

VERBESSERUNG DES HOCHWASSERSCHUTZES AN DER ST2062 IN MURNAU, OT ACHRAIN

LANDKREIS GARMISCH-PARTENKIRCHEN
MARKT MURNAU

HYDRAULISCHES GUTACHTEN

AUFTRAGGEBER:



Staatliches Bauamt Weilheim

Münchener Str. 39

82362 Weilheim i. OB

E-Mail: poststelle@stbawm.bayern.de

Ansprechpartner: Herr Hüntelmann

Sachgebietsleiter Planung und Bau

Tel.: 0881 990 - 1151

BEARBEITUNG:



Ingenieurbüro Kokai GmbH

Sankt-Jakob-Straße 20

82398 Polling

E-Mail: info@ib-kokai.de

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Georg Kokai

Tel.: 0881 600960-10

DATUM:

26.01.2018

I M P R E S S U M

Projektnummer: 1165
Version: 1.2
Datum: 26.01.2018
Autor(en): Peter Kummer; Max Weiß
Freigabe: Georg Kokai
Verteiler: WWA Weilheim, IB Kokai
Datei: 1165_00_Erläuterung_Hyd-Gutachten_Anhebung-St2062 Version 3.docx
Seitenanzahl: 15
Copyright: Ingenieurbüro Kokai GmbH

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Verwendete Daten und Unterlagen	4
3	Hydrologie	4
4	Hydraulische Untersuchung.....	5
4.1	Berechnungsmethode	5
4.2	Hydraulisches Modell	8
4.3	Anpassungen des Modells und Berechnung des IST - Zustands.....	8
4.3.1	Straßenhöhen	8
4.3.2	Durchlass 1	8
4.3.3	Durchlass 2	10
4.3.4	Durchlass 3 – Wellstahldurchlass.....	10
4.3.5	Loisachbrücke	11
4.3.6	Brücke Mühlkanal (Ramsach)	12
4.4	Ergebnisse im IST-Zustand	12
4.5	PLAN-Zustand.....	12
4.5.1	Modellanpassungen	12
4.5.2	Ergebnisse im PLAN-Zustand	14
5	Schlussfolgerungen.....	15

ANLAGENVERZEICHNIS

Nr.	Inhalt	Maßstab	Plan-Nr.
1	Übersichtslageplan	1:25.000	01_ÜLP
2	Überschwemmungsgebiet HQ100 IST-Zustand	1:1.000	02_ÜG100-IST
3	Überschwemmungsgebiet HQ100 Variante 2	1:1.000	03_ÜG100-V2
4	Überschwemmungsgebiet HQ100 Variante 3	1:1.000	04_ÜG100-V3
5	Überschwemmungsgebiet HQ100 Variante 4	1:1.000	05_ÜG100-V4
6	Überschwemmungsgebiet HQ100 Variante 5	1:1.000	06_ÜG100-V5
7	Fließtiefendifferenzen Variante 3 - IST	1:1.000	07_Flt-Diff
8	Längsschnitt St 2062	1:500/50	08-LS

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Staatsstraße 2062 wird im Bereich östlich von Achrain bereits durch Hochwasserereignisse mit geringen Wiederkehrintervallen überschwemmt, wodurch es relativ häufig zu Straßensperrungen kommt.

Die Überschwemmungen gehen von der Loisach aus, welche hier bei Hochwasser breitflächig durch das Schaufelmoos abfließt.

In dieser Untersuchung soll das bestehende hydraulische Berechnungsmodell der Loisach in diesem Abschnitt überprüft und aktualisiert werden, um die Situation im IST-Zustand bei einem hundertjährigen Hochwasserabfluss abzubilden.

Von diesen Ergebnissen ausgehend, soll eine notwendige Anhebung der Staatsstraße 2062 geplant werden, bei welcher die Straße auch bei einem hundertjährigen Hochwasserabfluss nicht mehr überströmt wird. Um nachteilige Auswirkungen auf Dritte zu vermeiden, sollen Lösungen aufgezeigt und hydraulisch untersucht werden, wie ein zusätzlicher Aufstau des Wasserspiegels an der Staatsstraße 2062 infolge einer Anhebung der Straße vermieden werden kann.

2 Verwendete Daten und Unterlagen

Folgende Daten und Unterlagen wurden für diese Ausarbeitung herangezogen:

1. Hydraulisches Berechnungsmodell der Loisach (Quelle: Wasserwirtschaftsamt Weilheim, s. Kapitel 4)
2. Bestandspläne von Brückenbauwerken und Durchlässen unter der St 2062 (Quelle: Staatliches Bauamt Weilheim)
3. Aktuelle terrestrische Vermessungsdaten der Ingenieurbüro Kokai GmbH

3 Hydrologie

Der für diese Untersuchungen maßgebende, hundertjährige Hochwasserabfluss der Loisach ist im hydraulischen Modell des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim hinterlegt und wurde für diese Untersuchungen unverändert übernommen.

Die Abflussspitze der Loisach beim hundertjährigen Hochwasser beträgt $310 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel in Eschenlohe. Die Berechnung der Loisach erfolgt instationär.

Die sonstigen Zuläufe oberhalb des Untersuchungsbereiches werden konstant zugegeben und betragen in der Summe 54 m³/s. Die tatsächliche Abflussspitze in Achrain wird durch den Rückhalt im Murnauer Moos stark reduziert.

4 Hydraulische Untersuchung

4.1 Berechnungsmethode

Die hydraulischen Berechnungen werden in dieser Untersuchung mit dem zweidimensionalen, numerischen Strömungsmodell Hydro_As-2d durchgeführt.

Das Programm basiert auf der dreidimensionalen Kontinuitätsgleichung, welche in Kombination mit der Reynolds- bzw. Navier-Stokes-Gleichung über die Wassertiefe integriert wird (2d-tiefengemittelte Strömungsgleichung oder Flachwassergleichung)¹.

In kompakter Vektorform lauten die 2d- Strömungsgleichungen²:

$$\frac{\partial \mathbf{w}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{f}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{g}}{\partial y} + \mathbf{s} = \mathbf{0}$$

wobei

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} H \\ uh \\ vh \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} uh \\ u^2h + 0.5gh^2 - \nu h \frac{\partial u}{\partial x} \\ uvh - \nu h \frac{\partial v}{\partial x} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{g} = \begin{bmatrix} vh \\ uvh - \nu h \frac{\partial u}{\partial y} \\ v^2h + 0.5gh^2 - \nu h \frac{\partial v}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} 0 \\ gh(I_{Rx} - I_{Sx}) \\ gh(I_{Ry} - I_{Sy}) \end{bmatrix}$$

Hierbei bezeichnet $H = h + z$ den Wasserspiegel über einem Bezugsniveau, u und v sind die Geschwindigkeitskomponenten in x - und y - Richtung (s. [Abbildung 1](#)).

¹ Nujić, M. (1999): Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Mitteilung des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Nr. 64

² Nujić, M. (2006): Hydro_As-2d, ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch.

Der Quellterm s beinhaltet Ausdrücke für das Reibungsgefälle I_R (mit den Komponenten I_{Rx} und I_{Ry}) und für die Sohlenneigung (I_{Sx} , I_{Sy}).

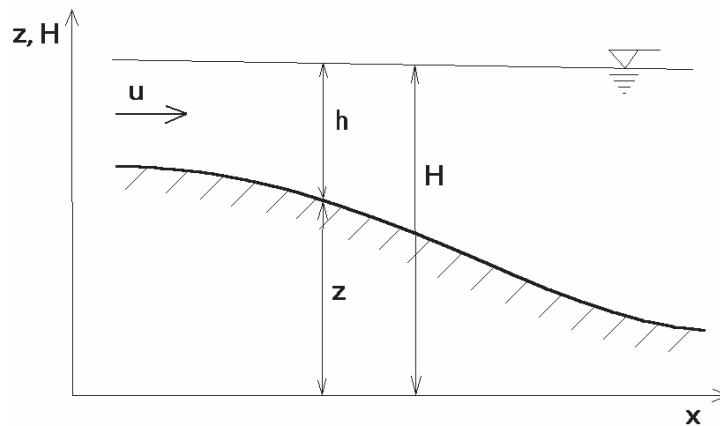


Abbildung 1: Systemskizze hydraulische Parameter

Die Sohlenneigung in x- und in y- Richtung ist durch den jeweiligen Gradienten des Sohlenniveaus z definiert:

$$I_{Sx} = -\frac{\partial z}{\partial x}, \quad I_{Sy} = -\frac{\partial z}{\partial y}$$

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Darcy-Weisbach-Formel:

$$I_R = \frac{\lambda v |v|}{2 g D}$$

Die Bestimmung des Widerstandsbeiwertes λ erfolgt über die Manning-Strickler-Formel:

$$\lambda = 6.34 \frac{2 g n^2}{D^{1/3}}$$

Hierbei bedeutet n den Manning-Reibungskoeffizienten als Kehrwert des Strickler-Beiwertes, g ist die Erdbeschleunigung und $D = 4 r$, ist der hydraulische Durchmesser. Bei den 2d-Flachwassergleichungen wird der hydraulische Radius r gleich der Wassertiefe h gesetzt.

Die Lösung des nichtlinearen Gleichungssystems erfolgt numerisch über eine räumliche Diskretisierung durch das Finite-Volumen-Verfahren mit expliziten Zeitschritten

(explizites Runge-Kutta-Verfahren zweiter Ordnung). Dieses Verfahren zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Stabilität und seine Massen- und Impulserhaltungseigenschaften aus. Das Programm kann unterschiedliche, auch häufig wechselnde und hoch instationäre Fließzustände berechnen. Komplexe Strömungsverhältnisse mit Quer- und Rückströmungen und Wasserspiegelquerneigungen werden zuverlässig und realitätsnah abgebildet. Die Interaktion zwischen Flussschlauch und Vorland wird bei Ausuferung automatisch erfasst. Über- und durchströmte Bauwerke, wie Wehre, Brücken und Durchlässe, werden in allen Zuständen berücksichtigt und teils numerisch, teils über empirische Formeln berechnet.

Das dreidimensionale Berechnungsnetz in Hydro_As-2d besteht aus Dreiecks- und Viereckselementen. Die Vermaschung orientiert sich an der Form der Geländeoberfläche und den verwendeten Daten (Bruchkanten, Raster-Daten aus Photogrammetrie oder Laserscann-Befliegung, terrestrische Aufnahmen, etc.). Es können mehrere hunderttausend Berechnungselemente verarbeitet werden. Bei hoch aufgelösten Laserscan-Daten als Grundlagendaten für das Vorlandnetz mit Punktdichten bis 1 Mio./km² (Rasterweite von 1 m) kann eine automatische Ausdünnung mit dem Programm Laser_As-2d durchgeführt werden.

Die Netzgenerierung und –bearbeitung erfolgt mit dem Programm SMS (Surface-water Modeling System, Version 10.0 von der Firma Aquaveo, Utah, USA). Die mittels SMS erzeugten Ausgabedateien dienen Hydro_As-2d als Eingangsdaten. Die Berechnungsergebnisse werden wiederum in SMS eingelesen und zur Auswertung und Visualisierung dort weiter bearbeitet. Die Berechnungsergebnisse beinhalten u. a. Wasserspiegellagen, Fließtiefen, Fließgeschwindigkeiten (2D-tiefengemittelt) und Schubspannungen. Weitere hydraulische Werte können durch Berechnungsfunktionen in SMS ermittelt werden, beispielsweise Froudezahlen oder Wasserspiegeldifferenzen aus unterschiedlichen Lastfällen. Alle Werte werden flächenhaft und punktgenau abgebildet und können tabellarisch und grafisch ausgewertet werden. Die Darstellung der Überschwemmungsflächen erfolgt durch Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit dem Gelände.

Das Programm Hydro_As-2d wird als Standardsoftware für 2d-Hydraulik in der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung verwendet.

4.2 Hydraulisches Modell

Das bestehende hydraulische Berechnungsnetz wurde für diese Untersuchung vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim zur Verfügung gestellt. Die Abbildung der Topographie basiert auf photogrammetrischen Daten. Geländekanten und Längsstrukturen, wie auch die Staatstraße, sind über Bruchkaten abgebildet. Der Flussschlauch der Loisach und hydraulisch relevante Bauwerke (Brücken, Durchlässe, Stauanlagen) wurden aus terrestrischen Vermessungsdaten erstellt.

Das hydraulische Modell wurde durch Ortsbegehungen auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft und zweifelhafte oder fehlende Angaben durch zusätzliche terrestrische Vermessungen ergänzt. Diese Ergänzungen und Anpassungen sind im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

Das fertige Hydraulikmodell besitzt folgende Dimension:

Anzahl der Elemente:	771.313
Anzahl der Knotenpunkte:	397.832
Minimale Geländehöhe:	607,10 mNN
Maximale Geländehöhe:	720,48 mNN
Gesamtfläche des Modells:	46,34 km ²

4.3 Anpassungen des Modells und Berechnung des IST - Zustands

4.3.1 Straßenhöhen

Die im hydraulischen Modell enthaltenen Bruchkaten der St2062 stimmen auf weiten Strecken sehr gut mit den vermessenen Höhen überein. Die Strecke zwischen dem zweiten Durchlass von Südosten und dem Ende des Schaufelmooses im Osten liegt derzeit gegenüber dem hydraulischen Modell gleichmäßig um etwa 14 Zentimeter tiefer. Diese wahrscheinlich durch Setzungen hervorgerufene Abweichung wurde im hydraulischen Modell eingearbeitet.

4.3.2 Durchlass 1

Der von Osten gesehen erste Durchlass unter der St2062 war bisher im hydraulischen Modell nicht berücksichtigt. In [Abbildung 2](#) und [Abbildung 3](#) ist die gewählte Randbedingung für die 2d-numerische Berechnung dargestellt. Die Verlandung im Durchlass, welche den Abflussquerschnitt deutlich einengt, wurde im Abflusskoeffizienten berücksichtigt. Die Leistungsfähigkeit des Durchlasses ist relativ gering, weshalb nur ein geringer Einfluss auf die berechneten Wasserspiegellagen besteht.



Abbildung 2: Durchlass 1 unter St 2062

Type:

	Constant	Value
Abflusskoeffizient	<input checked="" type="checkbox"/>	0.4
Breite [m]	<input checked="" type="checkbox"/>	1.5
Höhe [m]	<input checked="" type="checkbox"/>	0.6
Sohlhöhe z1 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	616.38
Sohlhöhe z2 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	616.34
Formel: 0=Poleni / 1=DU_BUAT	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0

Abbildung 3: Durchlass 1 - Randbedingung im hydraulischen Modell

4.3.3 Durchlass 2

Der von Osten gesehen zweite Durchlass unter der St2062 war im hydraulischen Modell ebenfalls nicht vorhanden. In [Abbildung 4](#) und in [Abbildung 5](#) ist der Durchlass und seine Integration im hydraulischen Modell zu erkennen. Die Verlandung im zweiten Durchlass ist noch etwas stärker, weshalb hier ein noch etwas niedrigerer Abflusskoeffizient gewählt wurde.



Abbildung 4: Durchlass 2 unter St 2062

Type: Durchlass / Rechteck

	Constant	Value
Abflusskoeffizient	<input checked="" type="checkbox"/>	0.35
Breite [m]	<input checked="" type="checkbox"/>	1.5
Höhe [m]	<input checked="" type="checkbox"/>	0.55
Sohlhöhe z1 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	616.84
Sohlhöhe z2 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	616.67
Formel: 0=Poleni / 1=DU_BUAT	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0

Abbildung 5: Durchlass 2 - Randbedingung im hydraulischen Modell

4.3.4 Durchlass 3 – Wellstahldurchlass

Der von Osten dritte Durchlass war im hydraulischen Modell ebenfalls nicht berücksichtigt. Er bildet den Durchlass für den Wöhrbach unter der St2062. Seine Abmessungen wurden über den hydraulischen Durchmesser als Kreisdurchlass angenähert und ins hydraulische Modell integriert (siehe [Abbildung 6](#) und [Abbildung 7](#)). Er

wurde aufgrund der besseren Anströmung im Rechengitter auf drei Durchlass-Randbedingungen aufgeteilt. Der Abflusskoeffizient beträgt demnach $3 \times 0,25 = 0,75$ und entspricht der relativ günstigen Anströmung des Durchlasses.



Abbildung 6: Wellstahldurchlass unter der St2062

Type:	Durchlass / kreisförmig	
	Constant	Value
Abflusskoeffizient	<input checked="" type="checkbox"/>	0.25
Durchmesser [m]	<input checked="" type="checkbox"/>	2.895
Sohlhöhe z1 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	618.45
Sohlhöhe z2 [m ü NN]	<input checked="" type="checkbox"/>	618.12
Formel: 0=Poleni / 1=DU_BUAT	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0

Abbildung 7: Wellstahldurchlass - Randbedingung im hydraulischen Modell

4.3.5 Loisachbrücke

Die Brückenquerung der St2062 über die Loisach bei Achrain war im hydraulischen Modell ebenfalls nicht korrekt berücksichtigt. Im Modell war nur einer, anstatt der vorhandenen zwei Brückenpfeiler vorhanden und die Brückenwiderlager waren nicht abgebildet. Die entsprechenden Geometrien wurden teilweise nachvermessen oder dem Brückenbuch entnommen. Die Widerlager und Pfeiler sind jetzt entsprechend der tatsächlichen Geometrien im Modell enthalten.

4.3.6 Brücke Mühlkanal (Ramsach)

Die Brückenquerung und der Gewässerlauf waren zwar als Bruchkanten im hydraulischen Modell integriert, jedoch wurde die Gewässersohle auf einer Seite fälschlicherweise auf Höhe der Deckenoberkante der Fahrbahn gelegt. Die Dreiecksförmige Brückenquerung hatte dabei nur einen Bruchteil der eigentlichen Leistungsfähigkeit.

4.4 Ergebnisse im IST-Zustand

Die Staatsstraße wird im IST-Zustand bei einem HQ_{100} breitflächig auf ca. 380 m Länge mit einer Fließtiefe von bis zu 1,05 m (im Mittel 0,73 m) überströmt. Der Abfluss über die Staatsstraße beträgt dabei bis zu 78,9 m³/s.

In Anlage 2 sind die Fließtiefen im IST-Zustand dargestellt.

4.5 PLAN-Zustand

Aufgrund der starken Überströmung der Staatsstraße 2062 und ihrer Lage innerhalb der Moosflächen fallen die erforderlichen Maßnahmen zum Ausgleich der Fließverhältnisse bei einer Anhebung der Straße relativ umfangreich aus. Es ist eine große Anzahl an Durchlässen erforderlich, um einen zusätzlichen Aufstau zu vermeiden bzw. zu verringern. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden verschiedene Berechnungen mit einer unterschiedlichen Anzahl an zusätzlichen Durchlässen unter der Straße analysiert.

4.5.1 Modellanpassungen

Da sich die 1d-Modellierung der Durchlässe über Nodestings im 2d-Modell als problematisch erwiesen hat, wurden die Durchlässe als 2D-Rechteckprofile modelliert. Dazu wurde die Anzahl der Elemente entlang der neu geplanten Straße erhöht und so verteilt, dass sie eine gleichmäßige Breite haben. Die Sohle eines Rechteckprofils wurde mit 3 Elementen abgebildet. Es ergab sich eine Breite von 2,1 m. Die Sohle der Durchlässe wurde auf 617,00 mNN gesetzt, um die Abflusssituation bei kleineren Hochwässern möglichst wenig zu verändern. Es wurden keine Konstruktionsunterkanten gesetzt, da diese aus den errechneten Wasserspiegellagen und dem erforderlichen Freibord ermittelt werden.

Die Netzgeometrie wurde zusätzlich an den Einläufen verfeinert, um eine möglichst realistische Anströmung der Durchlässe im Modell zu erhalten. Die Elemente unmittelbar vor den Einläufen wurden ebenfalls auf Sohlhöhe gesetzt, um die Anströmung im Modell zu verbessern (vgl. [Abbildung 8](#)).

Dabei wird von senkrechten Widerlagern ohne strömungsgünstige Abrundung oder Verziehung ausgegangen.

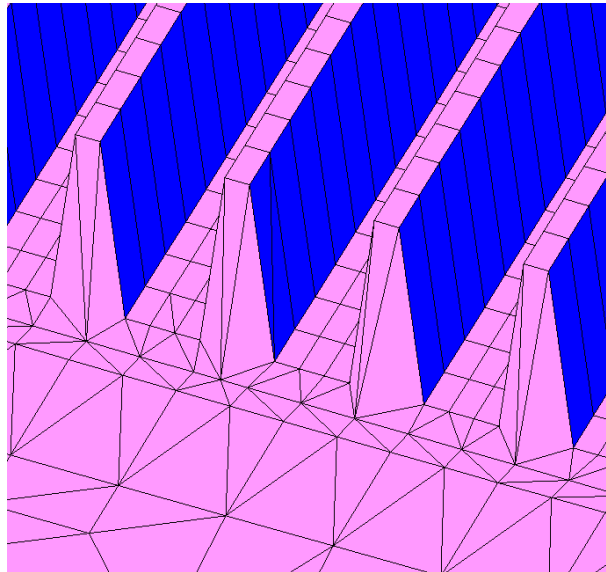


Abbildung 8: modellierte Rechteckdurchlässe mit hydraulisch optimierter Anströmung

Da die Sohlen der geplanten Durchlässe teilweise unter dem bestehenden Geländeniveau liegen, wird die Errichtung einer Sohlschwelle vor den Durchlässen auf Höhe des Bestandsgeländes empfohlen, um den Wasserspiegel im Moos oberhalb der Maßnahme bei normalen Verhältnissen nicht abzusenken.

Zusätzlich zu den ersten Untersuchungen im Jahr 2016 (vgl. Bericht vom 19.09.2016) wurden hier 5 weitere Varianten mit unterschiedlicher Anzahl an Durchlässen untersucht:

- Variante 1: 84 Durchlässe
- Variante 2: 60 Durchlässe
- Variante 3: 40 Durchlässe
- Variante 4: 35 Durchlässe
- Variante 5: 30 Durchlässe

Alle Durchlässe wurden mit je 2,10 m lichte Weite und als Rechteckprofile modelliert. Grundsätzlich sind auch andere Profiltypen denkbar. Aus hydraulischer und wirtschaftlicher Sicht sind Maulprofile aus gewellten Stahlrohren zu empfehlen. Die Umrechnung zwischen Rechteck- und Maulprofil kann näherungsweise über die hydraulisch wirksame Querschnittsfläche erfolgen.

4.5.2 Ergebnisse im PLAN-Zustand

In den Anlagen 3 – 6 sind die Überschwemmungsgebiete der Varianten 2 bis 5 dargestellt.

Anlage 7 enthält eine Darstellung von Fließtiefendifferenzen zwischen dem PLAN-Zustand der Variante 3 und dem IST-Zustand. Diese Darstellung für Variante 3 wurde nur beispielhaft gewählt und kann für andere Varianten in der gleichen Art erfolgen.

In Anlage 8 ist ein Längsschnitt der Staatsstraße 2062 mit den unterschiedlichen Wasserspiegellagen der Varianten und einem exemplarischen Aufbau für die Varianten 2 und 3 dargestellt.

Variante 1: Bei der Variante mit 84 Durchlässen, würde sich der Unterschied in der Höhe der Wasserspiegellagen zwischen IST- (ca. 618,20 mNN) und PLAN-Zustand (ca. 618,21 mNN) auf weniger als 1 cm belaufen und damit im Bereich der Rechengenauigkeit des Models liegen.

Dies ist die maximale Anzahl an Durchlässen, die gemäß der oben beschriebenen Art der Modellierung rechnerisch berücksichtigt werden kann.

Variante 2: Wird die Anzahl der Durchlässe auf 60 reduziert, erhöht sich damit die Wasserspiegellage gegenüber dem IST-Zustand um ca. 4 cm auf ca. 618,24 mNN.

Variante 3: Bei einer Anzahl von 40 Durchlässen ergibt sich eine Wasserspiegellage von ca. 618,31 mNN (d. h. 11 cm über dem IST-Zustand).

Variante 4: Bei einem Ausbau mit 35 Durchlässen wird eine Wasserspiegellage von 618,34 mNN erreicht (d. h. 14 cm über dem IST-Zustand).

Variante 5: Bei einer Anzahl von 30 Durchlässen ergibt sich eine Wasserspiegellage von ca. 618,36 mNN (d. h. 16 cm über dem IST-Zustand).

Im Bericht vom 19.09.2016 wurde auch eine Variante mit 20 Durchlässen betrachtet, bei der sich eine Erhöhung des Wasserspiegels gegenüber dem IST-Zustand um ca. 20 cm einstellt. Diese Variante ist jedoch nur bedingt mit den neueren Berechnungen vergleichbar, da die damalige Berechnung mit 1D-modellierten Durchlässen erfolgte und die Durchlässe mit 2,45 m Breite angesetzt wurden. Zudem wurde die Anströmung in den neueren Berechnungen noch optimiert.

5 Schlussfolgerungen

Aufgrund des sehr flachen Geländegefälles und der erheblichen Wassermengen, die derzeit über die Staatsstraße beim hundertjährigen Hochwasser abfließen, sind sehr viele Durchlässe erforderlich, um einen zusätzlichen Aufstau des Wasserspiegels nach Oberstrom zu begrenzen.

Ein zusätzlicher Aufstau hat jedoch nur auf die Moosflächen Auswirkungen. Im Bereich der Loisach ändern sich die Fließverhältnisse nicht.

Durch einen Aufstau wird die Hochwasserschutzsituation unterhalb der Maßnahme infolge der damit verbundenen Rückhaltewirkung geringfügig verbessert. Für die linksseitig angrenzenden Anlieger entsteht aufgrund der deutlich höheren Lage keine zusätzliche Gefährdung, auch bei Extremhochwässern nicht. Aus naturschutzfachlicher Sicht sind die Auswirkungen durch einen geringfügigen Aufstau in Höhe von ca. 20 cm beim HQ₁₀₀ ebenfalls gering, zumal bei kleineren Hochwässern mit deutlich geringerem Aufstau zu rechnen ist.

Um eine Veränderung des Wasserhaushalts Oberstrom der geplanten Maßnahme bei Niedrigwasser zu vermeiden, sollte vor den Einläufen der Durchlässe eine Überlaufschwelle auf Bestandsniveau errichtet werden.

Aufgestellt:

Polling, 26.01.2018

Ingenieurbüro Kokai GmbH

Bearbeiter:

Georg Kokai
Dipl.-Ing., M.Sc.

Peter Kummer
Dipl.-Ing.