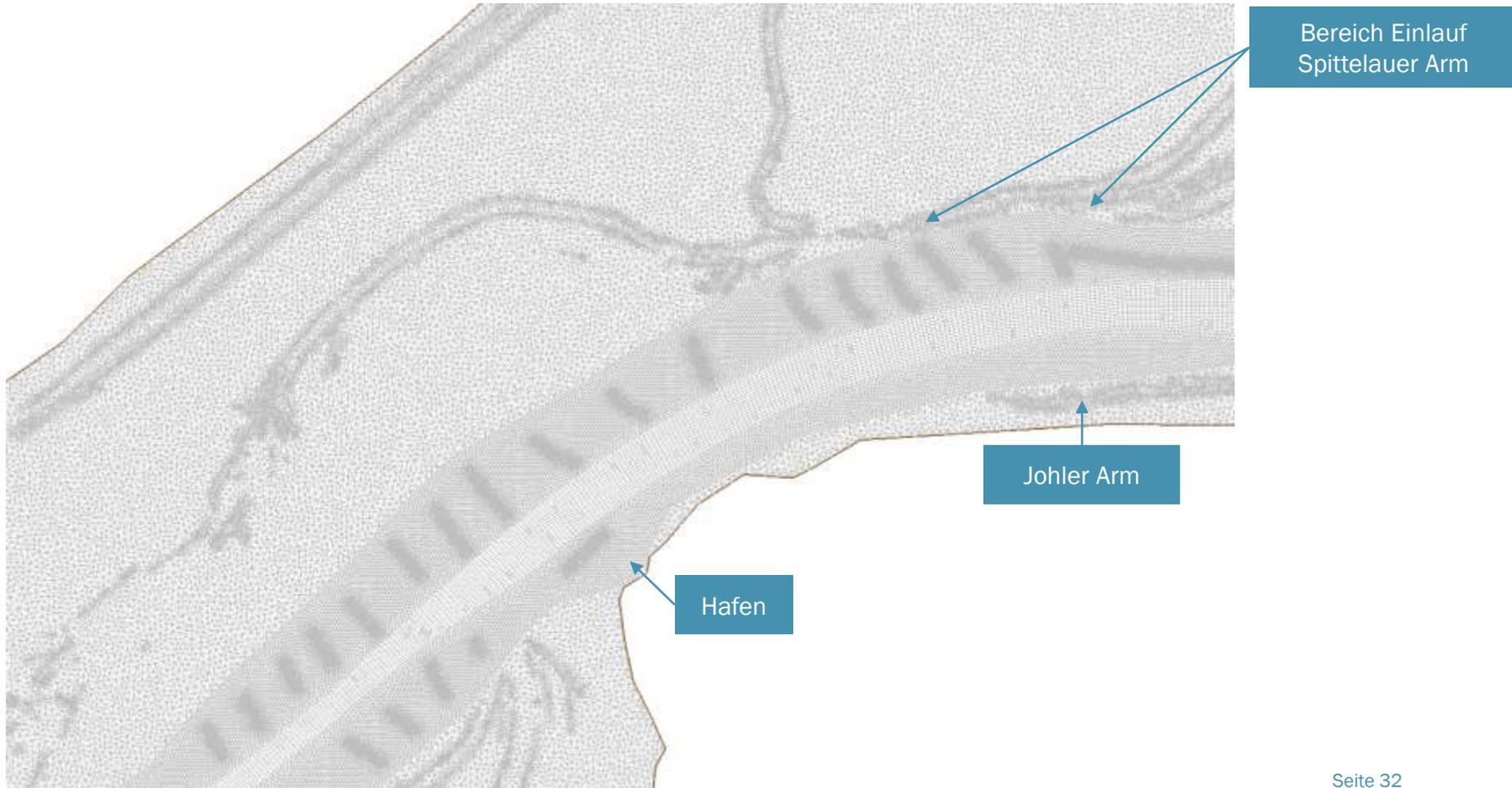
Bereich Einlauf
Spittelauer Arm

Johler Arm

Hafen

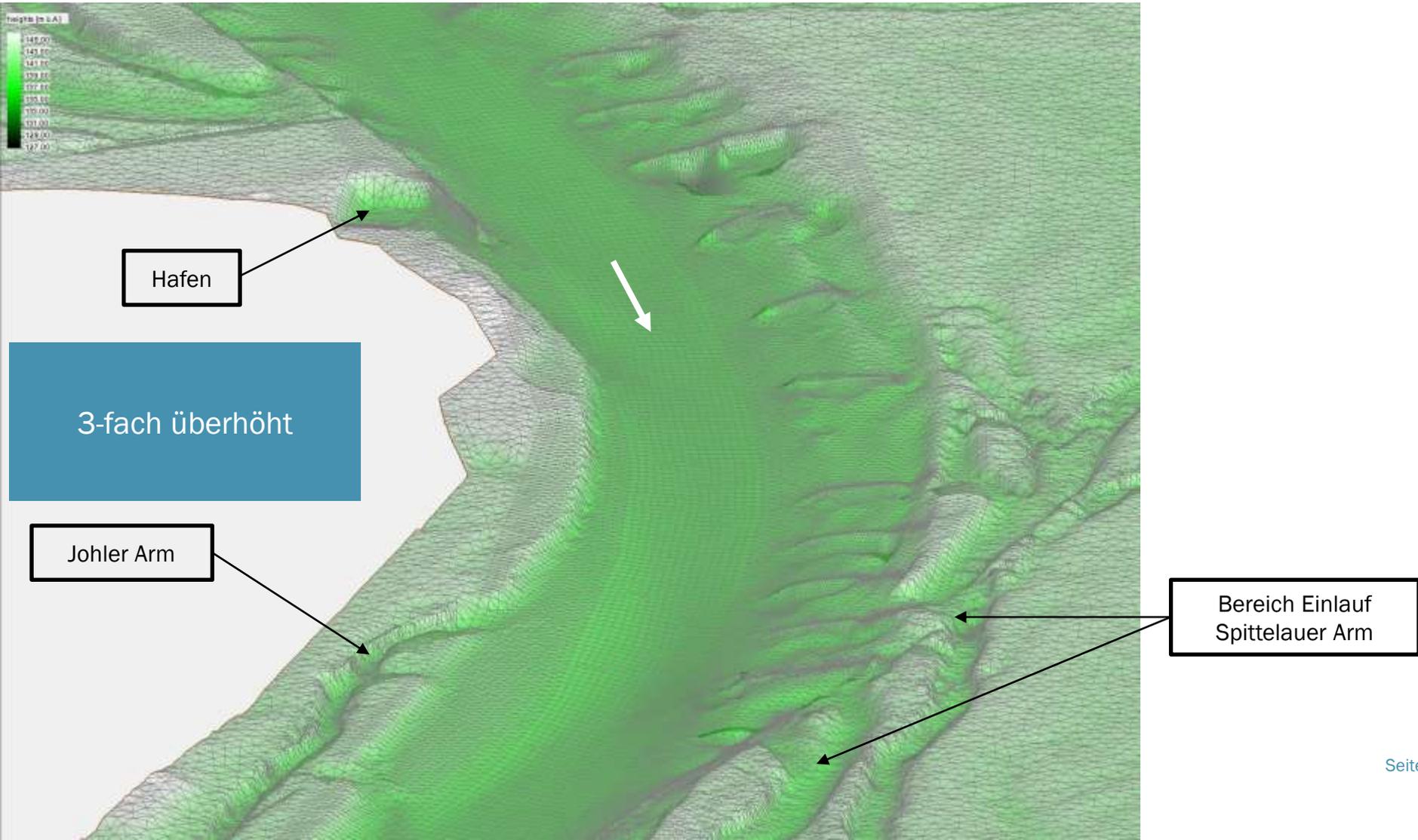
Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



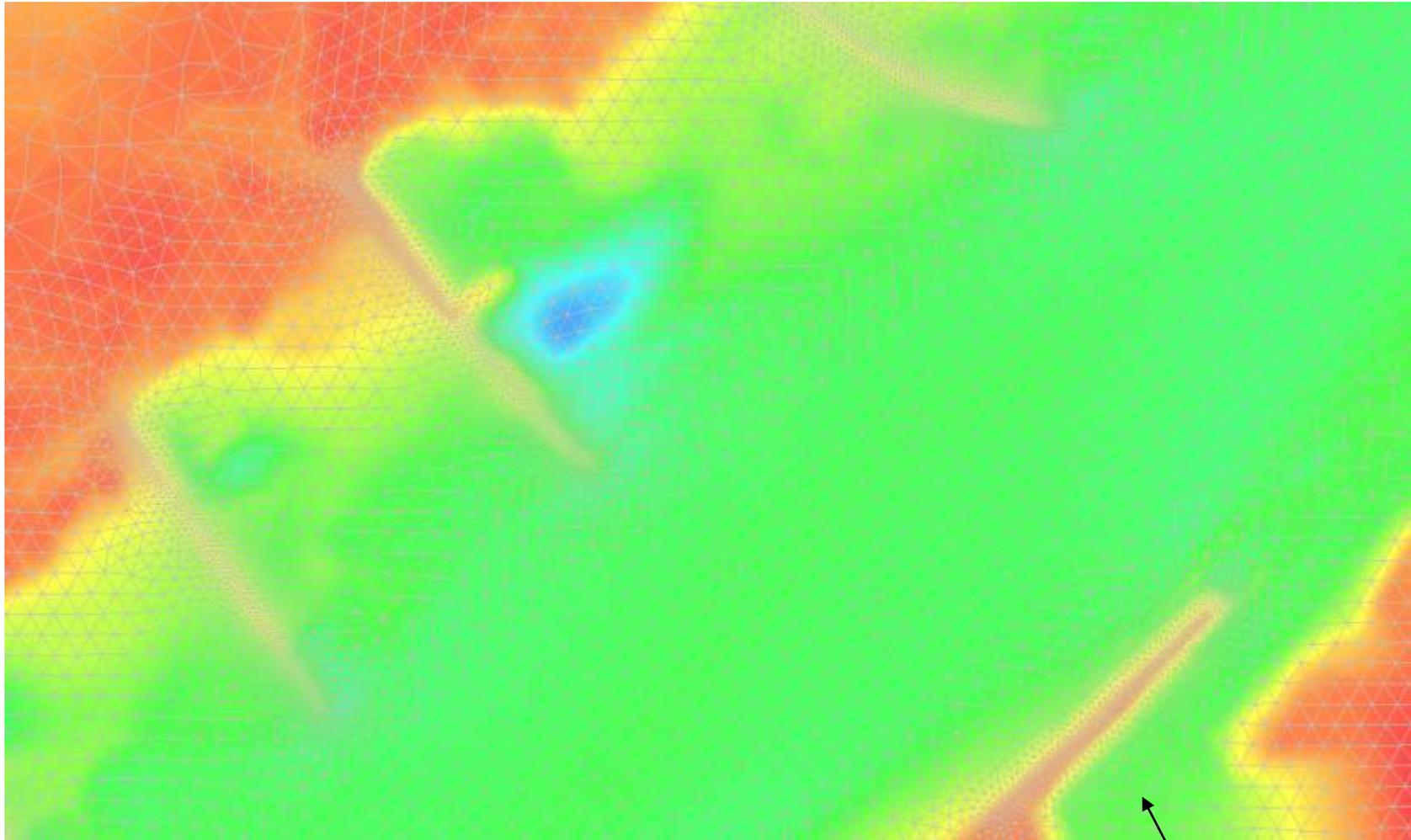
Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

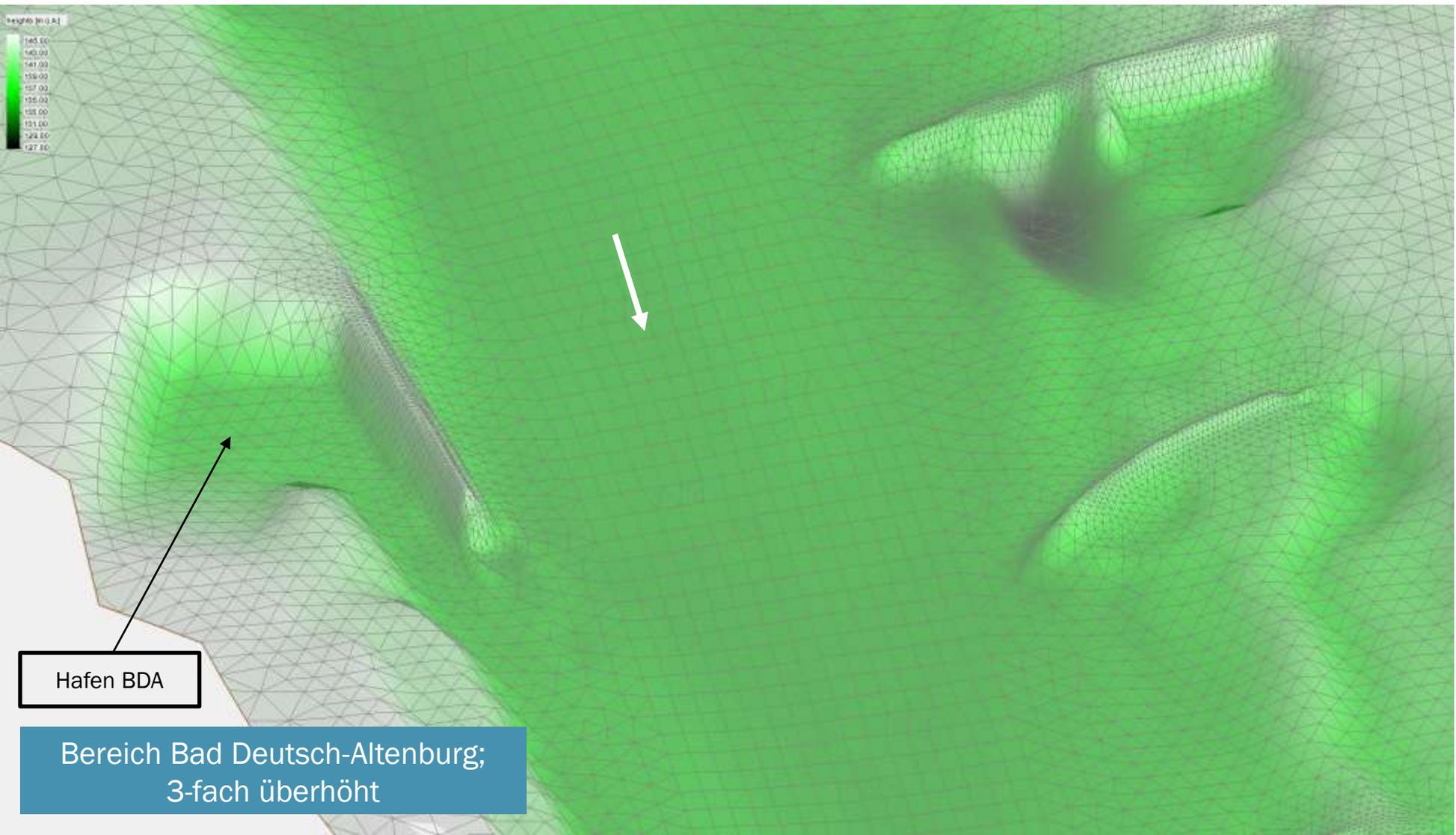
Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



Hafen

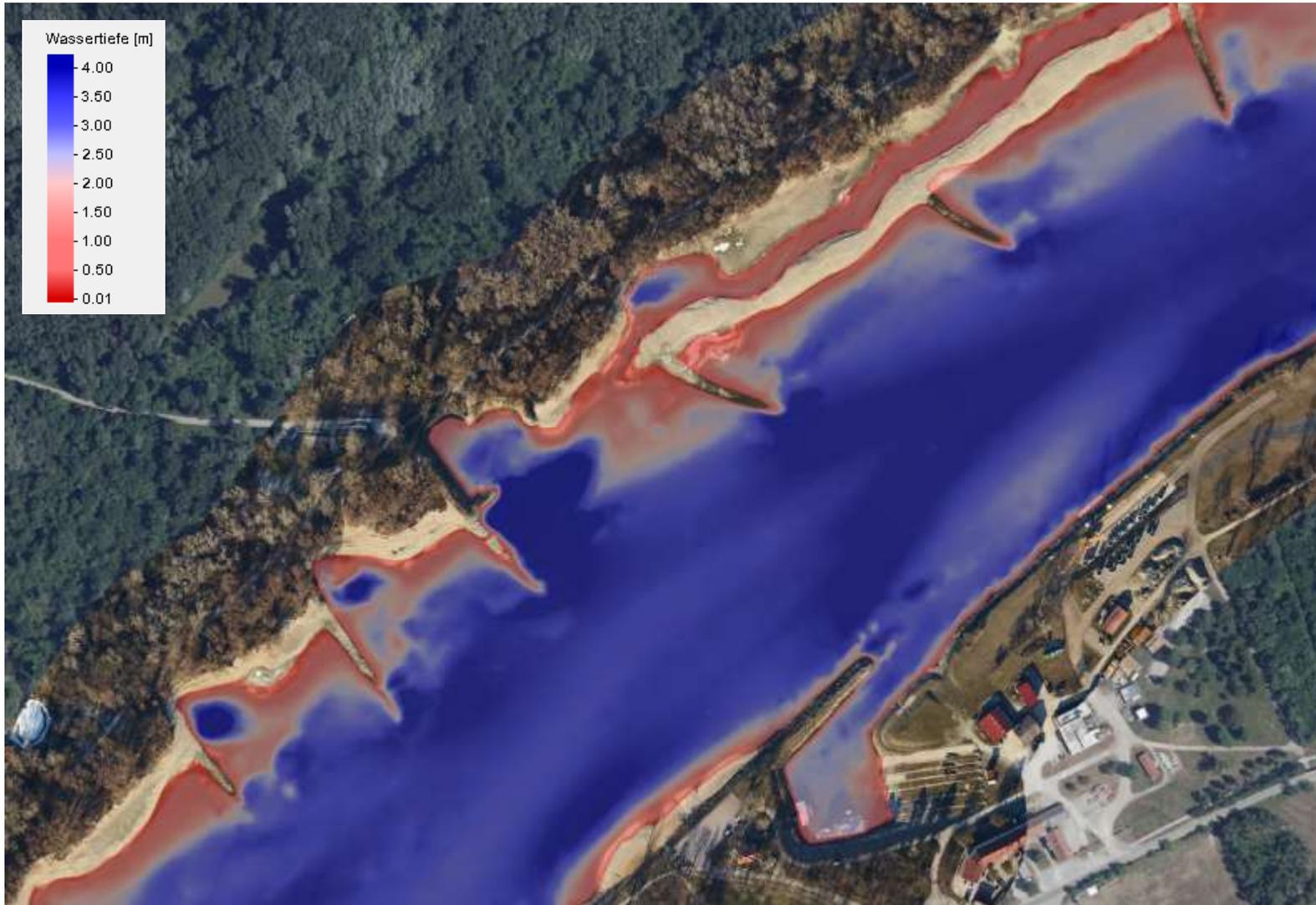
Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



Beispiel Fließstrecken: Östlich Wien

Detailbereich Bad Deutsch-Altenburg



Zusammenfassung und Ausblick

- Überblick über **Kennzeichnende Wasserstände der Donau KWD** und deren **Bedeutung für die Schifffahrt**
 - **Schematischer Ablauf der Berechnung der KWD**
 - **Modellerstellung** auf Basis von Rasterdaten mit **hohem Grad an Automatisierung**
 - **Kalibrierung / Validierung** anhand von gemessenen Wasserspiegellagen (Pegel, Nivellements) und Abflüssen **in Kombination mit zeitlich passender Gewässersohle**
- **Methodik ermöglicht effiziente Erstellung neuer Modelle**

Ausblick

- **Einfachere Implementierung der HYDRO_AS Randbedingungen und Rauigkeitssets in generierte Netze**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

DI Achim Naderer
Senior Experte Hydrologie
T +43 50 4321-2422
achim.naderer@viadonau.org
Donau-City-Straße 1, 1220 Wien

DI Barbara Icevski
Expertin Hydrologie
T +43 50 4321-2421
barbara.icevski@viadonau.org
Donau-City-Straße 1, 1220 Wien

viadonau