

Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke

Anlage 04.03.01

Hydraulische 2D-Berechnungen 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



Fassung Nr. 1 25.09.2024

Projektleitung: Hans J. Hanke Tel.: 089 – 818 962 16
Projektleitung stv.: Markus Hofbauer Tel.: 089 – 4132705 23
Projektbearbeitung: Ralph Prediger Tel.: 089 – 4132705 12

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung..... 3
2	Modell UP2 5
2.1	Datengrundlage 5
2.2	Beschreibung..... 5
2.3	Plausibilisierung und Modellkalibrierung..... 7
3	Berechnete Lastfälle Betriebszustände 10
4	Berechnete Lastfälle Bauzustände..... 11
5	Ergebnisse und Auswertung 13
5.1	Betriebszustände 13
5.2	Bauzustände 14
6	Zusammenfassung..... 15
6.1	Betriebszustände 15
6.2	Bauzustände 15

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die SWM planen die Sanierung der Kanalanlagen Uppenbornwerke.

Die hydraulischen Berechnungen sind auf die Abschnitte Uppenbornwerk 1 und Uppenbornwerk 2 aufgeteilt.

Der hier vorliegende Bericht behandelt die zum Uppenbornwerk 2 gehörenden Kanalanlagen.

Folgendes Abkürzungsverzeichnis gibt einen Überblick über die im Bericht verwendeten Abkürzungen der Bauwerksbezeichnungen.

Abkürzungsverzeichnis mit Erläuterung:

K-km	Kanal-Kilometer
SWM	Stadtwerke München GmbH
PG-SKUP	Planungsgemeinschaft Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk
OW	Oberwasser
UW	Unterwasser
UP1	Uppenbornwerk 1
UP2	Uppenbornwerk 2
WKW UP1	Wasserkraftwerk Uppenbornwerk 1
WKW UP2	Wasserkraftwerk Uppenbornwerk 2
MIK	Mittlerer-Isar-Kanal
MIK H6	Mittlere-Isar-Kanal Haltung 6

Das Bearbeitungsgebiet des vorliegenden Berichts umfasst die Haltung 6 des Mittleren- Isar-Kanals. Sie beginnt im Unterwasser WKW UP1 und endet im Einlaufbereich des WKW UP2.



Abbildung 1: Übersichtskarte MIK Haltung 6

Der Bearbeitungsabschnitt beinhaltet den Eching-er Speichersee, der im Hauptschluss (ohne Ein- und Auslassbauwerke) durchströmt wird. Zwischen Zu- und Ablauf führt eine

Tiefwasserrinne durch den Speichersee. Am östlichen Ende des Echinger Speichersees liegt die aufgelassene Wehranlage Hofham.

Ziele der Untersuchung sind

1. die Gewährleistung der bauzeitlich angestrebten Wasserführung unter Berücksichtigung baulicher und ökologischer Belange.
2. Untersuchungen zu den hydraulischen Verhältnissen für verschiedene Betriebszustände

Für das Modell wurden innerhalb der Bearbeitungsstrecke folgende rechtsseitige Zuläufe berücksichtigt:

1. Große Sempt (Einmündung in Haltung 6 bei K-km 2+320)
2. Kleine Sempt (Einmündung bei K-km 4+750)
3. Aubach (Einmündung bei K-km 5+400)
4. Gleißbach (Einmündung bei K-km 5+800)

Für die Berechnungen zu den Betriebszuständen wurden vier maßgebende Lastfälle (Extremfallbetrachtung) festgelegt:

- Stauziel am WKW UP2 und minimaler Abfluss $Q_{\min} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$
- Stauziel am WKW UP2 und maximaler Abfluss $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$
- Min. Betriebswasserspiegel am Pegel 31/Wehranlage Hofham, Abfluss $Q_{\min} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$
- Min. Betriebswasserspiegel am Pegel 31/Wehranlage Hofham, Abfluss $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

Das Stauziel am WKW UP2 beträgt 401,406 m ü. NHN, das Absenkziel am WKW UP2 soll unter Einhaltung eines minimalen Betriebswasserspiegels an der Wehranlage Hofham von 399,466 m ü. NHN (entspricht 399,50 m ü. NN (DHHN12)) durch die durchgeführten Berechnungen ermittelt werden.

Alle Höhenangaben (sofern nicht anders beschrieben) beziehen sich auf das Höhensystem DHHN2016 (m ü. NHN)

2 Modell UP2

Die Modellerstellung erfolgte mit der Nutzeroberfläche SMS 13.2.14 und die hydraulischen 2D-Simulationen mit HydroAS 5.5.2.

2.1 Datengrundlage

Topographische Grundlage des hydraulischen Modells ist die Punktwolke mit Befliegungsdaten von *AHM AirborneHydroMapping GmbH* aus dem Jahr 2015. Ergänzend wurden Bestandspläne, Vermessungen und Beobachtungen aus Begehungen berücksichtigt. In Tabelle 1 sind die verwendeten Daten aufgeführt.

Tabelle 1: Topographische und Geometrische Grundlagendaten

Modellabschnitt	Grundlagendaten Geometrie	Sonstiges
Gesamtmodell, Kanalsohle	Laser-scan Befliegung AHM AirborneHydroMapping GmbH – 2015, integrierte Echolotdaten 2015, Datenkorrektur erhalten März 2023	
Dämme, Kanal und Zulaufgerinne	Terrestrische Vermessung (GeoPlus GbR) erhalten März 2023	
Kraftwerk UP2	Vermessung; PG-SKUP, Jan 2023	
Gesamtmodell	Begehung und Fotodokumentation, PG-SKUP02/2023	Abschätzung Rauheiten
Bestand Wehranlage Hofham	Vermessung (PG-SKUP, Jan 2023)	
Brückenpfeiler A92	Lageplan (1976) Straßenbauverwaltung Bayern	
Gesamtgebiet	Digitale Flurkarte	
Gesamtgebiet	Luftbild World Imagery ARCGISonline	Abschätzung Rauheiten

2.2 Beschreibung

Das Modell UP2 umfasst den ca. 2,34 km langen Kanalabschnitt vom Unterwasser des WKW UP1 bis zum Einlauf in den Echinger Speichersee (K-km 1-850 bis 4+190), die ca. 2,33 km lange Durchleitungsstrecke durch den Echinger Stausee (K-km 4+190 bis 6+520) sowie die ca. 3,48 km lange Kanalstrecke vom Auslauf des Sees bis zum Einlauf ins WKW UP2 (K-km 6+520 bis 10+000). Die Gesamtlänge des Bearbeitungsgerinnes beträgt somit ca. 8,2 km.

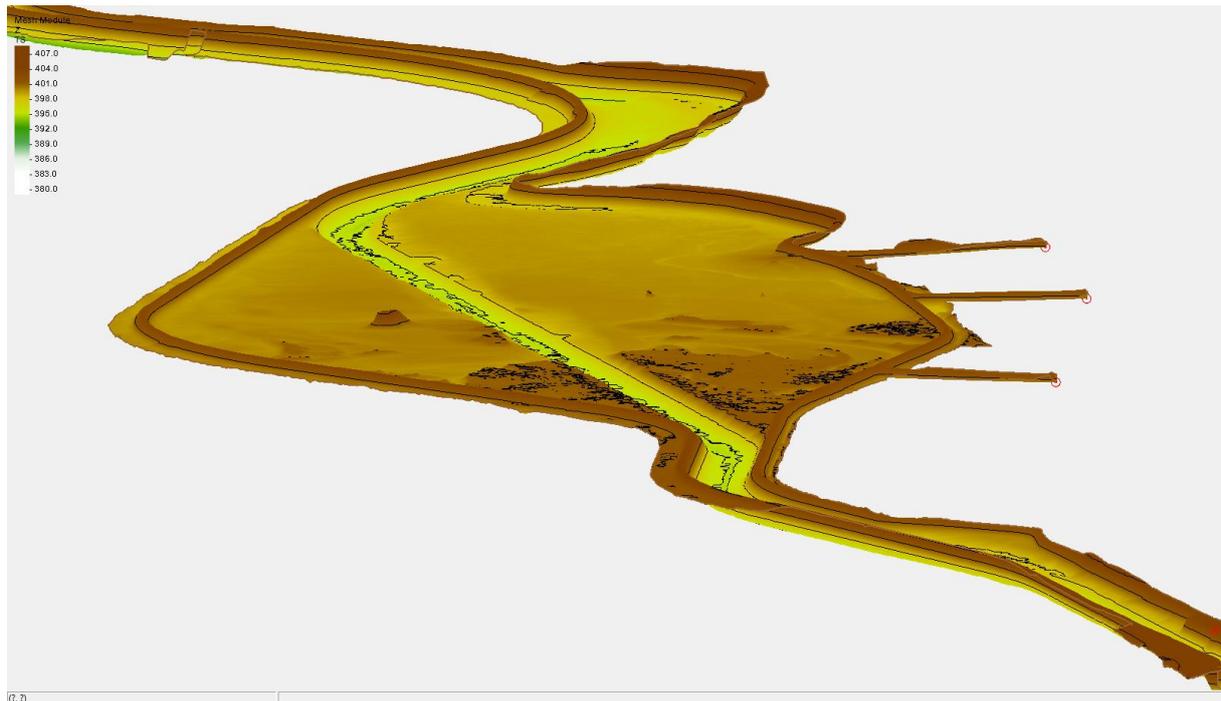


Abbildung 2: Schrägansicht Modelltopographie und Zulaufbereiche Echinger Speichersee

Die Zuflüsse (rote Kreise) am WKW UP1 und am südlichen Modellrand sowie der Modellauslauf im Nordosten (blauer Kreis) sind der Abbildung 3 zu entnehmen.

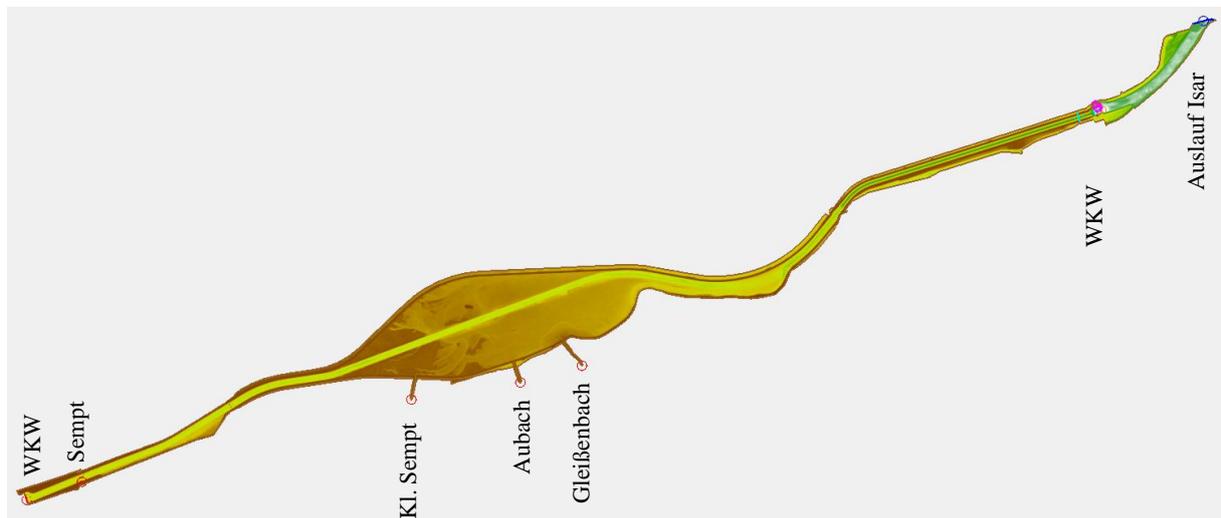


Abbildung 3: Zu- und Ausläufe im HydroAS-Modell

Das Modell wurde bis zur Einmündung in die Isar erstellt und wird abhängig von der jeweiligen Fragestellung passend gekürzt. Für die hier untersuchten Fragestellungen wurde der Modellteil unterhalb des Kraftwerks UP2 nicht verwendet.

Modellunsicherheiten bestehen aufgrund von Auflösung, Qualität und Aktualität der Datengrundlage.

Die modellierte Topographie der Sohle und der Uferböschungen bildet den Zeitpunkt der Datenaufnahme ab, d.h. Ablagerungen in Akkumulationszonen sind entsprechend enthalten. Die Sohltopographie bildet die tatsächliche betriebliche Realität mit Sedimentanlandungen zum Zeitpunkt der Aufnahme ab.

Die im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen durchzuführenden Änderungen am Fließquerschnitt, Einbauten für neue Kanalauskleidungen oder Vorschüttungen, sind im Modell nicht enthalten.

Es ist zu erwarten, dass der Unterschied zwischen aktuellem Modell und Sanierungszustand mit neuen Kanalauskleidungen oder Vorschüttungen im Toleranzbereich der üblichen Genauigkeit der hydraulischen Berechnungen liegt. Durch Rechenläufe zur Überprüfung der Auswirkungen wurde belegt, dass die Auswirkungen nicht mehr als 2 cm betragen. Es kann vielmehr davon ausgegangen werden, dass sich die Effekte aus der Verringerung der Querschnittsfläche durch Einbauten einerseits und Vergrößerung durch Räumung der Sedimente andererseits in etwa aufheben.

Genauigkeitsverluste entstehen durch die systembedingt notwendige Generalisierung und der daraus resultierenden Netzauflösung. Die vorliegenden hydraulischen Messwerte lassen eine der Fragestellung angemessene Kalibrierung der Modellparameter zu.

Die Rechenergebnisse an den Modellrändern (z.B. WKW UP1 und WKW UP2) sind durch geometrische und numerische Ungenauigkeiten generell nur bedingt aussagekräftig. Abflusscharakteristiken, wie z.B. Schubspannung oder Geschwindigkeit können durch numerische Instabilitäten unmittelbar an den Bauwerken unrealistische (erhöhte) Werte aufweisen. Diese Singularitäten sind für die Ergebnisauswertung aber nicht relevant.

2.3 Plausibilisierung und Modellkalibrierung

Im Folgenden werden die Erstellung und die Plausibilisierung des Modells für die 2D-Simulation beschrieben.

Für die anfängliche Belegung der Rauheitswerte wurden Erfahrungswerte (z.B. aus LfU Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebiete Bayern) berücksichtigt.

In einem nächsten Schritt wurde das Modell anhand von Berechnungsergebnissen und aktuellen Wasserspiegelmessungen im November 2023 bei bekannten Abflüssen an festgelegten Punkten kalibriert. Zur Kalibrierung des Modells wurden die anfänglich gewählten Rauheitswerte so lange modifiziert, bis die Modellergebnisse bei vergleichbaren Abflüssen möglichst gut mit den vermessenen Wasserspiegellagen übereinstimmten.

Folgende Messpunkte wurden in der Kalibrierung verwendet:

Tabelle 2: Lage und Ergebnisse der Kalibrierungsmessungen

Kanalkilometer	Lage	Messung 10.11.2023 bei Q= 95,7 m³/s	Messung 15.11.23 11:00, Q= 189 m³/s
1+850	UP1 Unterwasser	400,439	400,42
4+100	Unterweiher oben, links		400,29
4+200	Unterweiher oben, rechts		400,29
6+470	Unterweiher unten, links		400,2
6+470	Unterweiher, unten rechts		400,2
7+900	Hofhamer Wehr oberhalb	400,389	400,14
8+200	Hofhamer Wehr unterhalb, linkes Ufer	400,363	400,09
8+200	Hofhamer Wehr unterhalb, rechtes Ufer		400,06
9+914	UP2 Oberwasser	400,365	399,98

Die mehrfache Neuberechnung des Modells mit geänderten Rauheiten hat bei folgenden kst-Werten die beste Übereinstimmung mit den Messwerten ergeben:

Tabelle 3: im kalibrierten Modell verwendete kst-Werte

Material	kst-Wert	Oberer kst-Wert
MIK2_Sohle_Standard	43 (bis 3 m WT)	46 (ab 7 m WT)
MIK2_Sohle_Schilf	24	
MIK2_Sohle_Schlamm	38	
MIK2_Sohle_Gebuesch	20	
KLSEMPT_Sohle_Standard	34	
Aubach_Sohle_standard	40	
Gleiba_Sohle_Standard	33	
MIK_Sohle_sehrglatt	46 (bis 3 m WT)	49 (ab 7 m WT)
MIK2_Boeschungnass_Betonglatt	53	
MIK2_Boeschungnass_Betonrauh	44	
Aubach_Boeschungnass_Beton	42	
Gleiba_Boeschungnass_Beton	40	
MIK2_Boeschungtrocken_Betonrauh	35	
MIK2_Boeschungtrocken_Gras	35	
MIK2_Boeschungtrocken_Wald	20	
KLSEMPT_Boeschungtrocken_Betonglatt	40	
Gleiba_Boeschungtrocken_Beton	40	
MIK2_Boeschungtrocken_Betonglatt	49	
MIK2_Strasse_rough	51	
MIK2_Boeschungtrocken_Steinwurf	27	

Für einige Materialien, die die Sohlbeschaffenheit des Kanals abbilden, wurden wassertiefenabhängige Rauheiten gewählt, um den abnehmenden Einfluss der Sohlbeschaffenheit bei steigender Wassersäule abzubilden.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind in nachfolgender Abbildung und in Anlage 04.03.01.11 dargestellt:

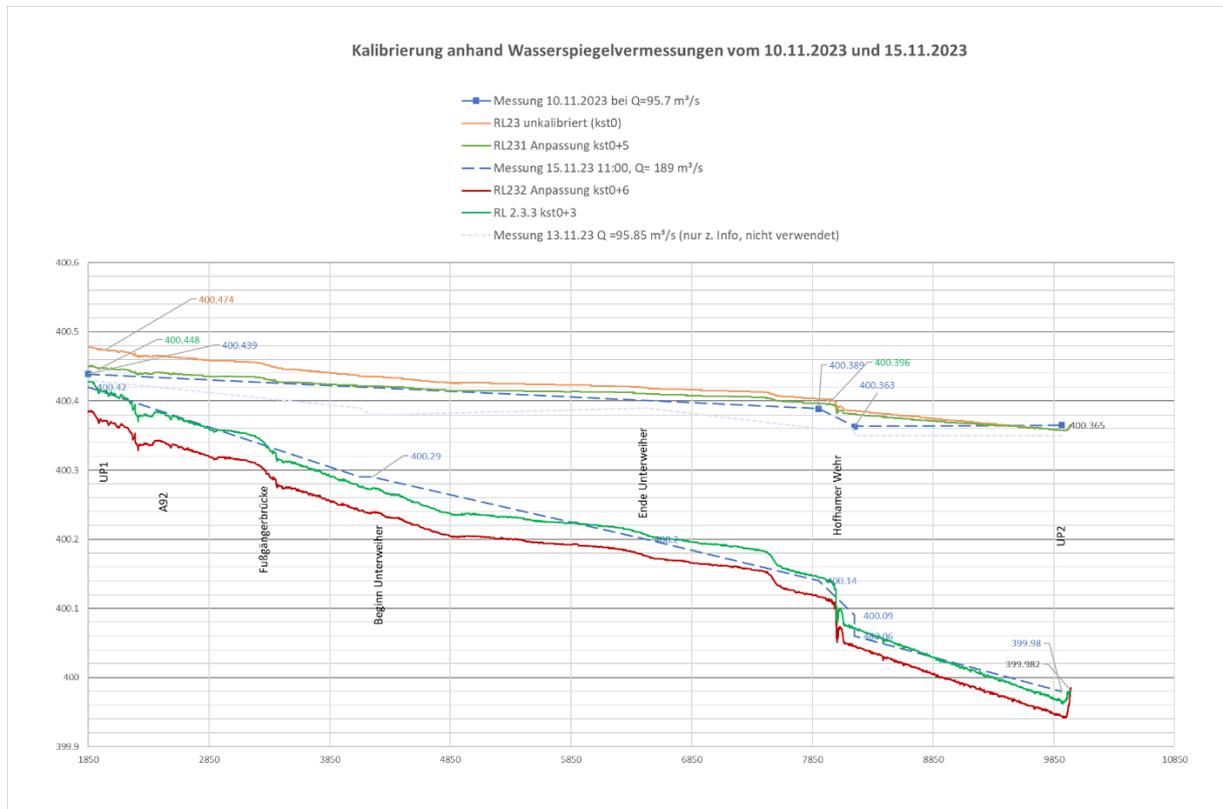


Abbildung 4: Längsschnitte Wasserspiegellagen bei Kalibrierungsrechenläufen und Vermessung vom November 2023

Die jeweils grüne Linie zeigt das kalibrierte Modellergebnis für den jeweiligen Lastfall. Die blau-gestrichelte Linie den anhand einzelner Messpunkte interpolierten Wasserspiegelverlauf. Abgesehen von kleineren lokalen Abweichungen in der Größenordnung von $<0,02$ m bei Absenkziel und $<0,01$ m bei höherem Stauziel, stimmen Modellergebnis und Messung sehr gut überein. Der Sprung in der Wasseroberfläche beim Hofhamer Wehr in der Größenordnung von $0,08$ m bzw. $0,05$ m wird im Modell gut wiedergegeben. Das Wasserspiegelgefälle über die gesamte Fließstrecke wird gut abgebildet.

Aufgrund der durchgeführten Kalibrierung anhand von gemessenen Wasserspiegeln ist von einem Fehler von weniger als $\pm 0,03$ m auszugehen. Das Modell kann daher für die gewählte Aufgabenstellung bei stationären Abflusssituationen als ausreichend genau angesehen werden.

3 Berechnete Lastfälle Betriebszustände

Die Berechnung der betrieblichen Abflusszustände dient der Findung des abflussabhängigen Stau- und Absenkziels:

- Maximaler Abfluss (200 m³/s) bei Stau- und Absenkziel
- Minimaler Abfluss (40 m³/s) bei Stau- und Absenkziel

Für das Absenkziel ist am Pegel 31 an der Wehranlage Hofham ein Wasserspiegel von 399,466 m ü. NHN nicht zu unterschreiten.

Für die Berechnung der Betriebszustände wird von keinem Zufluss aus Sempt und den in den Echinger Stausee einmündenden Gewässern ausgegangen.

Für die hydraulische Berechnung wurden die stationären hydraulischen Verhältnisse im Betriebszustand modelliert und berechnet.

Tabelle 4: Zusammenstellung der berechneten hydraulischen betrieblichen Verhältnisse

Nr.	Beschreibung	Zulauf UP1 [m ³ /s]	Zuläufe [m ³ /s]	Vorgabe WSPL Wehranlage Hofham (DHHN 2016)	Vorgabe WSPL UP2 (DHHN 2016)
2.4	min. Betriebswasserspiegel Hofham Q = 40 m ³ /s	40	0	399,466 m ü. NHN	.-
2.5	min. Betriebswasserspiegel Hofham Q = 200 m ³ /s	200	0	399,466 m ü. NHN	.-
2.6.1	Stauziel WKW UP2 Q = 200 m ³ /s	200	0	.-	401,406 m ü. NHN
2.7.1	Stauziel WKW UP2 Q = 40 m ³ /s	40	0	.-	401,406 m ü. NHN

4 Berechnete Lastfälle Bauzustände

Es wurde eine Berechnung für einen mittleren Ist-Zustand und eine Berechnung der Bauphase 2 durchgeführt.

Im mittleren **Ist-Zustand** beträgt die Summe der Zuflüsse aus dem WKW UP1 und den rechtsseitigen Zuflüssen 112,53 m³/s. Der Wasserstand am WKW UP2 beträgt 400,44 m ü. NHN. Für den Echinger Speichersee ergibt sich bei diesen Verhältnissen ein Wasserstand von 400,52 m ü. NHN.

In der **Bauphase 2** erfolgt kein Zufluss vom WKW UP1. Die verbleibenden Zuflüsse beschränken sich auf die 4 rechtsseitigen Gewässer. Für die stationären Zuflüsse wurden ebenfalls mittlere Verhältnisse, entsprechend dem Istzustand angenommen.

Große Sempt:	1,91 m ³ /s
Kleine Sempt:	1,15 m ³ /s
Aubach:	0,10 m ³ /s
Gleißebach:	0,07 m ³ /s

Der Wasserspiegel im Echinger Speichersee wird durch einen Fangedamm mit Überleitungsbauwerk in die Isar auf einem festgelegten Niveau gehalten. Der dahinter liegende Kanalabschnitt fällt für die Dauer der Sanierung trocken.

Der minimale Wasserspiegel im Echinger Speichersee wurde im Vorfeld dieser Untersuchung mit der Umweltplanung abgestimmt und beträgt 399,466 m ü. NHN (entspricht 399,50 m DHHN2012).

Die hydraulischen Verhältnisse während der Bauphase 2 sollen mittels 2D-Berechnungen ermittelt werden und mit dem durchschnittlichen Ist-Zustand verglichen werden. Die Modellerstellung erfolgte mit der Nutzeroberfläche SMS 13.2.14 und die hydraulischen 2D-Simulationen mit HydroAS 5.5.2.

Für die hydraulische Berechnung wurden die hydraulischen Verhältnisse im Istzustand und in der Bauphase 2 modelliert und berechnet.

Tabelle 5: Tabellarische Zusammenstellung der berechneten hydraulischen Verhältnisse im Ist- und Bauzustand

Nr.	Beschreibung	Zulauf UP1	Zulauf Sempt	Zulauf Kleine Sempt	Zulauf Aubach	Zulauf Gleissenbach	Stauziel UP2	Abfluss gesamt	Wasserspiegel Echinger Stausee
RL1 1	Ist-Zustand (mittlere Verhältnisse)	109,3 m ³ /s	1,91 m ³ /s	1,15 m ³ /s	0,1 m ³ /s	0,07 m ³ /s	400,440 m	112,53 m ³ /s	400,520 m
RL1 2	bauzeitliche Verhältnisse	Kein	1,91 m ³ /s	1,15 m ³ /s	0,1 m ³ /s	0,07 m ³ /s		3,23 m ³ /s	399,466 m

Für die Ermittlung der Schubspannungen wurden für Istzustand und bauzeitliche Verhältnisse jeweils eigene Rechenläufe mit bestehender Vorfüllung zur Ermittlung der Maximalwerte durchgeführt.

5 Ergebnisse und Auswertung

5.1 Betriebszustände

Tabelle 6: Auswertung der berechneten betrieblichen Lastfälle

Nr.	Beschreibung	WSPL UW UP1 [m ü. NHN]	Wasserspiegel Echinger Stausee [m ü. NHN]	WSPL Pegel 31 (Hofham) [m ü. NHN]	WSPL OW UP2 [m ü. NHN]
2.4	Betriebswasserspiegel bei min. Betriebswasserspiegel Hofham und $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$	399,497	399,466	399,466	399,453
2.5	Betriebswasserspiegel bei min. Betriebswasserspiegel Hofham und $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$	399,990	399,610 – 399,740	399,466	399,190
2.6.1	Betriebswasserspiegel bei Stauziel am WKW UP2 und $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$	401,626	401,540 – 401,550	401,486	401,406
2.7.1	Betriebswasserspiegel bei Stauziel am WKW UP2 und $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$	401,420	401,410	401,410	401,406

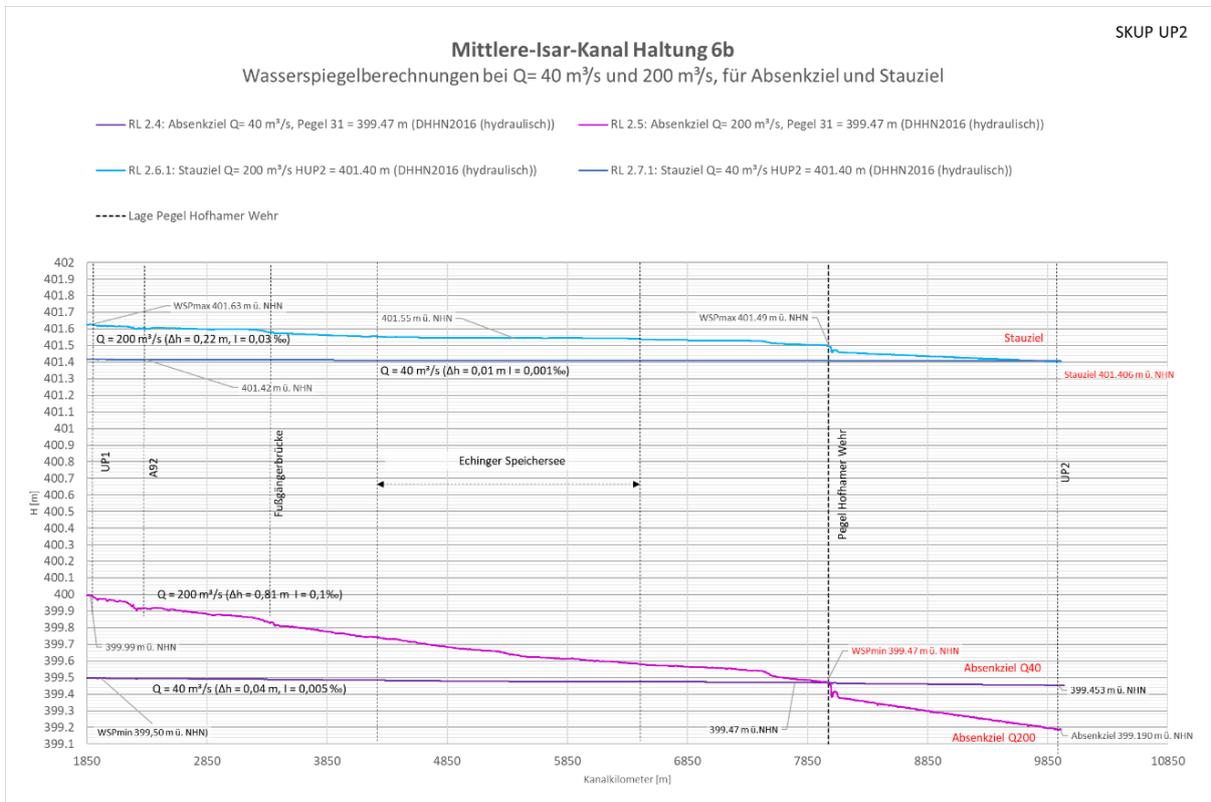


Abbildung 5: Längsschnitte der Wasserspiegellagen bei berechneten Lastfällen

Die Längsschnitte des Wasserspiegels bei den berechneten Lastfällen sind als Anlage 04.03.01.10 beigefügt.

5.2 Bauzustände

PG-SKUP / Arnold Consult hat Wasserspiegelhöhen, Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Schubspannungen für weitere Bewertungen durch die Umweltplanung berechnet und ausgewertet. Folgende Tabelle 6 fasst die hydraulischen Berechnungsergebnisse zusammen:

Tabelle 7: Auswertung der berechneten Lastfälle für die Umweltplanung

Nr.	Beschreibung	WSP Echinger Speichersee [m ü. NHN]	Höhendifferenz Zulauf/Auslauf	Fläche mit Wasser bedeckt	Fläche Wassertiefe größer 50 cm	Max. Fließgeschwindigkeit im Speichersee (Tiefwasser- rinne)
RL11	Ist-Zustand	400,520 m	0,04 m	849.000 m ²	791.000 m ²	0,53 m/s
RL12	bauzeitlich	399,466 m	0,00 m	556.300 m ²	205.400 m ²	0,01 m/s
Differenzen		-1,05 m	-0,04 m	-292.700 m ²	-585.600 m ²	-0,52 m/s

Die Ergebnisse der Wasserspiegelberechnungen, Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten, die daraus abgeleiteten Schubspannungen sowie die Differenzenpläne sind in den Anlagen 04.03.01.01 bis 04.03.01.09 enthalten.

6 Zusammenfassung

6.1 Betriebszustände

Für die Berechnung der betrieblichen Lastfälle Stauziel und Absenkziel wurden jeweils die Modellzuflüsse 40 m³/s und 200 m³/s untersucht. Dies entspricht dem üblichen Minimalzufluss bzw. dem bisherigen bescheidsgemäßen Maximalzufluss.

Für das Absenkziel bei den gewählten Abflüssen wurde von einem Minimalwasserstand am Pegel Wehranlage Hofham von 399,466 m ü. NHN ausgegangen. Die unter dieser Vorgabe errechneten Wasserspiegel im OW des WKW UP2 betragen

- 399,190 m ü. NHN bei Maximalabfluss und
- 399,453 m ü. NHN bei minimalem Abfluss

Bei Einstellung des Stauziels von 401,406 m ü. NHN am WKW UP 2 beträgt der errechnete maximale Wasserstand am WKW UP1

- 401,626 m ü. NHN bei maximalem Abfluss

Tabelle 8: Zusammenfassung Stauziel/max. Betriebswasserspiegel und Absenkziel/min. Betriebswasserspiegel

Betriebswasserspiegel UW WKW UP1		Betriebswasserspiegel Pegel 31/Hofham		Stauziel/Absenkziel OW WKW UP2	
m ü. NHN (DHHN 2016)	m ü. NN (DHHN12)	m ü. NHN (DHHN 2016)	m ü. NN (DHHN12)	m ü. NHN (DHHN 2016)	m ü. NN (DHHN12)
Absenkziel/minimaler Betriebswasserspiegel					
399,497	399,537	399,466	399,500	399,190	399,224
Stauziel/maximaler Betriebswasserspiegel					
401,626	401,666	401,486	401,520	401,406	401,440

6.2 Bauzustände

Die für die Bauzustände ermittelten Ergebnisse zeigen, dass es durch die bauzeitliche Absenkung des Wasserspiegels im Echinger Stausee zu relevanten Veränderungen der hydraulischen Verhältnisse kommt.

Da die Fließtiefen bereits im IST-Zustand in den Randbereichen des Echinger Speichersees sehr gering sind, wirken sich bereits geringe Änderungen auf die benetzte Fläche aus. Die

dauerhaft benetzte Fläche im bauzeitlichen Zustand reduziert sich daher gegenüber dem Istzustand um ca. 1/3, die Bereiche mit Wassertiefen $> 0,50$ m um mehr als 2/3.

Die Fließgeschwindigkeiten in der Tiefenrinne nähern sich aufgrund der stark reduzierten Zuflüsse auf Werte um 1 cm/s. In den Zuflussrinnen der Seitengewässer in den Randbereichen des Sees dagegen konzentrieren sich die Abflüsse mehr als bei höherem Einstau und führen daher zu erhöhten, aber nach wie vor geringen, Fließgeschwindigkeiten.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte MIK Haltung 6.....	3
Abbildung 2: Schrägansicht Modelltopographie und Zulaufbereiche Echinger Speichersee .	6
Abbildung 3: Zu- und Ausläufe im HydroAS-Modell.....	6
Abbildung 4: Längsschnitte Wasserspiegellagen bei Kalibrierungsrechenläufen und Vermessung vom November 2023	9
Abbildung 5: Längsschnitte der Wasserspiegellagen bei berechneten Lastfällen	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Topographische und Geometrische Grundlagendaten.....	5
Tabelle 2: Lage und Ergebnisse der Kalibrierungsmessungen	8
Tabelle 3: im kalibrierten Modell verwendete kst-Werte	8
Tabelle 4: Zusammenstellung der berechneten hydraulischen betrieblichen Verhältnisse	10
Tabelle 5: Tabellarische Zusammenstellung der berechneten hydraulischen Verhältnisse im Ist- und Bauzustand	11
Tabelle 6: Auswertung der berechneten betrieblichen Lastfälle	13
Tabelle 7: Auswertung der berechneten Lastfälle für die Umweltplanung	14
Tabelle 8: Zusammenfassung Stauziel/max. Betriebswasserspiegel und Absenkziel/min. Betriebswasserspiegel.....	15

Anlagen

Anlage 04.03.01.01	Wassertiefen Istzustand
Anlage 04.03.01.02	Wassertiefen bauzeitlich
Anlage 04.03.01.03	Wassertiefenänderung bauzeitlich
Anlage 04.03.01.04	Fließgeschwindigkeiten Istzustand
Anlage 04.03.01.05	Fließgeschwindigkeiten bauzeitlich
Anlage 04.03.01.06	Fließgeschwindigkeitenänderung bauzeitlich
Anlage 04.03.01.07	Maximale Schubspannung Istzustand
Anlage 04.03.01.08	Maximale Schubspannung bauzeitlich
Anlage 04.03.01.09	Maximale Schubspannungsänderung bauzeitlich
Anlage 04.03.01.10	UP2 Hydraulik Längsschnitt Absenkziel und Stauziel
Anlage 04.03.01.11	UP2 Hydraulik Längsschnitte Modellkalibrierung