

---

## Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke

### Anlage 03.02.03

#### Hydraulische Leistungsfähigkeit Leerschuss am Wasserkraftwerk UP1 und UP2

---



Vorhabensträger:                   Stadtwerke München GmbH  
Emmy-Noether-Straße 2  
80287 München

Entwurfsverfasser:               PG-SKUP Bau + Plan / Arnold Consult  
c/o Bau + Plan Ingenieurgesellschaft mbH  
Dorfstraße 39  
81247 München



**ARNOLD** 

Fassung Nr. 1                       23.09.2024

Projektleitung:	Hans J. Hanke	Tel.: 089 – 818 962 16
Projektleitung stv.:	Markus Hofbauer	Tel.: 089 – 4132705 23
Projektbearbeitung:	Wolfgang Nierlich	Tel.: 089 – 4132705 27

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1</b>	<b>Veranlassung und Allgemeines ..... 3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen ..... 3</b>
2.1	Normative Grundlagen..... 3
2.2	Bestand Bauwerke..... 3
<b>3</b>	<b>Sanierung der Leerschüsse..... 7</b>
<b>4</b>	<b>Bemessungsansatz ..... 7</b>
<b>5</b>	<b>Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit ..... 8</b>
<b>6</b>	<b>Abbildungsverzeichnis..... 9</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis..... 9</b>

## 1 Veranlassung und Allgemeines

Für die Leerschüsse an den Wasserkraftwerken UP1 und UP2 ist die hydraulische Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Die Berechnung erfolgt mit analytischen Formeln gemäß dem Stand der Technik.

Die konstruktive Gestaltung der Leerschüsse an beiden Anlagen ist sehr ähnlich. Insbesondere haben an beiden Anlagen alle drei Wehrfelder eine einheitliche lichte Breite von 5,0 m, die Anströmung im Oberwasser erfolgt weitgehend geradlinig und es kann auf Grund der Wehrgeometrie und der vorliegenden Fallhöhe von einem rückstaufreien Abfluss ausgegangen werden. Der Bemessungsansatz wird auf der sicheren Seite liegend mit einem minimalen Abflussbeiwert gewählt (siehe Kapitel 3). Im Rahmen der möglichen Genauigkeit der analytischen Berechnung kann daher für beide Anlagen von einer identischen hydraulischen Leistungsfähigkeit ausgegangen werden.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Normative Grundlagen

Für Stauanlagen und damit auch für den dazugehörigen Leerschuss als Wehranlage ist die DIN 19700, Teil 10 (Gemeinsame Festlegungen) und Teil 13 (Staustufen) maßgebend und daher hier anzuwenden.

An beiden Anlagen liegt eine Fallhöhe von deutlich über 5 m vor. Die Anlagen sind damit der Staustufenklasse I zuzuordnen. Für den Bemessungshochwasserzufluss BHQ 1 ist eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von  $T = 100$  Jahren anzusetzen (vgl. DIN 1900-13, Kap. 3 und Kap. 4). Für den Bemessungsfall BHQ1 gilt für den Ansatz der Anzahl der Wehrfelder der n-1-Fall (vgl. DIN 19700-13, Kap. 5.3.2.4).

Der hier vorliegende maximale Abfluss von  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$  kann jederzeit und häufiger als einmal in 100 Jahren auftreten. Damit ist dieser Abfluss einem BHQ1 zuzuordnen. Der n-1-Fall ist damit anzusetzen.

Ergänzend wird im Folgenden auch der „n-Fall“ behandelt.

### 2.2 Bestand Bauwerke

In den nachfolgenden Abbildungen 1 bis 4 sind die Leerschüsse der beiden Anlagen WKW UP1 und WKW UP2 im Grundriss und im Längsschnitt dargestellt.

Aus den nachfolgenden Abbildungen 1 und 2 wird die konstruktiv ähnliche Gestaltung der beiden Anlagen im Grundriss mit je drei Wehrfeldern mit 5,0 m Breite (siehe Markierung in den Abbildungen) und einer weitgehend geradlinigen Anströmung im Nahbereich ersichtlich.

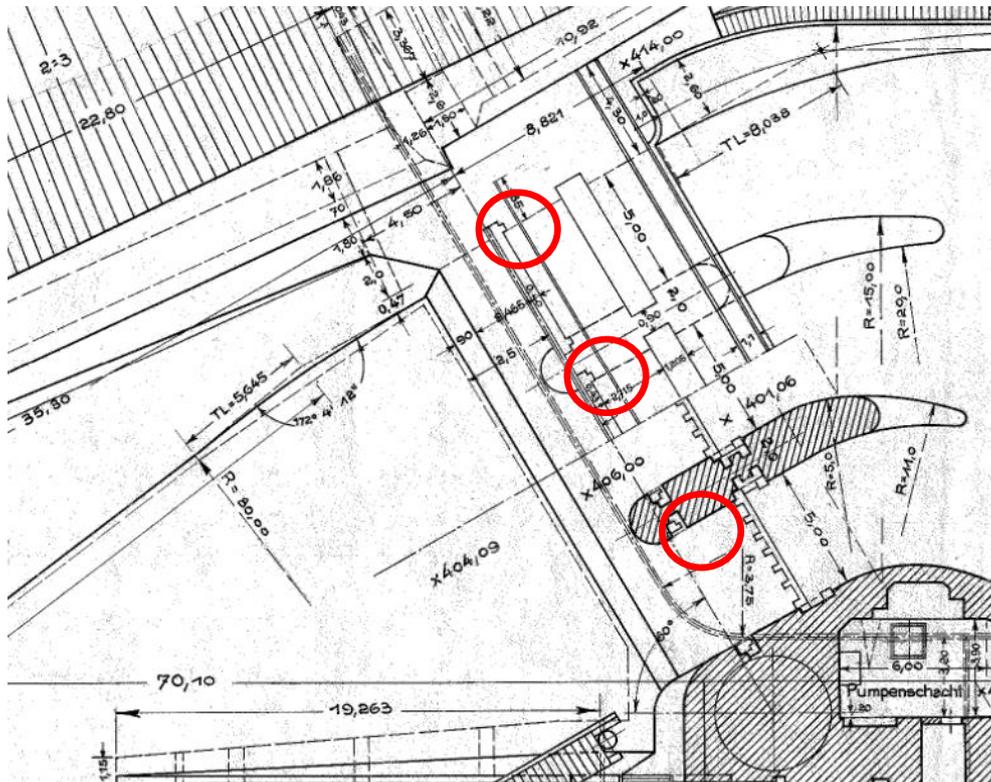


Abbildung 1: Grundriss Leerschuss WKW UP1

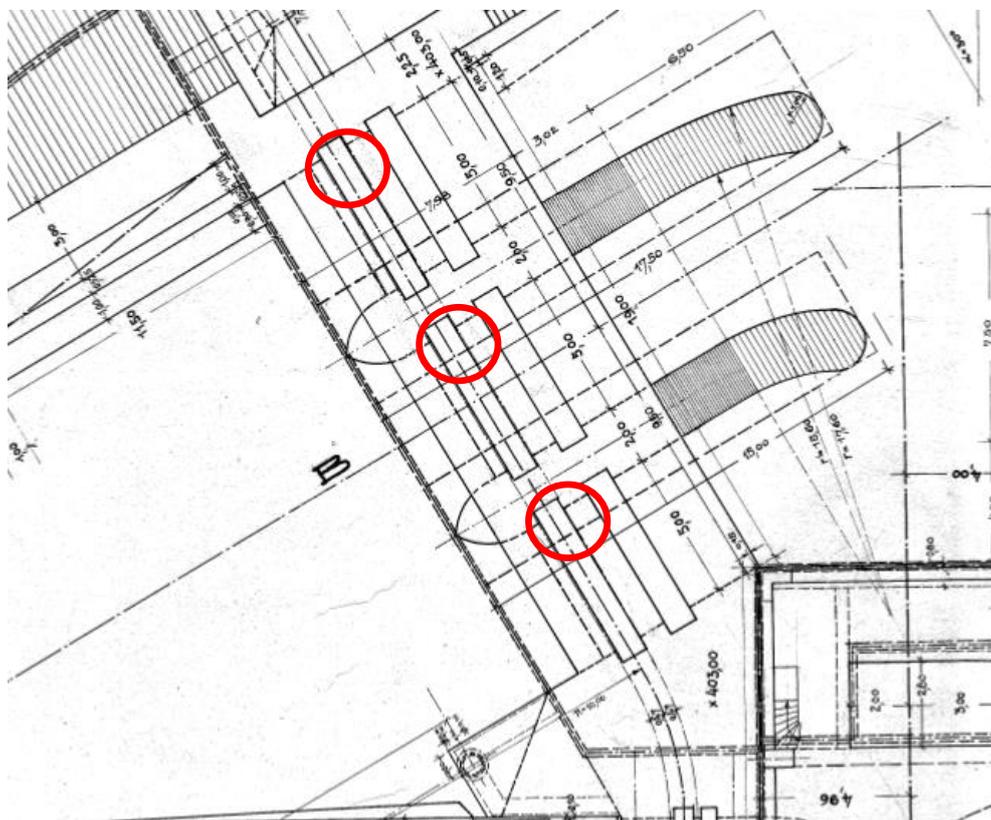


Abbildung 2: Grundriss Leerschuss WKW UP2

Im Längsschnitt gibt es zwischen beiden Anlagen Abweichungen in der Gestaltung des Wehrkörpers. Bei UP1 liegt eine deutlich größere horizontale Breite des Wehrrückens vor, bei UP2 eine etwas größere Höhe der Wehroberkante über der Sohle (siehe nachfolgende Abbildungen 3 und 4).

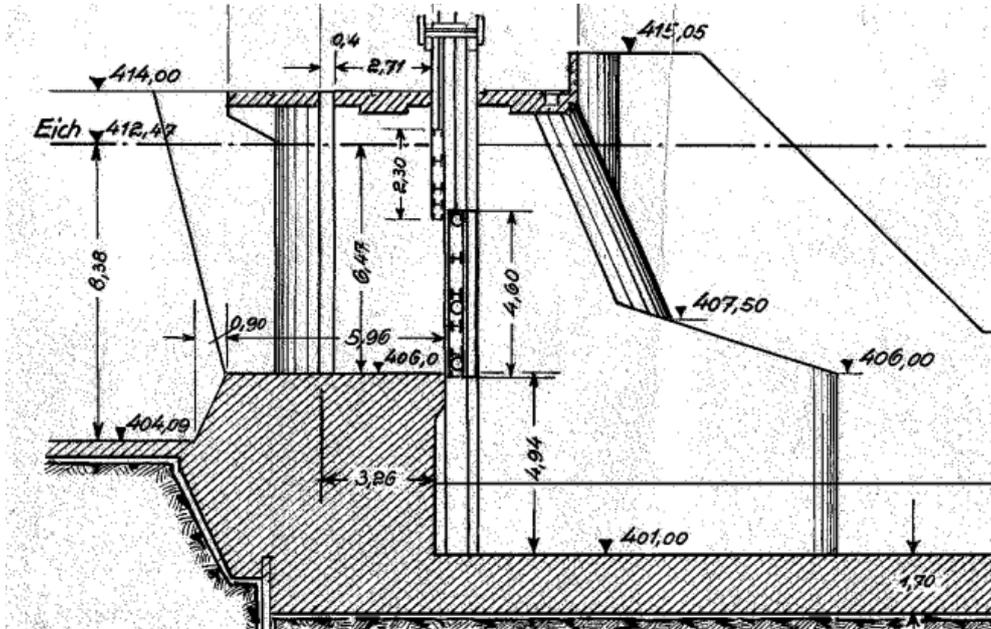


Abbildung 3: Längsschnitt Leerschuss WKW UP1

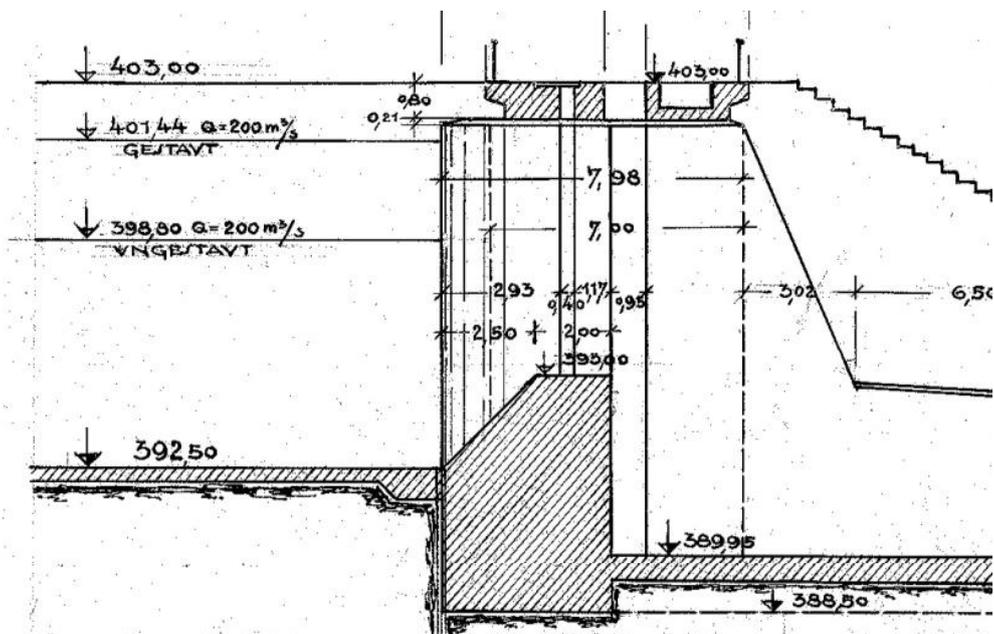


Abbildung 4: Längsschnitt Leerschuss WKW UP2

Hinsichtlich der Wehrverschlüsse liegt an beiden Anlagen eine identische Situation vor.

In allen Wehrfeldern sind Doppelschützen installiert, wobei nur das obere Schütz zum Öffnen nach oben aus dem Fließquerschnitt gefahren wird, das untere Schütz jedoch nach unten gefahren werden kann und in seiner Endstellung vollständig hinter dem Wehrkörper liegt (siehe Abbildung 5).

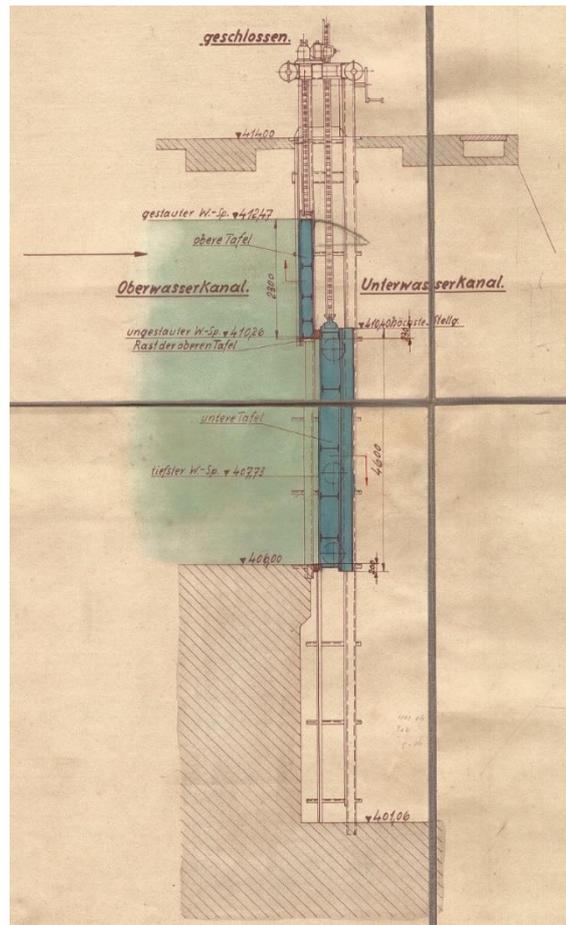


Abbildung 5: Planausschnitt Schütz

Bei Vollöffnung beider Schützen wird der Abflussquerschnitt vollständig freigegeben. Hydraulisch spielen die Schützen bei vollständiger Öffnung dann keine Rolle mehr und es liegt eine freie Überfallströmung über den Wehrkörper vor. Die Abflussleistung je Breitenmeter wird dann nur durch die Überfallhöhe (Höhendifferenz zwischen der Stauhöhe im Oberwasser und der OK des Wehrrückens) und durch die Wehrgeometrie im Längsschnitt bestimmt.

### 3 Sanierung der Leerschüsse

Im Zuge der Sanierung der Kanalanlagen werden an beiden Leerschüssen keine Veränderungen vorgenommen, die die hydraulische Leistungsfähigkeit beeinflussen.

Im Oberwasser der Leerschüsse werden die Betonoberflächen durch Abtrag und Neuaufbringen der obersten Betonschicht erneuert. Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten haben alle Wehrfelder mit 5,0 m lichter Breite wieder die gleiche abflusswirksame Breite wie derzeit im IST-Zustand.

Für die Wehrverschlüsse liegt aktuell bereits eine Zustandsbeurteilung vor, die zum Ergebnis kommt, dass sich die bestehenden Stahlwasserbauteile in einem ausreichend guten Zustand befinden, um nicht ersetzt zu werden. Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen erfolgt ein Ausbau der Verschlüsse mit Neukonservierung und lokalen Instandsetzungsmaßnahmen.

In hydraulischer Hinsicht stellt der unter Kapitel 2.2 beschriebene Bauwerksbestand daher auch den zukünftigen Zustand nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen dar.

### 4 Bemessungsansatz

Die analytische Bemessung erfolgt gemäß dem Stand der Technik nach Bollrich / Preißler: Technische Hydromechanik, Band 1 (3. Auflage, 1992), Kap. 9.2: vollkommener Überfall, nach der Überfallformel nach Poleni (siehe dort Seite 403, Formel 9.2):

Unter Vernachlässigung der Anströmgeschwindigkeitshöhe ist der Abfluss gegeben zu:

$$Q_{Poleni} = \frac{2}{3} * \mu_{Poleni} * b * \sqrt{2g} * h^{3/2}$$

Mit:

- $\mu_{Poleni}$  Ausflussbeiwert, abhängig von der Geometrie des Wehrkörpers
- $b$  Breite des Wehrfeldes
- $h$  Fließtiefe ab OK Wehrkrone

## 5 Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

Der Abflussbeiwert wird auf der sicheren Seite liegend – einheitlich für beide Wehre – mit  $\mu = 0,5$  gewählt. Dies ist der konservativste Abflussbeiwert, der in der Literatur erwähnt wird. Außerdem ist der Strahl unterstrom des als breitkronig angenommenen Wehrs an seiner Unterseite belüftet, weshalb dort nicht der hydrostatische sondern der Atmosphärendruck herrscht, was sich abflusssteigernd bzw. positiv auf den Abflussbeiwert auswirkt.

Die Überfallhöhen an den beiden Leerschüssen ergeben sich wie folgt:

### Wasserspiegel im Oberwasser:

WKW UP1: Oberwasserstand bei  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ : 412,47 m+NN

WKW UP2: Oberwasserstand bei  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ : 401,44 m+NN

### Oberkante der Wehrkrone: (siehe Abbildungen 3 und 4)

WKW UP1: OK Wehrkrone: 406,00 m+NN

WKW UP2: OK Wehrkrone 395,00 m+NN

Damit ergeben sich für den Maximalabfluss von  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  Überfallhöhen von 6,47 m am Leerschuss UP1 und 6,44 m am Leerschuss UP2.

Vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend wird einheitlich für beide Anlagen die geringere Überfallhöhe von 6,44 m angesetzt.

Entsprechend dem Bemessungsansatz mit der Überfallformel nach Poleni ergibt sich eine **theoretische hydraulische Leistungsfähigkeit für jedes Wehrfeld von  $120,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

Im n-1-Fall können an beiden Anlagen damit theoretisch  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  abgeführt werden, unter Ansatz von allen drei Wehrfeldern („n-Fall“) sogar  $360 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Die Leerschüsse von beiden Anlagen (WKW UP1 und WKW UP2) haben damit auch im n-1-Fall eine ausreichende hydraulische Leistungsfähigkeit für den Maximalabfluss von  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

Tatsächlich würden sich damit bei einem Zufluss von  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  und Abfuhr des gesamten Zuflusses über den Leerschuss bei voll geöffneten Wehrverschlüssen geringere Überfallhöhen einstellen, als die theoretisch maximal möglichen Überfallhöhen, die sich aus den Stauzielen ergeben.

## 6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundriss Leerschuss WKW UP1.....	4
Abbildung 2: Grundriss Leerschuss WKW UP2.....	4
Abbildung 3: Längsschnitt Leerschuss WKW UP1 .....	5
Abbildung 4: Längsschnitt Leerschuss WKW UP2 .....	5
Abbildung 5: Planausschnitt Schütz.....	6

## 7 Literaturverzeichnis

Verwendete Normen und Fachliteratur:

- DIN 19700-10:2004-07: Stauanlagen Teil 10 - Gemeinsame Festlegungen
- DIN 19700-13:2019-06: Stauanlagen Teil 13 – Staustufen

Bollrich, G., & Preißler, G. (1992). *Technische Hydromechanik, Band 1, Grundlagen* (3. Ausg.). Berlin.

*DIN 19700-10:2004-07, Stauanlagen - Teil 10: Gemeinsame Festlegungen.* (2004). doi:10.31030/9560336

*DIN 19700-13:2019-06, Stauanlagen - Teil 13: Staustufen.* (2019). doi:10.31030/3023189

PG-SKUP

München, den 23.09.2024

  
Hofbauer

  
Nierlich