Hochwasserabfluss HQ100:

Bei Hochwasserabfluss ($HQ_{100} = 3.000 \text{ m}^3/\text{s}$) treten im Nebengerinne Wassertiefen von 6 bis 8 m und Fließgeschwindigkeiten von 1 bis 2 m/s auf. Dabei werden Schubspannungen von 100-200 N/m² im Einlaufbereich und ca. 30 N/m² im restlichen Gerinne erreicht.



Abbildung 12: Linksufriges Nebengerinne E 11_1 bei Rampe 1: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei 19,5 m³/s Abgabe beim Wehr Thurnsdorf

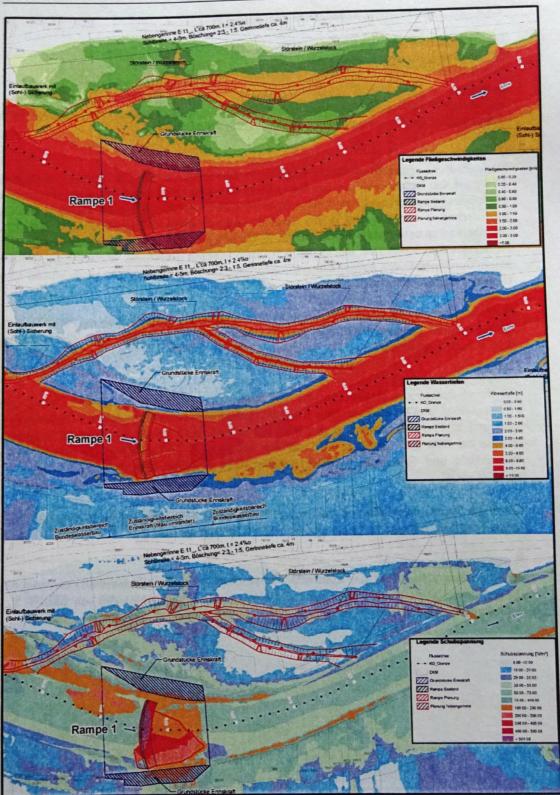


Abbildung 13: Linksufriges Nebengerinne E 11_1 bei Rampe 1: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei HQ₁₀₀ (3.000 m³/s beim Wehr Thurnsdorf)

8.4.2 Rechtsufriges Nebengerinne bei Rampe 2

Diese Maßnahme entspricht etwa der Maßnahme E 15_1 der Potentialstudie [15]. (Vgl. Abbildung 14 und Abbildung 15)

Verortung

Das Nebengerinne befindet sich rechtsufrig der Enns zwischen FKM 5,90 und FKM 5,30 und stellt eine Umgehung der geplanten teilabgesenkten Rampe bei FKM 5,37 dar.

Gerinnegeometrie

Die Maßnahme erstreckt sich über eine Länge von ca. 620 m. Sie weist ein mittleres Sohlgefälle von 2,9 ‰ auf. Der Einlauf- wie auch der Auslaufbereich binden sohlgleich in die Restwasserstrecke ein. Die Sohlbreite variiert zwischen 4 und 5 m, in einzelnen Abschnitten erreicht sie 10 m. Das Gerinne ist zwischen 2 und 4 m tief in das Gelände eingeschnitten. Die Gerinnebreite zwischen den Uferoberkanten beträgt zwischen 18 und 35 m. Die Böschungsneigung beträgt zwischen 2:3 und 1:5. Im Gerinne sind im Abstand von ca. 30 m Strukturelemente (Störsteine, Wurzelstöcke, Buhnen) mit einem Durchmesser von einigen Metern angeordnet, die Buhen haben eine Länge von 10-15 m. Die Elemente ragen zwischen 0,50 m und 1 m aus der Sohle heraus.

Der Einlaufbereich wird über ein Dotationsbauwerk gegen Erosion im Hochwasserfall gesichert. Als Sohlsubstrat ist abgestuftes Stein-, Kies-, Sandmaterial in ausreichende Stärke und nach Vorgaben der Ökologie vorgesehen.

Mindestrestwasserabfluss:

Bei Mindestrestwasserabfluss (Abgabe von 19,5 m³/s am Wehr Thurnsdorf) stellen sich im Nebengerinne Wassertiefen zwischen 0,7 und 1 m ein, die Fließgeschwindigkeiten variieren zwischen 0,30 und 1,30 m/s. Das Nebengerinne wird mit ca. 4,50 m³/s dotiert. Die geplante teilabgesenkte Rampe bei FKM 5,37 der Enns wird mit den restlichen 15 m³/s dotiert. Die Mindestparameter Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit werden erreicht (keine bzw. geringfügige Adaption der Planung nötig).

Durch die Strukturelemente und das unregelmäßige Ufer kommt es zur Ausbildung von Furt- und Kolkabschnitten, langsam und schneller fließenden Abschnitten.

Hochwasserabfluss HQ100:

Bei Hochwasserabfluss (HQ₁₀₀ = 3.000 m³/s) treten im Nebengerinne Wassertiefen von 6 bis 8 m und Fließgeschwindigkeiten von 1 bis 2 m/s auf. Dabei werden Schubspannungen von 100-200 N/m² im Einlaufbereich und ca. 20 N/m² im restlichen Gerinne erreicht.

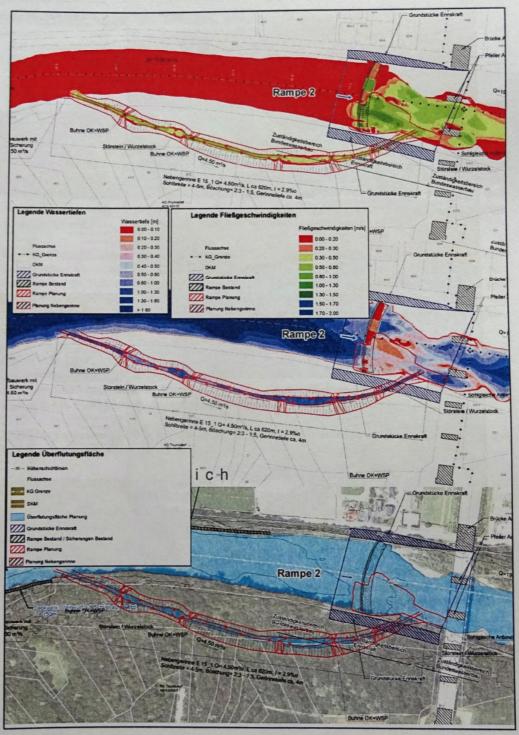


Abbildung 14: Rechtsufriges Nebengerinne E 15_1 bei Rampe 2: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei 19,5 m³/s Abgabe beim Wehr Thurnsdorf

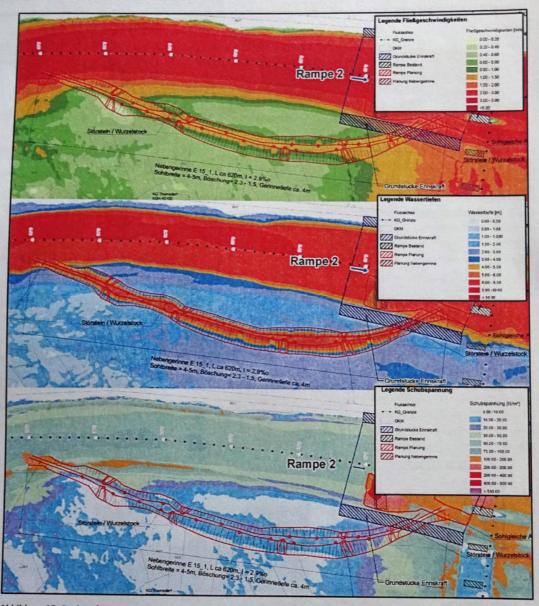


Abbildung 15: Rechtsufriges Nebengerinne E 15 $_{-}$ 1 bei Rampe 2: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei HQ $_{100}$ (3.000 m 3 /s beim Wehr Thurnsdorf)

8.4.3 Oberwasserseitige Anbindung linksufriger Altarm

Diese Maßnahme entspricht etwa der Maßnahme E 4 der Potentialstudie [15]. (Vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17)

Verortung

Der bestehende Altarm befindet sich linksufrig der Enns zwischen FKM 7,70 und FKM 7,40, wird oberwasserseitig angebunden und zu einem Nebengerinne umgestaltet.

Gerinnegeometrie

Das neue Nebengerinne erstreckt sich über eine Länge von ca. 360 m. Es weist ein mittleres Sohlgefälle von 2,4 ‰ auf. Der Einlauf- wie auch der Auslaufbereich binden sohlgleich in die Restwasserstrecke ein. Die Sohlbreite variiert zwischen 2 und 3 m. Das Gerinne ist zwischen 2 und 4 m tief in das Gelände eingeschnitten. Die Gerinnebreite zwischen den Uferoberkanten beträgt zwischen 12 und 22 m. Die Uferböschungsneigung beträgt zwischen 2:3 und 1:5.

Im Einlaufbereich der Maßnahme sind eine inklinante Buhne (linksufrig, bzw. landseitig) und eine Schöpfbuhne am Inselkopf angeordnet. Beide Elemente verhindern ein neuerliches Verlanden des Nebenarms. Die Buhnen haben eine Länge von 15-20 m. Die Elemente ragen zwischen 0,50 m und 1 m aus der Sohle heraus. Sie sind aus Wasserbausteinen ausreichender Größe aufgebaut um die Beständigkeit bei Hochwasserabfluss sicherzustellen. Als Sohlsubstrat ist abgestuftes Stein-, Kies-, Sandmaterial in ausreichende Stärke und nach Vorgaben der Ökologie vorgesehen.

Mindestrestwasserabfluss:

Bei Mindestrestwasserabfluss (Abgabe von 19,5 m³/s am Wehr Thurnsdorf) stellen sich im Nebengerinne Wassertiefen zwischen 0,7 und 1 m ein, die Fließgeschwindigkeiten liegen bei rund 0,30 m/s. Das Nebengerinne wird mit ca. 1,00 m³/s dotiert.

Durch das unregelmäßige Ufer kommt es zur Ausbildung von Furt- und Kolkabschnitten, langsam und schneller fließenden Abschnitten.

Hochwasserabfluss HQ100:

Bei Hochwasserabfluss ($HQ_{100} = 3.000 \text{ m}^3/\text{s}$) treten im Nebengerinne Wassertiefen von 6 bis 8 m und Fließgeschwindigkeiten von 1 bis 2 m/s auf. Dabei werden Schubspannungen von 100-200 N/m² im Einlaufbereich und ca. 50-75 N/m² im restlichen Gerinne erreicht.

8.4.4 Rechtsufrige Aufweitung

Diese Maßnahme entspricht etwa der Maßnahme E 8 der Potentialstudie [15]. (Vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17)

Verortung

Die Aufweitung befindet sich am rechten Ufer der Enns- Restwasserstrecke zwischen FKM 7,60 und FKM 7,10 im Innenbogen.

Geometrie

Die Aufweitung erstreckt sich über eine Länge von ca. 430 m. Sie weist das mittlere Sohlgefälle der Enns in diesem Bereich von 2,4 ‰ auf. Die Maßnahme bindet sohlgleich in die Restwasserstrecke ein. Die Maßnahme verbreitert die Sohle der Restwasserstrecke um bis zu 50 m. Die Aufweitung senkt das Gelände um bis zu 5 m ab. Die Böschungsneigung beträgt zwischen 1:3 und 1:5.

Als Sohlsubstrat ist abgestuftes Stein-, Kies-, Sandmaterial in ausreichender Stärke und nach Vorgaben der Ökologie vorgesehen. Weiters kann diese Fläche im Zuge der Bauumsetzung nach Vorgaben der örtlichen ökologischen Bauaufsicht strukturiert werden. So können zum Beispiel Bereiche mit geringen Wassertiefen ausgebildet (Furt- bzw. Laichbereiche) und solche mit Fischunterständen (Kolke) geschaffen werden.

Mindestrestwasserabfluss:

Bei Mindestrestwasserabfluss (Abgabe von 19,5 m³/s am Wehr Thurnsdorf) stellen sich im Bereich der Aufweitung Wassertiefen zwischen 0,2 und 1 m ein, die Fließgeschwindigkeiten liegen bei rund 0,20 m/s. Durch die Aufweitung kommt es zur Ausbildung einer ausgedehnten Schotter- und Sandbank, die größtenteils dauerhaft überströmt ist.

Hochwasserabfluss HQ100:

Bei Hochwasserabfluss ($HQ_{100} = 3.000 \text{ m}^3/\text{s}$) treten in der rechtsufrigen Aufweitung Wassertiefen von 6 bis 8 m und Fließgeschwindigkeiten von 2 bis 3 m/s auf. Dabei werden Schubspannungen von bis zu 200 N/m² erreicht, diese treten bereits ab einem HQ_{10} in ähnlicher Höhe auf. Um hier eine Erosion des eingebrachten Sohlsubstrates zu verhindern sind zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen in einer Detailplanung vorzusehen.

Die Schubspannungen in den Nebengerinnen bleiben bei den Simulierten Ereignissen HQ_1 bis HQ_{100} ähnlich hoch. Es kommt mit zunehmenden Abfluss zu Erhöhungen der Wasserspiegel aber ab dem Überborden auch zu einer Abnahme der Fließgeschwindigkeiten.

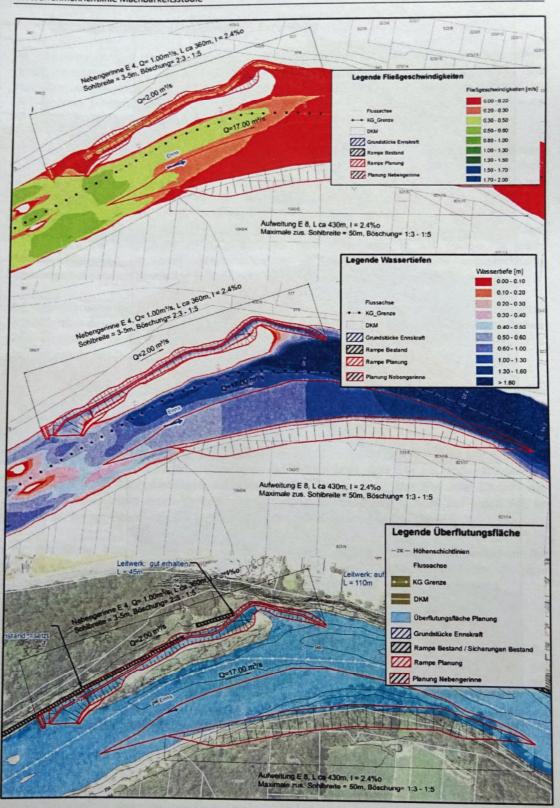


Abbildung 16: Oberwasserseitige Anbindung linksufriger Altarm E 4 und rechtsufrige Aufweitung E 8: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei 19,5 m³/s Abgabe beim Wehr Thurnsdorf

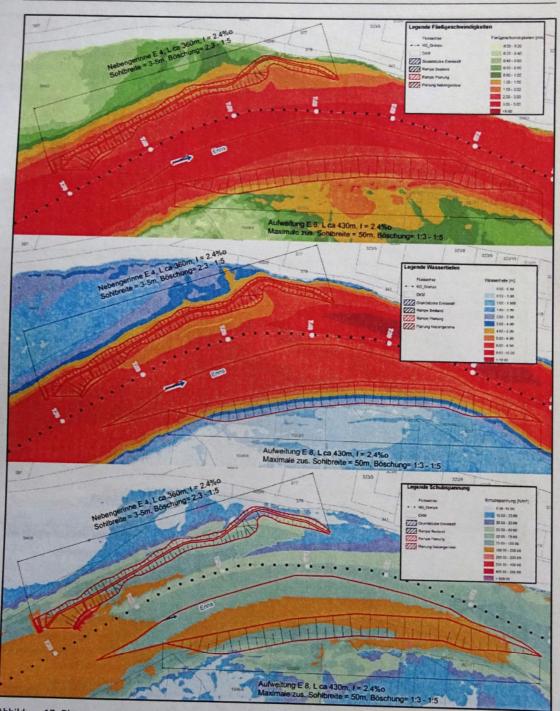


Abbildung 17: Oberwasserseitige Anbindung linksufriger Altarm E 4 und rechtsufrige Aufweitung E 8: Gegenüberstellung Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen, Überflutungsflächen (von oben nach unten) bei HQ_{100} (3.000 m³/s beim Wehr Thurnsdorf)

8.4.5 Feststoffsituation Nebengerinne, Aufweitung

Die Simulationen des Hochwasserabflusses HQ₁₀₀ zeigen, dass in den geplanten Maßnahmen "Nebengerinne" weitaus geringere Sohlbelastungen auftreten als im Hauptgerinne. Die Schubspannungen in den Nebengerinnen erreichen dabei Werte von max. 50 N/m² während im Hauptgerinne Schubspannungen großflächig bei 100 N/m² liegen und bis zu 300 N/m² betragen können. Direkt an den Rampenbauwerken treten noch weit höhere Schubspannungen auf.

Das bedeutet, dass durch diese Maßnahmen längere Fließgewässerabschnitte entstehen in denen auch bei HQ₁₀₀ Abfluss entsprechend feines Kiesmaterial (Mittel bis Großkies) im System erhalten bleibt und nicht abtransportiert wird. Die Strukturelemente schaffen kleinräumige Abschnitte wo auch feineres Sohlsubstrat abgelagert und nicht weitertransportiert wird.

Durch die weichen Ufer der Nebengerinne ergibt sich bei geeignetem Untergrund infolge Seitenerosion die Möglichkeit eines zusätzlichen Feststoffeintrages in das System. Je nach Flächenverfügbarkeit ist eine Interventionslinie zu definieren und sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen (verdeckte Buhnen etc.) im Vorland vorzusehen.

Die Grundvoraussetzung für das Funktionieren der Nebengerinne ist ein massiv gesicherter Einlaufbereich der bei Hochwasser geometrisch nicht verändert wird und somit auch nach hohen Abflussereignissen in der Art erhalten bleibt, dass für den Mindestrestwasserabfluss von 19,5 m³/s eine entsprechende Dotation wie oben beschrieben vorliegt.

Um die entsprechenden Fließparameter bei Restwasserabfluss in den adaptierten Gerinneabschnitten zu erreichen ist die durch die Rampenbauwerke (teilabgesenkte Rampen) bewirkte Wasserspiegellage im Einströmbereich der Nebengerinne für ein Funktionieren des Systems ausschlaggebend.

Die Situation in der untersuchten rechtsufrigen Aufweitung zeigt, dass hier bei Hochwasserabfluss HQ_{100} ähnlich hohe Sohlbelastungen auftreten wie im Hauptgerinne. Um hier eine Erosion von geeignetem Sohlsubstrat (nach Vorgabe der Ökologie) zu verhindern, müssen auf jeden Fall im Rahmen der Detailplanung massive Strukturierungsmaßnahmen vorgesehen werden.

Eine detaillierte Untersuchung der Auswirkungen von Abflüssen im Bereich zwischen der Restwasserabgabe und Hochwasserabfluss ist wie auch die Sicherungsmaßnahmen in einer entsprechenden Detailplanung durchzuführen.

8.5 ABFLUSSBERECHNUNGEN HQ1, HQ10 UND HQ30

Zusätzlich zur Abflussberechnung eines HQ_{100} wurden die Durchflüsse für HQ_1 , HQ_{10} und HQ_{30} simuliert und ausgewertet. Im Folgenden werden die Auswirkungen dieser Abflüsse auf die Sohlbelastungen (Schubspannungen) für den Ist-Zustand und sämtliche Maßnahmen an der Restwasserstrecke beschrieben.

8.5.1 Abflussbeschreibung HQ1 (1.150 m³/s)

Der <u>Ist-Zustand</u> (vgl. EZ 4.1.1) weist bei einem HQ₁ großflächig Werte im Bereich zwischen 30 bis 50 N/m² und 50 bis 75 N/m² auf. In kleinen Teilbereichen (Furt bei FKM 7,00, Rampe 1 FKM 6,63, Rampe 2 FKM 5,37 und unterhalb Rampe 2 bei FKM 5,20-5,30) steigen sie auf 75 bis 100 bzw. auch 100 bis 200 N/m² an, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Die Variante <u>Rampen entfernt</u> (vgl. EZ 4.2.1) weist bei einem HQ₁ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 30 bis 50 N/m² und 50 bis 75 N/m² auf. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 75 bis 100 bzw. 100 bis 200 N/m² vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Generell ist eine Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

Die Variante <u>Ausgleichsgefälle</u> (vgl. EZ 4.3.1) weist bei einem HQ_1 in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 50 bis 75 N/m² und 75 bis 100 N/m² auf. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 100 und 200 N/m² vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Generell ist eine deutliche Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen. Die Variante Ausgleichsgefälle weist auch höhere Schubspannungen auf als Variante Rampen entfernt.

Die Variante Rampen teilabgesenkt und Maßnahmen im Vorland (vgl. EZ 4.4.1) weist bei einem HQ₁ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 30 bis 50 N/m² und 50 bis 75 N/m² auf. Die Sohlschubspannungen in den Teilbereichen des Ist-Zustandes bleiben ident, zusätzlich steigen in den Bereichen der Zuläufe zu den Nebengerinnen (FKM 7,70, 6,85 und 5,90) die Sohlschubspannungen auf 75 bis 100 bzw. auch 100 bis 200 N/m² an, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Generell ist keine großflächige Veränderung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

8.5.2 Abflussbeschreibung HQ10 (2.000 m³/s)

Der <u>Ist-Zustand</u> (vgl. EZ 4.1.2) weist bei einem HQ_{10} großflächig Werte im Bereich zwischen 50 bis 75 N/m² und 75 bis 100 N/m² auf. In kleinen Teilbereichen (Furt bei FKM 7,00, Rampe 1 FKM 6,63, Rampe 2 FKM 5,37 und unterhalb Rampe 2 bei FKM 5,20-5,30) steigen sie auf 100 bis 200 N/m² an, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Die Variante Rampen entfernt (vgl. EZ 4.2.2) weist bei einem HQ_{10} in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 75 und $100 \, \text{N/m}^2$ auf, die Bereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 50 und 75 N/m^2 nehmen im Vergleich zum Ist-Zustand ab. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 100 und 200 N/m^2 vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand, überschreiten jedoch nicht 200 N/m^2 .

Generell ist eine Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

Die Variante <u>Ausgleichsgefälle</u> (vgl. EZ 4.3.2) weist bei einem HQ_{10} in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 75 bis 100 N/m^2 und $100 \text{ bis } 200 \text{ N/m}^2$ auf, die Bereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 50 und 75 N/m^2 nehmen im Vergleich zum Ist-Zustand ab. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen $100 \text{ und } 200 \text{ N/m}^2$ vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand, überschreiten jedoch nicht 200 N/m^2 .

Generell ist eine deutliche Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen. Die Variante Ausgleichsgefälle weist auch höhere Schubspannungen auf als Variante Rampen entfernt.

Die Variante Rampen teilabgesenkt und Maßnahmen im Vorland (vgl. EZ 4.4.2) weist bei einem HQ₁₀ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 50 bis 75 N/m² und 75 bis 100 N/m² auf. Die Teilbereiche mit erhöhten Sohlschubspannungen (100 bis 200 N/m²) des Ist-Zustandes vergrößern sich geringfügig, zusätzlich steigen in den Bereichen der Zuläufe zu den Nebengerinnen (FKM 7,70, 6,85 und 5,90) die Sohlschubspannungen auf 100 bis 200 N/m² an, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Generell ist eine geringe Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

8.5.3 Abflussbeschreibung HQ30 (2.480 m³/s)

Der <u>Ist-Zustand</u> (vgl. EZ 4.1.3) weist bei einem HQ_{30} großflächig Werte im Bereich zwischen 50 bis 75 N/m² und 75 bis 100 N/m² auf. In kleinen Teilbereichen (Furt bei FKM·7,00, Rampe 1 FKM 6,63, Rampe 2 FKM 5,37 und unterhalb Rampe 2 bei FKM 5,20-5,30) steigen sie auf 100 bis 200 N/m² an, überschreiten jedoch nicht 200 N/m².

Die Variante Rampen entfernt (vgl. EZ 4.2.3) weist bei einem HQ₃₀ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 75 und 100 N/m² auf, die Bereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 50 und 75 N/m² nehmen im Vergleich zum Ist-Zustand ab. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 100 und 200 N/m² vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand und überschreiten örtlich 200 N/m².

Generell ist eine Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

Die Variante <u>Ausgleichsgefälle</u> (vgl. EZ 4.3.3) weist bei einem HQ₃₀ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 75 bis 100 N/m² und 100 bis 200 N/m² auf, die Bereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 50 und 75 N/m² nehmen im Vergleich zum Ist-Zustand ab bzw. sind sie im Bereich der Tiefenrinne nicht mehr vorhanden. Die Teilbereiche mit Sohlschubspannungen zwischen 100 und 200 N/m² vergrößern sich im Vergleich zum Ist-Zustand und überschreiten örtlich 200 N/m².

Generell ist eine deutliche Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen. Die Variante Ausgleichsgefälle weist auch höhere Schubspannungen auf als Variante Rampen entfernt.

Die Variante Rampen teilabgesenkt und Maßnahmen im Vorland (vgl. EZ 4.4.3) weist bei einem HQ₃₀ in der Gewässerstrecke großflächig Sohlschubspannungen zwischen 50 bis 75 N/m² und 75 bis 100 N/m² auf. Die Teilbereiche mit erhöhten Sohlschubspannungen (100 bis 200 N/m²) des Ist-Zustandes vergrößern sich geringfügig, zusätzlich steigen in den Bereichen der Zuläufe zu den Nebengerinnen (FKM 7,70, 6,85 und 5,90) die Sohlschubspannungen auf 100 bis 200 N/m² an und überschreiten örtlich 200 N/m².

Generell ist eine geringe Vergrößerung der Sohlschubspannungen im Vergleich zum Ist-Zustand in der gesamten Restwasserstrecke festzustellen.

8.5.4 Zusammenfassung der Abflussberechnungen HQ1, HQ10 und HQ30

In einem Fließgewässer sind auch kleinere, häufiger auftretende Abflussereignisse für die morphologischen Veränderungen im Gewässerbett maßgebend. Ein Gewässer mit harter

Uferverbauung und einem großflächigen Überflutungsraum wird meist bis zu einem bordvollen Abfluss maßgebend geprägt, darüber nimmt die Wirkung des steigenden Abflusses vergleichsweise ab.

Die Simulationen kleinerer Ereignisse an der Restwasserstrecke der Enns bis HQ_{30} zeigen deutlich, dass die Sohlbelastung bei einem HQ_{10} bereits ähnlich hoch liegt wie bei einem HQ_{100} . Durch die großräumigen Überflutungen steigt der Wasserspiegel ab dem Überborden im Gerinne mit steigendem Abfluss vergleichsweise nur mehr geringfügig an.

Bereits ein HQ₁ bewirkt im Ist-Zustand Schubspannungen an der Sohle von durchgehend über 30 N/m², großteils zwischen 50 und 75 N/m². Das bedeutet, dass bereits im Ist-Zustand Geschiebe mit einem dm in der Größe von Mittel- bis Grobkies durchtransportiert wird. Das ankommende Material der Enns ist aber feinkörniger und wird somit bereits unter HQ₁ zur Gänze durchtransportiert.

Für den anstehenden Schlier ist der Geschiebetransport eine zusätzliche Belastung, es bleibt kein Material am Schlier liegen, vorhandenes Material wird erodiert. Die fortschreitende Eintiefung des Gerinnes ist die logische Folge und mit der zunehmenden Eintiefung steigt auch die Bordkapazität, was die Situation weiterhin verschärft.

Beim Vergleich der Maßnahmen zeigen die Simulationen deutlich, dass die Ist-Situation mit den beiden Rampen die geringsten Sohlbelastungen aufweisen. Bei Entfernen der Rampen steigen die Belastungen auch bei geringeren Abflüssen an. Eine Entfernung der Rampen und ein Herstellen eines Ausgleichsgefälles zeigt die negativsten Auswirkungen aus Sicht der Sohlschubspannungen. Die teilabgesenkten Rampen in Kombination mit Maßnahmen im Vorland zeigen Ergebnisse ähnlich zum Ist-Zustand, an den Rampen steigen die Belastungen, die aber für das Rampenbauwerk selbst kein Problem darstellen.

Die Simualtion mit eingebauten Maßnahmen zeigt, dass es lokal zu kleinräumigen Erhöhungen der Schubspannungen kommen kann. Als Beispiel sind hier der Abschnitt flussab der Innenbogenaufweitung und die Einlaufbereiche der Nebengerinne genannt. Monitoringergebnisse von umgesetzten Maßnahmen (z. B. an der Drau, Gail, Mur und Traun) der letzten Jahre zeigen, dass gerade nach Aufweitungen Kolke entstehen, da der Abfluss wieder konzentriert in das engere Gerinnebett geleitet werden und sich dadurch die Sohlbelastungen erhöhen. Hier sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen bzw. geometrische Anpassungen in der Detailprojektierung vorzusehen.

9 GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE, WASSERBAUTEN

In Kapitel 9 werden folgende Aspekte behandelt:

- Beurteilung möglicher Auswirkungen der Absenkung des Flusswasserspiegels auf den Grundwasserhaushalt und nahe Grundwassernutzungen
- Ermittlung und Beschreibung des Ist-Zustandes der wasserbaulichen Maßnahmen entlang der Restwasserstrecke
- Darstellung der möglichen Auswirkungen auf die wasserbaulichen Maßnahmen
- Kostenschätzung der künftig notwendigen baulichen Maßnahmen entlang der Flussstrecke

9.1 IST-ZUSTAND

9.1.1 Geologische Verhältnisse

Im Ennstal treten im ggst. Bereich folgende geologische Schichten auf (von hangend nach liegend, Nummern beziehen sich auf die Geol. Karte von OÖ [11] Ausschnitt in Abbildung 18):

- Sedimente der Austufe, i. W. Kies, Sand, Schluff und Aulehm (2)
- Sedimente der höheren Austufe und Äquivalente, oft mit Schluffüberlagerung (3)
- Würmzeitliche Sedimente der Niederterrasse, i. W. Kies und Sand (17)
- Risszeitliche Sedimente der Hochterrasse, i. W. Kies und Sand, welche zum Teil von Löss bzw.
 Lösslehm bedeckt sind (22)
- Unterlagernd mariner Robulus-Schlier (Ottnangium, unteres Neogen), i. W. Schluff, feinsandig, mergelig, lokal mit Sandlagen (66).

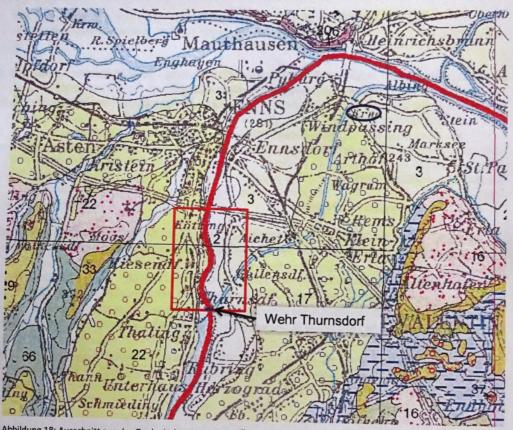


Abbildung 18: Ausschnitt aus der Geologischen Karte von OÖ, 1:200.000

Im Gelände zeigt sich, dass die Kiese der Niederterrasse, die dem Schlier aufliegen, etwa im untersten Meter zu Konglomerat verkittet sind. Dies steht mit dem dort auf- bzw. austretenden Grundwasser im Zusammenhang.

Die Hoch- und Niederterrasse sind auf OÖ Seite als deutliche Geländestufen von ca. 18–25 m bzw. 8–12 m Höhe ausgebildet. Die Niederterrasse verläuft in OÖ teils direkt am Ennsufer, in anderen Bereichen, z. B. W von Rampe 1, ist sie bis zu 200 m entfernt. Die Kante der Hochterrasse verläuft etwa 120 m bis mehr als 300 m W der Enns. Die Schotter der Hochterrasse sind in den obersten 1–2 m zu Lehm mit Schotterresten verwittert, auf denen mehrere Meter mächtiger Löss liegen kann. Die NÖ Seite wird von der 200 m bis mehr als 500 m breiten Austufe eingenommen, weiter im Osten treten Sedimente der höheren Austufe auf.

9.1.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Sedimente der Austufe, Nieder- und Hochterrasse stellen Aquifere dar, während der unterlagernde Schlier als Aquitard (Stauer) wirkt. Die Schlieroberfläche weist ein für die Grundwasserströmung bedeutendes, deutliches Relief auf, welches durch zahlreiche Bohrungen erfasst wurde.

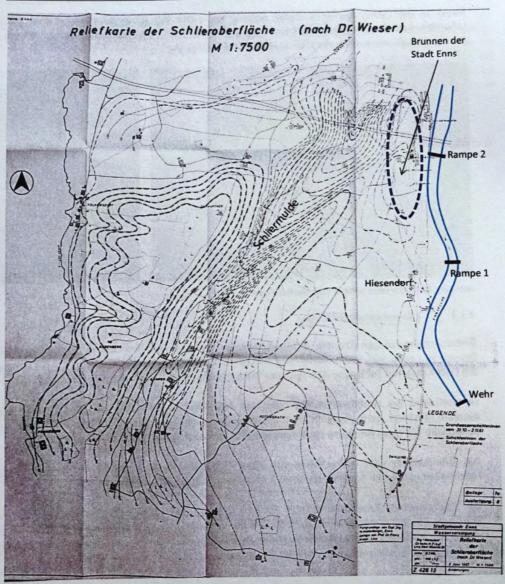


Abbildung 19: Reliefkarte der Schlieroberfläche und GW-Schichtlinien

Nach [12] und Abbildung 19 zeigt sich eine dem Bleicherbach folgende "Schliermulde", die im W zu einem SW-NO verlaufenden Schlierrücken ansteigt, der die Autobahn im Bereich der Ausfahrt Enns kreuzt. Unter der oberen Kante der Hochterrasse liegt die Schlieroberfläche auf etwa 256,4–256,8 m ü. A.. Zum Übergang zur Niederterrasse hin fällt der Schlier und liegt hier etwa 2–3 m tiefer. Südlich der Autobahnbrücke ist der Schliersockel der Niederterrasse entlang der Enns angeschnitten und teils deutlich zu sehen (Abbildung 20).

Die GW-Strömungsrichtung verläuft im Bereich N von Hiesendorf ca. in Richtung NO und südlich davon etwa Richtung ONO bis O. Das Grundwassergefälle beträgt nach [13] etwa 1,6–1,9 Promille.

Direkt an der Schlieroberfläche treten entlang der Kante der Niederterrasse zur Enns hin aus Schottern bzw. basalen Konglomeraten häufig Sickerwässer aus. Lokal treten auch bedeutende Quellen zutage, wie z. B. Quelle "Q2" in Hiesendorf mit 2–3 l/s.





Abbildung 20: Schlier unter Schottern der Niederterrasse

9.1.3 Grundwassernutzungen

Grundwassernutzungen (Quellen, Brunnen, thermische Nutzungen) in einem als relevant erachteten Bereich von etwa 300–500 m Entfernung beidseitig der Enns sind in Planbeilage EZ: 6.2 dargestellt. Die Daten basieren auf Online-Abfragen des Wasserbuchs der Bundesländer OÖ [8] und NÖ [9].

Generell wird das Grundwasser des quartären Aquifers (Terrassenschotter) genutzt, auch wenn einzelne Brunnen geringfügig in den unterlagernden Schlier reichen können. (Der im Schlier befindliche Teil eines Brunnens stellt dann lediglich ein zusätzliches Speichervolumen dar.)

Das Grundwasser wird in Seehöhen von etwa 257–260 m ü. A. angetroffen. Die Grundwasser-Mächtigkeit beträgt im Regelfall nur etwa 1 m bis knapp unter 4 m, ist also gering.

Die Stadtgemeinde Enns erschließt in etlichen Brunnen die Wässer der Terrassenschotter (vgl. Abbildung 19 und Planbeilage EZ: 6.2). Südlich der Autobahn werden Wässer aus dem Erni-Stollen, dem Südquellstollen, der Südquelle und des Ranneybrunnens erschlossen, nördlich der Autobahn wurde die Nordquelle gefasst. Ein Teil des Grundwassers fließt auch frei dem Bräuhausbach zu.

Über die in den Wasserbüchern angeführten Grundwassernutzungen hinaus existieren weitere Nutzungen, wie z. B. eine Anzahl von Hausbrunnen im Bereich westlich der Rampe 1. Es ist davon auszugehen, dass diese ebenfalls den quartären Grundwasserleiter (Terrassenschotter) erschließen und dass nur Brauchwasser entnommen wird, da ein Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung erfolgte.

9.1.4 Wasserbauliche Maßnahmen

Die im Unterlauf des Wehrs Thurnsdorf (KW Pantaleon) befindlichen Wasserbauwerke werden im Folgenden basierend auf [7] und der eigenen Geländebegehung vom Mai 2014 kurz beschrieben.

Die Restwasserstrecke wird derzeit mit einem Durchfluss bis 5–10 m³/s beaufschlagt. Die Hochwassermarke HQ₁₀₀ liegt ca. 2,5 m über der Marke des HQ1.

Die Sohlrampen wurden im Jahr 1967 errichtet, nachdem nach Inbetriebnahme des KW Pantaleon im Jahre 1966 tiefgreifende morphologische Veränderungen und Verwitterungserscheinungen am zutage getretenen Schlier im Ausmaß von 10-15 cm pro Jahr erwarten ließen [14]. Durch die Sohlrampen wurde der Wasserspiegel auf ein Niveau angehoben, bei dem der Schlier wieder benetzt ist. Laut Aussage der Bundeswasserbauverwaltung sind seit Errichtung der beiden Sohlrampen keine nennenswerten Instandhaltungsarbeiten an den bestehenden Ufersicherungen angefallen [7].

9.1.4.1 Rampe 1

Unterhalb des Wehrs Thurnsdorf bei FKM 8,06 befindet sich bei FKM 6,63 die Rampe 1. Die Basisdaten sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Abbildung 21 zeigt ein Foto der Rampe 1.

Rampe 1	Basisdaten				
Material	Wasserbausteine > 2 t				
Gründung	Schlier				
Schlier OK (m ü. A.)	244,00				
Dammkrone (m ü. A.)	249,00				
Oberwasserspiegel (m ü. A.)	249,00				
Unterwasserspiegel (m ü. A.)	247,50				
Ober- minus Unterwassersp. (m)	1,50				
OW Rampenlänge (m)	2,60				
OW Rampenneigung	4:5				
UW Rampenlänge (m)	15,00				
UW Rampenneigung	1:10				
Enns Breite OW ca. (m)	100				
Seitliche Ufer Neigung	2:3				
Seitliche Ufer Material	Blockwurf, Filterschicht				

Tabelle 1: Basisdaten Rampe 1 [1]



Abbildung 21: Rampe 1 von Osten

9.1.4.2 Rampe 2

Unterhalb der Rampe 1 bei FKM 6,63 befindet sich die Rampe 2 bei FKM 5,37. Die Basisdaten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Abbildung 22 zeigt ein Foto der Rampe 2.

Rampe 2	Basisdaten				
Material	Wasserbausteine > 2 t				
Gründung	Schlier				
"Tiefere Schlier OK" (m ü. A.)	245,00				
Dammkrone (m ü. A.)	247,50				
Oberwasserspiegel (m ü. A.)	247,50				
Unterwasserspiegel (m ü. A.)	245,70				
Ober- minus Unterwassersp. (m)	1,80				
OW Rampenlänge (m)	2,25 - 3,75				
OW Rampenneigung	2:3				
UW Rampenlänge (m)	12,00				
UW Rampenneigung	1:10				
Enns Breite OW ca. (m)	120				
Seitliche Ufer Neigung	2:3				
Seitliche Ufer Material	Blockwurf, Filterschicht				

Tabelle 2: Basisdaten Rampe 2 [1]



Abbildung 22: Rampe 2 von Westen

9.1.4.3 Leit- und Deckwerke

Uferparallele Leit- und Deckwerke sind in Tabelle 4 zusammengefasst und je Flussseite in Fließrichtung durchnummeriert, wobei L... für orographisch links und R... für orographisch rechts steht.

Die Tabelle gibt ungefähre Längen und Höhen der Leit- bzw. Deckwerke an. Es werden fünf verschiedene Typen unterschieden (Tabelle 3). Plänen der Ennskraft sind handschriftliche Skizzen zu entnehmen, die im Folgenden wiedergegeben werden. Vgl. dazu Tabelle 4; "SS" bezeichnet "Sohlschwelle".

Тур	Beschreibung
1	Steinwurf, teils mit Beton, auf Schlier
2	Steinwurf auf Schlier
3	Steinwurf auf Betonformsteinen (im Gelände z. T. nicht sichtbar) in Schlier
4	Steinwurf aus Granitsteinpflaster, Böschung 1:2
5	Steinwurf auf Schlier; die südlichen 240 m mit Betonbalken und Baustahlnägel auf Schlier, darüber Steinwurf

Tabelle 3: Typen der Leit- und Deckwerke

Der am meisten verbreitete <u>Tvp 2</u>, Steinwurf auf Schlier, ist in Abbildung 23 bis Abbildung 25 skizziert. Der Steinwurf (auch Berollung genannt) sitzt generell dem Schlier auf. Bereichsweise kann er aufgelockert sein, wenn der Fuß weggerutscht ist (Abbildung 23). Teils wird der Fuß durch Baustahlnägel gestützt (Abbildung 24).

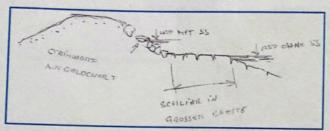


Abbildung 23: Bauwerk L8, Typ 2

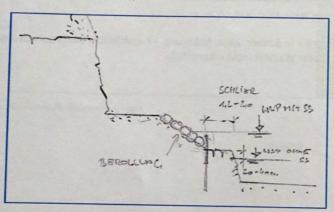


Abbildung 24: Bauwerk L10, südlicher Teil, Typ 2

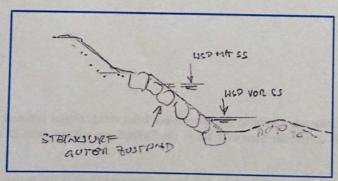


Abbildung 25: Bauwerk L10, nördlicher Teil, Typ 2

Typ 1 unterscheidet sich von Typ 2 dadurch, dass die Zwischenräume des Steinwurfs i. A. mit Beton ausgefüllt sind (Abbildung 26).

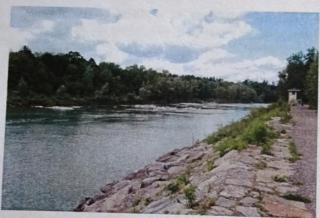


Abbildung 26: Bauwerk R1, Typ 1, südlich des Wehrs Thurnsdorf, mit Pegel

Typ 3, Steinwurf auf Betonformsteinen in Schlier, ist in Abbildung 27 ersichtlich. Bereichsweise sind die Betonformsteine im Gelände (unter Wasser) nicht erkenntlich.

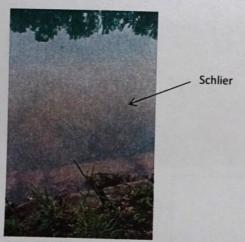


Abbildung 27: Bauwerk L11, Typ 3

<u>Typ 4</u>, Steinwurf aus Granitsteinpflaster, Böschung 1:2, kommt nur beim rechtsufrigen Leitwerk R2 vor. In dessen unterem Bereich dürfte der Steinwurf bis in die Tiefenrinne reichen, hier ist der Verband etwas gelockert.

<u>Typ 5</u>, Steinwurf auf Schlier, teils mit Baustahlnägeln und (später hergestellten und in der Skizze von uns ergänzten) Betonbalken, kommt nur im rechtsufrigen Leitwerk R4 vor (Abbildung 28).

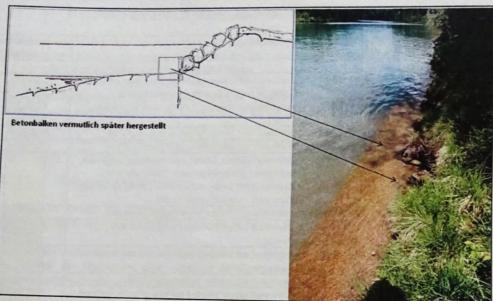


Abbildung 28: Bauwerk R4, Typ 5

Untere Enns Wasserrahmenrichtlinie Machbarkeitsstudie

Tabelle 4: Leit- und Deckwerke, nach [1] und Geländebegehung

Bez.	Länge	Höhe	Art	Beschreibung	Тур	Delta W	Skizze
1)	(ca. m)	(ca. m)				(m) [LQ]	[2004
		_		Linksufrig	NO.	2.1	
12	[2004]; in diesem Bereich scheint sich die En		Steinwurf auf Schlier, nördliche 90 m in gutem Zustand [2004]; in diesem Bereich scheint sich die Enns rechtsufrig zu verlegen (Schotterbank linksufrig) [1966]	2	-0.33		
L3	45		2 Leitwerk	Steinwurf auf Schlier, in gutem Zustand [2004]	2	-0.36	
4	105		Leitwerk	Steinwurf auf Schlier, in gutem Zustand [2004]	2		
5	100	Steinwurf (Granit, Beton), teils mit Beton ausgefüllt, auf Schlier, großteils genagelt [2004]; südliches Querwerk mit Beton, gut erhalten [2014]; nördliches Querwerk nicht erkennbar [2014]		2, 1			
6	45	2	Hakenbuhne	Steinwurf auf Schlier, ehemalige Hakenbuhne	2	1 63	
7	150	2-4	Leitwerk bei Rampe 1	Steinwurf auf Schlier; Delta W ist oberströmig der Rampe 1	2		
8	55		Leitwerk	Steinwurf auf Schlier; aufgelockert, droht abgetrieben zu werden [2004]	2	-0.88	1
9	60		Leitwerk	Steinwurf auf Schlier, aufgelockert [2004]	2	-1.04	
10	225	2	Uferdeckwerk	Steinwurf (unter Wasser) auf Schlier; guter Zustand, nördliche 90 m genagelt [2004]		-1.30 (S) -1.43 (N)	2 (S)
11	275	2	Uferdeckwerk	Steinwurf (Granit) auf Betonformsteinen, die in Schlier eingelassen sind [2004]; Schlier + Betonwürfel stark verwittert, Gefahr für Deckwerk [2004]	3	-1.43 (S) -1.64 (N)	
12	120	2-4	Leitwerk bei Rampe 2	Steinwurf auf Schlier; Delta W ist oberströmig der Rampe 2	2	-1.69	-
				Rechtsufrig			
2	225		Leitwerk	Steinwurf aus Granitsteinpflaster, Böschung 1:2, guter Zustand [2004]; im unteren Teil dürfte der Steinwurf bis in die Tiefenrinne reichen, hier Verband etwas gelockert [1966]	4	-1.52	
3	60		Leitwerk bei Rampe 1	Steinwurf auf Schlier; Delta Wist oberströmig der Rampe 1	2	-1.72	-
	255		Leitwerk	"Leitwerk Kötting", die südlichen 240 m Betonbalken+Baustahlnägel auf Schlier, darüber Steinwurf; Damm reicht bis zum nördlichen Teich [2014]	5	-0.62	5
	250	2 (- 4?)	Deckwerk	Steinwurf auf Schlier; genagelt außer in den nördlichen 80 m, wo der Wurf auf Schotter aufsitzt [2004]	2	-0.88 (S) -1.04 (N)	-
	145	2 1	Deckwerk	Steinwurf auf Schlier	2	-1.30	
	70		eitwerk bei	Steinwurf auf Schlier; Delta Wist oberströmig der Rampe 2	2	-1.69	

Quelle

[2004] Pläne Ennskraft mit handschriftl. Eintragungen

[2014] Kartierung iC consulenten

[LQ] Ennskraft: Herstellung der Durchgängigkeit bei zwei Sohlrampen in der Restwasserstrecke, Einreichprojekt 2013, Längenschnitt und Querprofile Ist - Soll (v2). - Mai 2014.

[1966] Flussbauleitung Steyr, Niederschrift Flussbeschau etc. (1966)

Bemerkungen

1) Siehe Plan Geologie und Ufersicherungen Bestand

9.2 AUSWIRKUNGEN AUF GRUNDWASSER UND WASSERBAU

In den nachstehenden Darlegungen werden die Auswirkungen einer Absenkung des Wasserspiegelniveaus auf geologisch-geotechnisch und hydrogeologisch relevante Aspekte zusammengeführt und einer Beurteilung unterzogen.

Die Wasserspiegellagen im gegenständlichen Flussabschnitt werden durch hydraulische Berechnungen ermittelt und sind im Längenschnitt EZ 5.1 dargestellt. Die im Bereich der Rampen 1 und 2 auftretenden maximalen Änderungen betragen jeweils ca. 1,7 m. Die Änderung des Enns-Wasserspiegels bezogen auf die Entfernung der Rampen an den einzelnen Bauwerken ist in Tabelle 4 (Spalte "Delta W") ersichtlich.

9.2.1 Änderungen an Bauwerken

Im Falle des Abtrags der Rampen werden in bestimmten Flussabschnitten bauliche Maßnahmen notwendig. Die Notwendigkeit von Maßnahmen und deren Priorität wird in Tabelle 5 beurteilt.

Maßnahmen sind umso eher erforderlich, je höher die Absenkung des Flusswasserspiegels sein wird. Die Priorität der Maßnahme wird aufgrund der Schutzfunktion des Wasserbauwerks hinsichtlich verschieden gewichteter Aspekte (Siedlung, Infrastruktur, etc.) abgeschätzt.

Unabhängig von der durch uns vorgenommenen Bewertung und Gewichtung der Schutzfunktion und der Reihung der Maßnahmen nach Priorität, ist aus Sicht der Bundeswasserbauverwaltung die Erhaltung aller bestehenden, wasserbaulichen Maßnahmen an der Restwasserstrecke der Enns aus Gründen der Gewässerstabilität, der Zweckmäßigkeit, der ökonomischen (Instandhaltungs-)Vorgaben und der Sicherheit der umliegenden Siedlungsgebiete erforderlich [17].

Tabelle 5: Leit- und Deckwerke, Maßnahmen und Priorität

Bez.	(ca. m)		Delta W (m) [LQ]	Schutzfunktion & Gewichtung						Maßn.	Priori-
1)				S	1	G	W	F	Mittel	notw.	tät
				3.00	2.00	1.00	1.00	2.00			
-					Linksuf	rig					
L2		5 Leitwerk	-0.33	3	4	3	5	4	3.7		00000
L3		5 Leitwerk	-0.36	2	3	3	3	4	2.9	911111	EST
L4	10	5 Leitwerk	-0.99	1	2	4	2	2	1.9	U	++
L5	10	0 Leitwerk	-1.29	4	4	3	5	4	4.0	U	TALK THE PARTY OF
L6	4.	Hakenbuhne	-1.63	5	4	3	5	5	4.6	U	
L7	150	Leitwerk bei Rampe 1	-1.72	5	4	3	5	4	4.3	R	
L8	55	Leitwerk	-0.88	4	3	3	3	3	3.3	U	
19	60	Leitwerk	-1.04	2	4	3	3	3	2.9	U	
10	225	Uferdeckwerk	ca1.40	2	2	4	5	2	2.6	U	+
.11	275	Uferdeckwerk	ca1.60	4	1	4	5	2	3.0		+
.12	120	Leitwerk bei Rampe 2	-1.69	2	2	4	5	2	2.6	R	+
100				R	echtsuf	rie			ST 10 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15		A CONTRACTOR
2	225	Leitwerk	-1.52	5	4	2	5	4	4.2		-
3	60	Leitwerk bei Rampe 1	-1.72	5	4	2	5	4	4.2	R	-
4	255	Leitwerk	-0.62	5	4	2	5	4	4.2	U	ALEXA CO.
5	250	Deckwerk	ca1.00	5	4	2	5	4	4.2		-
6	145	Deckwerk	-1.30	5	4	3	5	4		U	
7		Leitwerk bei Rampe 2	-1.69	5	2	4	5	4	4.3	R	

Quelle

- [2004] Pläne Ennskraft mit handschriftl. Eintragungen
- [2014] Kartierung iC consulenten
- [LQ] Ennskraft: Herstellung der Durchgängigkeit bei zwei Sohlrampen in der Restwasserstrecke, Einreichprojekt 2013, Längenschnitt und Querprofile 1st - Soll (v2). - Mai 2014.
- [1966] Flussbauleitung Steyr, Niederschrift Flussbeschau etc. (1966)

Beurteilung der Schutzfunktion

- 1... sehr wichtig, 2... wichtig, 3... mäßig wichtig, 4... wenig wichtig, 5... kann entfallen Zum Schutz von:
- S Siedlung
- l Infrastruktur
- G Grünflächen (Auwald, landw. Flächen)
- W Wasserversorgung
- F Fremdgrund-Inanspruchnahme

Maßnahmen notwendig

Maßnahmen an Uferverbau
R Abtrag der Rampe, Anpassung Uferverbau
keine Maßnahmen (geringe Wsp.absenkung)

Priorität

Wasserbauwerk von hoher Priorität, nahe Bebauung auf Niederterrasse

Wasserbauwerk mittlerer Priorität hins. Siedlunsgbau und Infrastruktur
Wasserbauwerk geringer Priorität

Bemerkungen

Die Bauwerke L1 und R1 werden nicht betrachtet, da hier keine Spiegelveränderung auftritt, und diese Bauwerke außerhalb des eigentlichen Projektgebietes liegen. Es handelt sich dabei um massive Ufersicherungsmaßnahmen die unterhalb an die Wehranlage anschließen.