

Bericht

Hydraulische Auswirkungen der Wasserkraftnutzung in der Gailach in Mörnsheim (Gröblmühle)

SKI GmbH + Co.KG
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen
Wasserwirtschaft,
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9
D-80336 München
T +49(0)89 8904584-70
F +49(0)89 8904584-71
www.ski-ing.de

Auftraggeber

BürgerEnergieKraftwerk Mörnsheim UG & Co.KG
Monheimer Straße 1a
86633 Neuburg a.d. Donau



Auftragsnummer

44331

München, den 23.01.2015

Verfasser

Projektleiter

M.Eng. Julian Schmidt

Dr.-Ing. Frank Kleist

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Veranlassung und Aufgabenstellung | 3 |
| 2 | Gewässerkundliche Grundlagen..... | 6 |
| 3 | Untersuchungen im hydraulischen 2d-Modell | 8 |
| 3.1 | Grundlage | 8 |
| 3.2 | Verwendetes Programm..... | 8 |
| 3.3 | Modellrandbedingungen..... | 8 |
| 3.3.1 | Modellzuflüsse | 8 |
| 3.3.2 | Ausflusstrand, unterstromige Randbedingung | 9 |
| 3.4 | Abflusssimulation | 9 |
| 3.5 | Abbildung der Wasserkraftanlage im Modell | 9 |
| 3.6 | Berechnungssituationen..... | 10 |
| 3.7 | Ergebnisdarstellung | 10 |
| 4 | Ergebnis der Berechnung..... | 11 |
| | Anlagen..... | 13 |

Verwendete Unterlagen, Daten und Programme

- [1] Integrales Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für den Markt Mörsheim, SKI Ingenieurbüro, München 31.03.2014.
(incl. verwendeter Grundlagendaten)
- [2] Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Nujic M., Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Nr. 64, 1999.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro SKI GmbH + Co.KG wurde von der BürgerEnergieKraftwerk Mörsheim UG & Co.KG mit Auftragschreiben vom 26.09.20143 beauftragt, eine Untersuchung zur Hochwasserneutralität der geplanten Wasserkraftanlage Gröblmühle durchzuführen. Der Planungsbereich umfasst den Bereich oberstrom der Kreisstraßenbrücke (E13) bis zum Zusammenfluss der Ausleitungsstrecke mit der natürlichen Gailach zwischen Sonnenweg und Kreisstraße (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Übersicht Projektgebiet

Die Gailach, ein Gewässer III. Ordnung (GEW III.), entspringt in Kreut einem südlich gelegenen Ortsteil von Monheim, fließt durch Mörsheim und Altendorf in die Altmühl.

Bei vergangenen Hochwasserereignissen kam es im Markt Mörsheim mit seinen Ortsteilen Mörsheim, Altendorf und Mühlheim zu großflächigen Überschwemmungen.

Bereits in der Vergangenheit war am geplanten Kraftwerksstandort ein Wasserkraftwerk vorhanden. Die neu zu errichtende Wasserkraftanlage soll das bestehende Wasserrecht weiter nutzen.

Es ist nachzuweisen, dass die bestehende Hochwassergefahr durch die neu zu errichtende Anlage nicht verschärft wird. Bezüglich des bestehenden Wasserrechts wäre der Vergleichszustand der Zustand mit historischen Wasserräder(n) nach dem bestehenden Altrecht. Die o.g. Wasserräder sind aber schon lange Zeit nicht mehr installiert. Gegenüber Dritten könnte nun ein Haftungsanspruch bei einer Verschärfung der Hochwassersituation gegenüber dem tatsächlichen Ist-Zustand (ohne historische Wasserräder aber mit eingebauten zweifeldrigem Schütz) entstehen.



Abbildung 2: Bestehende Wehranlage am geplanten Kraftwerksstandort

Aus diesem Grund wurde in einer Besprechung am Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt am 07.10.2014 vereinbart, dass der Nachweis der Hochwasserneutralität der neu zu errichtenden Anlage gegenüber dem augenblicklichen Ist-Zustand zu führen ist. Dieser Nachweis liegt insofern auf der sicheren Seite, da die Hochwasserneutralität gegenüber dem aktuellen Istzustand (ohne historische Wasserräder) wesentlich schwerer zu erreichen ist, als gegenüber dem wasserrechtlich vorgesehenen Zustand (mit histori-

schen Wasserrädern).

Im Planzustand ist die neu geplante Anlage anhand der vom AG übergebenen Pläne einzubauen (s. Abbildung 3 und Abbildung 4). Lediglich das Kraftwerksrad ist um 3 cm niedriger gelagert anzusetzen als in den Plänen dargestellt, um eine optimierte Regelungsmöglichkeit zum wasserrechtlich bescheideten Eichpfahlmaß zu erreichen. Diese Änderung wurde in der Besprechung am 07.10.2014 am WWA Ingolstadt vereinbart.

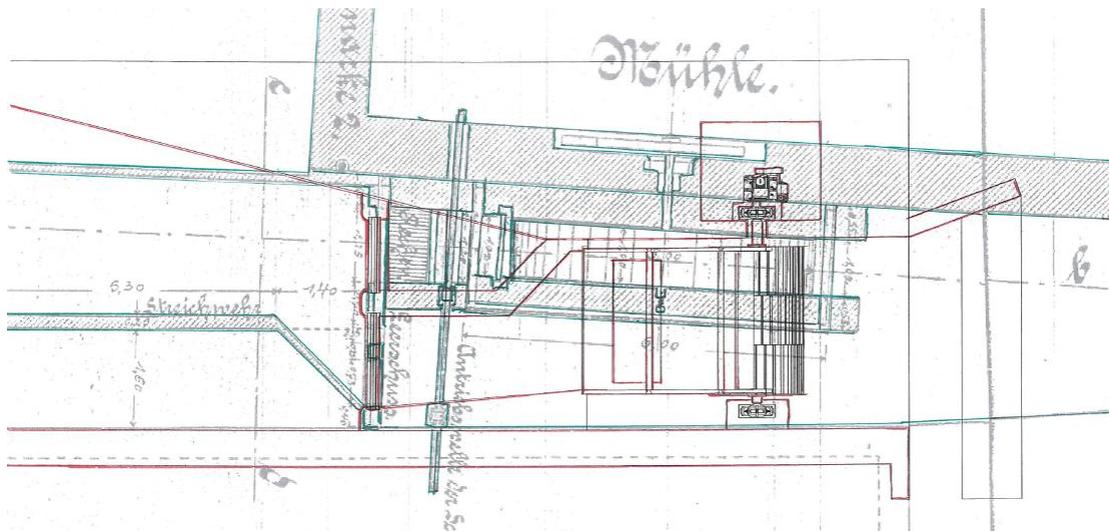


Abbildung 3: Lageplan der geplanten Anlage (im Original M = 1:50)

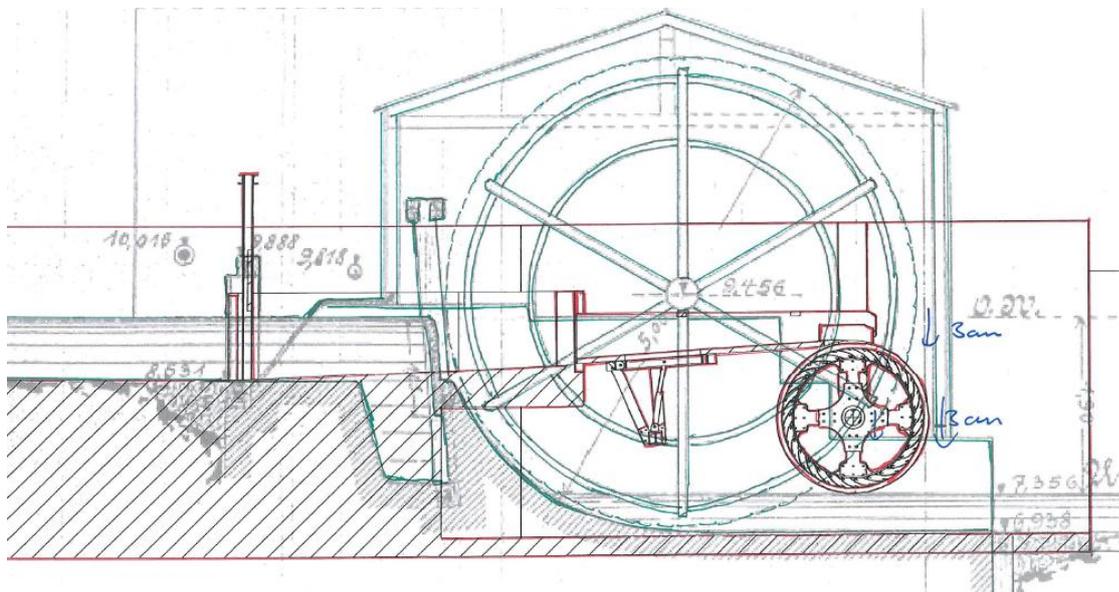


Abbildung 4: Längsschnitt durch die geplante Anlage (im Original M = 1:50)

Kann also die Hochwasserneutralität gegenüber dem augenblicklichen Ist-Zustand (ohne historische Wasserräder) nachgewiesen werden, ist auf jeden Fall sichergestellt, dass die zu errichtende Anlage auch gegenüber dem wasserrechtlich vorgesehenen Zustand (mit historischen Wasserrädern) hochwasserneutral ist.

Dabei ist der sog. „n-Fall“ (alle Verschlüsse können geöffnet werden) im Ist-Zustand mit dem n-Fall des Plan—Zustandes zu vergleichen. Zusätzlich ist auf sicherer Seite liegend auch der Vergleich zwischen sog. „n-1-Fall“ im Ist-Zustand mit dem „n-1-Fall“ im Plan-Zustand durchzuführen. „n-1“ bedeutet hier, dass in beiden Fällen der leistungsfähigste Verschluss als verschlossen zu betrachten ist. Damit sollen betriebliche Schwierigkeiten oder Fehlsteuerungen mit untersucht werden, um auch in diesen unwahrscheinlichen Fällen Verschlechterung für Dritte ausschließen zu können.

2 Gewässerkundliche Grundlagen

Bereits im Vorfeld zu dieser Studie wurde im März 2014 eine Untersuchung zur Hochwassersituation an der Gailach erstellt [1]. Die hydrologischen Grundlagen zur Untersuchung des Ist-Zustandes sind auch für die hier vorliegende Studie maßgeblich.

Auf die detaillierte Erläuterung der hydrologischen Grundlagen wird hier verzichtet und auf das Gutachten vom März 2013 [1] verwiesen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im relevanten Ist-Zustand im gegenständlichen Bereich ein Spitzenabfluss von ca. 30 m³/s zu erwarten ist. Für die Untersuchung der Hochwasserneutralität werden die exakten Ergebnisse aus [1] angesetzt, die in Abbildung 5 vergrößert dargestellt sind.

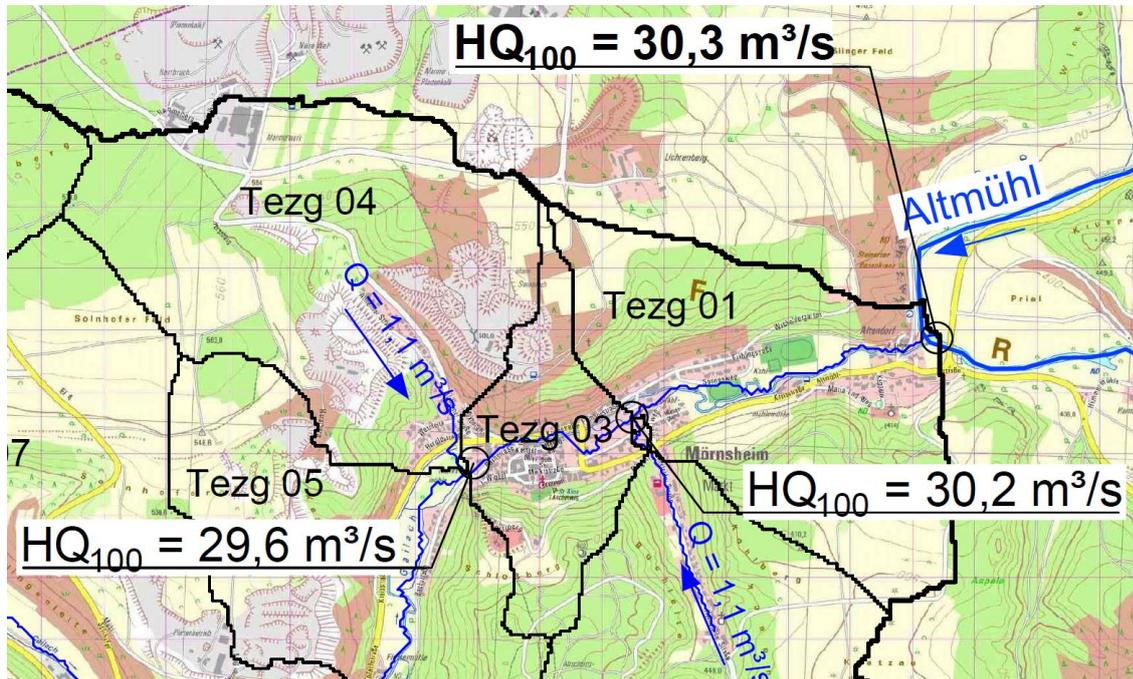


Abbildung 5: Ergebnis der hydrologischen Untersuchungen aus [1] im hier gegenständlichen Bereich

Im Ist-Zustand wird sich das in [1] errechnete Überflutungsszenario einstellen, das in Abbildung 6 nochmals für den hier gegenständlichen Bereich herausvergrößert wurde.

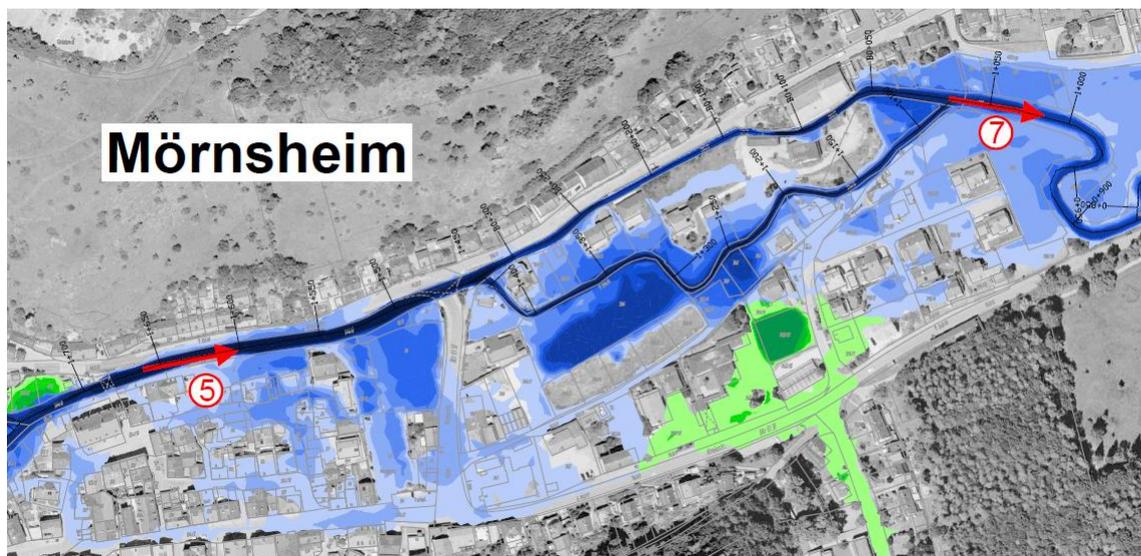


Abbildung 6: Überflutungssituation im Ist-Zustand aus [1] im hier gegenständlichen Bereich

3 Untersuchungen im hydraulischen 2d-Modell

3.1 Grundlage

Auf Grundlage von im Jahr 2010 aufgemessenen und im Jahr 2013 ergänzten aktuellen terrestrisch vermessenen Gewässerprofilen sowie von digitalen Laserscandaten wurde für das im März übergebene Hochwasserschutzkonzept [1] für die Gailach ein 2-dimensionales hydraulisches Modell aufgestellt. Dieses beginnt ca. 0,5 km oberstrom des Orstbereichs von Mühlheim und endet an der Mündung der Gailach in die Altmühl.

Aus diesem Modell wird der für die hier vorliegende Fragestellung relevante Bereich herausgeschnitten (s. Abbildung 1 und Abbildung 6). Dabei bleiben alle Einstellungen zu Rauheiten, Bauwerken, Geländeformationen etc. erhalten.

3.2 Verwendetes Programm

Die Lösung der Flachwassergleichungen erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2d, Version 2.2. Dabei werden an jedem Berechnungsknoten zu verschiedenen Zeitpunkten folgende Strömungsparameter berechnet:

- Wasserspiegelhöhe bzw. Fließtiefe;
- über die Fließtiefe gemittelte Fließgeschwindigkeiten in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen in der horizontalen Projektion.

Auf eine Beschreibung der Grundlagen dieses Programms sowie der mathematischen Grundgleichungen wird hier verzichtet. Dazu sei auf [2] verwiesen.

3.3 Modellrandbedingungen

3.3.1 Modellzuflüsse

Insgesamt werden im Modell 3 Zuflussganglinien definiert (s. Abbildung 5). Die Zuflusswerte sind dem Niederschlags-Abfluss-Modell (Istzustand, ohne Klimazuschlag) entnommen. Die Berechnungen werden instationär durchgeführt. Die zeitliche Verschiebung der Zuflussganglinien ist aus dem NA-Modell unverändert übernommen.

3.3.2 Ausflussrand, unterstromige Randbedingung

Die unterstromige Randbedingung des Ausschnittmodells wird aus dem Hauptmodell [1] entnommen und stellt letztlich den Wasserstand des Ist-Zustandes der Untersuchung in [1] an den relevanten Stellen dar.

3.4 Abflusssimulation

Aus rechentechnischen Gründen, wird durch Vorgabe des Modellparameters A_{\min} eine Präkonditionierung durchgeführt. Der Wert für A_{\min} ist mit 5,0 angesetzt. Der Parameter SCF ist mit 1 angesetzt. Bei der instationären Berechnung wird jeweils eine Simulationszeit von 72 Modellstunden (= 259.200 s) vorgegeben. Die Berechnungsergebnisse werden alle 1.800 Sekunden ausgeschrieben.

3.5 Abbildung der Wasserkraftanlage im Modell

Die Wasserkraftanlage wurde gemäß den vorliegenden Plänen (siehe Abschnitt 1) mit geringen Vereinfachungen der Geometrie in das 2d-Modell des Planzustands eingebaut.

Der Turbinentisch wurde mittels Elementen und einer zugewiesenen Rauigkeit von $k_{st} = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ abgebildet. Die Aussparung im Turbinentisch sowie der Leerschuss wurden durch sog. Nodestings im Modell berücksichtigt.

Aufgrund der zu erwartenden Schwierigkeiten beim Erreichen der Hochwasserneutralität wurde der Turbinentisch gegenüber den vorgegebenen Plänen um 14 cm im Modell abgesenkt sowie die unterstromige Bachsohle auf eine Höhe von 401,65 m+NN eingetieft. Die angesetzten Maße mit denen sich die Hochwasserneutralität erreichen lässt sind in Abbildung 7 dargestellt.

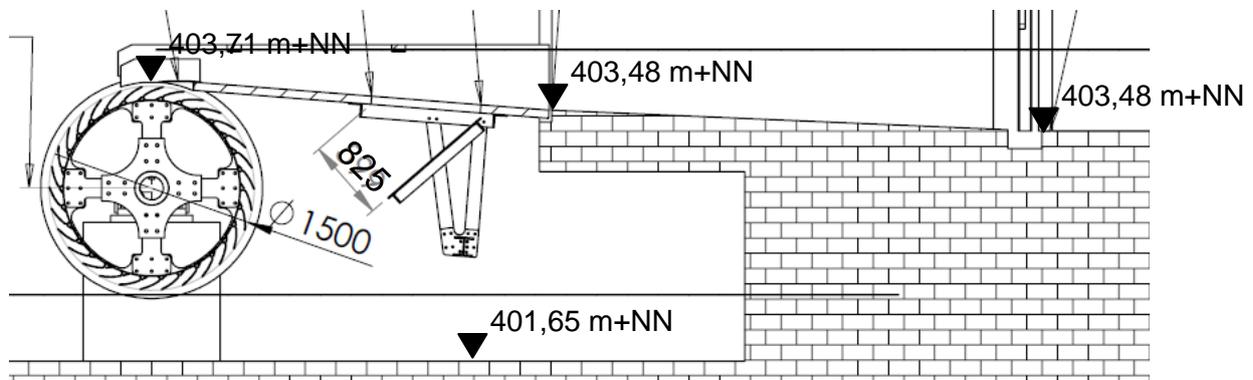


Abbildung 7: Maße Wasserkraftanlage

3.6 Berechnungssituationen

Untersucht werden im Ist Zustand folgende Lastfälle:

- (A) „n-Fall-Ist“: maximale Wasserspiegel beim Durchgang eines HQ-100 Spitzenereignisses. Beide Schützentafeln am bestehenden Wehrbauwerk sind gehoben. (Ergebnisdarstellung in Anlage 1)
- (B) „n-1-Fall-Ist“: „: maximale Wasserspiegel beim Durchgang eines HQ-100 Spitzenereignisses. Die leistungsfähigste Schützentafel ist geschlossen. Die zweite Schützentafel ist geöffnet. (Ergebnisdarstellung in Anlage 2)

Im Planzustand werden folgende Lastfälle untersucht:

- (C) „n-Fall-Ist“: maximale Wasserspiegel beim Durchgang eines HQ-100 Spitzenereignisses. Alle Verschlüsse der geplanten Wehr- und Kraftwerksanlage sind geöffnet. (Ergebnisdarstellung in Anlage 3)
- (D) „n-1-Fall-Ist“: „: maximale Wasserspiegel beim Durchgang eines HQ-100 Spitzenereignisses. Die leistungsfähigste Schützentafel der geplanten Wehr- und Kraftwerksanlage ist geschlossen. Alle anderen Verschlüsse sind geöffnet. (Ergebnisdarstellung in Anlage 4)

3.7 Ergebnisdarstellung

Für den Rechenlauf werden folgende Ergebnisdateien zur Auswertung verwendet:

- Maximale Wasserspiegel

Zur Darstellung der Überschwemmungsgebiete und der Wassertiefen sind die jeweiligen Ergebnisdatensätze der maximalen Wassertiefen als ASCII Datensatz exportiert und mit dem Programm „contour-fill.exe“ zur Weiterbearbeitung mit einem CAD-Programm umgewandelt worden.

Um den Effekt der geplanten Wasserkraftanlage darzustellen werden auch sogenannte „Differenzenpläne“ erstellt. Dabei wird der Ist-Zustand mit dem Plan-Zustand verglichen, indem die Wasserspiegel „Plan-Zustand“ von den Wasserspiegeln „Ist-Zustand“ voneinander subtrahiert werden. Das Ergebnis wird als Farbflächenplot dargestellt.

Es werden zwei Differenzenpläne dargestellt:

Lastfall C - Lastfall A (Anlage 5) sowie

Lastfall D - Lastfall B (Anlage 6).

Aus rechentechnischen Gründen (Rechengenauigkeit) werden Wasserspiegeldifferenzen ab einer Höhe von 3 cm ausgewiesen.

4 Ergebnis der Berechnung

Es zeigt sich, dass das Überschwemmungsgebiet in allen vier untersuchten Lastfällen fast identisch ist. Die Funktionsfähigkeit des Schützenbauwerks wirkt sich also nur lokal auf Wasserspiegel im direkten Umfeld der Wehranlage bzw. der geplanten Wasserkraftanlage aus.

Die Ergebnisse im n-1-Fall können wie folgt zusammengefasst werden:

Im Ist- und Planzustand kommt es durch die geringere Abflussleistungsfähigkeit im n-1-Fall zu Ausuferungen aus dem Mühlbach durch einen erhöhten Aufstau vor dem Wehr bzw. dem geplanten Wasserkraftrad. Zu beobachten ist, dass die Wasserspiegel im Istzustand geringfügig höher (ca. 6 cm) sind als die im Planzustand. Die Wasserspiegeldifferenzen beschränken sich aber auf den Nahbereich der Gröblmühle und sie zeigen insgesamt eine Verbesserung im Planzustand gegenüber dem Istzustand. Der Differenzplan für den n-1-Fall liegt in Anlage 6 bei.

Im n-Fall stellen sich die Ergebnisse wie folgt dar:

Wie bereits im n-1-Fall kommt es auch hier nur zu Wasserspiegeldifferenzen im Nahbereich der Gröblmühle. Jedoch zeigt sich, dass es im Planzustand zu einem höheren Aufstau vor dem Wasserkraftrad kommt als im Istzustand vor dem Wehrkörper. Der erhöhte Rückstau im Planzustand reicht bis ca. 100 m oberstrom der Anlage. Der Wasserspiegel im Planzustand übersteigt dabei den Wasserspiegel im Istzustand um maximal 20 cm (direkt vor der Anlage). Der Mühlbach besitzt aber weiterhin genügend Freibord, sodass es, wie im Istzustand, zu keinen Ausuferungen in diesem Bereich kommt. Das Freibord im Mühlbach beträgt im Planzustand noch minimal ca. 10 cm (Freibord im Istzustand $f \geq 28$ cm). In Anbetracht der Tatsache, dass die Wasserspiegeldifferenzen weiterhin nur im Nahbereich der Gröblmühle auftreten und dass der Planzustand auf der sicheren Seite liegend mit dem augenblicklichen Istzustand (siehe Abschnitt 1) verglichen wird ist die geplante Veränderung im n-Fall



als hochwasserneutral zu beurteilen. Der Differenzenplan für den n-Fall kann Anlage 5 entnommen werden.

Eine deutliche Mauererhöhung im Nahbereich des Kraftwerks ist im Ist- und Planzustand anzuraten! Die Mehrkosten für diese ohnehin erforderliche Freiborderhöhung (auch n-Fall) durch die geringfügige Erhöhung Wasserspiegelerhöhung im Planzustand sind sehr gering.

Die Berechnungen haben also gezeigt, dass die Errichtung der Wasserkraftanlage als hochwasserneutral gegenüber der augenblicklichen sowie gegenüber der derzeit bescheidsgemäßen Situation einzustufen ist.

Anlagen

- Anlage 1** Wasserspiegel Lastfall A
 HQ₁₀₀ „n-Fall“ Ist-Zustand

- Anlage 2** Wasserspiegel Lastfall B
 HQ₁₀₀ „n-1-Fall“ Ist-Zustand

- Anlage 3** Wasserspiegel Lastfall C
 HQ₁₀₀ „n-Fall“ Plan-Zustand

- Anlage 4** Wasserspiegel Lastfall D
 HQ₁₀₀ „n-1-Fall“ Plan-Zustand

- Anlage 5** Differenzenplan Wasserspiegel Lastfall C - Lastfall A

- Anlage 6** Differenzenplan Wasserspiegel Lastfall D - Lastfall B