

Schloss Laxenburg Betriebsgesellschaft mbH

Johannesplatz 2/4/1

Auftraggeber:

A-2361 Laxenburg

Gutachten:

Gutachten zur Umwelttechnische Verfahrensbeschreibung Wasserwirtschaftlicher Versuch zur kontinuierlichen Entsedimentierung des Schlossteiches Laxenburg

Autor:

Hauer Hydraulic Consulting e. U.

Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer

Alszeile 66-68/23

1170 Wien, Österreich

Dr. Christoph Hauer

Revision-nr:	Notes	date
Datum: 25.09.2026		Revision-nr: 0

Beauftragt durch:

Schloss Laxenburg Betriebsgesellschaft mbH

Johannesplatz 2/4/1

A-2361 Laxenburg

Kontakt Auftraggeber:

Dr. Martin Wellacher

Autorenadresse:

Hauer Hydraulic Consulting e. U.
Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer
Alzeile 66-68/23
1170 Vienna
Austria

Autor:

Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer

Zitiervorschlag: Hauer, C. (2026). Gutachten zur Umwelttechnische Verfahrensbeschreibung Wasserwirtschaftlicher Versuch zur kontinuierlichen Entsedimentierung des Schlossteiches Laxenburg, Studie im Auftrag der Schloss Laxenburg Betriebsgesellschaft mbH, 26 pp.

Inhalt

1. EINLEITUNG	4
2. PROBLEMSTELLUNG	4
3. ZIELSETZUNG	4
4. HYDROMORPHOLOGISCHER ZUSTAND LOBENBACH	5
5. ÖKOLOGISCHE WIRKSAMKEIT SEDIMENTBEWIRTSCHAFTUNGSMAßNAHMEN	8
6. WESENTLICHE (FEINSEDIMENT-)TRANSPORTPROZESSE	9
7. HYDRAULISCHE ANALYSEN ZUM TRANSPORTVERHALTEN	10
8. MONITORING NATURVERSUCH	15
9. VERBESSERUNGSVORSCHLAG	18
10. ÜBERGEORDNETE BEGLEITMAßNAHME	20
11. ZUSAMMENFASSUNG	21
12. LITERATUR	21
13. ANHANG – BEISPIEL AKTENVERMERK SEEENTLEERUNG GEPATSCH	23

1. Einleitung

Aufgrund der kontinuierlichen und bereits weit fortgeschrittenen Verlandung des Laxenburger Schlossteichs mit Feinsedimenten ist eine aktive Sedimentbewirtschaftungsmaßnahme erforderlich. Im Zuge unterschiedlicher Variantenprüfungen zur Reduktion der Verlandung, wurde von Seiten der Schlossgesellschaft, eine kontinuierliche Sedimentzugabe mittels Saugbaggerung und kontrollierter Zugabe (Details in Wellacher, 2026) vorgeschlagen. Diese sollte vorab in einem Naturversuch hinsichtlich der Effizienz, aber vor allem hinsichtlich möglicher negativer Auswirkungen auf die Umwelt, bewertet werden. Um noch ein besseres Bild von den hydrologischen und auch sedimentologischen Rahmenbedingungen zu bekommen, wird an dieser Stelle aus der Verfahrenstechnischen Beschreibung (Wellacher, 2026) zitiert:

„Der Schlossteich Laxenburg wird aus der Triesting gespeist und entwässert in den Lobenbach. Durch Wehranlagen wird der natürliche Abtransport von Sediment in den Lobenbach aktuell zurückgehalten. Die Sedimentschicht im Teich wächst, der Wasserspiegel sinkt vice versa. Die Sedimentschicht des Teiches hat einen bedeutenden Anteil an der zunehmenden Eutrophierung des Teiches – im Wesentlichen durch die Versorgung der Biomasse mit Phosphor.“

2. Problemstellung

Die Behörde benötigt eine fachlich fundierte Argumentation zu den möglichen hydromorphologischen und ökologischen Auswirkungen der Sedimentbewirtschaftungsmaßnahme. Es fehlen detaillierte Untersuchungen, wie bestimmte Korngrößen (der entnommenen Sedimente) unter **bestimmten** Abflussverhältnissen (die technisch möglich und bewilligt werden können) transportiert werden bzw. auch **ab-sedimentieren** und so zu **einer potenziellen** Verschlechterung der Hydromorphologie aber vor allem auch der Lebensräume von Gewässerorganismen beitragen.

3. Zielsetzung

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist es, die (i) Auswirkungen des geplanten Naturversuchs auf die Gewässermorphologie und damit auch auf die funktionalen Habitate aquatischer Organismen (Makrozoobenthos/Fische) zu bewerten. Neben diesen grundlegenden Erhebungen, die auf einem Zusammenführen der bestehenden Informationen mit eigenen Analysen (hydraulischen Modellierungen) aufbaut, ist es weiters das Ziel (ii) Verbesserungsvorschläge für den beschriebenen Naturversuch, hinsichtlich einer Minimierung der ökologischen Auswirkungen zu liefern. Diese Optimierungsmaßnahmen umfassen auch die Durchführung des geplanten Monitorings zum Naturversuch. Als übergeordnetes Ziel des vorliegenden Gutachtens wurde (iii) auch das Aufzeigen und Beschreiben, allgemeiner und nachhaltiger Möglichkeiten zur Steigerung der Habitatqualität im Lobenbach (unabhängig vom Naturversuch) definiert.

4. Hydromorphologischer Zustand Lobenbach

Bei der Begehung des Lobenbachs (von der geplanten Zuleitung bis zu den Kaiserablässen) konnte ein schlechter hydromorphologischer Grundzustand des Lobenbachs festgehalten werden. Dieser ist bedingt durch die (i) gerade Linienführung mit keinerlei eigendynamischer Aktivität, vor allem auch in lateraler Ausrichtung, und (ii) einen bereits jetzt (sehr) hohen Feinsedimentanteil an der Sohloberfläche (Abb. 1).



(a)

(b)

Abbildung 1. (a) Luftbild des Lobenbachs im Bereich Laxenburg – Kaiserablässe (data source GoogleEarth), (b) Foto des weit verbreiteten verschlammten Sohlgrunds (Foto Hauer).

Der ursprüngliche natürliche Flusstyp des Lobenbachs (Alte Schwechat), ein eigendynamisches Furt-Kolk Gewässer, mit großen lateralen Freiheitsgraden ist nicht mehr vorhanden. Die laterale Variabilität wird stark eingeschränkt; - repräsentiert durch lokale Uferabbrüche, Totholz und Altbestand an Bäumen – und wird vor allem durch das (Hochwasser-)Regulierungsprofil limitiert. Innerhalb dieses stabilisierten Gerinnes ist auch die longitudinale (vertikale) Variabilität stark eingeschränkt. Die Tiefenvariabilität beschränkt sich bei Niederwasserabfluss (Bsp. 28.8.2026) auf eine Schwankungsbreite von max. 0.5 m. Trotz dieser stark eingeschränkten Möglichkeiten zur eigendynamischen Entwicklung gibt es innerhalb des Regulierungsprofils Hochpunkte (Furtbereiche) im Längsverlauf des Lobenbachs (Abbildung 2).



(a)



(b)

Abbildung 2. Furtbereiche (Hochpunkte der Gewässesohle) im Längsverlauf des Lobenbachs (Foto: Hauer).

Starkes Makrophytenwachstum: In Teilen des Lobenbachs ist ein starkes Makrophytenwachstum auffällig, vor allem in jenen Bereichen, die nicht durch einen Kronenschluss des Altbestandes eine vollständige Beschattung aufweisen (Abbildung 1a). Diese submersen Pflanzen decken tlw. einen großen Bereich des aktiven Fließquerschnitts von der Sohle bis zum Wasserspiegel ab und sind somit auch als Rauigkeitselement (Reduktion der Strömungsgeschwindigkeiten) in den weiteren Analysen hinsichtlich des Naturversuchs (z.B. hydraulische Modellierung, Interpretation der Auswirkungen des Naturversuchs) zu berücksichtigen.



(a)



(b)

Abbildung 3. Mit Makrophyten bestockter Fließquerschnitt (a) flussauf und (b) flussab der Bundesstraßenbrücke (N48°04'20''/E16°23'05'') (Foto: Hauer).

BOX 1: Ist-Zustand Lobenbach

Für den Lobenbach lässt sich die Ist-Situation der Hydromorphologie wie folgt beschreiben:

DEFIZIT: Neben den fehlenden Möglichkeiten zur lateralen Entwicklung ist es vor allem die fehlende Abflussdynamik, die den schlechten hydromorphologischen Zustand bedingt. Aus dieser Situation heraus, kommt es in weiten Teilen bereits jetzt zu einer äußeren und inneren Kolmation des (Fein-/Mittelkies) Lückenraums, mit teils mächtigen Feinsedimentauflagen (~ 30 cm). Eine Verschlechterung der funktionalen Habitate der Sohloberfläche ist somit in weiten Teilen des Lobenbachs systemimmanent.

POSITIV: Als positiv ist der sehr dichte und beidseitig durchgehende Altbestand an Bäumen hervorzuheben. Dieser Vegetationsgürtel mit geschlossenem Kronendach bewirkt (i) kein zusätzlicher Eintrag von Feinsediment durch Wind aus den umliegenden Ackerflächen (äolischer Eintrag wie z.B. an der Fische-Dagnitz), (ii) eine Beschattung des Wasserkörpers und somit eine kühlende Wirkung wie z.B. im Hitzesommer 2026 und (iii) auch einen gewissen Prädatorenschutz, da Vögel (z.B. Kormoran) nicht direkt in das Gewässer einfliegen können.

5. Ökologische Wirksamkeit Sedimentbewirtschaftungsmaßnahmen

Hinsichtlich der ökologischen Wirksamkeit / Beeinflussung der Gewässerökologie gilt es folgende zwei Formen der Beeinflussung ganz allgemein zu unterscheiden:

Direkte Beeinflussung/Wirkung:

Als direkte Beeinflussung durch erhöhte Feinsedimentkonzentration im Zuge von Sedimentbewirtschaftungsmaßnahmen werden (i) unmittelbare Veränderungen bzw. Wirkungen auf Gewässerorganismen (Fische, Makrozoobenthos) verstanden. Als direkte Wirkungen bzw. Auswirkung können mechanische Schädigung, Stress oder Tod der Individuen auf Grund von hoher Sedimentkonzentration bezeichnet werden. Bestätigt wurde dies auch durch Ereignisse, deren Auswirkungen meist auch alle Arten und Altersstadien beeinträchtigen; (ii) ebenfalls als direkte Beeinflussung ist die im Zusammenhang mit der Sedimentbewirtschaftungsmaßnahme stehende mögliche Schwächung von Gewässerorganismen zu bezeichnen, welche zu Beeinträchtigungen, Stress oder Tod auch zeitverzögert (bis 48 h) nach Beendigung der Beeinflussung führen kann.

Indirekte Beeinflussung/Wirkung:

Als indirekte Beeinflussung durch erhöhte Feinsedimentkonzentration im Zuge von Sedimentbewirtschaftungsmaßnahmen werden kurz- und mittelfristige Veränderungen des (semi-)aquatischen Lebensraums flussab des operativen Eingriffs verstanden. Es können dies (i) oberflächliche Verschlammungen von Kiesbänken (semi-aquatischer) bzw. (ii) Kolmation und Überprägung des hydromorphologischen Grundzustands im dauerbenetzten Bereich sein. Diese Veränderungen können kurz- bis mittelfristig durch ein Fehlen bzw. Degradation von Schlüsselhabitaten negative Auswirkungen auf Populationen und die Gewässerzönose insgesamt zur Folge haben.

BOX 2: Ökologische Wirksamkeit Lobenbach

Für den Lobenbach sind diese unterschiedliche Wirksamkeiten in der geplanten Naturversuchs- / Projektsphase wie folgt zu definieren:

Als direkte Beeinflussung / Wirkung wäre die konstante Trübung von $1,1 \text{ gl}^{-1}$ (7-Tage-Variante) bzw. $1,6 \text{ gl}^{-1}$ (5-Tage-Variante) (Wellacher, 2026) am Beginn der Zugabe durch die aktive Sedimentbewirtschaftung anzuführen. Diese Trübung wirkt direkt auf Gewässerorganismen (Makrozoobenthos / Fische). Aufgrund aktueller Studien zur Auswirkung von Trübe auf Fische (Hauer et al., 2026c) und vorangegangenen Projekten (Hauer et al., 2020) zur aktiven Sedimentbewirtschaftung bei Wasserkraftanlagen ist dieser Wert als Dauerbelastung aber als unbedenklich anzusehen.

Als indirekte Beeinflussung / Wirkung wären die möglichen Auflandungen mit Feinsedimenten, die oberflächliche Kolmation morphologischer Hochpunkte (Furtbereiche) wesentliche Aspekte einer hydromorphologischen Veränderung. Diese Möglichkeit der Zustandsverschlechterung gilt es in der Naturversuchs- / Projektsphase gezielt zu überwachen (Details hierzu in Kapitel Monitoring).

6. Wesentliche (Feinsediment-)transportprozesse

Einleitend wird hier ein aktuelles Zitat aus dem Leifadenentwurf „Feinsedimentmanagement bei Wasserkraftanlagen“ präsentiert, welches im Anschluss in Bezug auf die Situation am Lobenbach interpretiert wird.

„Richtwerte in Bezug auf die Gewässertrübe (z.B. 1 g l^{-1}) sind keinesfalls über längere Flussabschnitte anzuwenden. In Abhängigkeit der Größe des Gewässers und einmündender Zubringer kommt es zu einer Retention in Bezug auf die Konzentration bzw. zu einer Reduktion der Schwebstoffkonzentrationen durch Verdünnung.“ (Hauer et al., 2026a).

Schwebstoffkonzentrationen besitzen in Abhängigkeit von Retentionsprozessen (Ablagerungen auf und innerhalb des Gewässerbodens / Schotterkörper) und durch Verdünnungseffekte aus einmündenden Zubringern eine kontinuierliche Abnahme im Längsverlauf. Im CD-Labor für Sedimentforschung und Management konnte dieser Prozess anhand von zwei Fallbeispielen quantitativ erfasst werden (Abbildung 4).

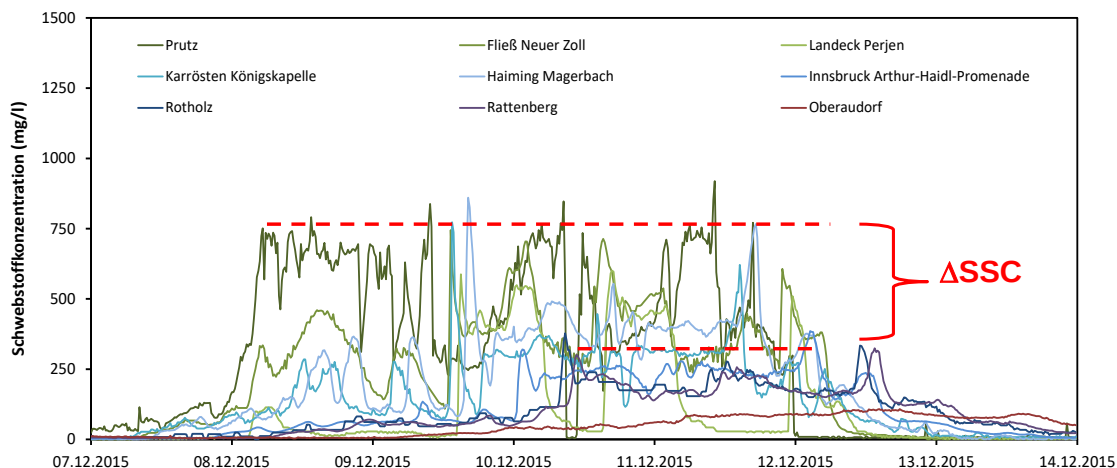


Abbildung 4. Abnahme der Schwebstoffkonzentration im Längsverlauf des Inns; SSC = suspended sediment concentration (Haimann et al., 2023).

BOX 3: Transportprozesse Lobenbach

Im Gegensatz zu großen Gewässersystemen wie dem Inn (Bsp. Abbildung 4) ist hier das Gewässernetz bzw. sind hier die hydrologischen Randbedingungen im Lobenbach unterschiedlich zu bewerten.

Für den Lobenbach sind keine wesentlichen Verdünnungseffekte zu erwarten, Transport und Ablagerungsprozesse werden dominieren!

Dies bedeutet, dass auf Grund der hydraulischen Randbedingungen der (i) Fließgeschwindigkeiten aber auch (ii) Sohlschubspannungen, Sedimentationsprozesse flussab der Einleitung zu erwarten sind (Details dazu im Kapitel 7 – Hydraulisches Transportverhalten).

7. Hydraulische Analysen zum Transportverhalten

Am 28.8.2026 wurden insgesamt 16 Querprofile über eine Länge von 704 m mittels GPS aufgenommen. Die Lage und Höhengengauigkeiten während der Aufnahme hatten dabei einen Fehler von < 2 cm. In der Abbildung ist eine Übersicht des hydraulischen 1-D-Modells Lobenbach, dargestellt (Abbildung 5).

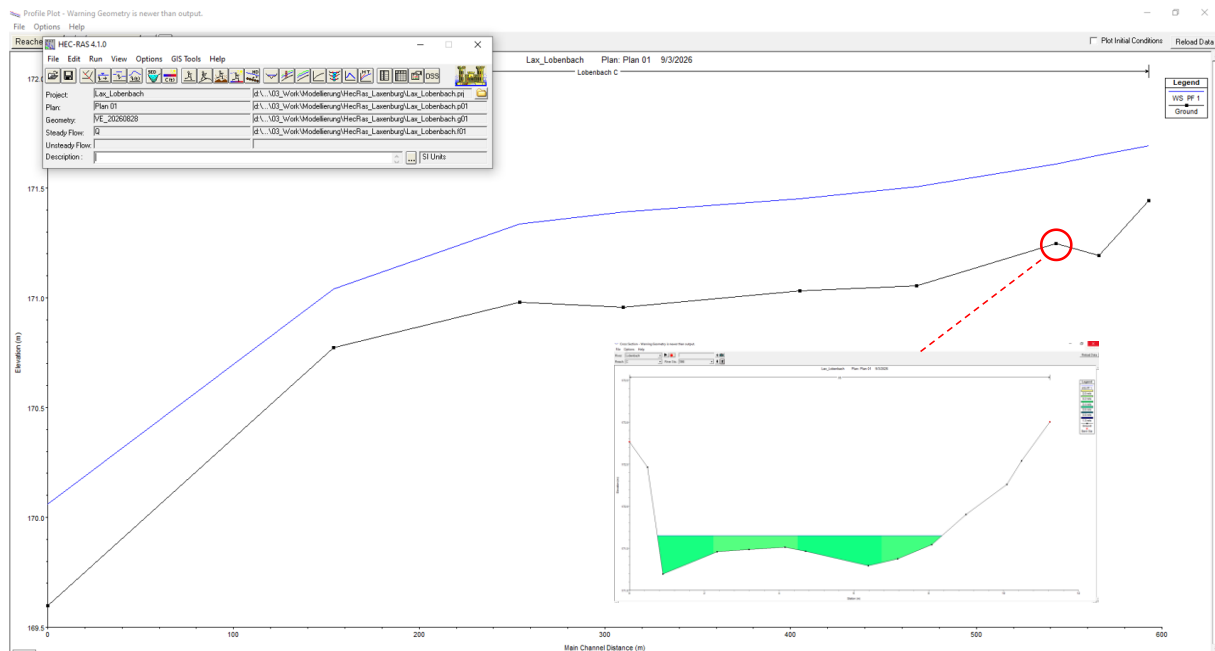


Abbildung 5. Längenschnitt des für den Lobenbach erstellten HEC-RAS Modells, Querprofil an der Stationierung 566 m mit Furt-charakteristik ist hervorgehoben, (Fließrichtung von rechts nach links).

Die für die Abschätzung der Transportverhältnisse notwendigen Informationen über die zu wählenden Durchflüsse wurden der technischen Versuchsbeschreibung Wellacher (2026) entnommen. Auf Seite 17, Tabelle 3, werden von Wellacher (2026) folgende Referenzwerte für den Durchfluss bei einem aus fünf Messungen gemittelten Durchfluss von ca. 470 l s^{-1} im Lobenbach vor Einleitung und 599 l s^{-1} nach Einleitung angeführt.

Für eine erste hydraulische Abschätzung des möglichen Transports- und eines möglichen Absetzverhaltens wurde somit der Wert von $Q = 599 \text{ l s}^{-1}$ in dem vorliegenden Gutachten herangezogen. Der maßgebliche Parameter aus der hydraulischen Modellierung war hierbei die Fließgeschwindigkeit (ms^{-1}).

Zur Abschätzung der Stabilität der Kiessohle in exponierten (Furt-)bereichen (Abbildung 2) wurde das Verfahren der Sensitivitätsanalyse angewendet. Es wurden in den Untersuchungen die Sohlschubspannungen (Nm^{-2}) für konstant variable Durchflussgrößen von $Q = 500 \text{ l s}^{-1}$ bis $Q = 2500 \text{ l s}^{-1}$ mit einem $\Delta Q = Q = 500 \text{ l s}^{-1}$ in den einzelnen Schritten gegenübergestellt.

Neben den Durchflüssen wurden auch die Rauigkeitsparameter variabel in den Modellierungen berücksichtigt. Eine technische Abhandlung zu Rauigkeitsparametern in Fließgewässern mit Makrophytenbestand findet sich in der BOX 4.

BOX 4: Technische Erläuterungen zu Rauigkeiten in Fließgewässern mit Makrophyten:

Für kleine Gewässer mit Makrophytenbewuchs (Wasserpflanzen, Verkrautung) werden nach der klassischen Fachliteratur (z. B. Standardwerte nach Manning-Strickler) Strickler-Rauheitsbeiwerte k_{str} zwischen 10 und 35 angesetzt.

Je stärker und dichter der Bewuchs ist, desto kleiner wird der k_{str} -Wert, da die Vegetation dem fließenden Wasser einen erheblichen Widerstand entgegensetzt.

Typische Richtwerte für k_{str} bei Pflanzenbewuchs

Die genaue Wahl des Beiwerts orientiert sich am Grad der Verkrautung:

- Geringer/Mäßiger Bewuchs k_{str} . approx 25 – 35 ($m^{1/3}s^{-1}$).

Einzelne Pflanzennester an der Sohle oder lockerer Bewuchs am Ufer. Die Geometrie des Gewässers dominiert noch das Fließverhalten.

- Mittlerer Bewuchs k_{str} . 20 – 25 ($m^{1/3}s^{-1}$).

Ausgeprägtere Makrophytenbestände, die sich über größere Teile der Sohle erstrecken. Der Abflussquerschnitt wird merklich verengt.

- Starker bis sehr starker Bewuchs k_{str} . 10 – 15 ($m^{1/3}s^{-1}$).

Das Gewässerbett ist massiv verkrautet (z. B. im Spätsommer). Die Pflanzen füllen fast den gesamten Querschnitt aus und führen zu einem starken Rückstau sowie sehr geringen Fließgeschwindigkeiten.

Wichtige Besonderheiten bei Makrophyten

Bei der hydraulischen Berechnung von Gewässern mit lebender Vegetation müssen zwei entscheidende Faktoren berücksichtigt werden:

1. Saisonale Dynamik: Der Makrophytenbewuchs verändert sich im Jahresverlauf extrem. Im Frühjahr (wenig Bewuchs) sind die k_{str} -Werte hoch, während sie im Spätsommer (maximales Pflanzenwachstum) ihren Tiefpunkt erreichen. Für Hochwasserschutznachweise wird in der Regel der kritische Zustand im Spätsommer (niedriger k_{str}) simuliert.
2. Flexibilität der Pflanzen (Biomassen-Phänomen): Wasserpflanzen sind biegsam. Bei steigender Fließgeschwindigkeit und höherem Wasserstand legen sie sich flach auf die Sohle (sie "stromlinien" sich). Dadurch sinkt der Fließwiderstand, und der k_{str} -Wert steigt mit zunehmendem Abfluss wieder an. Bei sehr detaillierten Modellen greift man daher oft auf geschwindigkeits- oder abflussabhängige Rauheitsansätze (z. B. nach DVWK oder Lindner) zurück, statt einen konstanten Strickler-Wert zu nutzen.

Aufgrund der hydromorphologischen Gegebenheiten und des vor Ort (28.8.2026) dokumentierten Makrophytenwachstums im Lobenbach (Abbildung 3) wurden für die Modellierungen pessimale Annahmen getroffen und ein Strickler-Beiwert von $k_{str} = 15$ angesetzt. Dieser wurde jedoch für ein weiteres Szenario mit geringerem Rauigkeitseinfluss auf $k_{str} = 20$ erhöht.

Für die Modellierungen zum theoretischen Bewegungsbeginn wurde ausschließlich das Modell mit $k_{str} = 20$ verwendet.

In der Abbildung 6 finden sich die Ergebnisse der Berechnungen der Fließgeschwindigkeiten flussabwärts der geplanten Einleitstelle des Naturversuchs/der Sedimentbewirtschaftungsmaßnahme. Die Ergebnisse sind für den gewählten Referenzdurchfluss bzw. die gewählten Rauigkeiten ($n = 2$) dargestellt.

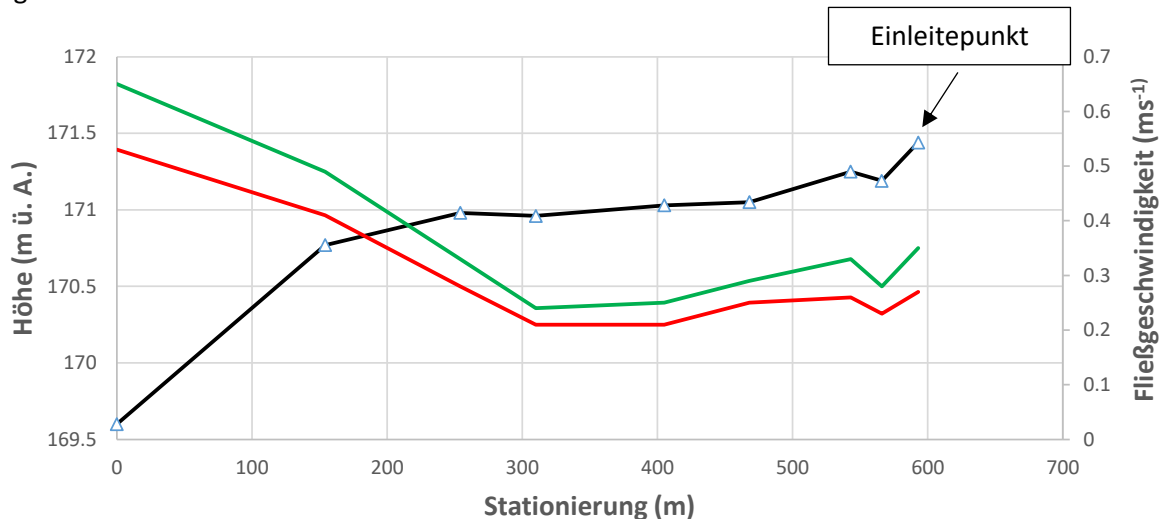


Abbildung 6. Längenschnitt der Fließgeschwindigkeitsverteilung bei einem Durchfluss von $Q = 599 \text{ l s}^{-1}$ für die Rauigkeitsbeiwerte $k_{str.} = 15$ (rote Linie) und $k_{str.} = 20$ (grüne Linie); zu beachten: Fließrichtung von rechts nach links.

Die Berechnungen der Fließgeschwindigkeiten wurden in einem weiteren Schritt den theoretischen Sinkgeschwindigkeiten der repräsentativen Feinsedimentproben aus dem Schlossteich (Wellacher 2026, Seite 21) gegenübergestellt. Zur Berechnung der theoretischen Sinkgeschwindigkeit wurde der folgende Ansatz verwendet (Formel 1).

$$w_{s0} = \frac{(\rho_p - \rho_f)gd^2}{18\mu} \quad (\text{Formel 1})$$

wobei: ρ_p = Dichte der Sedimentpartikel (2600 kg/m^3), ρ_f = Dichte der Flüssigkeit (1000 kg/m^3), g = Erdbeschleunigung (9.81 ms^{-2}), d = Korndurchmesser (m), μ = dynamische Viskosität

BOX 5: Dichte von abgelagerten Feinsedimenten

Anorganische/Mineralische Schwebstoffe (z. B. Ton, Schluff, feiner Quarzsand): Diese machen meist den Hauptteil aus und besitzen eine Dichte von ca. 2600 bis 2650 kgm^{-3} .

Organische Schwebstoffe (z. B. Algen, Pflanzenreste, Detritus): Sie haben eine deutlich geringere Dichte, die oft nur knapp über der von Wasser liegt, typischerweise zwischen 1050 und 1300 kgm^{-3} .

Die Bandbreite der Korngrößen der zu bewirtschaftenden Seeablagerungen / Seesedimente wurde in Wellacher (2026) mit 0.2 mm – 0.004 mm angegeben. Daraus ergeben sich folgende Sinkgeschwindigkeiten bzw. Sinkgeschwindigkeitsklassen von:

- Feinem Schluff (0.002 mm - 0.006 mm): ≈ 0.002 bis 0.02 cm/s
- Mittel / Grober Schluff (0.006 mm - 0.062 mm): ≈ 0.02 bis 0.25 cm/s
- Feiner Sand (0.062 mm - 0.125 mm): ≈ 0.3 bis 1.5 cm/s

Unter Vernachlässigung der Turbulenz (!) kann hier für eine erste Abschätzung der Transportweiten folgender Ansatz herangezogen werden (Formel 2).

$$L = h \cdot \frac{v}{w_s} \quad (\text{Formel 2})$$

wobei: L = Transportweite (m), h : Wassertiefe bzw. Einbringungshöhe des Partikels (m), (v) : mittlere Fließgeschwindigkeit des Gewässers (ms^{-1}), w_s = Sinkgeschwindigkeit (Absetzgeschwindigkeit) des Partikels (ms^{-1})

Aus diesem Ansatz ergeben sich für die drei Feinsedimentklassen folgende Transportweiten im Lobenbach, - unter der Verwendung der hydraulischen Modellierung und folgenden gemittelten Werten für die **ersten 350 m flussab** der Einleitung bei $Q = 599 \text{ ls}^{-1}$ ($k_{\text{str. 15}}$): Fließgeschwindigkeiten: 0.24 ms^{-1} , max. Wassertiefen: **0.49 m**.

- Feinem Schluff (0.002 mm - 0.006 mm): ≈ 5880 m bis 588 m
- Mittel / Grober Schluff (0.006 mm - 0.062 mm): ≈ 588 m bis 47 m
- Feiner Sand (0.062 mm - 0.125 mm): ≈ 39 m bis 8 m

Hinsichtlich des möglichen Bewegungsbeginns der Sohloberfläche und einer möglichen Obergrenze für eine Redynamisierung sind die Ergebnisse der hydraulischen Sensitivitätsanalyse in der Abbildung 7 dargestellt.

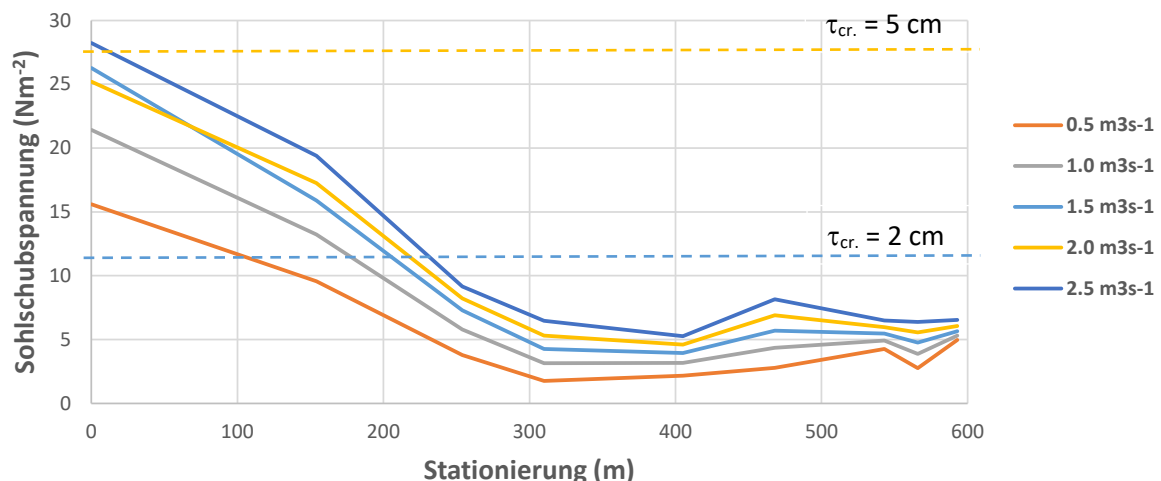


Abbildung 7. Längenschnitt der Sohlschubspannung für variable Durchflüsse von $Q = 500 \text{ ls}^{-1}$ bis $Q = 2500 \text{ ls}^{-1}$. Ergänzend ist der theoretische Bewegungsbeginn für Korngrößen $d_m = 2 \text{ cm}$ (strichlierte blaue Linie) und $d_m = 5 \text{ cm}$ (strichlierte orange Linie) eingetragen. zu beachten: Fließrichtung von rechts nach links.

Die Ergebnisse der Abbildung 7 zeigen deutlich, dass der theoretische Bewegungsbeginn der in den Furtbereichen vorgefundenen Korngrößenklassen ($D = 2 - 5 \text{ cm}$) in der Strecke flussab der Zugabe bei keinem der theoretisch gewählten Durchflussszenarien überschritten wird. Die Korngrößenklassen um 5 cm bleiben auch in der weiter flussab gelegenen Strecke (im Bereich Straßenbrücke / Eisenbahnbrücke) stabil.

BOX 6: Transportverhalten Lobenbach bei Umsetzung der Maßnahme

Die hydraulischen Analysen unter den pessimalen Annahmen; (i) maximale Rauigkeit von $k_{\text{str.}} 15$, (ii) den Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen in der Strecke mit dem geringen Gefälle flussab der Einleitung und (iii) Vernachlässigung der in einem Naturgewässer vorkommenden Turbulenzen zeigten folgendes Ergebnis:

- Durchtransport der Feinschluff- und Mittelschluff-fraktionen ist anzunehmen. Vor allem auch bis in jenen Bereich, wo sich das Gefälle und die Fließgeschwindigkeiten / Sohlschubspannungen erhöhen bzw. die Transportkapazitäten natürlich höher sind.
- Rechnerisch besteht die Tendenz zum Absetzen der Grobschlufffraktionen innerhalb eines Bereichs von ca. 50 m flussab der Einleitung.
- Feinsandfraktionen sollten auf Grund der getroffenen Annahmen bzw. hydraulischen Verhältnisse bereits innerhalb eines Bereichs von 10 m absedimentieren.

Weiters zeigten die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse in Bezug auf eine mögliche Dynamisierung des Abflusses / Freispülen von Feinsedimenten, dass es bis zu einem maximalen Durchfluss von 2500 l s^{-1} theoretisch zu keiner Erosion der bestehenden Gewässersohle kommt. Ein mögliches künstliches Freispülen von z.B. abgelagerten Feinsandanteilen hätte keine Tiefenerosion und Verschlechterung des hydromorphologischen Grundzustands zur Folge.

8. Monitoring Naturversuch

Das Monitoring von Schwebstoffen wird derzeit hauptsächlich durch den hydrographischen Dienst bzw. Anlagenbetreiber selbst durchgeführt. Der Leitfaden „Schwebstoffe im Fließgewässer – Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransportes“ (BMLFUW, 2017) - hier kurz beschrieben - liefert diesbzgl. eine Beschreibung betreffend die Methodik, die Monitoringstrategie, die Schwebstoffmessung selbst, sowie die Auswertung und Interpretation der Daten und ist für die Messstellen der Hydrographie in Österreich dahingehend verbindlich. In Ergänzung zu diesem Leitfaden werden in diesem Teil des Gutachtens jedoch auch neue Aspekte des Schwebstoffmonitorings, welche Relevanz für den Lobenbach besitzen, präsentiert.

Monitoringstrategie Leitfaden

Für die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration steht eine Vielzahl an Methoden und Technologien zur Verfügung (Wren et al. 2000; Gray und Gartner 2009). Alle Methoden haben ihre Berechtigung, sind jedoch einzeln nicht ausreichend, um die Komplexität des Schwebstofftransportes im Fließgewässer vollständig zu erfassen. Deshalb wird in österreichischen Fließgewässern eine Kombination aus direkten und indirekten Messmethoden angewandt (BMLFUW 2017; Haimann et al. 2014). Die entwickelte Monitoringstrategie zielt darauf ab, die zeitliche und räumliche Variabilität des Schwebstofftransportes in einem Gewässerabschnitt zu erfassen.

Untersuchungen von Lewis (1996) belegen, dass die Schwebstoffkonzentration viel besser mit der Trübung im Gewässer korreliert als mit dem Wasserstand oder Durchfluss. Daher sind alle Schwebstoffmessstellen des österreichischen Basismessnetzes mit einer Trübungssonde – meist im Uferbereich oder an Brückenpfeilern situiert – ausgestattet. Die Aufzeichnung dieser Sonden, die die Streuung und die Reflexion des optischen Signales an den Schwebstoffteilchen kontinuierlich erfassen, wird von der Form und Größe der im Gewässer vorhandenen Partikeln beeinflusst (Gippel 1995; Schoellhamer und Wright 2003). Daher muss die Sondaufzeichnung anhand von Schwebstoffproben, die in der Nähe der Sonden gewonnen werden (Kalibrierproben), kalibriert werden. Das Entnahmeintervall ist dabei von der Schwebstoffkonzentration abhängig und liegt bei mittlerer Schwebstoffführung bei ein- bis zweimal wöchentlich und kann bei niedriger Schwebstoffführung seltener erfolgen. Im Hochwasserfall kann sich das Entnahmeintervall auf bis zu mehrmals täglich erhöhen (siehe Tabelle 1, BMLFUW 2017).

Die gravimetrische Auswertung sämtlicher Schwebstoffproben zur Bestimmung der Schwebstoffkonzentration sind nach der Anleitung im Leitfaden „Schwebstoffe im Fließgewässer – Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransportes“ (BMLFUW, 2017) durchzuführen. Im Folgenden ist diese Anleitung kurz zusammengefasst.

Für die Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe wird die Filtration angewendet, wobei sowohl die Druck- als auch die Vakuumfiltration verwendet werden können. Im Sedimentlabor im BOKU Wasserbaulabor wird bspw. die Bestimmung mittels Vakuumfiltration durchgeführt, wobei die gesamte Probenflüssigkeit durch einen entsprechenden Filter gesaugt wird. Die Schwebstoffteilchen bleiben ab einer bestimmten Korngröße auf der Filteroberfläche liegen. Um vergleichbare Messergebnisse zu erhalten, muss der Porendurchmesser der Filter 0,45 µm betragen. Aus Gründen der hygroskopischen und strukturellen Stabilität und des konstanten Porendurchmessers haben sich als Filtermaterial Cellulosemischester (Cellulose-acetat bzw. -nitrat) bewährt. Nach dem Trocknungsvorgang (bei 105°C) wird die Masse der abfiltrierten Schwebstoffteilchen gravimetrisch bestimmt. Die Massebestimmung

der Schwebstoffe erfolgt durch Differenzwägung der getrockneten Filter mit und ohne Probe. Nachdem die Probenmassen klein sind, müssen Präzisionswaagen für die Messung eingesetzt werden (Genauigkeit mindestens $\pm 0,1$ mg).

Die Schwebstoffkonzentration wird aus der Schwebstoffmasse und dem gesamten zugehörigen Probenvolumen berechnet. Dazu ist es notwendig, dass das Probenvolumen vor der Filtration genau bestimmt wird (gravimetrisch oder mittels Messzylinder). Die Volumenbestimmung kann auch in einem geeigneten Filtrationsbehälter erfolgen. Die Messgenauigkeit der Volumenbestimmung soll ± 5 ml bei einem Liter Probenvolumen (d.h. $\pm 0,5$ %) betragen.

Auswertung der Daten

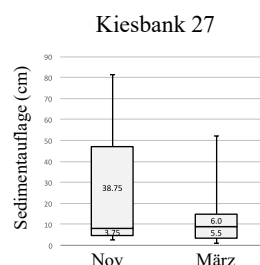
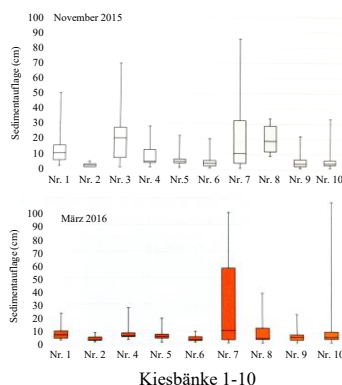
Im ersten Schritt der Auswertung der Schwebstoffdaten werden sowohl die Ganglinie der Sondenaufzeichnung als auch die Kalibrierproben auf Plausibilität überprüft.

Zur Umrechnung der Trübungsaufzeichnung in sondennahe Schwebstoffkonzentration können zwei Methoden, auch in Kombination, angewendet werden. Bei der ersten Methode wird zu jedem Zeitpunkt, an dem Kalibrierproben und Sondenaufzeichnungen vorhanden sind, ein Sondenbeiwert (k_s) berechnet und dazwischen linear interpoliert. Bei der zweiten Methode erfolgt die Umrechnung zwischen Sonden-aufzeichnung und Kalibrierproben über eine lineare Regression, wie sie etwa auch bei den Untersuchungen von Gippel (1995), Lewis (1996) sowie Wass und Leeks (1999) vorgeschlagen wurde. Mit beiden Methoden wird eine Datenreihe der sondennahen Schwebstoffkonzentration ermittelt.

Auf Grund der geringen Breite des Lobenbachs (< 10 m) wird auf eine Analyse und Darstellung der Variabilität der Schwebstoffkonzentration über den Gewässerquerschnitt verzichtet.

Weiters wurden im CD-Labor „Sedimentforschung und –management“ ein einfaches Verfahren zur Quantifizierung von Feinsedimentablagerungen auf Kiesbänken getestet. Dies ermöglicht neben der direkten Einwirkung von Schwebstoffen auf Gewässerorganismen, auch eine Bewertung der mittelfristigen Veränderungen (indirekte Wirkung, S. 8) in Bezug auf morphologische Strukturen (z.B. Schotterbänke) in einem Vergleich vor und nach Umsetzung der Maßnahme (z.B. Seeentleerung) (Abbildung 8).

Sedimentauflage



Keine signifikanten Änderungen wurden entdeckt: nur 4 statistisch signifikante Unterschiede, 2x Zunahme & 2x Abnahme im März

Abbildung 8. Vergleich von Feinsedimentauflagen an Kiesbänken des Inns vor und nach Umsetzung der Seeentleerung Gepatsch (Hauer et al., 2018).

BOX 7: Monitoring Lobenbach

Der Vorschlag für das Monitoring des Naturversuchs / Maßnahme orientiert sich (i) an den derzeitigen hydromorphologischen und hydraulischen Randbedingungen, (ii) den unterschiedlichen Wirkungsweisen auf die Ökologie und den (iii) durchgeführten hydraulischen Analysen. Die Vorschläge zur Durchführung des Monitorings sind in die Dokumentation der direkten und indirekten Auswirkungen unterteilt:

1) Direkte Beeinflussung / Wirkung:

Zur Dokumentation der Einhaltung der im Projekt maßgeblichen Richtwerte für die Gewässertrübung in Konzentration und Dauer werden die Installation und der permanente Betrieb von zwei Trübungssensoren (z.B. von HachLange) vorgeschlagen. Sonde 1 sollte ca. 15 m flussab der Zuleitung der Feinsedimente in den Lobenbach installiert werden. Sonde 2 an der querenden Straßenbrücke flussab. Die ca. 430 m Abstand zwischen Sonde 1 und Sonde 2 sollten es ermöglichen, sowohl auf den Durchtransport als auch auf das Absetzverhalten in dieser ersten – auf Grund des geringen Gefälles – sensiblen Strecke schließen zu können. Weiters sollte die Differenz der Trübung bzw. der hochgerechneten Schwebstoffkonzentration, die Absetzmenge rechnerisch bestimmt werden. Diese ist wiederum Grundlage für die Bewertung der indirekten Auswirkungen und der Notwendigkeit einer Dynamisierung des Abflusses. Es sind für die Installation, den Betrieb und die Auswertung der Schwebstoffmesssonden die Standards aus dem Österreichischen Leitfaden einzuhalten. Weiters wäre im Naturversuch vorgesehen, (i) die kontinuierlichen Trübungsmessungen auf einem Server zu hinterlegen bzw. (ii) wöchentliche Aktenvermerke über den Verlauf der Maßnahme zu übermitteln (siehe Beispiel im Anhang).

2) Indirekte Beeinflussung / Wirkung:

In Anlehnung an das in der Abbildung 8 beschriebene Beispiel zur Quantifizierung der indirekten (Aus-)Wirkung sollen im Lobenbach an vorab bestimmten Kontrollquerschnitten (Vorschlag: fünf Querschnitte), die möglichen Höhen der Feinsedimentablagerungen wöchentlich (bis Monat 3) und alle zwei Wochen (ab Monat 3) bestimmt und diese im Aktenvermerk beschrieben werden. Es ist dafür ein einfaches System fix installierter Pegellatten vorgesehen, in denen die Zu- oder Abnahme der Feinsedimentauflagenhöhe in Bezug zu einem fixen Punkt der Kiessohle erfasst wird. Diese Informationen und vorab festgelegten Richtwerte in Bezug auf zu tolerierende oder nicht zu tolerierende Anlandungshöhen bestimmen die Aktivierung der Dynamisierung des Abflusses (Details S. 18).

9. Verbesserungsvorschlag

Prinzipiell gilt es, die Wirkungsweise von Schwebstoffen in einer abgestuften naturräumlichen Beschreibung zu erläutern. Einerseits erfolgt dies aufgrund der Darstellung der natürlich auftretenden Schwebstoffkonzentrationen und ihrer theoretischen Wirkung entlang der Fließgewässerstrecken (Strecken-Ebene). Andererseits sind eine Darstellung und Interpretation in Bezug auf die natürlichen funktionalen Habitate notwendig (Habitat-Ebene). Dabei sind stets die übergeordneten Randbedingungen des Einzugsgebiets zu beachten.

Aufgrund des schlechten hydromorphologischen Zustands des Lobenbachs ist eine hydromorphologische Sanierung, unabhängig vom Naturversuch, von zentraler Bedeutung. Als eines der wesentlichen Defizite des Lobenbachs (Begehung am 28.8.2026) wurde die fehlende Umlagerungsdynamik festgehalten. Aus diesem Grund muss es auch das übergeordnete Ziel für diesen hydrologisch stark überprägten Fließgewässerabschnitt der alten Schwechat sein (Dotation aus der Triesting / Laxenburger Schlossteich), eine (Re-)Dynamisierung zu erzielen. Diese kann / könnte über die Möglichkeiten zur Steuerung der Ablässe des Schlossteiches erfolgen. Ein Konzept für diese Redynamisierung ist in Abbildung 9 dargestellt.

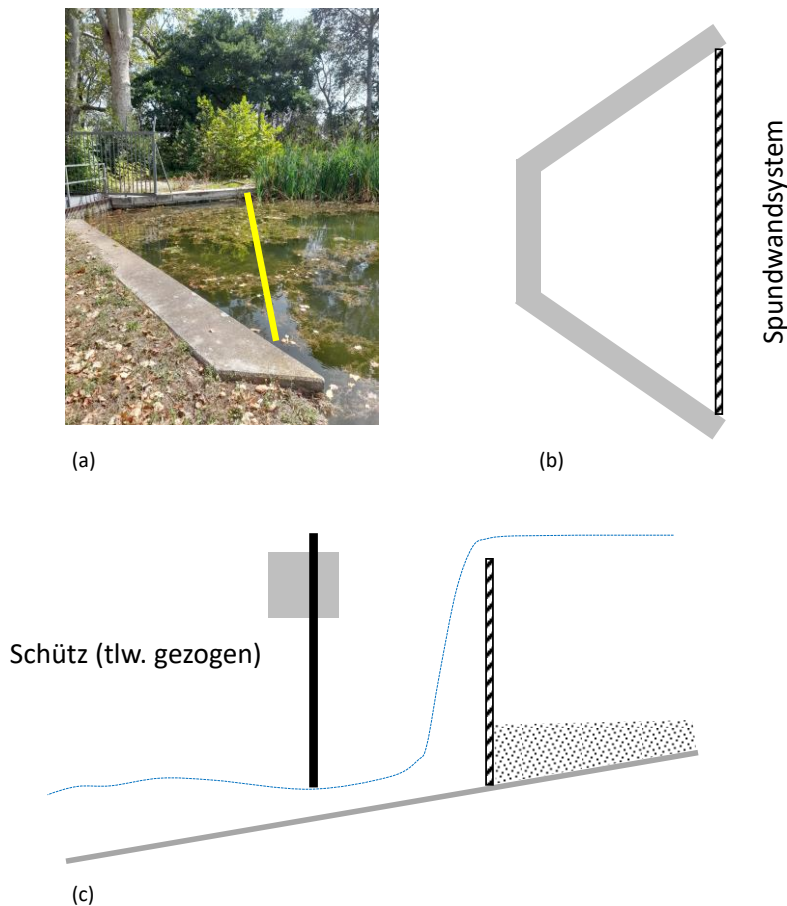


Abbildung 9. Konzept zur Dynamisierung des Lobenbachs für (i) den Naturversuch aber auch (ii) für eine längerfristige Sanierung des Gewässers.; (a) Foto des rechtsufrigen Auslasses am Laxenburger Schlossteich; - gelb eingezeichnet die mögliche Lage der Spundwand (Foto: Hauer), (b) Draufsicht der möglichen Situierung der Spundwand, (c) Konzept des Betriebs der Re-dynamisierung, Schütz tlw. gezogen, Spundwand reguliert den Überlauf und verhindert den Austrag von Feinsedimenten.

Als Teil des Naturversuchs, aber vor allem auch als Teil einer längerfristigen hydromorphologischen Sanierung, könnte die Maßnahme wie folgt umgesetzt werden.

1) Gemäß den wöchentlichen Aktenvermerken der Universität für Bodenkultur im Zuge des Naturversuchs zu den aufgezeichneten Trübmessungen (Sonde 1 und Sonde 2) (direkte Wirkung) bzw. den Werten an den Referenzprofilen in Bezug auf mögliche Auflandungen (indirekte Wirkung) wird entschieden, ob in den zwei Tagen der vorzuschlagenden Pause (Samstag und Sonntag) der Sedimentbewirtschaftung eine Reinigung des Gewässerbetts durch eine Erhöhung des Abflusses aus dem Auslaufbauwerk 2 (rechtes) am Laxenburger Schlossteich erfolgen muss.

Mittels hydrodynamisch-numerischer Modellierung wurde für diese Werte ein Bereich von 1500 l s^{-1} – 2500 l s^{-1} ermittelt. Aufgrund der (i) Lauflänge und (ii) Laufzeit der Welle bis zu den Kaiserablässen muss die exakte Bandbreite und Form der möglichen Dynamisierungen jedoch in einem Detailprojekt ermittelt werden, da hier aufwändigere hydrotechnische Untersuchungen notwendig sind (Abbildung 10).

Durchfluss (m^3/s)

relativer Wasserstand (m)

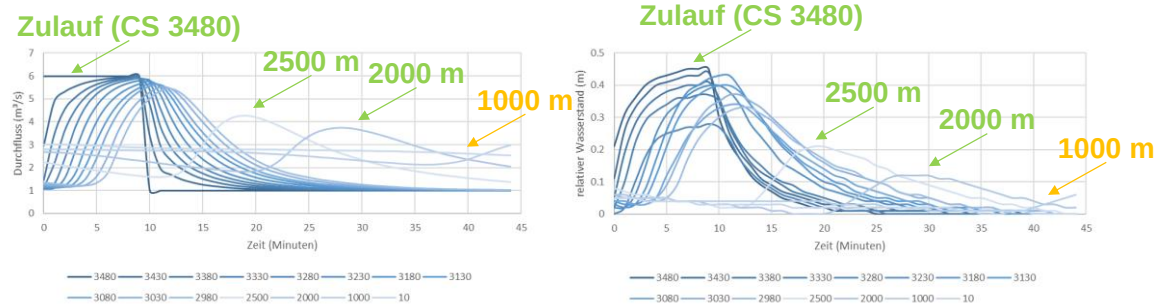


Abbildung 10. Ergebnisse einer Vorstudie an der Gr. Mühl zur ökologisch verträglichen Redynamisierung abgelagerter Feinsedimente (Hauer et al., 2026b).

2) Mechanische Reinigung in vorausgewählten Bereichen.

Als begleitende Maßnahme wird die mechanische (manuelle) Auflockerung / Reinigung ausgewählter Schotterkörper vorgeschlagen. Diese sind meist als Furtbereiche ausgebildet (siehe Abbildung 2 und Abbildung 5, - Längenschnitt und Querschnitt aus dem 1-D Abflussmodell). Eine dafür notwendige Furtkartierung im Lobenbach soll vor dem Naturversuch erfolgen. Ein Teil dieser ökologisch wichtigen Bereiche kann / soll auch für das Monitoring des Naturversuchs (indirekte Wirkung an Kontrollquerschnitten) herangezogen werden. Diese Form der sedimentologischen Aufwertung von gestörten System wurde in ihrer Wirksamkeit bereits umfangreich untersucht (Hauer et al., 2018; Schälchli, 1992; Soares, 2015).

10. Übergeordnete Begleitmaßnahme

Künstliche Kieszugabe

Als eine weitere Form einer begleitenden Maßnahme zur langfristigen Verbesserung kann auch die künstliche Kieszugabe in Erwägung gezogen werden. Diese Maßnahme ist ebenfalls geeignet und wird in Fließgewässern immer häufiger umgesetzt, in denen das longitudinale Kontinuum für das Geschiebe vollständig unterbrochen ist (Hauer et al., 2018; Pulg et al., 2022). Diese Voraussetzung wäre für den Lobenbach erfüllt. Falls diese begleitende Maßnahme in Erwägung gezogen wird, sollte man bei der Zugabe im Lobenbach folgendes beachten: 1) Zugabe an natürlichen Hochpunkten (z.B. Furtbereiche), da der Abtransport und die Verteilung im System flussab bei Hochwasserabflüssen hydraulisch begünstigt werden; -Detailabstimmung mit Naturschutz notwendig, 2) Nur jene Korngrößenklassen (ev. auch Rundungsgrade) bei der Kieszugabe verwenden, die im Lobenbach auch natürlicherweise vorkommen.

BOX 8: Übergeordnete Begleitmaßnahmen / Sanierung

Die in diesem Gutachten präsentierten Vorschläge zur längerfristigen und somit dem Naturversuch übergeordneten Sanierung beziehen sich sowohl (i) auf den Laxenburger Schlossteich als auch (ii) dem Lobenbach selbst.

Übergeordnete / Längerfristige Sanierung Laxenburger Schlossteich:

Für eine nachhaltige Verbesserung und das Hintanhalten der Sedimentation mit Feinsedimenten im Laxenburger Schlossteich werden zwei generelle Verbesserungsansätze vorgeschlagen:

1) Trübeabhängige Steuerung des Zulaufs in den Laxenburger Schlossteich*:

Eine permanent installierte Schwebstoffmesssonde im Überlaufbereich der Triesting soll einen kontrollierten Zulauf ermöglichen, wenn die Trübe- / Feinsedimentationskonzentration gering ist. Dies ist vor allem bei abklingenden Hochwasserführungen in der Triesting zu erwarten.

2) Zwischenschaltung eines Absetzteichs*:

Um die durch (1) reduzierten Feinsedimentfrachten nicht in den Laxenburger Schlossteich zu verlagern wird die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens / Schönungsteich vorgeschlagen. Dieser kann einfach und gezielt in Zukunft bewirtschaftet werden, indem die Situierung im Nebenschluss erfolgt und nur bei Füllen des Schlossteichs, eine Funktion des Durchlaufs im Hauptschluss erfüllt. **beide Maßnahmen wurden bereits im Bereich des Schlossparks Harrach (Bruck an der Leitha) geplant bzw. umgesetzt.*

Übergeordnete / Längerfristige Sanierung Lobenbach:

Die längerfristige und übergeordnete Sanierung des Lobenbachs soll vor allem in der bereits oben im Detail beschriebenen Dynamisierung des Abflusses und somit verbesserten (Ab-)transportverhalten von Feinsediment erfolgen. Die Dynamisierung soll hier (i) eine ausreichende Dauer besitzen (Berücksichtigung von Retentionsprozessen der fließenden Welle) und (ii) in ihrem Maximalabfluss nicht zu weitreichender Erosion und Abtransport des Schotterkörpers führen. Dieser Schotterkörper kann sich durch das Unterbrechen des Sedimentkontinuums und den massiven anthropogenen Veränderungen nicht eigendynamisch erneuern.

Aus diesem Grund werden auch zwei begleitende Maßnahmen für die längerfristige Sanierung vorgeschlagen; (i) mechanische Reinigung von ausgewählten Schlüsselhabitaten (vorzugsweise Furtbereiche), da diese ihre ökologische Funktionsfähigkeit nur dann voll entfalten können, wenn sie nicht nur überströmt, sondern auch in Teilen durchströmt werden und (ii) tlw. Kieszugaben in ausgewählten Schlüsselbereichen (entsprechend den derzeit vorhandenen Korngrößen und Rundungsgrade), falls durch die Dynamisierung Eintiefungen festgestellt werden.

11. Zusammenfassung

BOX 9:

Neben den fehlenden Möglichkeiten zur lateralen Entwicklung ist es vor allem die fehlende Abflussdynamik, die den schlechten hydromorphologischen Zustand bedingt. Aus dieser Situation heraus kommt es in weiten Teilen bereits im Ist-Zustand zu einer äußeren und inneren Kolmation des (Fein-/Mittelkies) Lückenraums, mit teils mächtigen Feinsedimentauflagen (- 30 cm).

Für den Lobenbach sind diese unterschiedlichen Wirksamkeiten in der geplanten Naturversuchs- / Projektsphase wie folgt zu definieren: Als direkte Beeinflussung / Wirkung wäre die konstante Trübung von $1,1 \text{ gl}^{-1}$ (7-Tage-Variante) bzw. $1,6 \text{ gl}^{-1}$ (5-Tage-Variante) (Wellacher, 2026) am Beginn der Zugabe durch die aktive Sedimentbewirtschaftung anzuführen. Diese Trübung wirkt direkt auf Gewässerorganismen (Makrozoobenthos / Fische). Auf Grund aktueller Studien und bereits dokumentierter Fallstudien zur Auswirkung von Trübe auf Fische ist dieser Wert als Dauerbelastung aber als unbedenklich anzusehen. Trotzdem wird eine Pause von zwei Tagen (Samstag und Sonntag) vorgeschlagen, die auch vom Antragsteller angenommen wurde.

Als indirekte Beeinflussung/Wirkung wäre die mögliche Auflandung mit Feinsedimenten, die oberflächliche Kolmation morphologischer Hochpunkte (Furtbereiche) die wesentlichen Aspekte einer hydromorphologischen Veränderung.

Generell sind für den Lobenbach keine wesentlichen Verdünnungseffekte zu erwarten, Transport und Ablagerungsprozesse werden dominieren.

Die hydraulischen Analysen unter den pessimalen Annahmen; (i) maximale Rauigkeit von $k_{\text{str. 15}}$, (ii) den Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen in der Strecke mit dem geringen Gefälle flussab der Einleitung und (iii) Vernachlässigung der in einem Naturgewässer vorkommenden Turbulenzen zeigten folgendes Ergebnis:

- Durchtransport der Feinschluff- und Mittelschluff-fraktionen ist anzunehmen. Vor allem auch bis in jenen Bereich, wo sich das Gefälle und die Fließgeschwindigkeiten / Sohlschubspannungen erhöhen.
- Rechnerisch besteht die Tendenz zum Absetzen der Grobschlufffraktionen innerhalb eines Bereichs von ca. 50 m flussab der Einleitung.
- Feinsandfraktionen sollten aufgrund der getroffenen Annahmen bzw. hydraulischen Verhältnisse bereits innerhalb eines Bereichs von 10 m absedimentieren.

In das Projekt aufgenommene Empfehlungen aus dem Gutachten sind: Monitoring, Dynamisierung und mechanische Reinigung

Übergeordnete / Längerfristige Sanierung Lobenbach:

Die längerfristige und übergeordnete Sanierung des Lobenbachs soll (i) über mögliche Kieszugaben, aber vor allem (ii) in der bereits oben im Detail beschriebenen Dynamisierung des Abflusses erfolgen. Die Dynamisierung soll hier (i) eine ausreichende Dauer besitzen (Berücksichtigung von Retentionsprozessen) und (ii) in ihrem Maximalabfluss nicht zu weitreichender Erosion und Abtransport des Schotterkörpers führen. Voruntersuchungen zeigten, dass Abflusswerte bis zu 2500 ls^{-1} möglich wären.

- BMLFUW (2017). Schwebstoffe im Fließgewässer – Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransports. 2nd Edition. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Division Water Balance, Vienna.
- Gippel, C. J. (1995). Potential of turbidity monitoring for measuring the transport of suspended solids in streams. *Hydrological processes*, 9(1), 83-97.
- Gray, J. R., & Gartner, J. W. (2009). Technological advances in suspended-sediment surrogate monitoring. *Water resources research*, 45(4).
- Haimann M., Liedermann M., Lalk P., Habersack H. (2014). An integrated suspended sediment transport monitoring and analysis concept. *International Journal of Sediment Research* 29, 135-148. doi.org/10.1016/S1001-6279(14)60030-5.
- Hauer, C. Gökler, G., Frik, G., Habersack, H., Schmalfuss, R. (2026a) Arbeitsbehelf „Feinsedimentmanagement bei Wasserkraftanlagen“. Im Druck. 44 pp.
- Hauer, C., Humenberger, S., Flödl, P. (2026b). Vorstudie zur Re-dynamisierung der Gr. Mühl in ausgeprägten Trockenphasen. Interreg „Living Treasures“ – unpublizierte Daten.
- Hauer C., Bittmann, L., Schmalfuss, L., Gendron, A., Habersack, H., Holzapfel, P. (2026c) Experimentelle Untersuchungen zu Richtwerten von Trübe und Schwebstoffen für die einheimischen Fische Bachforelle, Äsche und Koppe, in prep.
- Hauer, C., Leitner, P., Unfer, G., Pulg, U., Habersack, H., & Graf, W. (2018). The role of sediment and sediment dynamics in the aquatic environment. In *Riverine ecosystem management: Science for governing towards a sustainable future* (pp. 151-169). Cham: Springer International Publishing.
- Hauer, C., Holzapfel, P., Tonolla, D., & Habersack, H. (2017b). Diskussion hydrologischer, morphologischer und sedimentologischer Kriterien für die Implementierung möglicher Schwall-Senkmaßnahmen. *Biologische Durchgängigkeit von Fließgewässern: Ausgewählte Beiträge aus der Fachzeitschrift WasserWirtschaft*, 287.
- Hauer, C., Haimann, M., Holzapfel, P., Habersack, H. (2018). Monitoring Seeentleerung Gepatsch – Endbericht. 196 pp.
- Lewis, J. (1996). Turbidity-controlled suspended sediment sampling for runoff-event load estimation. *Water resources research*, 32(7), 2299-2310.
- Pulg, U., Lennox, R. J., Stranzl, S., Espedal, E. O., Gabrielsen, S. E., Wiers, T., ... & Barlaup, B. T. (2022). Long-term effects and cost-benefit analysis of eight spawning gravel augmentations for Atlantic salmon and Brown trout in Norway. *Hydrobiologia*, 849(2), 485-507.
- Schoellhamer, D. H., & Wright, S. A. (2003). Continuous measurement of suspended-sediment discharge in rivers by use of optical. *Erosion and sediment transport measurement in rivers: technological and methodological advances*, 28.
- Schälchli, U. (1992). The clogging of coarse gravel river beds by fine sediment. *Hydrobiologia*, 235(1), 189-197.
- Soares, M. (2015). The influence of high infiltration rates, suspended sediment concentration and sediment grain size on river and lake bed clogging. Technische Universität Berlin (Germany).
- Wass, P. D., & Leeks, G. J. (1999). Suspended sediment fluxes in the Humber catchment, UK. *Hydrological Processes*, 13(7), 935-953.
- Wellacher (2026). Umwelttechnische Verfahrensbeschreibung, Wasserwirtschaftlicher Versuch zur kontinuierlichen Entsedimentierung des Schlossteiches Laxenburg, Studie im Auftrag Ingenieurbüro DI Thomas Perz, 21 pp.
- Wren, D. G., Barkdoll, B. D., Kuhnle, R. A., & Derrow, R. W. (2000). Field techniques for suspended-sediment measurement. *Journal of Hydraulic Engineering*, 126(2), 97-104.

13. ANHANG – Beispiel Aktenvermerk Seeentleerung Gepatsch

Datum: 09.03.2016

Auftraggeber:

TIWAG-
Tiroler Wasserkraft AG



Bearbeitung:

Universität für Bodenkultur



Aktenvermerk 14

Seeentleerung Gepatsch

Schwebstoffkonzentration

Zeitraum: 02.03.2016 (00:00) – 08.03.2016 (24:00)

Verfasser: PD Dr. Christoph Hauer

DI Marlene Haimann

Telefon: 01 3189900 112

01 3189900 109

Mobil:

E-Mail: christoph.hauer@boku.ac.at

marlene.haimann@boku.ac.at

Sehr geehrter Herr Dr. xxxxx,

Bezüglich des Monitorings der Schwebstoffkonzentrationen bzw. der Überprüfung von Richtwerten halten wir für den Zeitraum 02.03.2016 (00:00) – 08.03.2016 (24:00) wie folgt fest:

Die durchflussabhängig berechneten Schwebstoffkonzentrationen am Innpegel Prutz_Entbruck zeigten im Zeitraum **keine Überschreitung** des behördlich festgelegten Richtwertes von 1 gl-1.

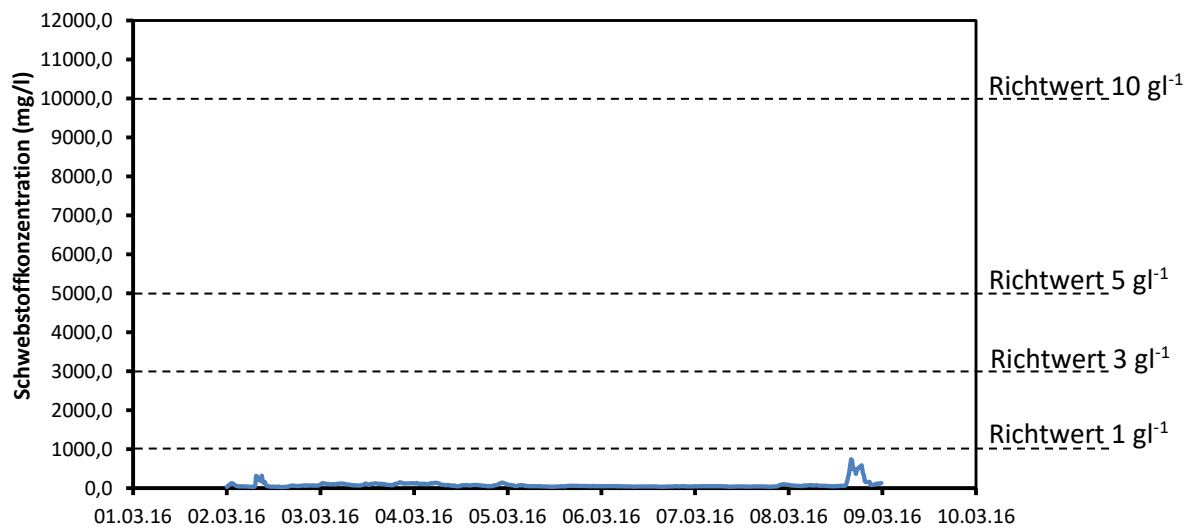


Abbildung 1. Berechnete Schwebstoffkonzentration (mg l^{-1}) am Innpegel_Prutz_Entbruck für den Untersuchungszeitraum 02.03.2016 – 08.03.2016.

In der Abbildung 2 sind die Aufzeichnungen der vorkalibrierten Schwebstoffsonde Ried_Straßenmeisterei für den Zeitraum **02.03.2016 – 08.03.2016** dargestellt.

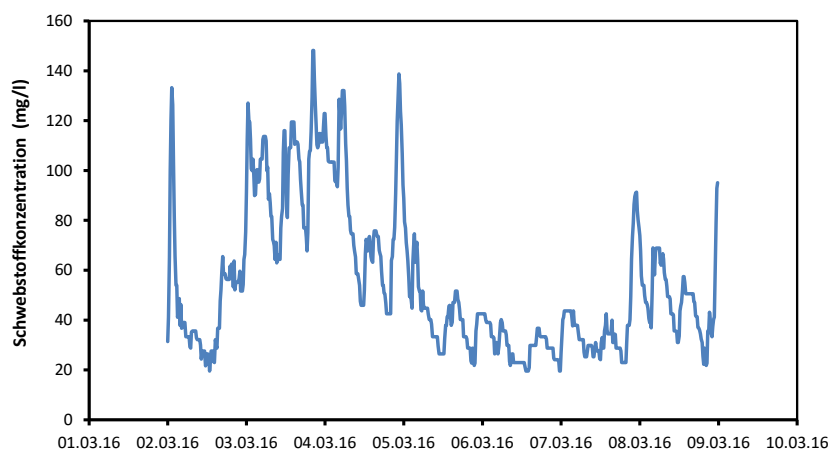


Abbildung 2. Schwebstoffkonzentration (mg l^{-1}) am Innpegel_Ried_Straßenmeisterei für den Untersuchungszeitraum 02.03.2016 – 08.03.2016.

In der Abbildung 3 sind die Aufzeichnungen der Schwebstoffsonden (Sonde rechts und Sonde links) im Unterwasserkanal des Kraftwerks Kaunertal (Kaunertalkraftwerk_UW_Kanal) im Zeitraum **02.03.2016 – 08.03.2016** dargestellt. Aufgrund des Kraftwerkstillstandes über den gesamten Beobachtungszeitraum sind die aufgezeichneten Schwebstoffkonzentrationen in Bezug auf die sehr

geringe Wassermenge (wenige 100 ls^{-1}) deutlich zu relativieren (Durchmischungsverhältnis mit Vorfluter Inn).

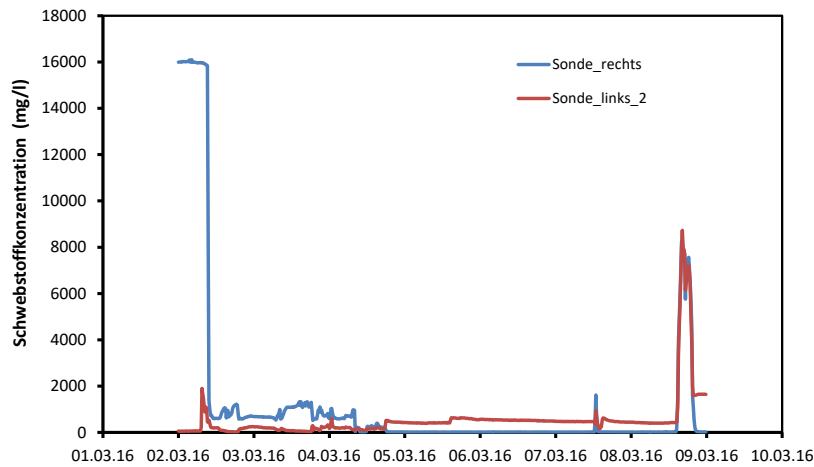


Abbildung 3. Schwebstoffkonzentration (mg l^{-1}) an den beiden Sonden

im Unterwasserkanal des KW Kaunertal für den Untersuchungszeitraum 02.03.2016 – 08.03.2016.

In der Abbildung 4 sind alle Sondaufzeichnungen flussab der Messstelle Prutz_Entbruck zusammengefasst dargestellt. Bis auf drei Messstellen sind die Schwebstoffkonzentrationen basierend auf Schlüsselkurven (auf Basis der Auswertungen durch BOKU; Aktenvermerk vom 25.11.2015) berechnet worden.

Die Schlüsselkurven an den Messstellen Fließ Neuer Zoll, Perjen und Rotholz sind in Bearbeitung.

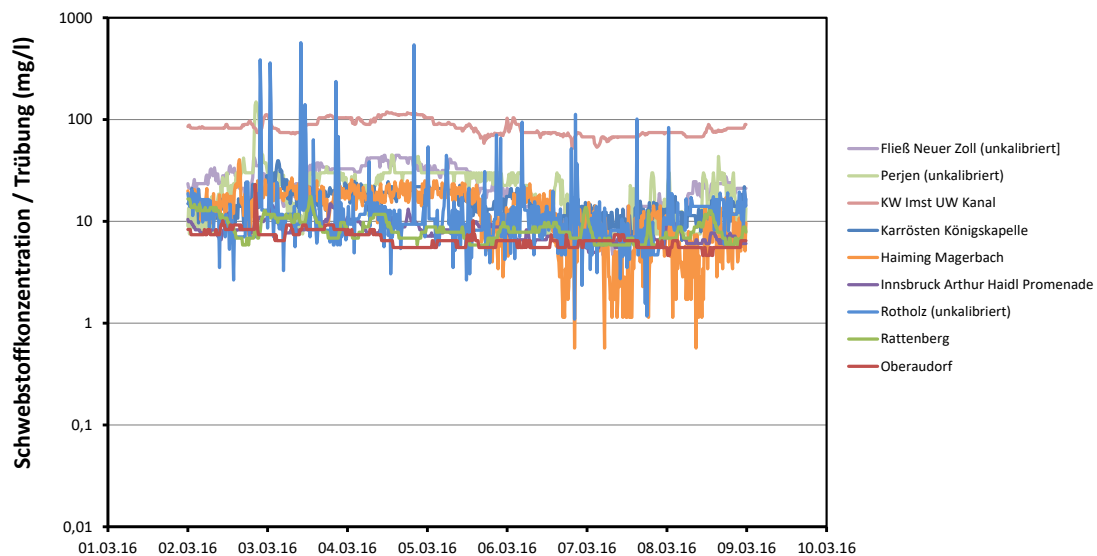


Abbildung 4. Schwebstoffaufzeichnungen (mg l^{-1}) und für die Messstationen Fließ Neuer Zoll, Perjen, Rotholz

unkalibrierte Trübungswerte im Projektgebiet, flussab Innpegel Prutz_Entbruck, für den

Untersuchungszeitraum 02.03.2016 – 08.03.2016;

Details sind dem beigefügten .xls-file (20160302-20160308_SEG_AV) zu entnehmen (15 Minuten Mittelwerte für alle Messstationen).

Angemerkt wird, dass in letzter Zeit erhöhte Schwebstofffrachten im Inn auftraten die auf natürliche Ereignisse wie Niederschlagsereignisse (z.B. Sanna, Ende Jänner) oder die einsetzende Schneeschmelze zurückzuführen sind. Zudem ist anzumerken, dass seit 15. Februar 2015 im Inn in der Gemeinde Prutz von Flusskilometer 385,115 – 385,430 eine Geschieberäumung stattfindet (Bescheid BH Landeck 4u-12102/22-2015 vom 28.12.2015), wodurch sich zeitweise Eintrübung ergeben.

gezeichnet:



(Dr. Christoph Hauer)