

Dieter Glass
Daimlerstraße 3
87719 Mindelheim

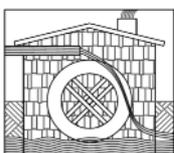
Füssener Textilwerke / Magnus-Park

Retentionsraumausgleich ehemaliger Kraftwerksauslauf

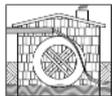


Erläuterungsbericht

10.05.2021

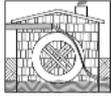


Wasserbau Ringler GmbH
Ingenieurbüro für Wasserbau und Erneuerbare Energien



Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung.....	3
2. Grundlagen.....	4
2.1. Verwendete Unterlagen.....	4
2.2. Abflusswerte	4
2.3. Verwendete Wasserspiegelwerte	5
3. Berechnung Retentionsraumverlust.....	6
3.1. Ausgangsituation.....	6
3.2. Berechnung erforderlicher Retentionsraumausgleich	7
4. Retentionsraumausgleich	12
4.1. Vorüberlegungen.....	12
4.2. Wirkungsgleicher Retentionsraumausgleich.....	13
5. Zusammenfassung	15



1. Veranlassung

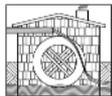
Herr Dieter Glass aus Mindelheim ist Eigentümer des Fabrikgeländes der ehemaligen Füssener Hanfwerke, weitere Bezeichnungen für das Areal sind Magnus-Park oder Füssener Textilwerke. Weite Bereiche des Firmengeländes sind derzeit an unterschiedliche Firmen vermietet.

Um eine geeignete Zufahrtsmöglichkeit zum Fabrikareal gewährleisten zu können (insbesondere auch als Rettungszufahrt), wurden Teile eines ehemaligen Kraftwerksauslaufs vor einigen Jahren teilweise verfüllt und verrohrt.

Durch die Verfüllungen ist Retentionsraum verloren gegangen, der gemäß Besprechung am Wasserwirtschaftsamt Kempten vom 13.06.2016 „wirkungsgleich“ auszugleichen ist. Der Retentionsraumverlust ist so definiert, dass die Volumenverringering bis zu einem HQ_{100} zu betrachten ist.

Bei einer weiteren Besprechung vor Ort am 22.03.2021 wurde seitens des Wasserwirtschaftsamtes signalisiert, dass ein wirkungsgleicher Ausgleich auch durch ein geeignetes Management von Retentionsraum erfolgen kann.

Vorliegender Bericht zeigt auf, wie der erwähnte Retentionsraumverlust durch eine gezielte Bewirtschaftung eines noch vorhandenen Retentionsraumes kompensiert werden kann.



2. Grundlagen

2.1. Verwendete Unterlagen

Für die Erstellung des Berichts fanden folgende Unterlagen Verwendung:

- [1] Mittel- / Höchstwerte zum Pegel Lech Füssen [www.hnd.bayern.de; Stand Juni 2016]
- [2] WWA Kempten: Gewässervermessung Lech 2002 und 2006 von IB Gronert, Kempten
- [3] Vermessungen Fa. Glass GmbH, Mindelheim vom 13.01, 23.06. und 24.06 2016
- [4] Schneider Bautabellen 20.Auflage 2012
- [5] Bestandsplan „Neubau eines Faserzentrums, Kanalquerschnitt A-A“ vom 29.11.1990
- [6] Bestandsplan „Erharthalle/ Faserzentrum“ mit Kanalquerschnitt
- [7] Hydraulische Berechnung, Wasserbau Ringler GmbH, Bericht vom 07.07.2016
- [8] Vermessung Unterwasserkanal Erharthalle/Faserzentrum, Fa. Glass GmbH, März 2021

2.2. Abflusswerte

Der Pegel Füssen Lech umfasst ein Einzugsgebiet von 1.416,20 km². Die Pegelnullpunktshöhe beträgt 785,49 m ü. NN. Für den Pegel Füssen Lech gelten die folgenden Hauptwerte [www.hnd.bayern.de; Stand Juni 2016]:

Wasserstand (Jahresreihe 1964 – 2011)	
NW	-26 cm
MNW	75 cm
MW	109 cm
MHW	223 cm
HW	415 cm

Hochwasser Jährlichkeit (HQ_T)	
HQ ₁	370 m ³ /s
HQ ₅	500 m ³ /s
HQ ₅₀	835 m ³ /s
HQ ₁₀₀	950 m ³ /s
HQ ₁₀₀₀	1.400 m ³ /s

Höchste Abflüsse und Wasserstände im Beobachtungszeitraum 1964 - 2011			
<i>Zeitraum</i>	<i>Abfluss</i>	<i>Pegelstand</i>	<i>geodätische Höhe</i>
23.05.2005	1.260 m ³ /s	415 cm	789,64 m ü. NN
22.05.1999	1.115 m ³ /s	379 cm	789,28 m ü. NN
12.08.2002	795 m ³ /s	308 cm	788,57 m ü. NN
11.06.1965	761 m ³ /s	337 cm	788,86 m ü. NN
10.08.1970	735 m ³ /s	326 cm	788,75 m ü. NN



2.3. Verwendete Wasserspiegelwerte

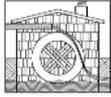
Für die Berechnung des Retentionsraumverlustes sind die Wasserspiegel an der Mündung des ehemaligen Unterwasserkanals in den Lech bei Fluss-km 166,300 maßgebend. Der Retentionsraumverlust ergibt sich aus der Differenz zwischen den Wasserspiegeln bei Mittelwasserabfluss (MQ) und einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ₁₀₀).

Die betreffenden Wasserspiegel wurden im Rahmen einer hydraulischen Berechnung und durch Interpolation der Wasserspiegel zwischen Fluss-km 166,252 und Fluss-km 166,400 ermittelt. Die Vorgehensweise und Ergebnisse der hydraulischen Berechnung sind im Bericht vom 07.07.2016 zusammengefasst.

Der für HQ₁₀₀ maßgebliche Wasserspiegel beträgt 789,16 mNN,
der für MQ maßgebliche Wasserspiegel beträgt 786,69 mNN.

Ausschlaggebend für den erforderlichen Retentionsraumaussgleich ist die Höhendifferenz zwischen HQ₁₀₀ und MQ:

$$\rightarrow \underline{\Delta h} = 789,16 \text{ m ü. NN} - 786,69 \text{ m ü. NN} = \underline{2,47 \text{ m}}$$



3. Berechnung Retentionsraumverlust

3.1. Ausgangssituation

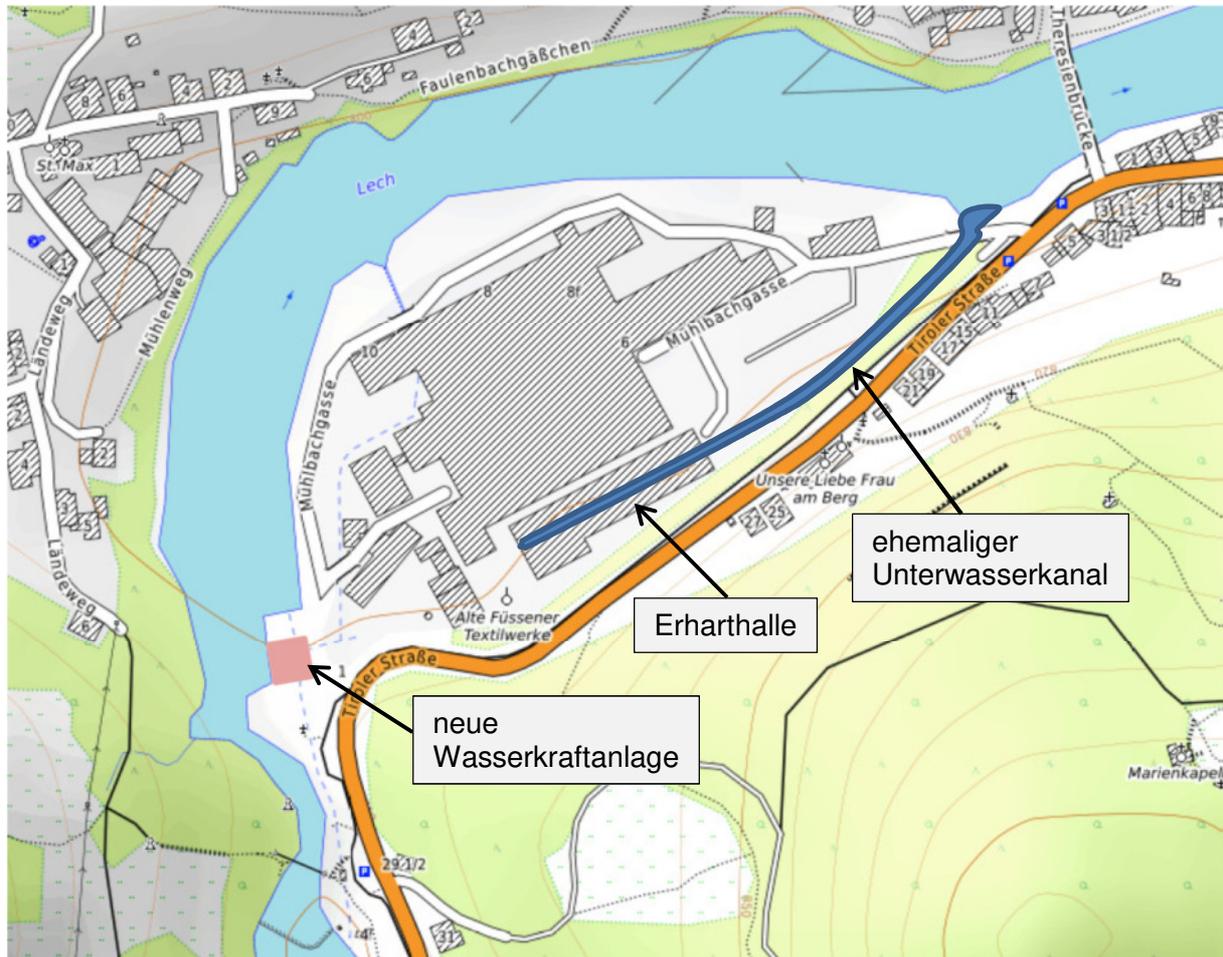


Abbildung 1: Lage ehemaliger Unterwasserkanal

Im Bereich der Füssener Textilwerke hat die Nutzung der am Lechfall vorhandenen Wasserkraft eine sehr lange Tradition. Ursprünglich wurde die Kraft des Wassers durch Wasserräder, später dann durch mehrere Turbinen genutzt. Vor zwischenzeitlich nahezu 20 Jahren wurde eine neue Wasserkraftanlage errichtet, deren Turbinen unmittelbar nach der Lechschlucht in den Lech einmünden. Das ehemalige Werkkanalsystem wurde dadurch funktionslos bzw. wurde im Rahmen des Baus der neuen Wasserkraftanlage rückgebaut.

Der ehemalige Unterwasserkanal der früheren Wasserkraftnutzung verlief südöstlich entlang der Geländegrenze des Firmenareals, teilweise verlief der Unterwasserkanal auch unter Firmengebäuden. Die Lage des ehemaligen Unterwasserkanals ist in obiger Abbildung dargestellt. Zwischenzeitlich ist der Unterwasserkanal zwischen der sog. Erharthalle (auch



Faserzentrum genannt) und der Brücke bei der Zufahrt zum Firmenareal verfüllt. Im überdeckelten Bereich der Erharthalle und deren Vorplatz hingegen ist der Unterwasserkanal noch unverändert erhalten.

Durch die Verfüllung des Unterwasserkanals geht im Hochwasserfall Retentionsraum verloren. Grundlage für die Ermittlung des erforderlichen Retentionsraumausgleichs bildet die Bestandsvermessung vom 13.01.2016, zu diesem Zeitpunkt war der Kanal noch nicht verfüllt. Im verfüllten Bereich befindet sich eine Rohrleitung aus Stahlbetonrohren DN 600 bzw. DN 800, die Länge des verfüllten Bereiches beträgt rund 150 m.

3.2. Berechnung erforderlicher Retentionsraumausgleich

Für die Berechnung wurden die Querschnittsflächen zwischen den Wasserspiegeln bei Mittelwasserabfluss (MW = 786,69 mNN) und einhundertjährlichem Hochwasser (HW₁₀₀ = 789,96 mNN) ermittelt und mit der zuzuordnenden Länge multipliziert.

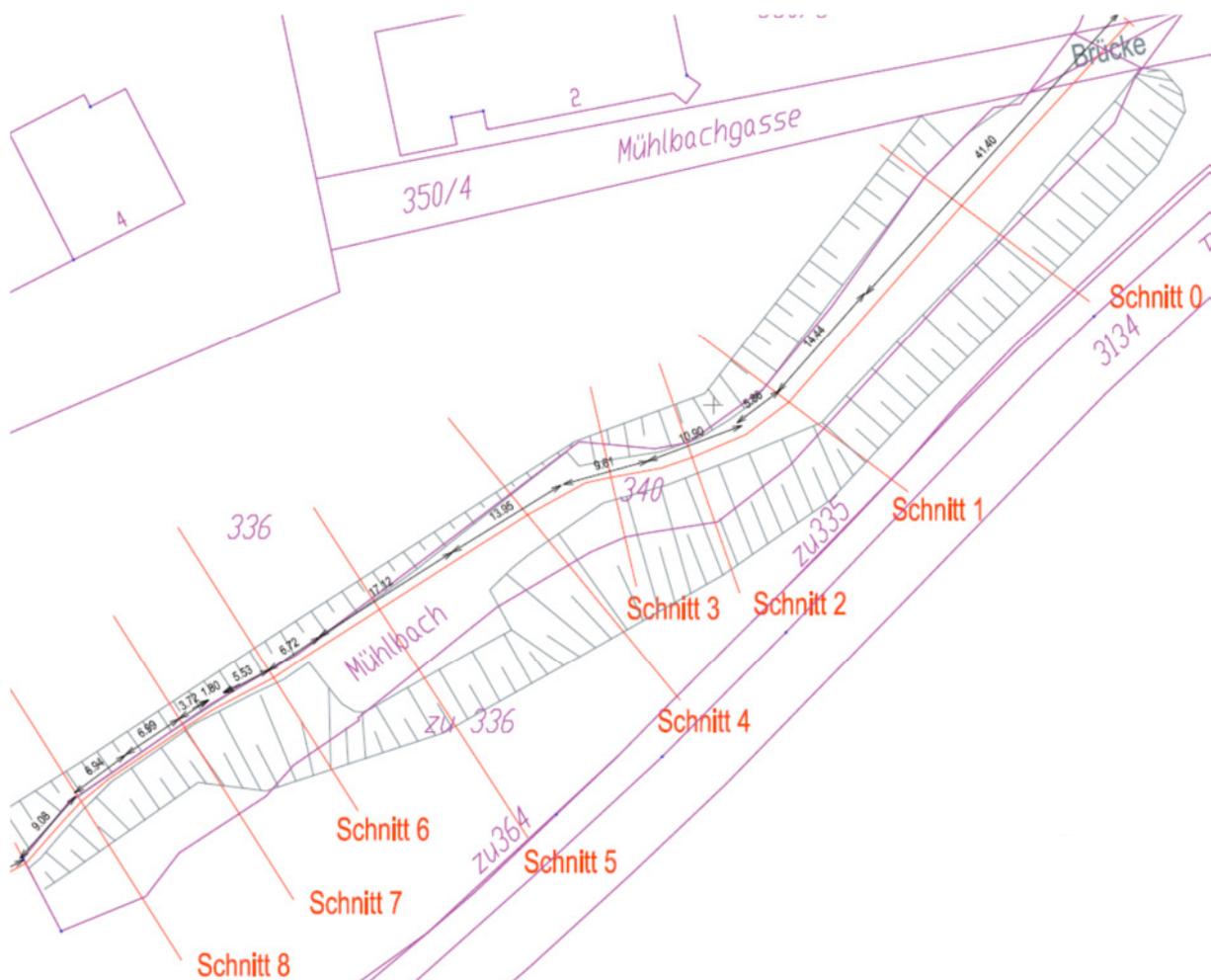


Abbildung 2: ehemaliger Unterwasserkanal, verfüllter Bereich

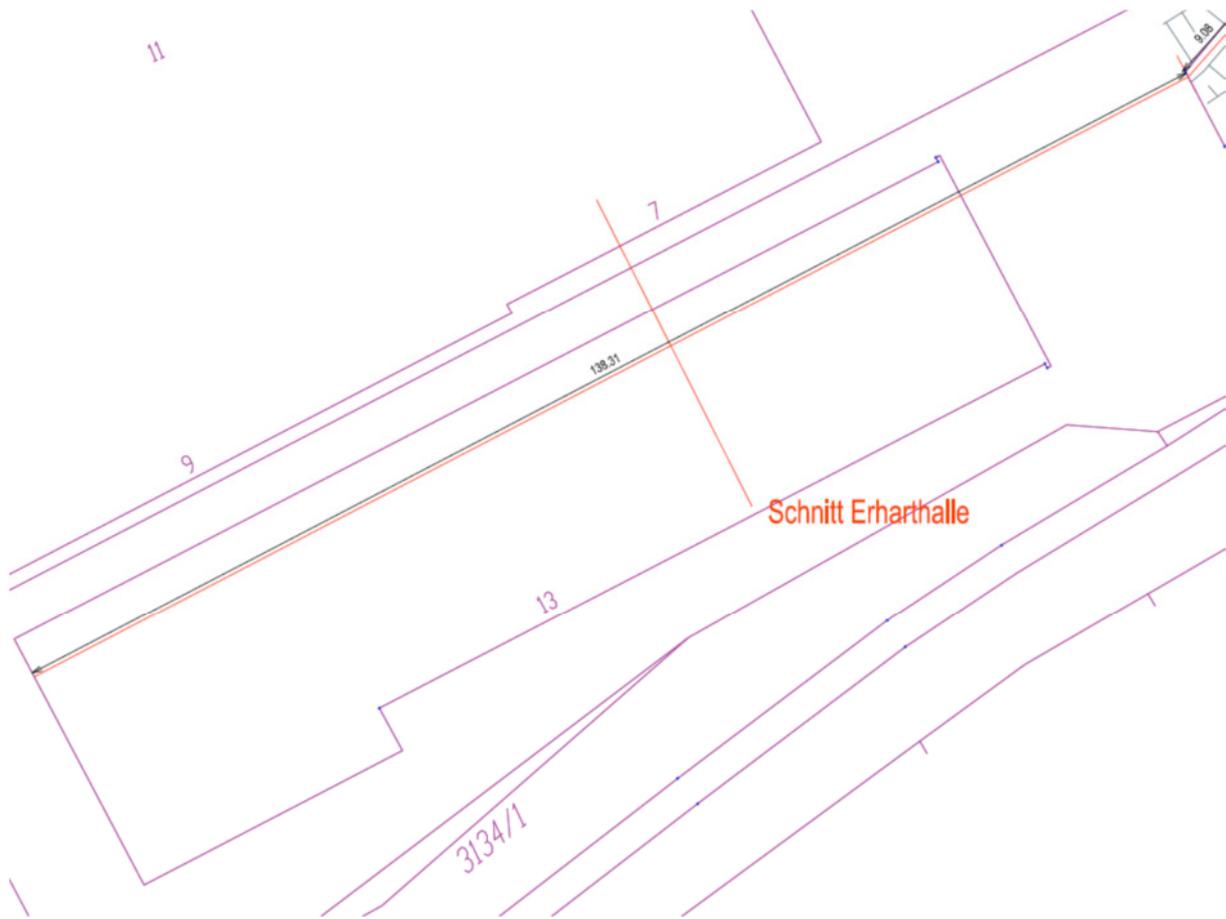
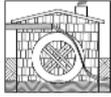


Abbildung 3: ehemaliger Unterwasserkanal, offener Bereich (überdeckelt)

Im Folgenden sind die charakteristischen Schnitte dargestellt. Rechts neben den Schnitten sind jeweils folgende Werte angegeben:

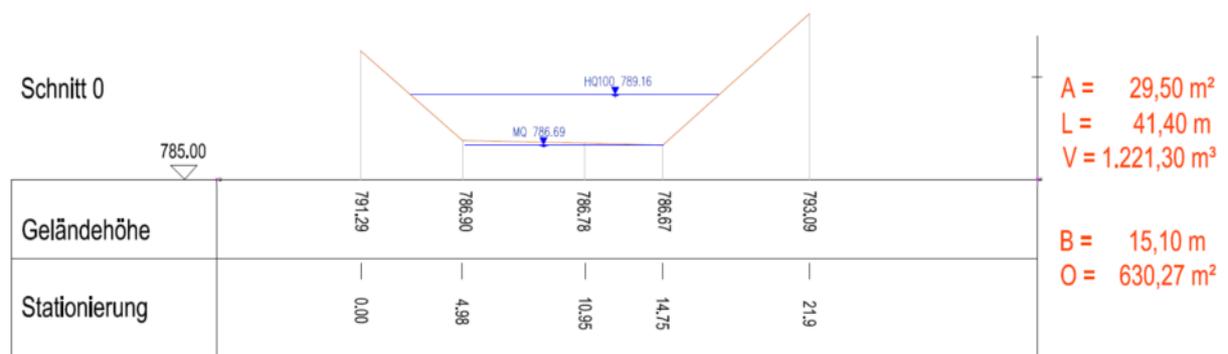
A = „durchflossene“ Fläche zwischen MW und HW₁₀₀

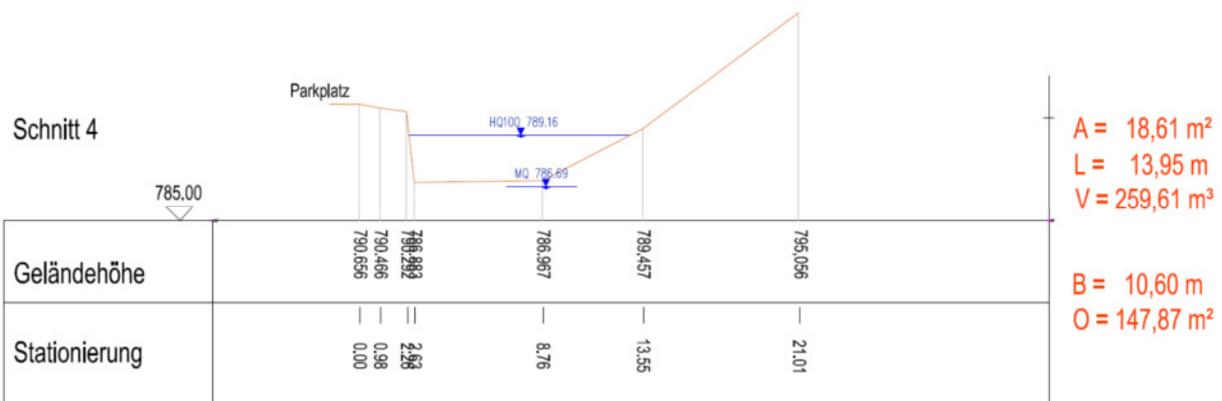
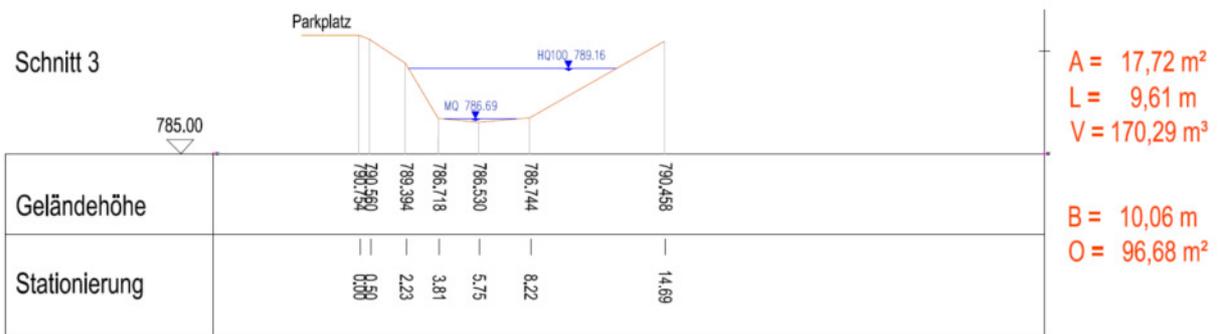
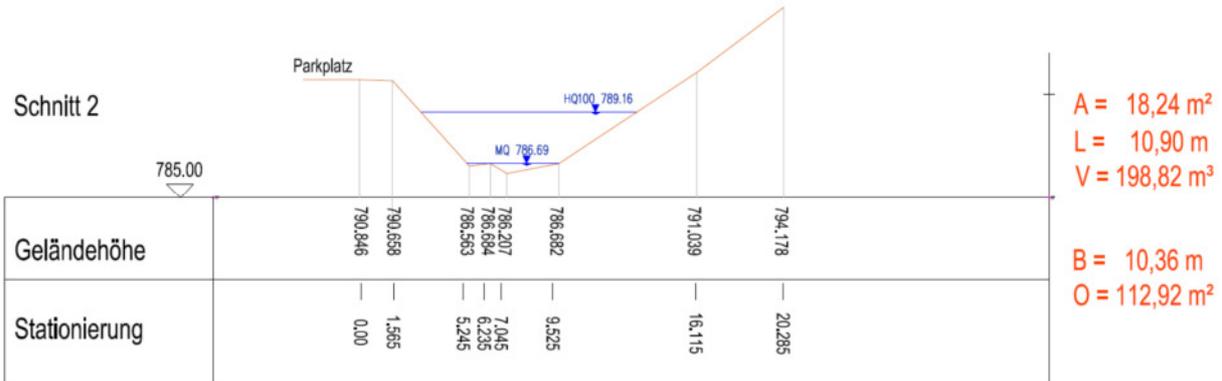
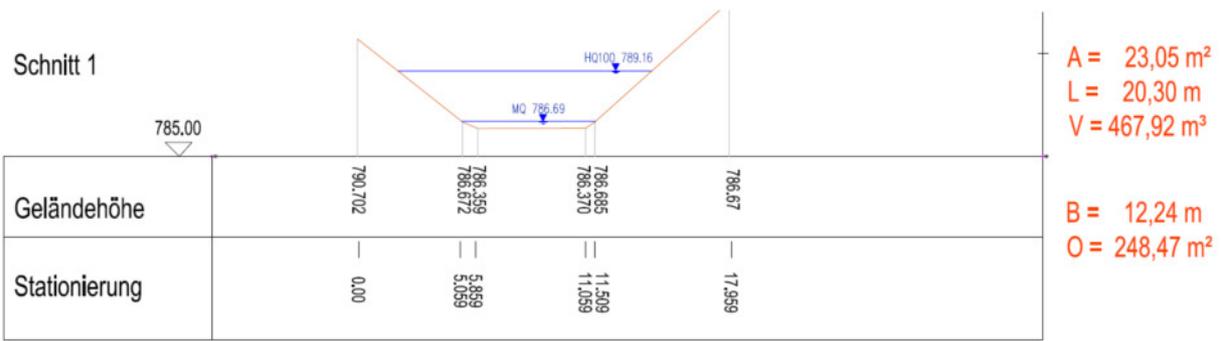
L = Länge des zuzuordnenden Bereichs

V = Volumen des Bereichs (= A x L)

B = Breite des Wasserspiegels an der Oberfläche bei HW₁₀₀

O = Oberfläche des Bereichs (= O x L)





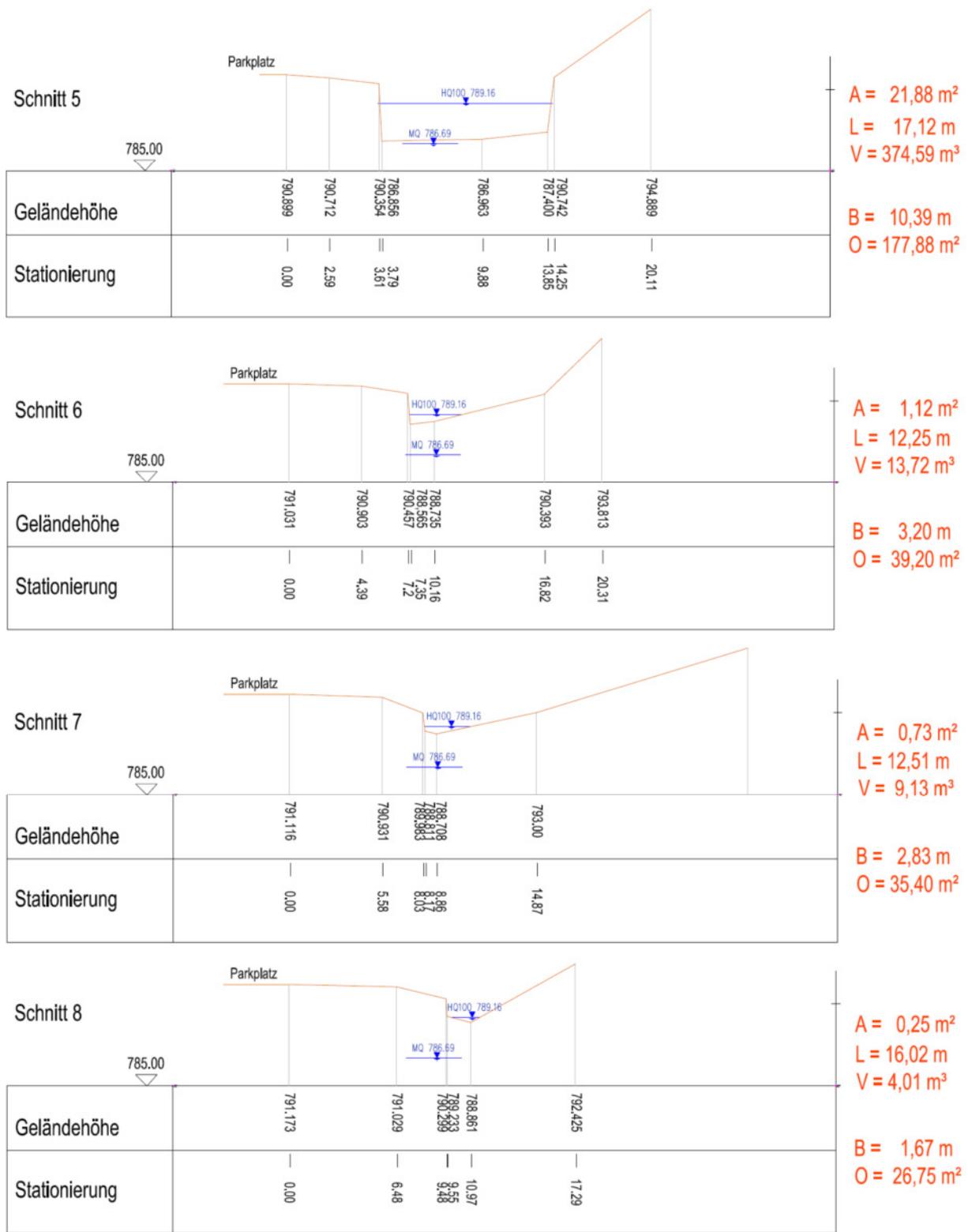


Abbildung 4: Schnitte ehemaliger Unterwasserkanal (auszugleichender Bereich)

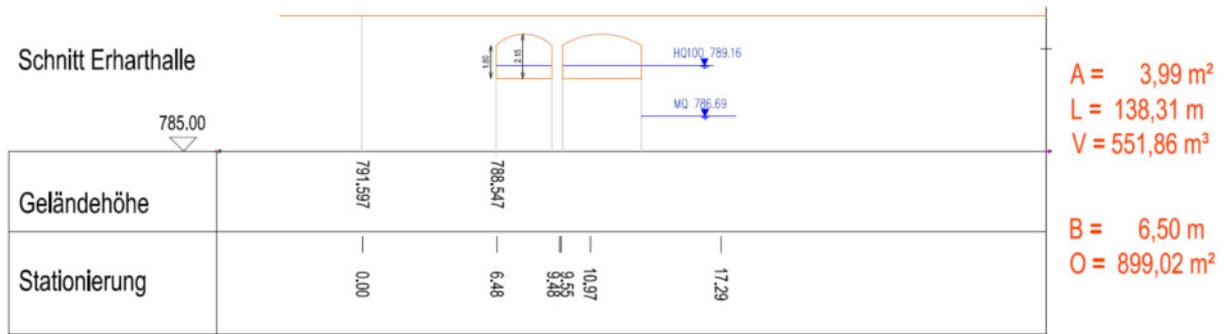


Abbildung 5: Schnitt „Erharthalle“ ehemaliger Unterwasserkanal (Retentionsraum)

Schnitt	Fläche A durchflossene Fläche	Länge L Länge des Bereichs	Volumen V $V = A \times L$	Breite B Wasserspiegel bei HQ100	Oberfläche O
					Oberfläche bei HQ100 $O = B \times L$
	m ²	m	m ³	m	m ²
0	29,50	41,40	1.221,30	15,10	625,14
1	23,05	20,30	467,92	12,24	248,47
2	18,24	10,90	198,82	10,36	112,92
3	17,72	9,61	170,29	10,06	96,68
4	18,61	10,90	202,85	10,36	112,92
5	21,88	17,12	374,59	10,39	177,88
6	1,12	12,25	13,72	3,20	39,20
7	0,73	12,51	9,13	2,83	35,40
8	0,25	16,02	4,01	1,67	26,75
			2.662,61		1.475,37

Tabelle 1: Berechnung Retentionsraumabschnitte

Die Gesamtkubatur des verfüllten Bereichs des Unterwasserkanals beträgt somit 2.662,61 m³ (einschließlich Verfüllung unter der Brücke). Noch als Retentionsraum zur Verfügung steht der Bereich unter der Erharthalle/Faserzentrum, dieser kann über eine Rohrleitung DN 600 aktiviert werden.

Die im verfüllten Bereich eingebaute Rohrleitung ist im Retentionsraumausgleich nicht berücksichtigt. Der noch vorhandene Unterwasserkanal unter der Erharthalle ist als nicht ausgleichswürdig anzusehen, hier gilt gemäß einer Handreichung des Umweltministeriums zu Überflutungsgebieten folgendes: „...bebaute Flächen, überplante Flächen und Flächen innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile haben die Funktion als Rückhaltefläche in der Regel verloren...“.



4. Retentionsraumausgleich

4.1. Vorüberlegungen

In einem ersten Schritt wurden verschiedene Überlegungen angestellt, den verloren gegangenen Retentionsraum im Bereich des Magnus-Parks mit identischem Volumen auszugleichen. Weitere Überlegungen betrafen den Uferbereich gegenüber des Magnus-Parks (linkes Ufer), auch hier wurden Vermessungen vorgenommen und entsprechende Überlegungen angestellt.

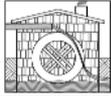
Als Ergebnis hat sich gezeigt, dass die Platzverhältnisse zu beengt sind, um einen volumengleichen Ausgleich zu schaffen. Der auf der linken Uferseite in Erwägung gezogene Bereich liegt zudem in einem naturschutzfachlich hochwertigen Bereich und scheidet dadurch aus. Aus diesen Gründen wurde nach Alternativen gesucht, um das geforderte Ziel zu erreichen, einen wirkungsgleichen Ausgleich des Retentionsraumes bei HQ₁₀₀ herzustellen.

Hinsichtlich der Wirkung des Unterwasserkanals als Retentionsraum ist zu berücksichtigen, dass sich der Kanal mit einer auflaufenden Hochwasserwelle füllen würde und im Bereich des Scheitels der Hochwasserwelle entsprechend vorgefüllt wäre. Dadurch kann sich nur ein äußerst geringer Einfluss auf das Abflussgeschehen entwickeln.

Dies gilt insbesondere durch die Charakteristik des Bezugs zwischen Wasserstand und Volumen im ehemaligen Unterwasserkanal, da bei HQ₁₀₀ keine Ausuferung aus dem Unterwasserkanal auftritt, der einen überproportionalen Anstieg des Retentionsraumvolumens bei steigendem Wasserspiegel bewirken könnte.

Eine deutlich größere Wirkung kann ein Retentionsraum immer dann entfalten, wenn dieser in gesteuerter Form oder erst ab einem definierten Wasserstand gefüllt wird. Dieses Prinzip eines gesteuerten Hochwasserrückhalts wird vielfach bei Hochwasserrückhaltebecken genutzt, um die Spitze von Hochwasserwellen zu kappen und mit einem verhältnismäßig geringen Volumen eine große Wirkung zu erzielen.

Diese fachliche Praxis soll auch am Magnus-Park zum Einsatz kommen, indem der Bereich unter der Erharthalle erst ab einem definierten Wasserstand im Lech gefüllt wird und damit eine deutlich größere Wirkung entfaltet, als wenn der gesamte Unterwasserkanal mit einer auflaufenden Hochwasserwelle kontinuierlich gefüllt werden würde.



Anmerkung:

Es sei dennoch erwähnt, dass weder ein ungesteuerter Retentionsraum mit einem Volumen von rund 2.660 m³, noch ein gesteuerter Retentionsraum mit einem Volumen von 550 m³ einen messbaren Einfluss auf das Abflussgeschehen des Lechs bei einem 100-jährlichen Hochwasser haben kann. Der statistische Wert für ein HQ₁₀₀ liegt in diesem Bereich bei annähernd 1.000 m³/s, so dass ein gesteuertes Volumen von 550 m³ in weniger als einer Sekunde (!) gefüllt wäre. Tatsächlich beträgt die Dauer des Scheitelabflusses einer Hochwasserwelle in der Regel mehrere Stunden, so dass eine Wirkung sehr fraglich ist. Noch deutlich geringer wäre zudem die Wirkung durch ein ungesteuertes Retentionsvolumen von 2.660 m³, wenn dieses zum Zeitpunkt der Scheitelspitze entsprechend vorgefüllt wäre.

Eine weitere Einordnung ergibt sich durch einen Vergleich mit dem Retentionsvolumen des Forggensees. Dort stehen (ohne Vorabsenkung) 22,1 Mio. m³ an gesteuertem Retentionsraum zur Verfügung, mit Vorabsenkung nochmals deutlich mehr. Beim Hochwasser im Jahr 2005 wurden 47 Mio. m³ in gesteuerter Form zurückgehalten.

[Quelle: https://www.wwa-ke.bayern.de/fluesse_seen/gewaesserportraits/forggensee/hochwasserschutz/index.htm]

4.2. Wirkungsgleicher Retentionsraumausgleich

Wie oben erwähnt wurde ist vorgesehen, den verloren gegangenen, ungesteuerten Retentionsraum des Unterwasserkanals durch einen gesteuerten Retentionsraum wirkungsgleich auszugleichen. Bezugspunkt ist dabei ein 100-jährliches Hochwasser mit einem Wasserstand von 789,16 mNN an der Mündung des ehemaligen Unterwasserkanals.

Betrachtet wird im Folgenden der potentielle Retentionsraum im ehemaligen Unterwasserkanal in den obersten 20 cm einer Hochwasserwelle, somit ab einem Wasserstand von 788,96 mNN an der Stelle der ehemaligen Einmündung des Unterwasserkanals. Für die betrachtete Lamelle beträgt der auszugleichende Retentionsraum rund 1.500 m² (vergleiche Tabelle 1, Seite 11) x 0,2 m = 300 m³.

Zur Verfügung gestellt wird ab dieser Höhe der noch nicht verfüllte Unterwasserkanal im Bereich der Erharthalle. Dieser Bereich weist eine Länge auf von 138,31 m bei einer „durchflossenen“ Fläche von 3,99 m² (siehe Schnitt „Erharthalle“, Seite 11). Somit wird ein gesteuertes Retentionsvolumen von rund 550 m³ (138,31 x 3,99 = 551,86) zur Verfügung gestellt, so dass für diesen relevanten Bereich der Hochwasserwelle bereits ein volumenmäßiger Ausgleich vorhanden ist.



Weiterhin wird durch die vorhandene Rohrleitung DN 600 / DN 800 in Verbindung mit einer 1 m langen Überfallschwelle auf Höhe 788,96 mNN eine gedrosselte Füllung des Retentionsraumes erreicht, so dass der Retentionsraum seine Wirkung über einen längeren Zeitraum entfalten kann.

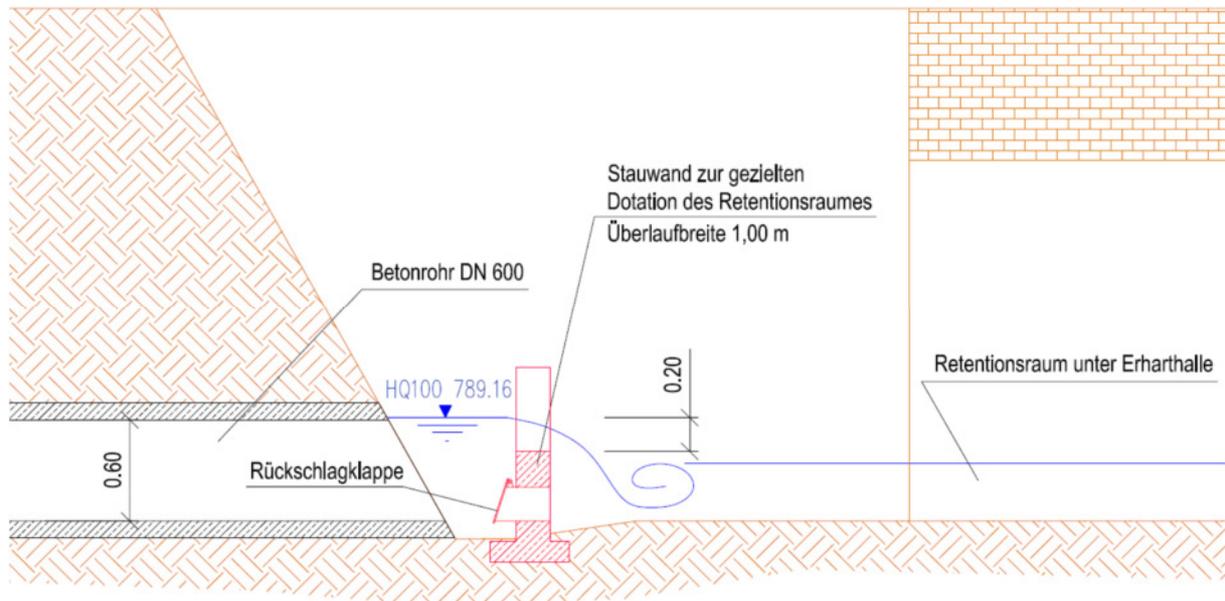


Abbildung 6: Längsschnitt Stauwand

Bei einer Überfallhöhe von 0,20 m, einer Überfallbreite von 1,00 m und einem Überfallkoeffizienten von 0,6 ergibt sich gemäß der Überfallbeziehung nach Poleni ein Abfluss von 0,158 m³/s. Wird der Fließverlust der Rohrleitung zwischen Lech und Retentionsraum mit rund 5 cm berücksichtigt, ergibt sich bei HQ₁₀₀ eine Überfallhöhe von 0,15 m, der Abfluss liegt dann gemäß Poleni bei rund 0,100 m³/s

Das bedeutet, dass sich der Retentionsraum unter der Erharthalle/Faserzentrum rechnerisch in 550 m³ / 0,1 m³/s = 5.500 s vollständig füllt, dies entspricht einer Zeitdauer von rund 90 Minuten.

Für den Hochwasserfall ist davon auszugehen, dass die Spitze einer Hochwasserwelle einige Stunden andauert, so dass ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um den Retentionsraum vollständig zu füllen.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Füllung des Retentionsraumes beginnt, sobald der Wasserstand die Oberkante der Stauwand überschreitet. Weiterhin ist zu



erwähnen, dass gegen Ende der Füllung des Retentionsraums die Füllgeschwindigkeit wegen Rückstaeinflüssen abnimmt.

Sobald das Hochwasser zurückgeht, läuft auch der Retentionsraum durch die Rückschlagklappe DN 200 wieder leer, um den Retentionsraum wieder für eine etwaig weitere Hochwasserwelle zur Verfügung zu stellen.

Die Entleerung des Retentionsraums dauert durch die Drosselwirkung der Rückschlagklappe deutlich länger, diese zeitverzögerte Abgabe kann als positiver Nebeneffekt gegenüber einer unverzögerten Abgabe angesehen werden.

5. Zusammenfassung

Im Bereich des Fabrikgeländes der Füssener Textilwerke wurde der stillgelegte Unterwasserkanal der ehemaligen Wasserkraftnutzung teilweise verfüllt und verrohrt. Um den damit verbundenen Verlust an Retentionsraum wirkungsgleich auszugleichen, wird ein unverfüllter Abschnitt des Unterwasserkanals unter der sogenannten Erharthalle als „gesteuerter“ Rückhalt aktiviert.

Durch die gezielte Flutung dieses Abschnittes zum Zeitpunkt des Scheitelabflusses eines 100-jährlichen Hochwassers wird (gegenüber einem ungesteuerten Rückhalt) eine deutlich bessere Dämpfung der Hochwasserwelle erreicht. Dadurch ist es möglich, das Gesamtvolumen des Retentionsraumverlusts durch ein geringeres, aber entsprechend „veredeltes“ Retentionsvolumen wirkungsgleich auszugleichen.

Landsberg am Lech, 10.05.2021

Wasserbau Ringler GmbH

Andreas Ringler