

**viadonau**

# Modellierung von Sedimenttransport- prozessen an der Donau

**Anforderungen aus der Praxis** und technische Umsetzung mittels  
Shared-Memory-Datenaustausch

HydroAS Anwendertreffen

Nürnberg

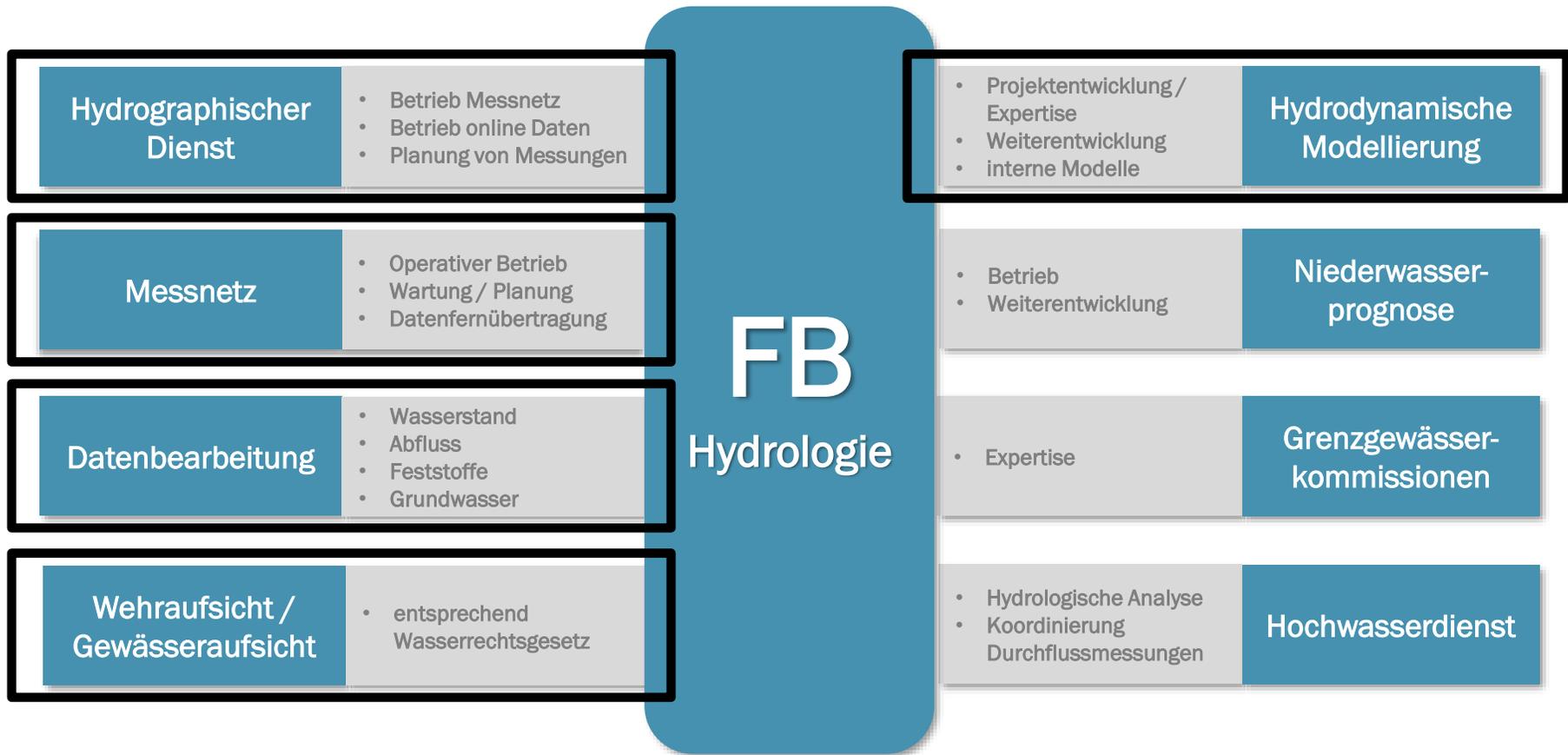
24.09.2024

# Inhalt

- Überblick viadonau / Fachbereich Hydrologie
- 2 Fallbeispiele für Sedimentprozesse an der österreichischen Donau
  - Stauraum KW Jochenstein
  - Donau östlich von Wien
- Bisherige Entwicklungen Produktgruppe HydroAS als Basis
- Anforderungen und Ziele Modellkopplung HydroAS zu Sedimentmodul

# Tätigkeiten / Überblick

Fachbereich Hydrologie



# Hydromorphologische Aspekte an der Donau

viadonau

## allgemeine Einflussfaktoren

- 10 Laufkraftwerke / Staustufen
- 2 freie Fließstrecken (Wachau, östlich Wien)
- Einzugsgebiet bei Wien ca. 102.000 km<sup>2</sup>



- überwiegend **kraftwerks- bzw. staubeeinflusst** (betrifft Zubringer und Donau)
- Dadurch **geringer natürlicher Eintrag von größeren Geschiebefraktionen**
- Sedimentation und Re-Mobilisierung von feineren Fraktionen in Stauräumen
- **freie Fließstrecken Wachau und östlich Wien (Nationalpark Donauauen) mit Problematik der Tiefenerosion**

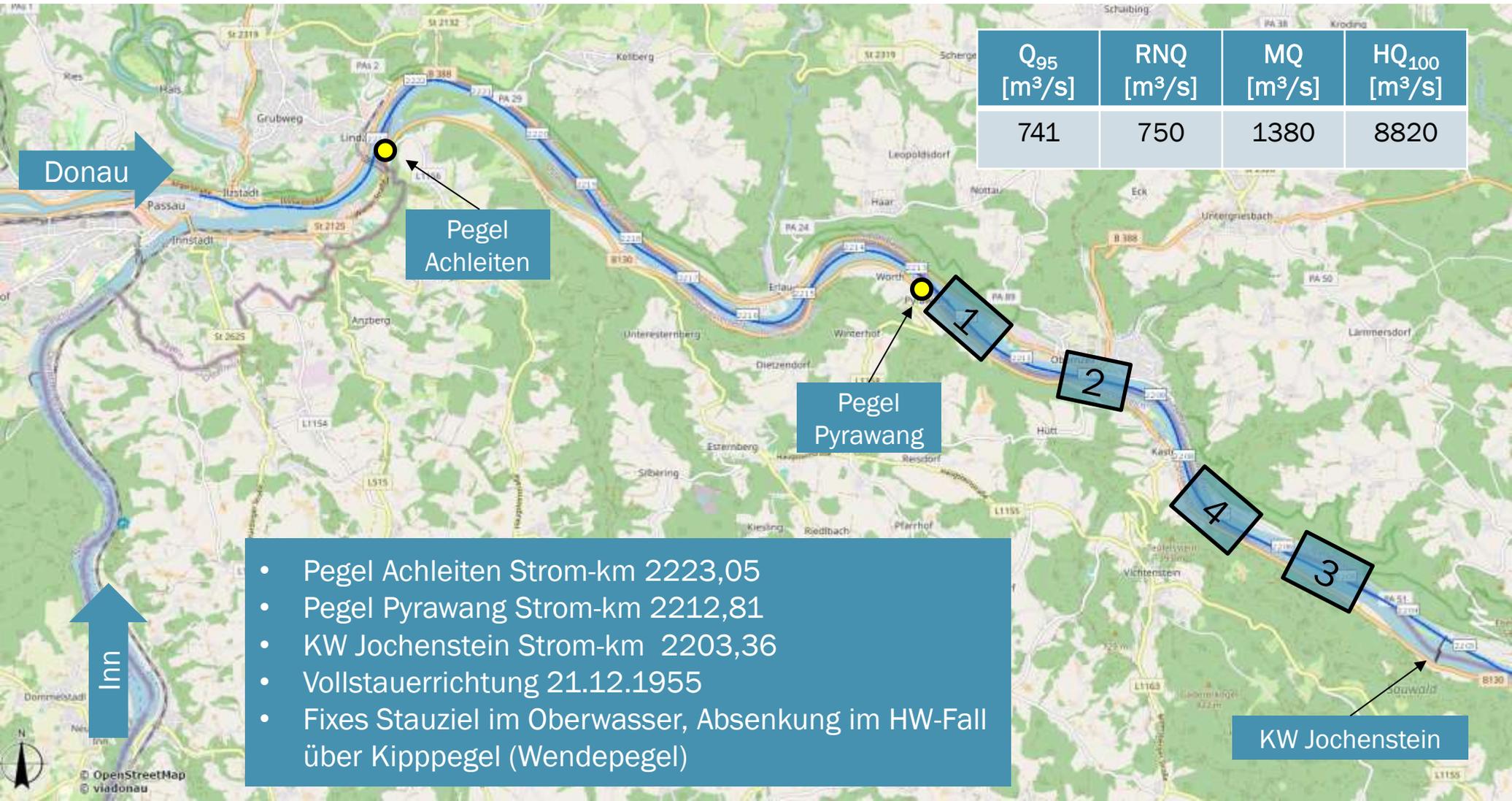
## Fallbeispiel 1

# Stauraum KW Jochenstein

- Geographische Übersicht
- Sedimentbilanz
- Abbildungen der Gewässersohle und Entwicklung
- Kooperationsprojekt viadonau – BOKU Wien

# Sedimenttransport an der österreichischen Donau

Beispiel Stauraum KW Jochenstein



# Sedimenttransport an der österreichischen Donau

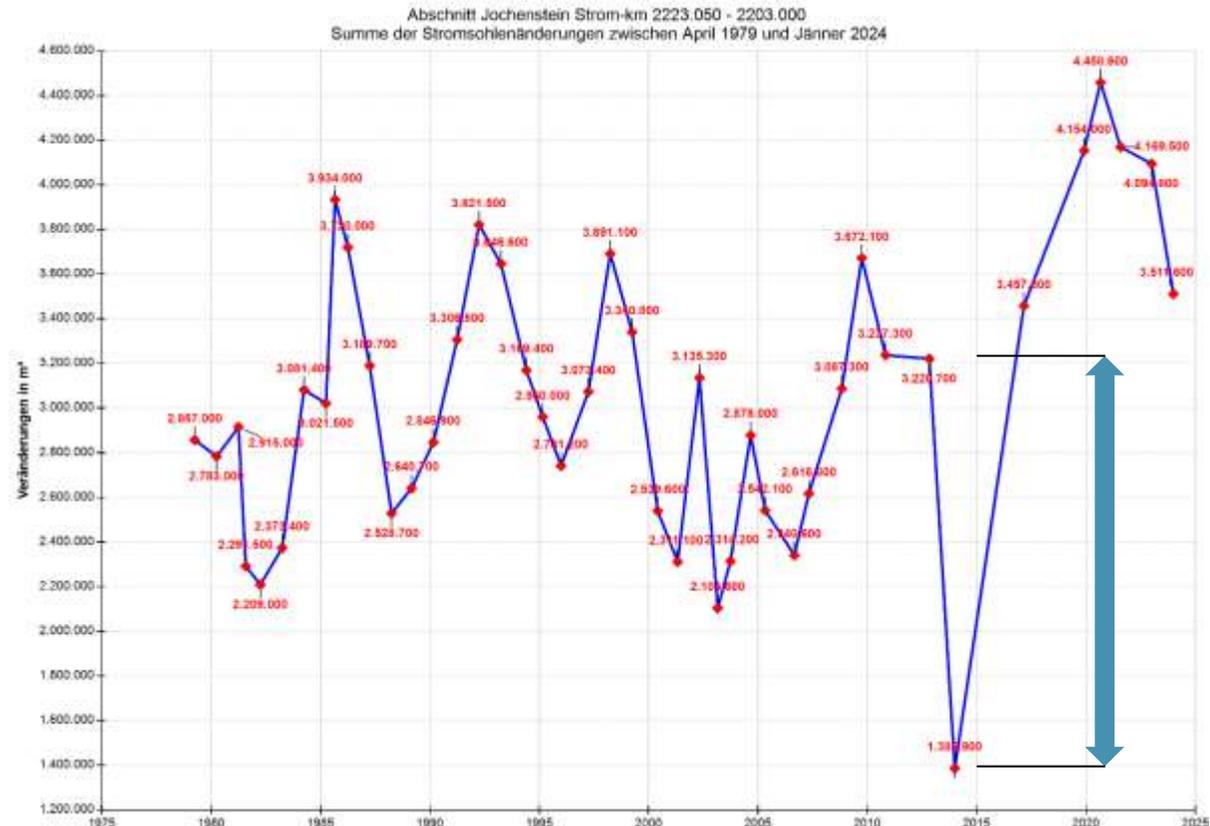
## Beispiel Stauraum KW Jochenstein

- Monitoring der Gewässersohle seit Kraftwerkerrichtung
- Dokumentation der Massenbilanzen im Rahmen der Gewässeraufsicht

### Interpretation

- Schwankungsbereich der Massenbilanzen
- Hohe Austräge bei großen Hochwasserereignissen
- Pegel Achleiten
  - HW 06/2013,  $Q_{\max}$  9800 m<sup>3</sup>/s
  - $HQ_{100}$  8820 m<sup>3</sup>/s

→ genauere visuelle Betrachtung / Analyse auf Basis von Sohlgrundaufnahmen

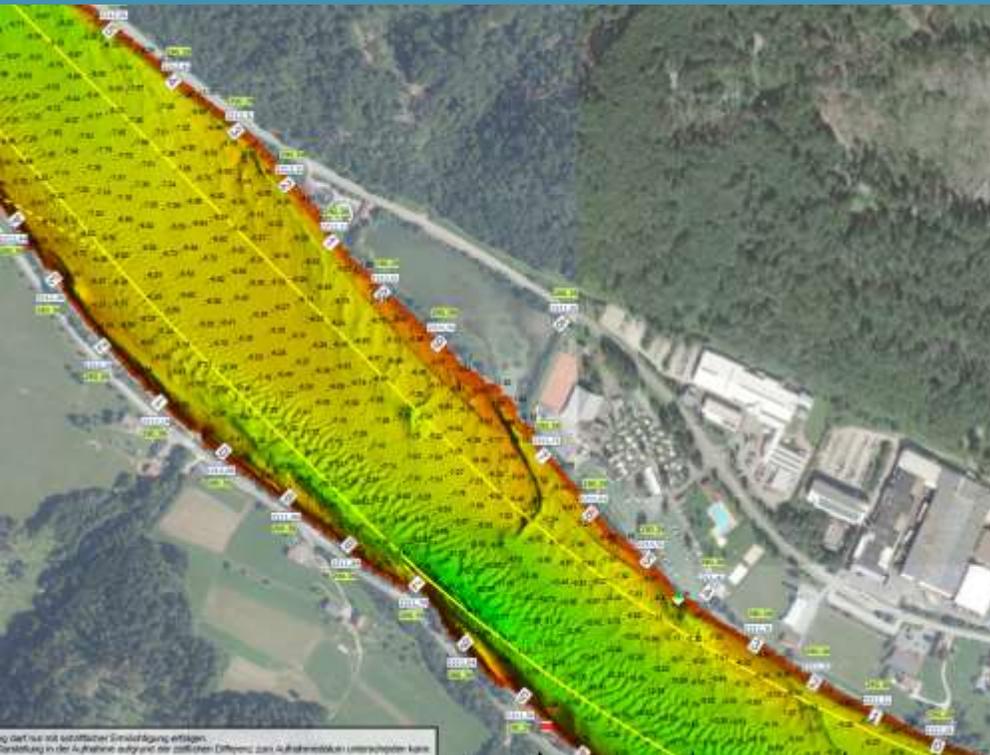


# Sedimenttransport an der österr. Donau

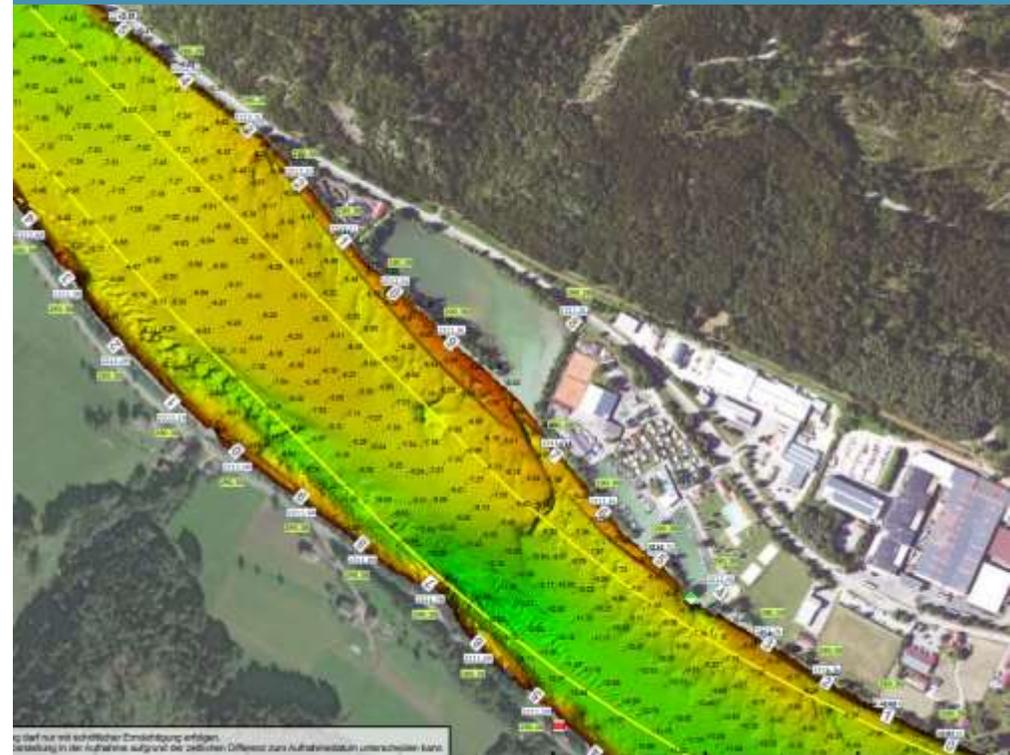
Beispiel Stauraum KW Jochenstein

## Bereich 1

Multibeam-Aufnahme 01/2023, 5-fach überhöht



Multibeam-Aufnahme 01/2024, 5-fach überhöht

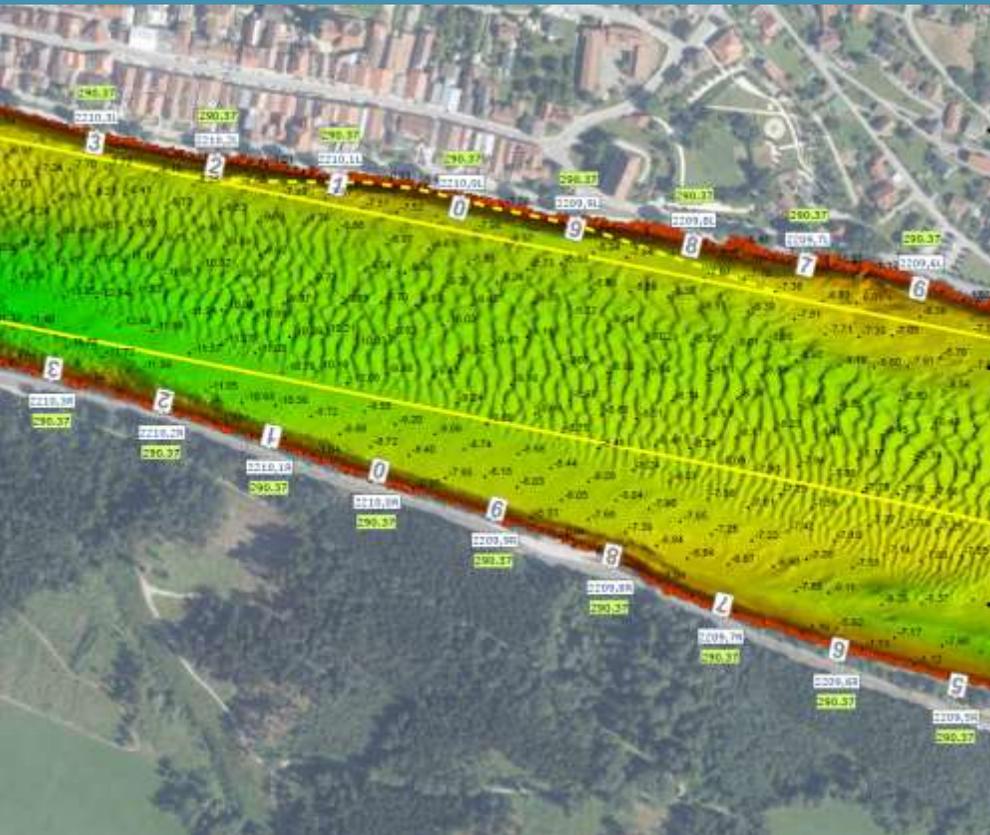


# Sedimenttransport an der österr. Donau

Beispiel Stauraum KW Jochenstein

## Bereich 2

Multibeam-Aufnahme 01/2023, 5-fach überhöht



Multibeam-Aufnahme 01/2024, 5-fach überhöht

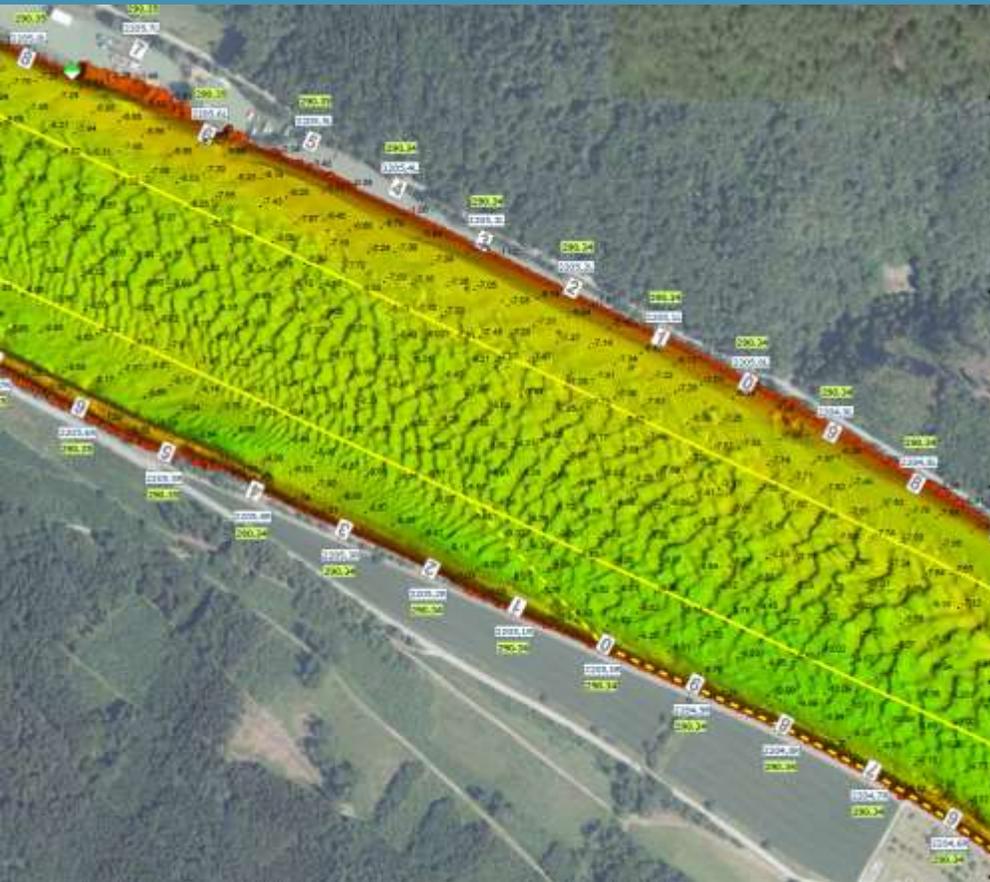


# Sedimenttransport an der österr. Donau

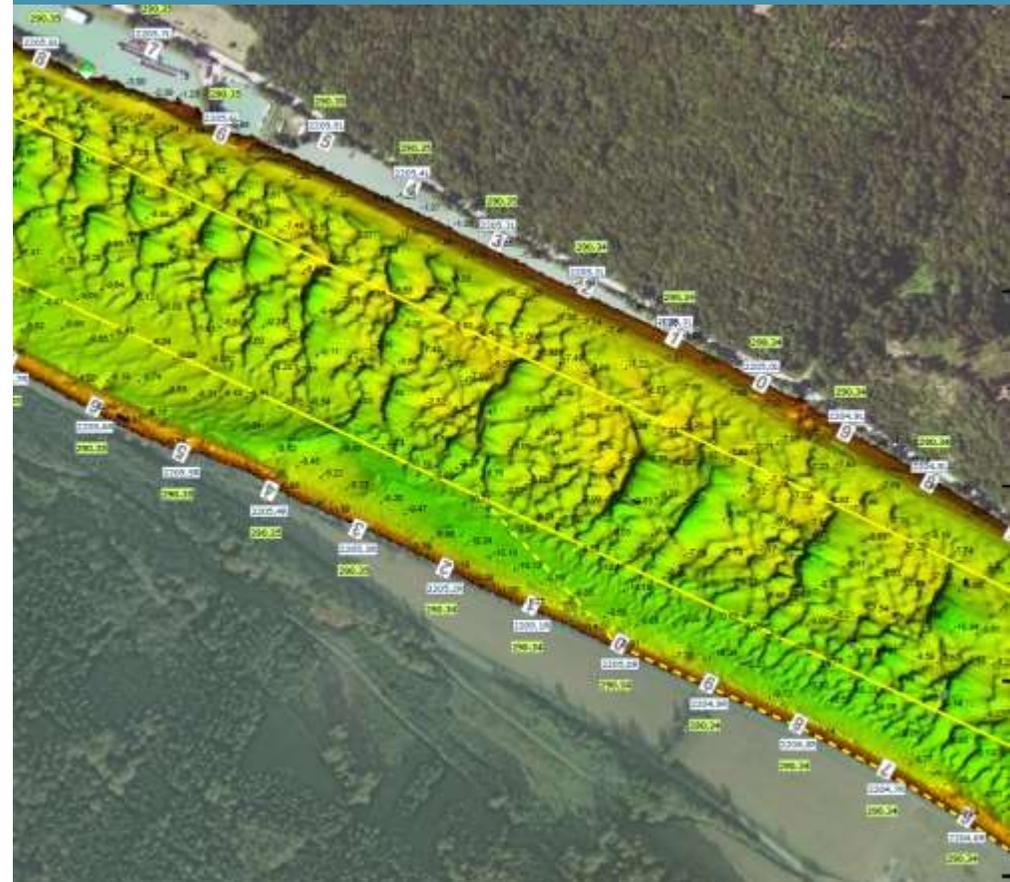
Beispiel Stauraum KW Jochenstein

## Bereich 3

Multibeam-Aufnahme 01/2023, 5-fach überhöht

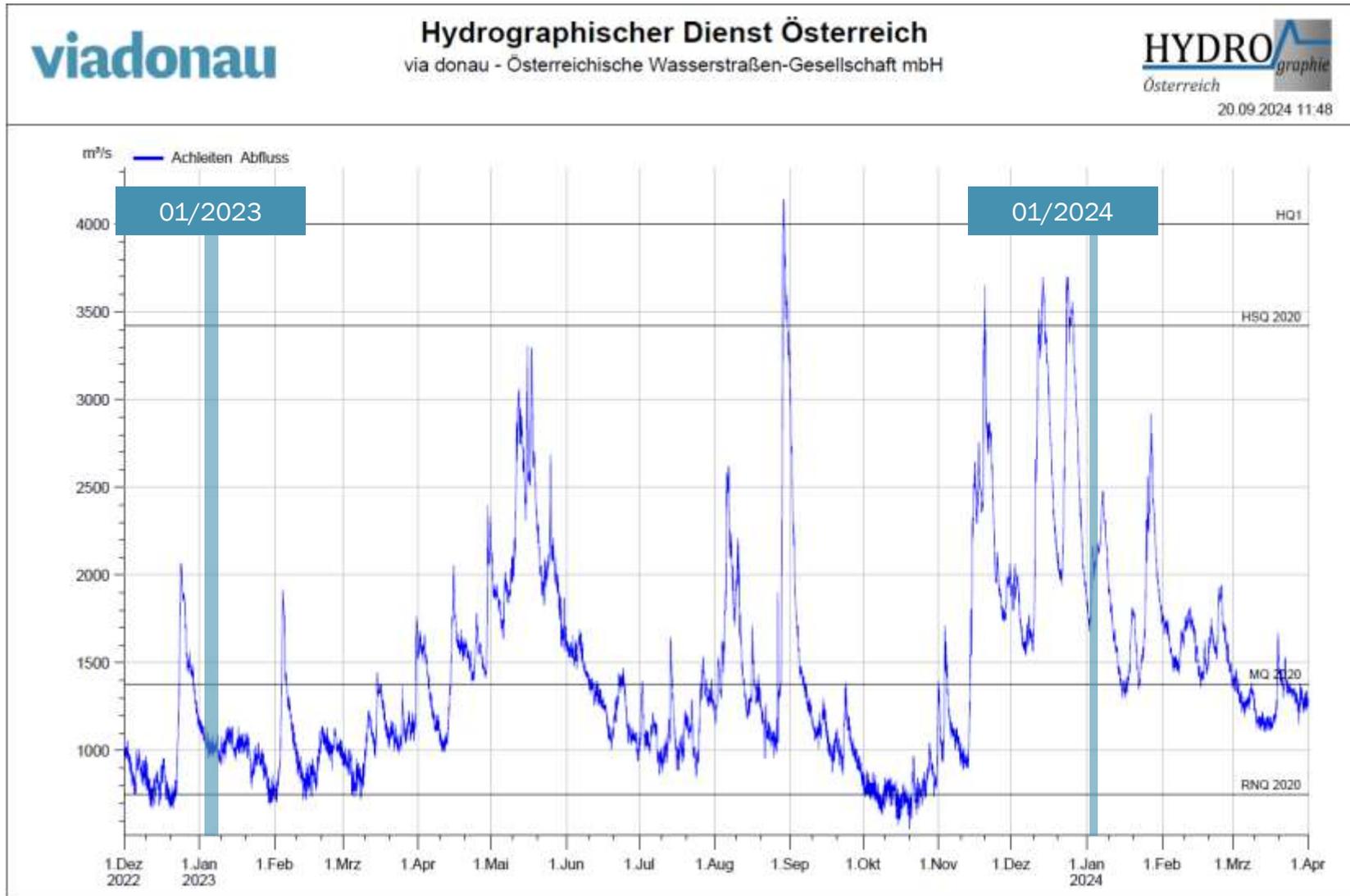


Multibeam-Aufnahme 01/2024, 5-fach überhöht



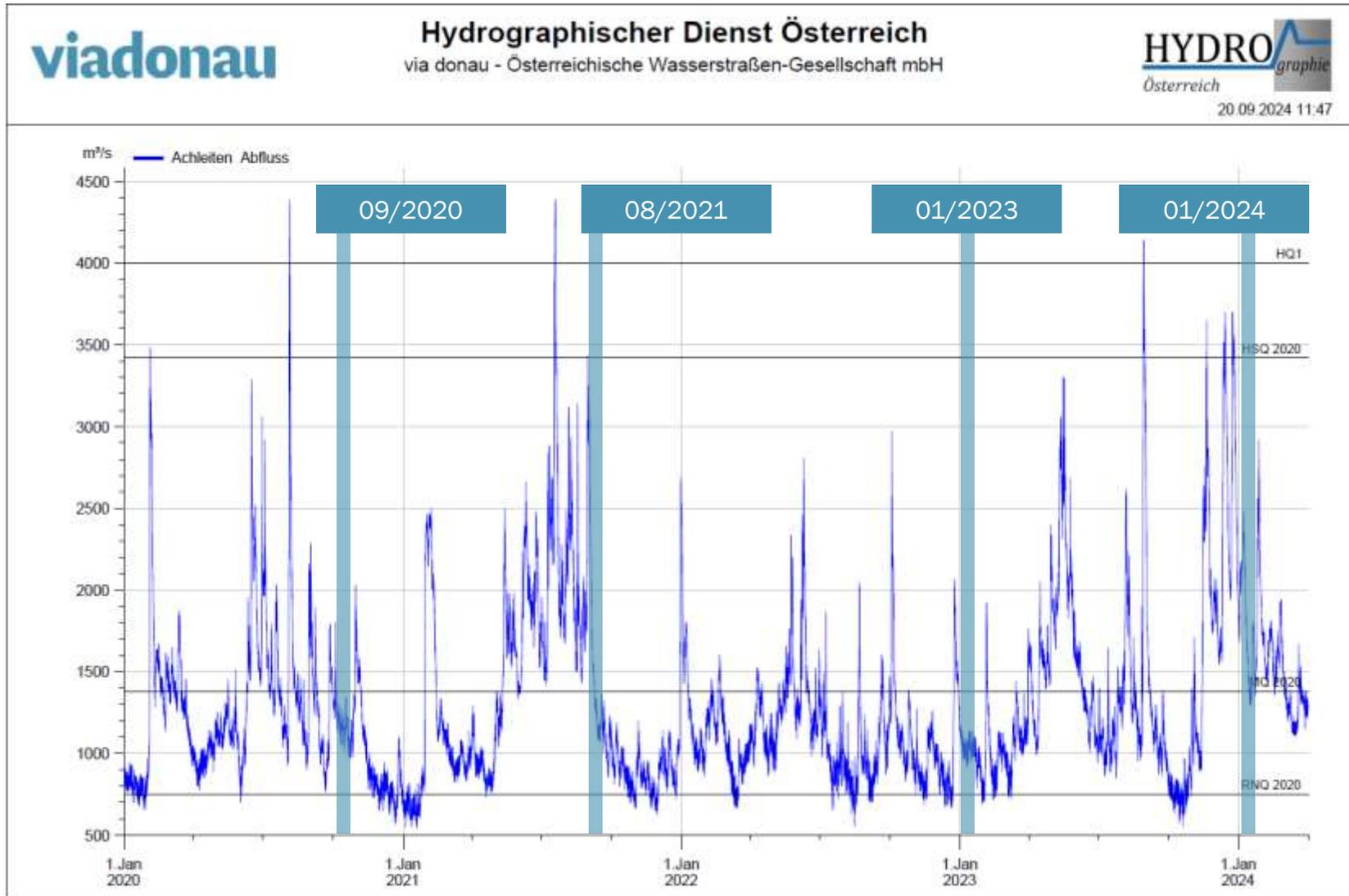
# Sedimenttransport an der österr. Donau

Beispiel Stauraum KW Jochenstein



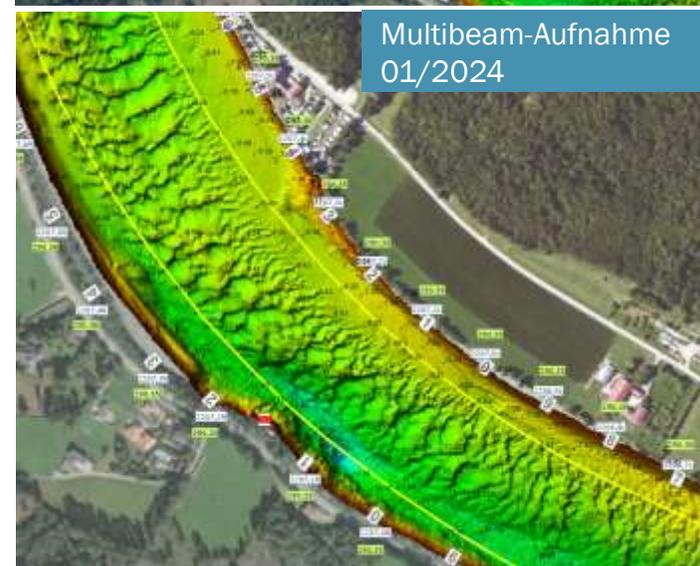
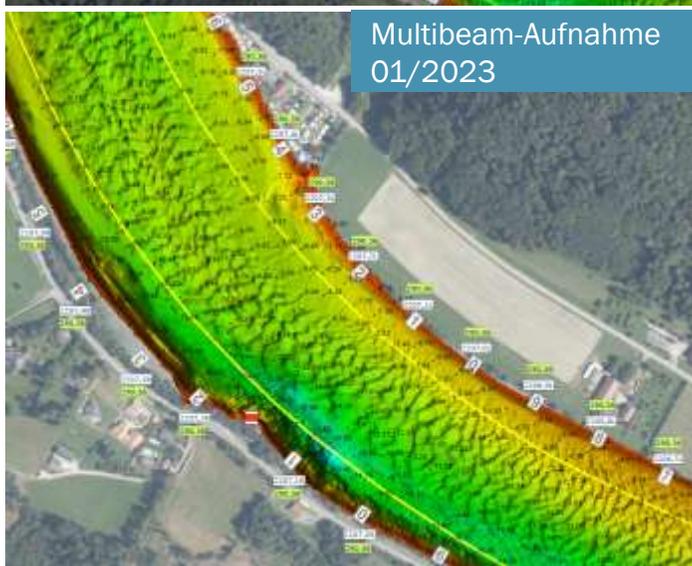
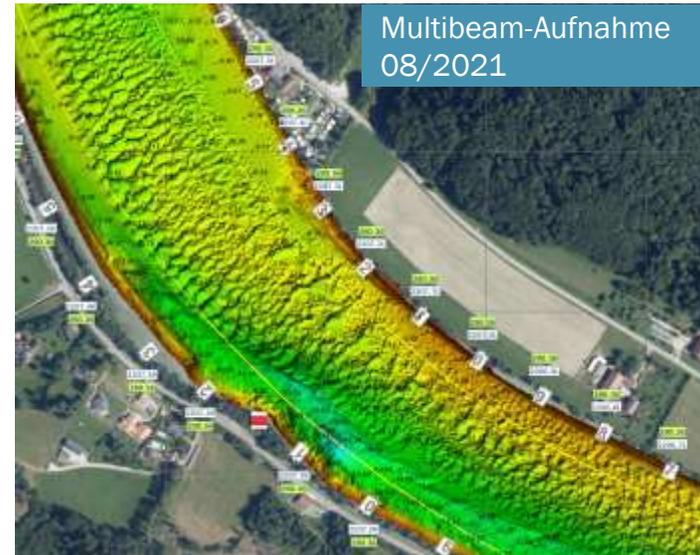
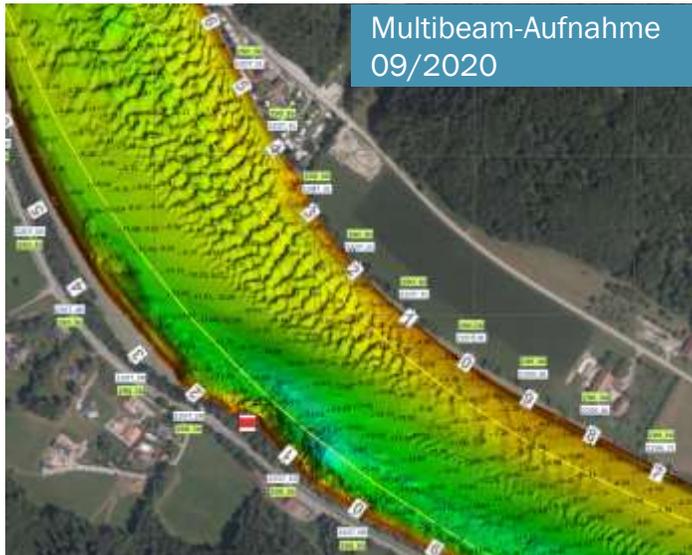
# Sedimenttransport an der österr. Donau

Beispiel Stauraum KW Jochenstein - Hydrologie



# Sedimenttransport an der österr. Donau

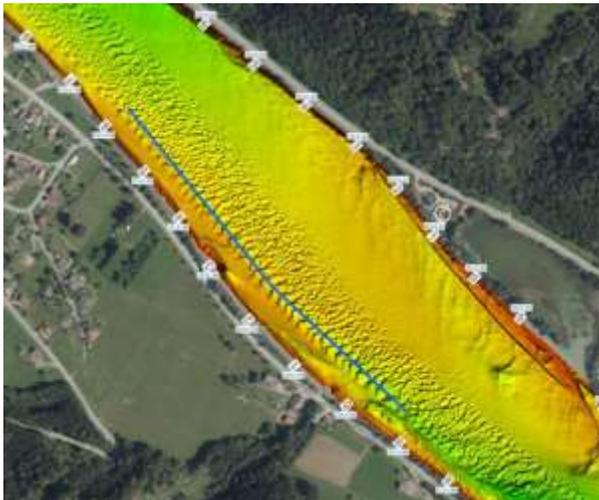
Beispiel Stauraum KW Jochenstein



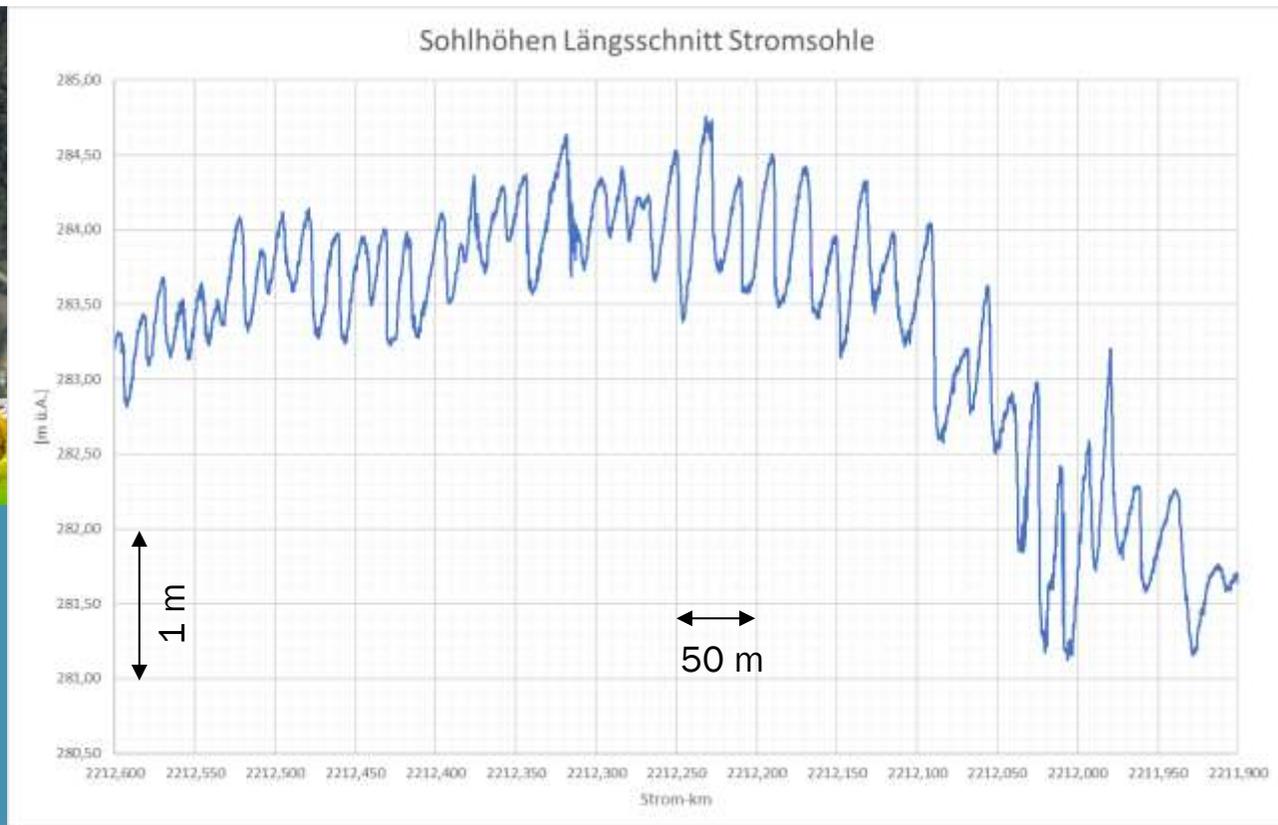
# Dynamik der Sohlformen

## Längsschnittdarstellung (Vermessung 08/2021)

Bereich 1: Strom-km 2212,6 - 2211,9



Dünen mit unterschiedlichen  
Querschnittshöhen und -  
längen  
Höhen ~ 0,5 -1,5 m  
Längen ~ 10 m und mehr



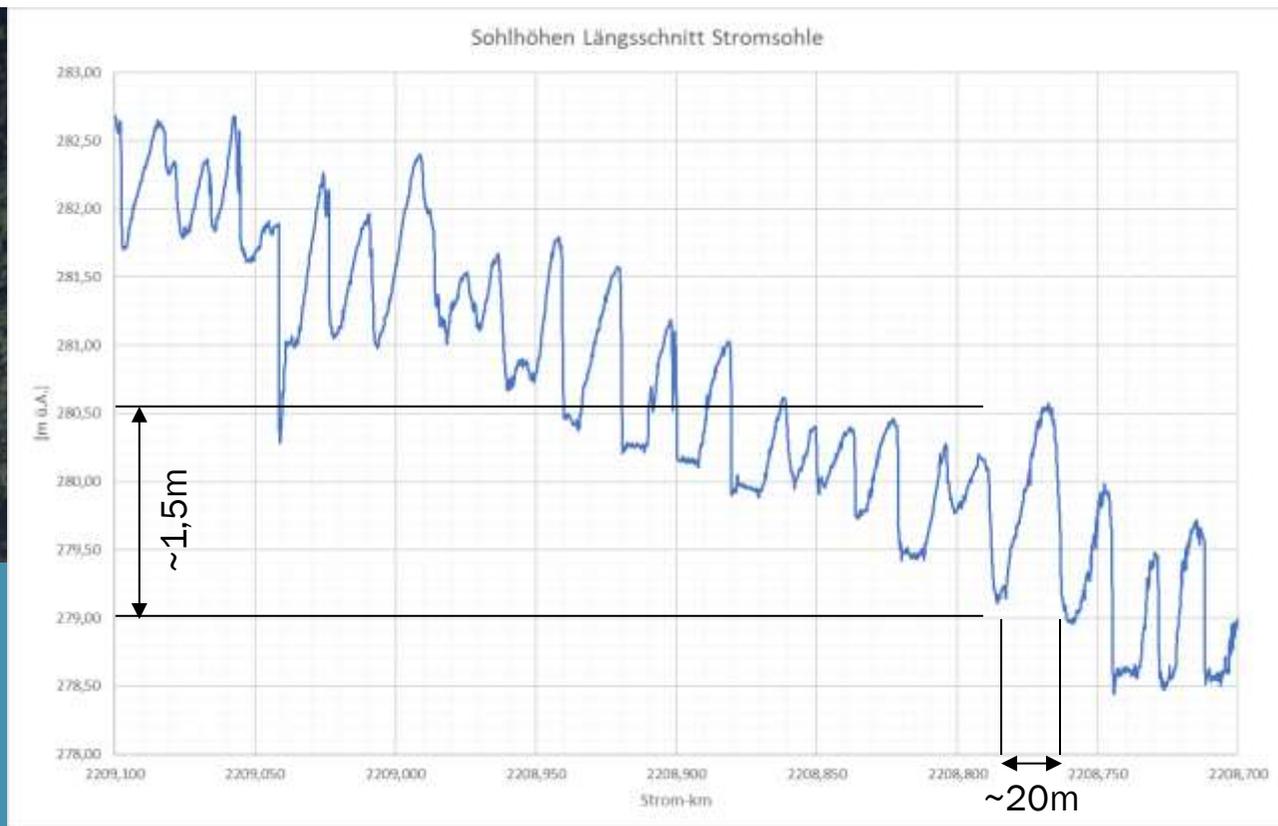
# Dynamik der Sohlformen

## Längsschnittdarstellung (Vermessung 08/2021)

Bereich 2: Strom-km 2209,1 - 2208,7



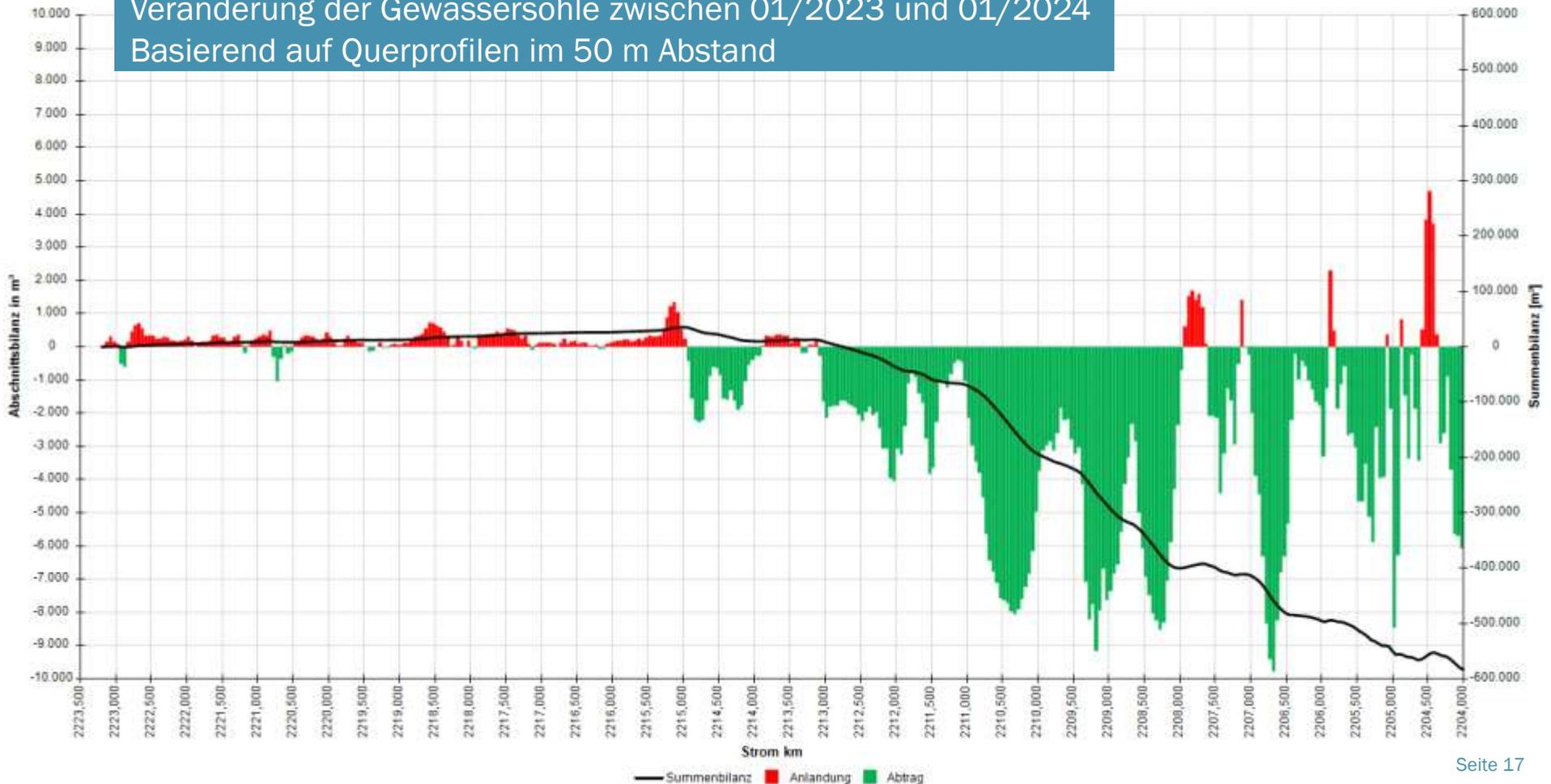
Dünen mit unterschiedlichen  
Querschnittshöhen und -  
längen  
Höhen ~ 0,5 -1,5 m  
Längen ~ 10 m und mehr



# Sedimenttransport an der österr. Donau

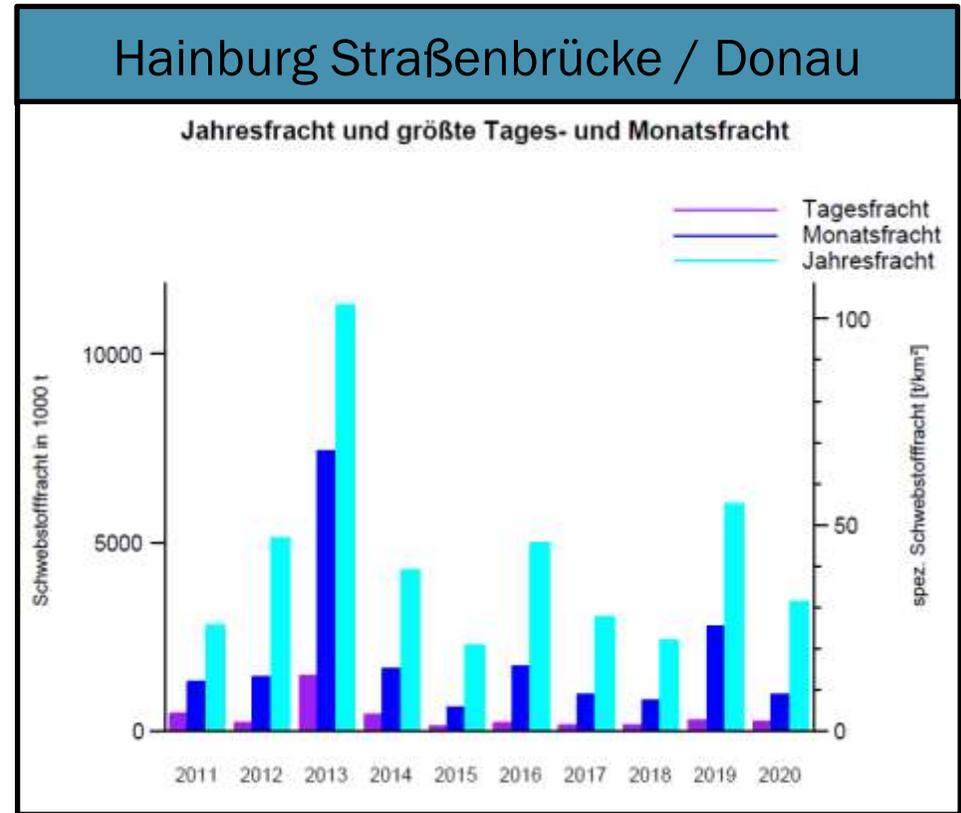
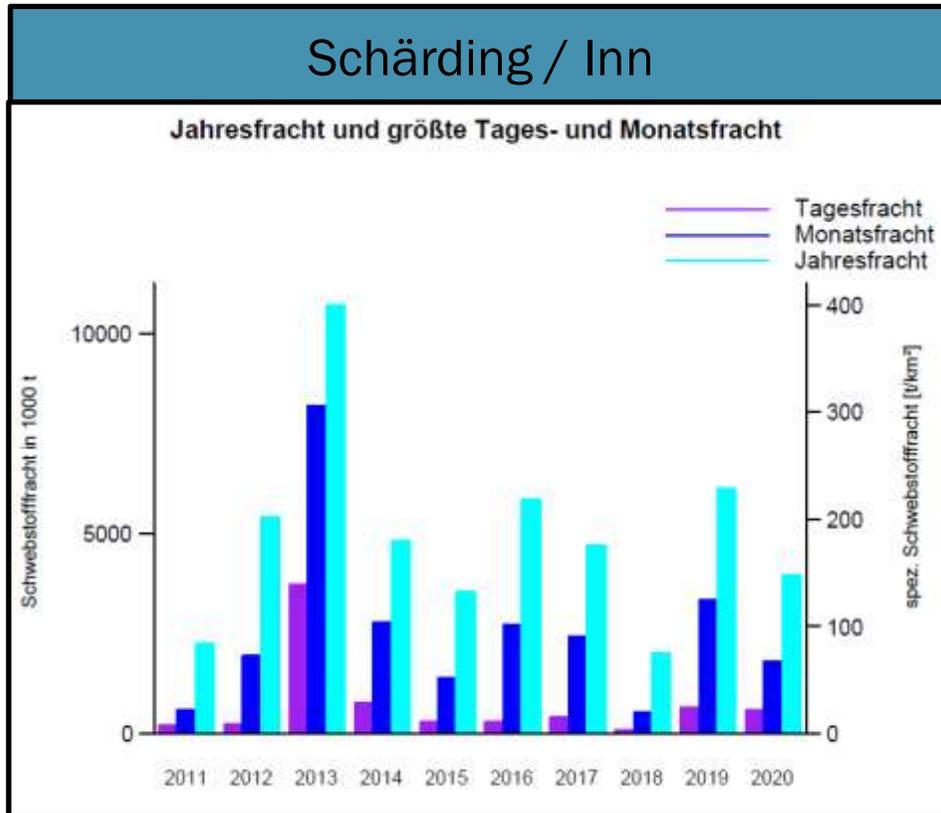
Beispiel Stauraum KW Jochenstein

Veränderung der Gewässersohle zwischen 01/2023 und 01/2024  
 Basierend auf Querprofilen im 50 m Abstand



# Sedimentprozesse an der österreichischen Donau

## Schwebstoffeintrag / Fracht



Quelle: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich

- Große Einträge an Schwebstoffen über den Inn
- Vergleichbare Transportfrachten mit Donau östlich von Wien

# Sedimenttransport an der österreichischen Donau

Beispiel Stauraum KW Jochenstein



## Kooperationsprojekt viadonau - BOKU

- Grundlagenerhebung (Datenrecherche, Sichten bisheriger Untersuchungen in der Projektstrecke und dem relevanten Zubringer Inn); erheben historischer Sohlgrundaufnahmen
  - Sohlgrundentwicklung (Erstellung von Differenzkarten und Darstellung der Entwicklung bezüglich Sedimentations- und Erosionsprozesse); Möglichkeiten der Analyse Übergang Feinsediment/Kies auf Basis der Rohpunktwellen Multibeam
  - Analyse (Charakterisierung) von Sohlformen (bedform tracking tool)
  - Einsatz von HydroAS inklusive dem eigens entwickelten Wehrsteuerungsmoduls zur Darstellung der für (Re-)Mobilisierung maßgeblichen Parameter (Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Sohlschubspannung)
  - **Konzeption für eine optimierte Modellkopplung HydroAS zu Sedimenttransportmodell iSed (Dr. Tritthart) mittels Lua-Scripting**
- Idee zur Umsetzung einer in HydroAS fest implementierten Möglichkeit zur optimierten (performanten) Kopplung externer Berechnungsmodule

## Fallbeispiel 2

# Donau östlich von Wien

- Geographische Übersicht

Kurzer Blick auf / Impressionen zu

- 2 Projekten zur Wiederanbindung von Seitenarmen / Nebenarmen
- Vorhandene Datenerfassung im Bereich Sedimente

# Hydromorphologische Aspekte im Detail in Bezug auf eine freie Fließstrecke

Bereich östlich von Wien

## Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts

- Freie Fließstrecke, starke Regulierung → hohe Fließgeschwindigkeit und Schleppkraft → starker Geschiebetransport
- Geschiebedefizit durch Staukette stromauf des Stromabschnitts → Tiefenerosion an der Stromsohle
- **Managementziel: Stabilisierung der Wasserspiegel**

## Nautische Aspekte

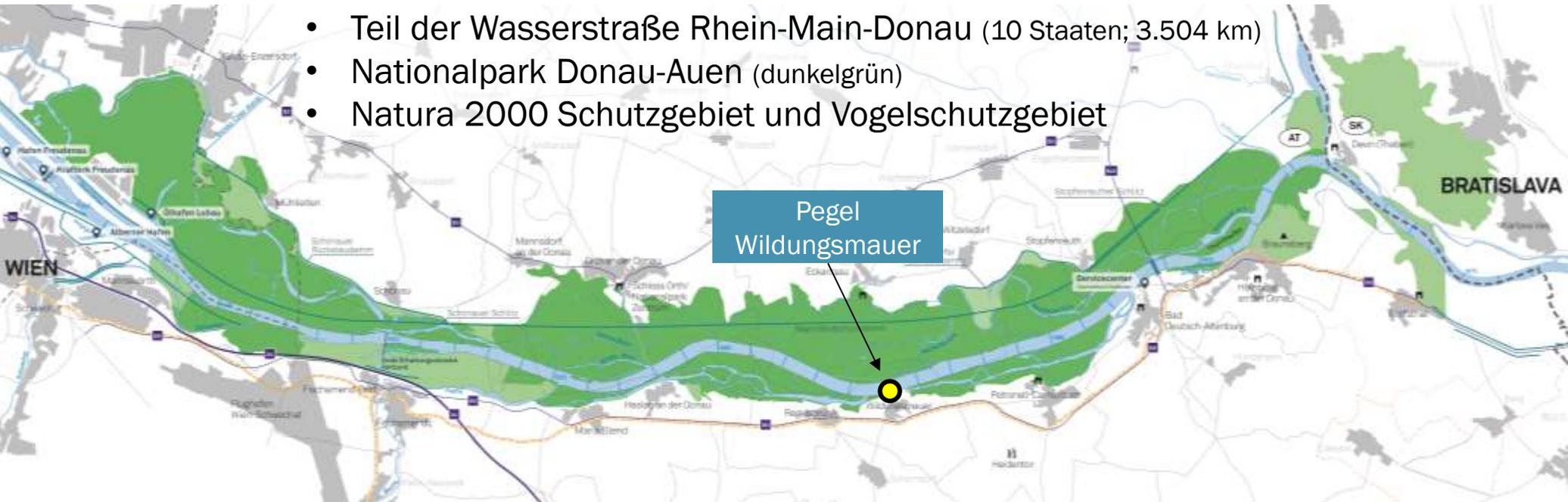
- Kritische Furtbereiche mit eingeschränkter verfügbarer Fahrwassertiefe
- **Managementziel: Verbesserung der Wasserstraßen-Infrastruktur**

## Ökologische Aspekte

- Morphologische Defizite gefährden Zielerreichung nach EU Wasserrahmenrichtlinie WRRL (guter Zustand bis 2027)
- **Managementziel: Verbesserung des Lebensraums Donau-Auen**

# Donau östlich von Wien

- Teil der Wasserstraße Rhein-Main-Donau (10 Staaten; 3.504 km)
- Nationalpark Donau-Auen (dunkelgrün)
- Natura 2000 Schutzgebiet und Vogelschutzgebiet



Etwa 48 km lang: Kraftwerk Freudenau (Strom-km 1.920,6) bis zur Österreichisch-Slowakischen Grenze (Strom-km 1.872,7)

Fließgefälle bei MW: ca. 18 m (38 cm/km)

Schwankungen Wasserspiegel NW zu HW<sub>100</sub> am Pegel Wildungsmauer: ~ 7 m

Pegel	Q <sub>95</sub> [m <sup>3</sup> /s]	RNQ 2020 [m <sup>3</sup> /s]	MQ 2020 [m <sup>3</sup> /s]	HSQ 2020 [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>max</sub> HW2013 [m <sup>3</sup> /s]
Wildungsmauer	950	990	1910	5000	10350	11050

# Donau östlich von Wien

## FGP-Maßnahmenkatalog

Planung und Umsetzung einer Vielzahl einzelner Projekte mit Konnex zu Sedimentprozessen, z.B.:

- Ökologische Wasserbauprojekte, z.B. Anbindung von Seitenarmen
- Uferrückbau (Rückbau harter Ufersicherungen)
- Niederwasserregulierung (Buhnen, Leitwerke)
- Geschiebemanagement



# Anbindung Spittelauer Arm

- Nebenarmlängen: 4,3 km
- Uferrückbauten: ca. 700 m
- Durchfluss: 70 m<sup>3</sup>/s bei MQ  
(nach eigendynamischer Entwicklung)



# Anbindung Spittelauer Arm

**viadonau**



Spittelauer Traverse



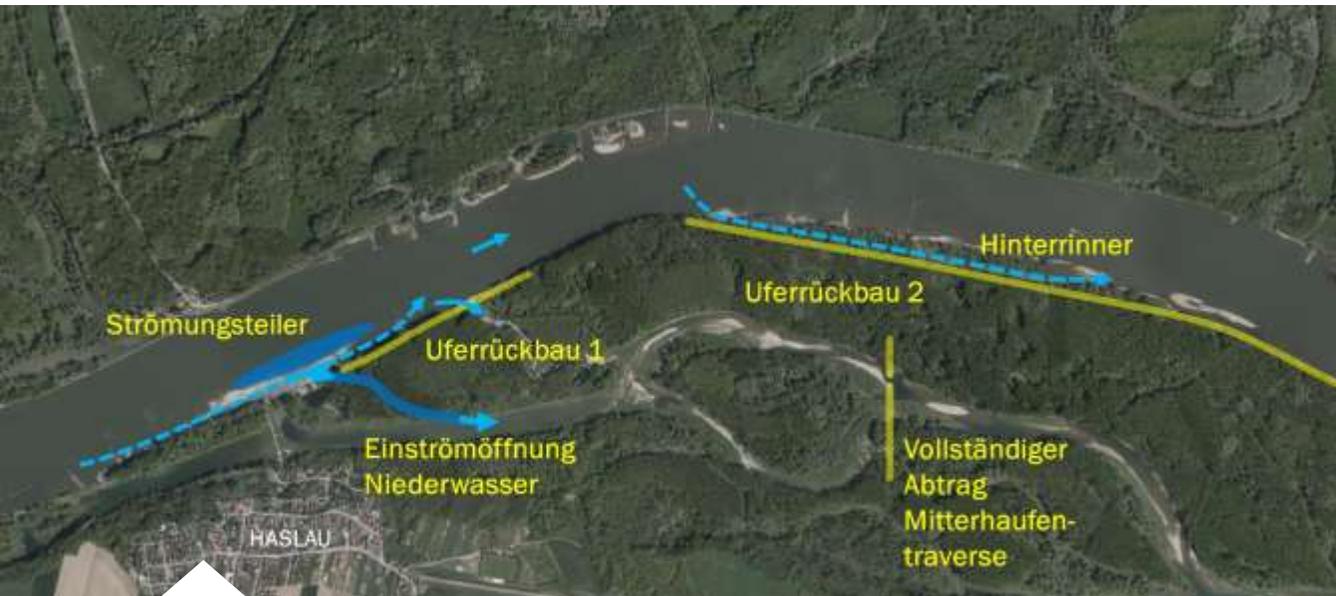
Mündungstraverse





# Seitenarmanbindung & Uferrückbau Haslau-Regelsbrunn

viadonau



Projektgebiet: Strom-km 1903,0 und 1895,0

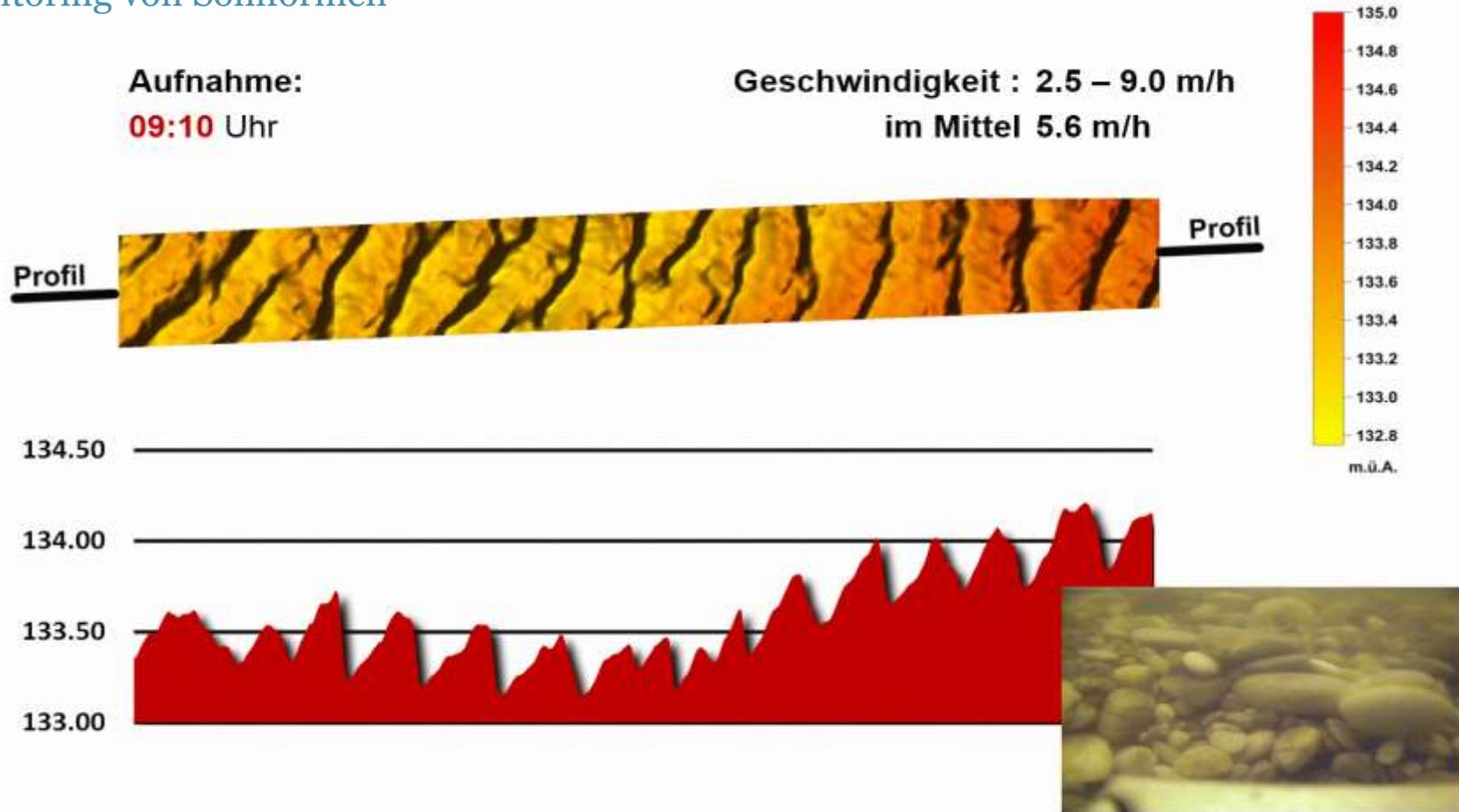
- min. 10 km Nebenarme
- ca. 4 km Uferrückbauten

Dynamic  
Life  
Lines  
Danube



# Sedimenttransport an der Donau

## Monitoring von Sohlformen



- Dünenhöhe Maximalwert ca. 45 cm
- Nach Baggerungen wandern Dünen mit ca. 5,6 m/h ein

© viadonau

# Sedimenttransport an der Donau

Monitoring von Schwebstoff und Geschiebe

Schwebstoffmessung (gemäß Leitfaden „Erfassung des Schwebstofftransportes“)

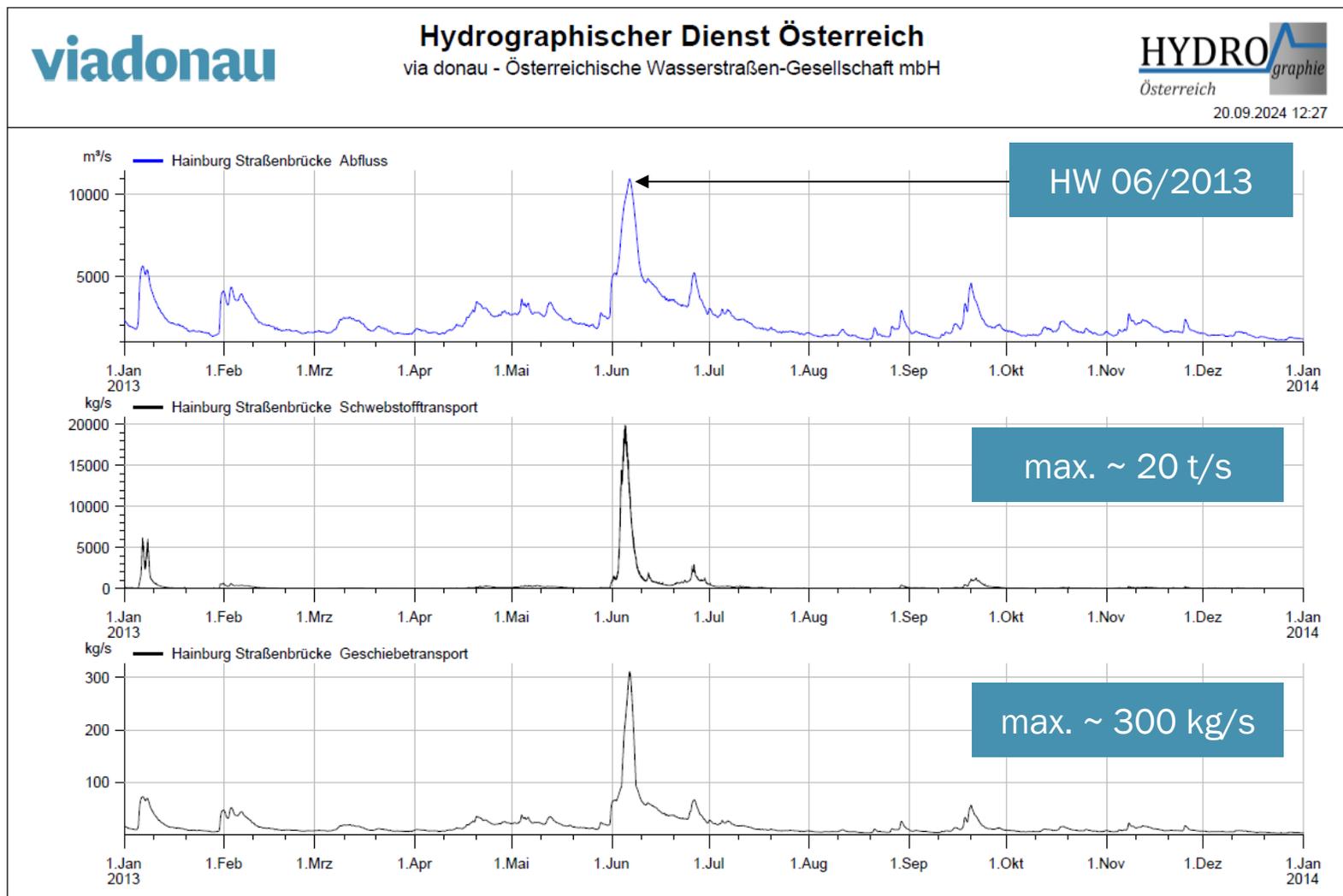


Geschiebemessung



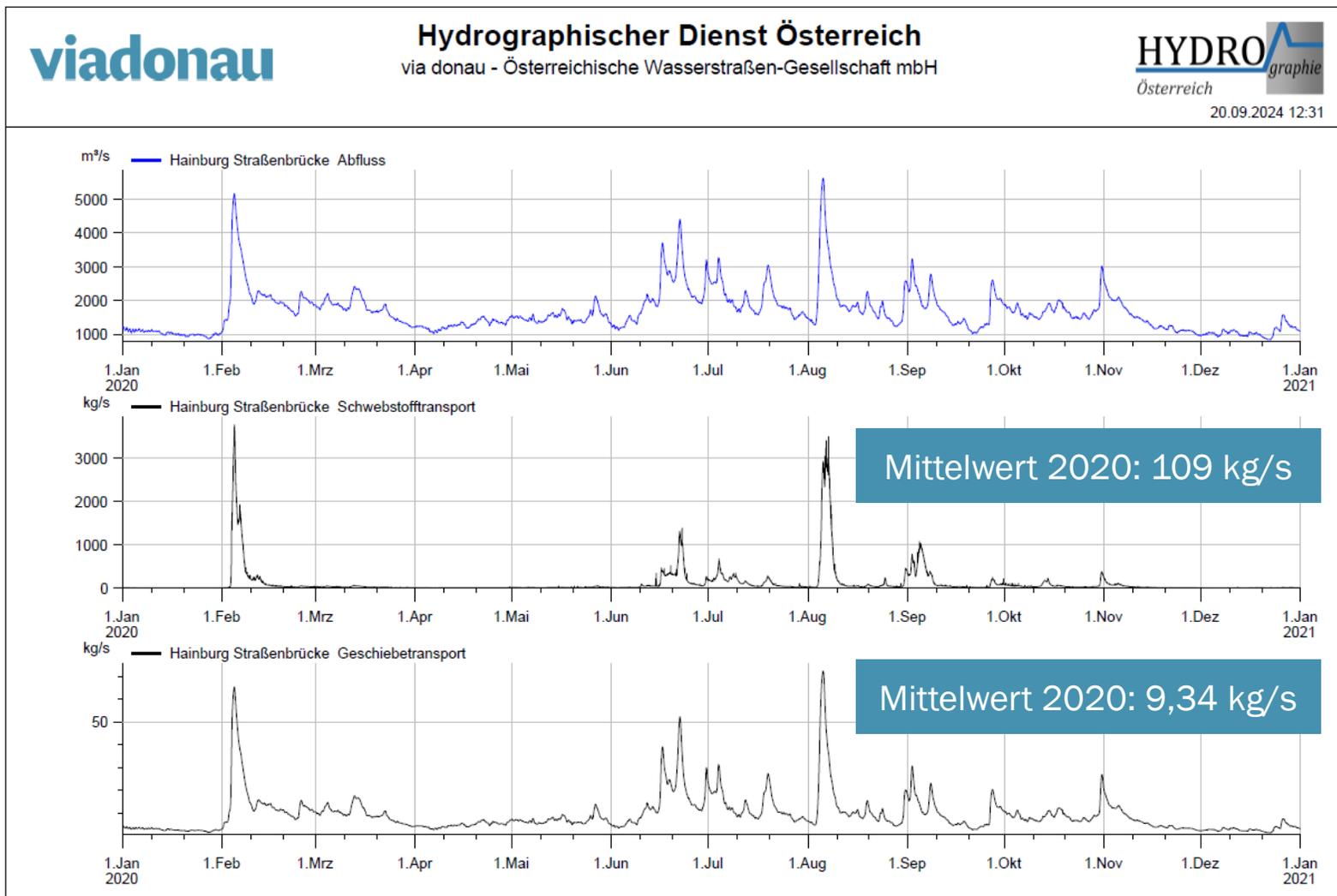
# Sedimenttransport an der Donau

## Monitoring von Schwebstoff und Geschiebe



# Sedimenttransport an der Donau

## Monitoring von Schwebstoff und Geschiebe



# Modellierung von Sedimenttransportprozessen an der Donau

## Anwendung und Ziele einer Kopplung

### Sedimenttransport spielt entscheidende Rolle, u.a. bei:

- Sedimentation und Re-Mobilisierung in Stauräumen; Einfluss der Sohle (Sohlentwicklung) auf HW-Spiegellagen
- Renaturierungsmaßnahmen (Anbindung von Seitenarmsystemen), z.B. Vermeidung von Verlandungstendenzen der Ein- und Auslaufbereiche sowie Nebenarme

### → Idee / Ziel

- Schaffung einer **möglichst performanten** und **fest in HydroAS implementierten** und dokumentierten Schnittstelle / Möglichkeit zur Kopplung von externen Berechnungsmodulen
- Verwendung von Lua-Scripting
- Konkrete Anwendung: Kopplung des Sedimenttransportmodell **iSed** (Tritthart, BOKU Wien) inklusive Testsimulationen als Vorbereitung für weitere Projekte und Anwendungen
- **Kopplung von HydroAS und iSed** → Möglichkeit zur **Simulation** von Geschiebetransport über **längere Zeiträume** und / oder **verhältnismäßig große 2D-Modelle**

→ **Schnittstelle zur Kopplung + Anpassung Lua-Scripting prinzipiell für jeden Anwender nutzbar (feste Implementierung in HydroAS)**

# Modellierung von Sedimenttransportprozessen an der Donau

Nutzung bisheriger Entwicklungen viadonau - Hydrotec

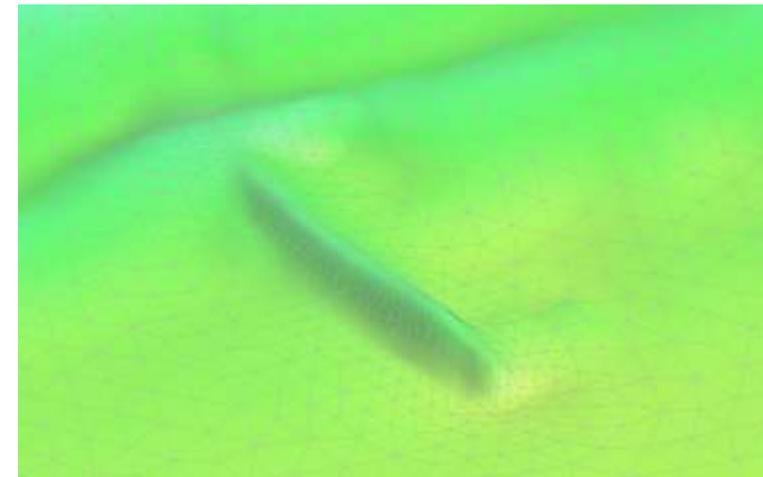
viadonau  
*Hydrotec*

## HydroAS Mesh / RiverMesh

- Automatisierte Erstellung homogener Raster aus Vielzahl von priorisierten Einzelraster
- Advancing Front Algorithmus (Wasserbauwerke, Längsstrukturen, Bühnenfelder)
- Optimierte Netze für Sedimentmodellierung

## HydroAS

- Erweiterung Lua-Scripting zur Abbildung komplexer Wehrbetriebsordnungen (Wehrsteuerung) österr. Donaukraftwerke



- Instationäre Simulation des Sedimenttransportes / Sohlveränderung in Stauräumen inkl. Wehrsteuerung
- Instationäre Simulation des Sedimenttransportes für Gewässerabschnitte und längere Zeiträume

# Links

## viadonau

Kennzeichnende Wasserstände der Donau

[Kennzeichnende Wasserstände der Donau KWD 2020](#) bzw.

<https://www.viadonau.org/infrastruktur/betrieb-zu-wasser/pegelwesen>

[Broschüre Fließgeschwindigkeiten der Donau](#)

Maßnahmenkatalog Donau östlich von Wien

<https://www.viadonau.org/unternehmen/projektdatenbank/flussbauliches-gesamtprojekt-massnahmenkatalog>

DoRIS (Donau River Information Services)

<https://www.doris.bmk.gv.at/>

## Hydrographie Österreich

Datenportal eHYD <https://ehyd.gv.at/>

[Hydrographisches Jahrbuch von Österreich](#)

[Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransportes](#)

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

## Kontakt

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

**viadonau**