

## **Innkraftwerk Ering-Frauenstein Vertiefte Überprüfung**



München, den 18.03.2016

RMD-Consult GmbH  
Wasserbau und Energie  
Blutenburgstraße 20  
80636 München

Tel.: 089/99 222-402- Dr.-Ing. Roland Hoepffner

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG UND ÜBERBLICK</b>	<b>5</b>
1.1	Veranlassung	5
1.2	Beschreibung der Gesamtanlage	6
1.3	Umfang der vertieften Überprüfung	7
<b>2</b>	<b>VORANGEGANGENE UNTERSUCHUNGEN, MAßNAHMEN UND EREIGNISSE</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>HYDROTECHNISCHE NACHWEISE</b>	<b>8</b>
3.1	Übersicht	8
3.2	Hydrologische und Hydraulische Grundlagen	9
3.3	Wehrleistungsfähigkeit	9
3.4	Wasserspiegellagen	11
3.5	Freibord	11
3.6	Extremfallbetrachtung	12
3.7	Tosbecken, Energieumwandlung und Kolke	12
3.8	Stauraumentwicklung	14
3.9	Zusammenfassende Beurteilung Hydrotechnik	14
<b>4</b>	<b>BAUWERKE</b>	<b>15</b>
4.1	Dammbauwerke	15
4.1.1	Übersicht	15
4.1.2	Baulicher Zustand und Maßnahmen	15
4.1.3	Zusammenfassende Beurteilung der Stauhaltungsdämme	16
4.2	Kraftwerk	16
4.2.1	Übersicht	16
4.2.2	Baulicher Zustand	16
4.2.3	Standicherheit	17
4.2.4	Zusammenfassende Beurteilung Kraftwerk	17

<b>4.3</b>	<b>Stauwehr</b>	<b>18</b>
4.3.1	Übersicht	18
4.3.2	Baulicher Zustand	18
4.3.3	Standicherheit	18
4.3.4	Beurteilung Stauwehr	19
<b>4.4</b>	<b>Sonstige Einzelbauwerke und Bauteile (Massivbau)</b>	<b>20</b>
4.4.1	Pumpwerke	20
4.4.2	Brücken	21
4.4.3	Beurteilung der Einzelbauwerke	22
<b>4.5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>BETRIEBSEINRICHTUNGEN</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Stahlwasserbau</b>	<b>23</b>
5.1.1	Beschreibung der vorhandenen Komponenten	23
5.1.2	Prüfungsergebnis und Beurteilung	24
5.1.3	Zusammenfassung der Untersuchung Stahlwasserbau	24
<b>5.2</b>	<b>Elektrotechnik/Leittechnik</b>	<b>25</b>
5.2.1	Übersicht sicherheitsrelevanter Anlagenteile	25
5.2.2	Beurteilung Messgeräte und Störmeldeverarbeitung	25
5.2.3	Beurteilung Notstromversorgung	26
5.2.4	Beurteilung der Redundanzen in Antrieben und Steuerungen	26
5.2.5	Beurteilung Blitz- und Überspannungsschutz	26
5.2.6	Beurteilung der Licht- und Steckdoseninstallationen	27
5.2.7	Beurteilung Brandmeldeanlage	27
5.2.8	Zusammenfassung der Untersuchung Elektrotechnik	27
<b>6</b>	<b>BETRIEB UND ÜBERWACHUNG</b>	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>28</b>
<b>6.2</b>	<b>Objektschutz</b>	<b>28</b>
<b>6.3</b>	<b>Betriebliche Überwachung</b>	<b>28</b>
6.3.1	Betriebsvorschrift mit Notfallkonzept und Alarmplan	28
6.3.2	Arbeits- und Dienstanweisungen	29

---

<b>6.3.3</b>	<b>Betriebstagebuch</b>	<b>29</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Jahresbericht</b>	<b>29</b>
<b>6.4</b>	<b>Bauwerksüberwachung / Messsysteme</b>	<b>30</b>
<b>6.4.1</b>	<b>Beschreibung der Messsysteme</b>	<b>30</b>
<b>6.4.2</b>	<b>Datenverarbeitung</b>	<b>30</b>
<b>6.4.3</b>	<b>Datenbestand und Auswertung der Messergebnisse</b>	<b>30</b>
<b>6.5</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSEND BEURTEILUNG DER STAUSTUFE ERING-FRAUENSTEIN</b>	<b>32</b>
	<b>ANLAGENVERZEICHNIS</b>	<b>33</b>

# 1 VERANLASSUNG UND ÜBERBLICK

## 1.1 Veranlassung

Die 1942 bzw. 1957 erteilten Bewilligungen für die Staustufe Ering-Frauenstein enden am 10.03.2017. Die Innwerk AG als Träger der wasserrechtlichen Bewilligung hat daher im September 2015 beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Wien die Wiederverleihung des Wasserbenutzungsrechtes beantragt. Die Bewilligung zum Weiterbetrieb der Anlage und zur Benutzung des Wassers des Inns wurde beim Landratsamt Rottal-Inn beantragt. Um den Zustand der Anlage zu dokumentieren, wurde im Rahmen dieser Beantragung eine Vertiefte Überprüfung der Anlage durchgeführt.

Gefordert ist diese nach DIN 19700-10:2004-07 wo es heißt, dass die Sicherheit einer Stauanlage über ihre gesamte Nutzungsdauer durch ein abgestuftes Überwachungskonzept sicher zu stellen ist. Neben kontinuierlichen Messungen und Beobachtungen, sowie den jährlichen Sicherheitsberichten, bildet die vertiefte Überprüfung eine wichtige Komponente zur Gewährleistung der Sicherheit. Ein Leitfaden zur Erstellung von vertieften Überprüfungen für Talsperren (analog anwendbar auf Staustufen) ist im DVWK-Merkblatt 231 von 1995 enthalten. In der vertieften Überprüfung, welche demnach in Abständen von etwa 10 Jahren durchzuführen ist, sind alle relevanten Sicherheitsnachweise, deren Eingangsparameter sich seit dem Bau bzw. seit der vorangegangenen Überprüfung verändert haben, mit den aktuell gültigen Kennwerten und nach den jeweils gültigen technischen Vorschriften nochmals zu führen. Mittels dieses Konzeptes wird laufend sowohl der Zustand aller Bauwerksteile dokumentiert, als auch Sicherheitsstandards im Fall von Änderungen in den Regelwerken, Eigentümer- oder Personalwechsel gewahrt. Der Inhalt der vorliegenden vertieften Überprüfung orientiert sich an den Empfehlungen nach Overhoff et al. (2004)<sup>1</sup> in „Erfahrungen und Hinweise zum Sicherheitsbericht und zur vertieften Überprüfung von Talsperren“ und beinhaltet die nach DVWK-Merkblatt 231 geforderten statischen, hydrologischen und hydraulischen Untersuchungen, sowie die Kontrolle der betrieblichen Vorgaben und des Überwachungssystems.

Dies ist die erste vertiefte Überprüfung der Staustufe Ering-Frauenstein.

Anlagen zu dem vorliegenden Bericht werden als „Anlage x“ bezeichnet. Zusätzlich findet sich im Anlagenverzeichnis der jeweilige Verweis zum digital vorliegenden

---

<sup>1</sup> Overhoff, G.; Bieberstein, A.; Bettzieche, V. (2004), „Erfahrungen und Hinweise zum Sicherheitsbericht und zur Vertieften Überprüfung von Talsperren“, Wasserwirtschaft, Jahrgang 94, Heft 7/8, 2004, S. 50-57

Dokument im Stauanlagenbuch (Bsp. ERG\_3\_2\_\_6). Verwendete Dokumente, welche nur in digitaler Form im Stauanlagenbuch vorliegen, sind im Text eindeutig zuordenbar benannt.

## 1.2 Beschreibung der Gesamtanlage

Die Stauanlage erstreckt sich von Inn-km 48,0 bis 61,0 und setzt sich aus dem Kraftwerk und dem Stauwehr, sowie den Stauhaltungsdämmen und den Pumpwerken zusammen. Eine ausführliche Beschreibung der Gesamtanlage findet sich in deren Stauanlagenbuch (aktueller Stand 03/2016).

Die wesentlichen technischen Daten zum Kraftwerk sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

*Tabelle 1: Technische Daten Kraftwerk Ering-Frauenstein*

Bauart	Buchtenkraftwerk
Turbinen	3 x Kaplan
Ausbauabfluss gesamt	1040 m <sup>3</sup> /s
Ausbaufallhöhe	9,20 m bei Q <sub>A</sub>
Fallhöhe bei MQ	9,65 m
Engpassleistung	72,5 MW
Gesamtlänge Krafthaus	100 m
Höhe Krafthaus	28 m
Turbinen	3 x Kaplan (stehende Welle)
Laufreddurchmesser	7,0 m
Revisionsverschluss	Stahl-Dammbalken (OW, UW)

Eine Hausmaschine erzeugt mit einer Leistung von 1,3 MW den Energiebedarf der Stauanlage, sowie der fünf entlang des Stauraums vorhandenen Pumpwerke. Tabelle 2 zeigt die Hauptdaten der Wehranlage.

Die Dammbauwerke dienen je nach Lage der Stauhaltung, dem Hochwasserschutz oder als Rücklaufdamm und wurden teils beim Bau der Stauanlage, teils zu einem späteren Zeitpunkt errichtet. Im Stauraum liegen außerdem zahlreiche Drainagen, sowie die fünf Pumpwerke zur Hinterlandentwässerung. Details hierzu sind dem Stauanlagenbuch zu entnehmen.

Tabelle 2: Daten Wehranlage

Wehrverschluss	Doppelhakenschützen (Höhe 12,30 m)
Lage Wehrschwelle	324,20 m ü NN
Stauziel ( $Z_S$ )	336,20 m ü NN
Hochwasserstauziel 1 ( $Z_{H1}$ )	336,20 m ü NN
Hochwasserstauziel 2 ( $Z_{H2}$ )	336,43 m ü NN
Anzahl Wehrfelder	6
Breite pro Wehrfeld	18 m
Länge (zwischen Trennpfeiler und Widerlager)	132 m
Breite der Zwischenpfeiler	5x 4,80 m
Revisionsverschluss	Stahl-Dammbalken (OW, UW)

### 1.3 Umfang der vertieften Überprüfung

Die vorliegende vertiefte Überprüfung umfasst alle sicherheitsrelevanten Anlagenteile der Innstaustufe Ering-Frauenstein.

Da einerseits in den letzten Jahren die Bemessungsabflüsse des Inns zwischenstaatlich neu festgelegt wurden und andererseits auf österreichischer und bayerischer Seite gleiche Anforderungen an die Hochwassersicherheit gestellt werden, sind Anpassungsmaßnahmen an den zur Anlage gehörenden Stauhaltungs- und Rückstaudämmen vorgesehen. Die dafür erforderlichen Bewilligungen werden für die einzelnen Anlagenteile gesondert bei den zuständigen Behörden in Österreich und Bayern beantragt.

Ebenso wird die Herstellung der Fischpassierbarkeit am Kraftwerk Ering-Frauenstein durch eine Fischaufstiegsanlage am bayerischen Ufer beim Landratsamt Rottal-Inn vorab gesondert beantragt.

Alle im Rahmen der Vertieften Überprüfung als Anlage genannten Dokumente sind bereits im Stauanlagenbuch vorhanden und werden hier, um Dopplungen zu vermeiden, nicht noch einmal angehängt. Zudem ist die Vertiefte Überprüfung selber eine Anlage im Stauanlagenbuch. Im Anlagenverzeichnis wird auf die entsprechenden Anlagen im Stauanlagenbuch verwiesen. In der digitalen Version dieser Vertieften Überprüfung sind die Anlagen angehängt.

## **2 VORANGEGANGENE UNTERSUCHUNGEN, MAßNAHMEN UND EREIGNISSE**

Eine Anlagenhistorie, welche die Auflistung wesentlicher Sanierungsmaßnahmen enthält, ist Anlage 1 zu entnehmen.

Neben der Bestandsstatik liegen für die Wehranlage Standsicherheitsuntersuchungen aus den Jahren 1996, 1998 und 2003 vor, welche im Rahmen der Wehr- und Tosbeckenertüchtigung erstellt wurden. Außerdem wurden zahlreiche geotechnische Gutachten angefertigt. Die Dokumente, sowie eine Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen sind dem Stauanlagenbuch Abs. 5.3 und Abs. 3.6.2 zu entnehmen.

Für das Jahr 2015 wird erstmals ein Sicherheitsbericht Teil B gemäß DIN 19700 erstellt. Dieser Bericht umfasst die Zusammenstellung und Bewertung aller Messungen und Beobachtungen an der Stauanlage Ering-Frauenstein und wird kalenderjährlich fortgeschrieben. Damit liegt zu jeder Zeit ein genaues Bild über die Zuverlässigkeit der Anlage vor.

## **3 HYDROTECHNISCHE NACHWEISE**

### **3.1 Übersicht**

Im Folgenden werden die für die Stauanlage Ering-Frauenstein sicherheitsrelevanten hydrotechnische Untersuchungen angestellt. Grundlage für die Ermittlung der Wehrleistungsfähigkeit (Abs. 3.3), sowie der Wasserspiegellagen (Abs. 3.4) bildet ein 2d-Abflussmodell, welches in den Jahren 2007 bis 2009 erstellt wurde. Die Freibordbetrachtungen (Abs. 3.5) und die Darstellung der Dammbrechtszenarien (Abs. 3.6) greifen auf die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnung zurück. In Abs. 3.7 wird die Auskolkung im Unterwasser, sowie die Situation im Oberwasser der Anlage bewertet. Untersuchungen zu Verlandungstendenzen im Stauraum sind Abs. 3.8 zu entnehmen.



### 3.2 Hydrologische und Hydraulische Grundlagen

Die Abflusswerte für die Stauanlage Ering-Frauenstein wurden im Jahr 2014 durch das LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt) festgelegt und sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Hydrologische Daten

NNQ	184 m <sup>3</sup> /s
MQ	715 m <sup>3</sup> /s
MHQ	2740 m <sup>3</sup> /s
HQ <sub>5</sub>	3520 m <sup>3</sup> /s
HQ <sub>10</sub>	4110 m <sup>3</sup> /s
HQ <sub>50</sub>	5570 m <sup>3</sup> /s
BHQ <sub>1</sub> (HQ <sub>100</sub> )	6280 m <sup>3</sup> /s
BHQ <sub>2</sub> (HQ <sub>1000</sub> )	8020 m <sup>3</sup> /s

Für sämtliche Berechnungen bezüglich Wasserspiegellagen im Stauraum Ering-Frauenstein wurde das bestehende hydraulische Modell aus dem Jahr 2008 verwendet (Anlage 3). Dieses wurde ursprünglich auf Basis einer Fächerecholotpeilung aus dem Jahr 2006 erstellt und für ein Teil der Berechnungen auf Grundlage einer aktuellen Fächerecholotpeilung aus dem Jahr 2014 angepasst. Um die im Hochwasserfall auftretenden Ausräumeffekte zu berücksichtigen, wurden die Sohlveränderungen über ein Feststofftransportmodell numerisch gelöst.

### 3.3 Wehrleistungsfähigkeit

Zur Ermittlung der Wehrleistungsfähigkeit wurden 2008 an der TU München Berechnungen zu den Oberwasserständen im Hochwasserfall durchgeführt (Anlage 2). Demnach kann an der Stauanlage Ering-Frauenstein bei Einhaltung des Stauziels  $Z_S$  (336,20 m ü.NN) ein maximaler Abfluss von 7800 m<sup>3</sup>/s abgeführt werden.

Auf Basis dieser hydraulischen Grundlage wurde eine detaillierte Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Wehranlage bei Ausfall einzelner Wehrfelder durchgeführt, die zeigt, dass bei fünf verfügbaren Verschlüssen, also (n-1)-Fall, rund 6400 m<sup>3</sup>/s ohne Überschreitung des Stauzieles von 336,20 m ü.NN abgeführt werden können (Abbildung 1). Selbst im (n-2)-Fall bei nur vier verfügbaren Verschlüssen können noch etwa 5080 m<sup>3</sup>/s ohne Überstau abgeführt werden.

Für das BQH<sub>2</sub> ergibt sich das Hochwasserstauziel  $Z_{H2}$  zu 336,43 m ü.NN.

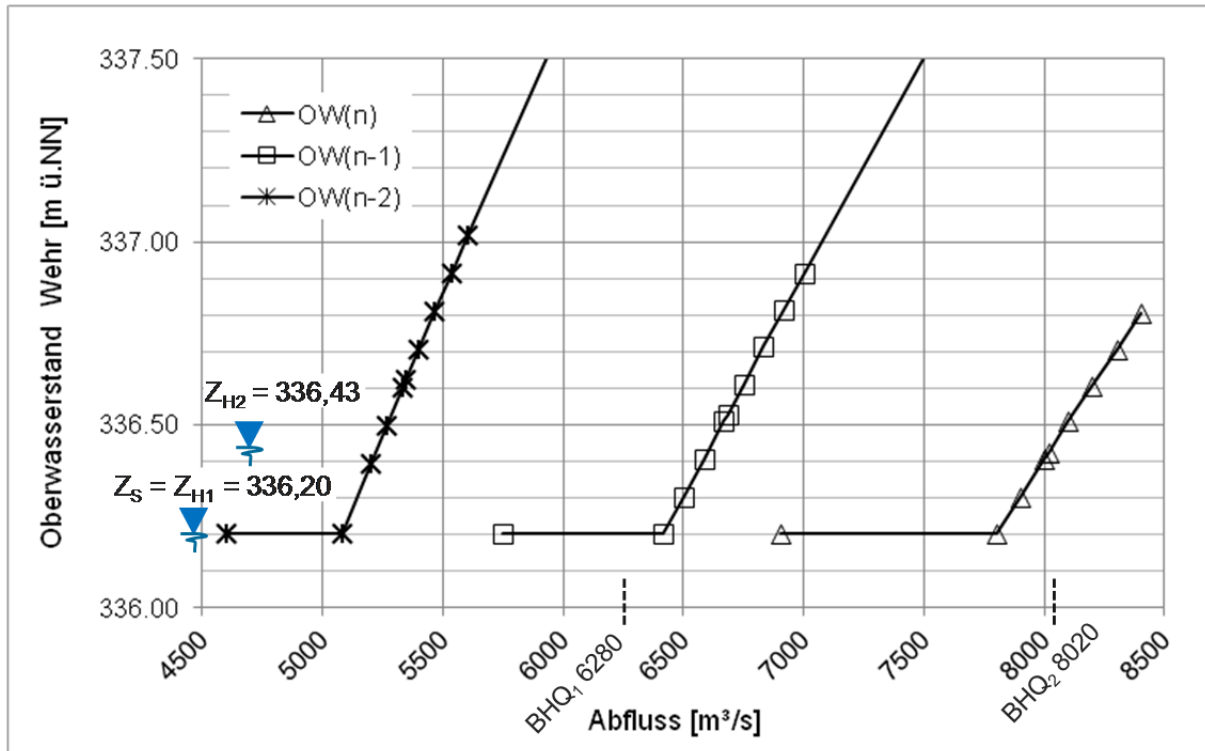


Abbildung 1: Abflussleistung Wehranlage

Aufgrund des hohen Anteils hochalpiner Bereiche am Einzugsbiet des Inn erfolgt eine differenzierte Betrachtung der Hochwasserverhältnisse im Winterhalbjahr.

Mit Schreiben vom 26. September 1991 (Stauanlagenbuch Anlage GER\_5\_1\_\_6) gab das damalige Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft Hochwasserswahrscheinlichkeiten für Hochwasser im Winterhalbjahr u.a. für den Pegel Passau-Ingling bekannt ( $HQ_{100} = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$ ). In einem weiteren Schreiben des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 7. Oktober 1999 wird für das Winterhalbjahr an der Staustufe Ering-Frauenstein ein  $HQ_{100} = 3750 \text{ m}^3/\text{s}$  genannt. Entsprechend dem Verhältnis  $HQ_{1000}/HQ_{100}$  im Gesamtjahr kann auf dieser Basis für das Winterhalbjahr ein  $HQ_{1000}$ -Wert von rund  $4800 \text{ m}^3/\text{s}$  extrapoliert werden (Stauanlagenbuch Abs. 5.1).

Im Falle von Vereisung des 6. Wehrfeldes können die Hochwasser ohne Probleme unter Einhaltung des Stauziels über die verbleibenden Wehrfelder abgeführt werden. Dabei ist für das Winter-BHQ<sub>1</sub> der n-2-, für das Winter-BHQ<sub>2</sub> der n-1-Fall maßgebend. Aus diesem Grund wurde für das 6. Wehrfeld planmäßig keine Anlage zur Eisfreihaltung vorgesehen.

In Tabelle 4 sind die Leistungsfähigkeiten der Wehranlage zusammengefasst.

Tabelle 4: Leistungsfähigkeit der Wehranlage

Fall	Abfluss	Wasserstand
BHQ <sub>1</sub> (n-1)-Fall	6280 m <sup>3</sup> /s	Z <sub>H1</sub> = 336,20 m ü. NN
BHQ <sub>2</sub> n-Fall	8020 m <sup>3</sup> /s	Z <sub>H2</sub> = 336,43 m ü. NN
Winter-BHQ <sub>1</sub> (n-2)-Fall	3750 m <sup>3</sup> /s	Z <sub>H1,Winter</sub> = 336,20 m ü. NN
Winter-BHQ <sub>2</sub> (n-1)-Fall	4800 m <sup>3</sup> /s	Z <sub>H2,Winter</sub> = 336,20 m ü. NN

### 3.4 Wasserspiegellagen

Die Wasserspiegellagenberechnungen sind in dem Hydrotechnischen Bericht in Anlage 3 zusammengestellt und bewertet. Der hydraulische Längenschnitt durch den gesamten Stauraum ist zudem Anlage 4 zu entnehmen.

### 3.5 Freibord

Nach Bescheid vom 19.03.1957, welcher dem Stauanlagenbuch beiliegt (GER\_2\_2\_\_4), ist für die Freibordermittlung der Wasserstand bei einem Abfluss von 6900 m<sup>3</sup>/s und Ausfall eines Wehres (n-1) maßgebend. Auf Grundlage dieser Festlegung muss der Freibord bei Dämmen am Inn mindestens 1,20 m betragen an den Rücklaufdämmen der Seitengewässer mindestens 0,50 m. Heute wird an den bayerischen Flüssen für BHQ<sub>1</sub> in der Regel ein Freibord von 1,0 m gefordert. Gemäß LfU-Merkblatt Nr. 5.2/5 ist für BHQ<sub>2</sub> ein Mindestfreibord von 0,30 m einzuhalten.

Die aktuellen Freibordberechnungen sind den Antragsunterlagen für die Anpassungsmaßnahmen der Dämme aus dem Jahr 2016 zu entnehmen. Zusätzlich wurden die Freiborde bei einem Abfluss von 6900 m<sup>3</sup>/s entlang des Stauraumes durch Subtraktion der berechneten Wasserspiegellagen ermittelt. Da der im Bescheid von 1957 geforderte Freibord von mindestens 0,5 m an den Rücklaufdämmen der Seitengewässer für BHQ<sub>2</sub> (8020 m<sup>3</sup>/s) deutlich erfüllt ist, diese für den geringeren Abfluss von 6900 m<sup>3</sup>/s nicht weiter ausgewertet.

In Tabelle 5 sind die mindestens vorhandenen Freiborde für die jeweiligen Dammschnitte dargestellt.

Tabelle 5: Übersicht vorhandener Freiborde

Bauwerk	Min. Freibord BHQ <sub>1</sub> [m]	Min. Freibord BHQ <sub>2</sub> [m]	Min. Freibord Q=6900 m <sup>3</sup> /s [m]
Staudamm Ering	1,53	0,93	1,38
Staudamm Frauenstein	1,61	1,05	1,46
Staudamm Simbach	1,88	1,15	1,67
Staudamm Reikersdorf	1,61	0,89	1,31
Staudamm Höft	1,87	1,05	1,55
Hochwasserdamm Braunau	2,07	0,91	1,64
Rücklaufdamm Mattig links	1,94	1,13	
Rücklaufdamm Mattig rechts	1,88	1,07	
Rücklaufdamm Simbach	1,87	0,98	

Es ist ersichtlich, dass alle angeführten Forderungen deutlich eingehalten werden. Aus diesem Grund sind im Zuge der Anpassungsmaßnahmen der Dämme keine Dammerhöhungen erforderlich.

Die graphische Darstellung der vorhandenen Freiborde entlang des Stauraumes bei BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> ist den Antragsunterlagen für die Anpassungsmaßnahmen der Dämme zu entnehmen. Ein Überblick über alle maßgebenden Wasserspiegel sowie die Dammhöhen ist im hydraulischen Längenschnitt in Anlage 4 vorhanden. Dort sind die Wasserstände jedoch in Flussmitte dargestellt, weshalb dieser Längenschnitt für die Freibordbetrachtung im Detail nicht verwendbar ist.

### 3.6 Extremfallbetrachtung

Als theoretischer Extremfall wurde ein vollständiges Versagen der Dämme im BHQ<sub>2</sub>-Fall berechnet. Dabei wurden vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend die Wasserspiegel aus Abs. 3.4 (separat für die linke und rechte Inn-Seite) horizontal mit dem angrenzenden Gelände Verschnitten. Durch diese Vorgangsweise werden jene Bereiche abgegrenzt, deren Überflutung auch bei einem Extremhochwasser durch die Dämme und Deiche der Kraftwerksanlage verhindert wird. Der Plan befindet sich in Anlage 5.

### 3.7 Tosbecken, Energieumwandlung und Kolke

Ein aktueller Querschnitt durch die Wehranlage mit anschließendem Tosbecken ist als Anlage GER\_3\_3\_\_3 im Stauanlagenbuch zu finden. Demnach liegt die Wehrschwelle auf einer Höhe von 324,20 m ü NN. Der Wehrrücken geht direkt in das

Tosbecken über, dessen Sohle sich auf 319,70 m ü NN befindet. Das Tosbecken hat eine Gesamtlänge von 33 m und ist treppenförmig aufgebaut. Die Endschwelle liegt auf einer Höhe von 322,50 m ü NN.

Im Jahr 1992 wurde eine erste Sicherung der Kolke im Unterwasser des Wehres durchgeführt. Standsicherheitsuntersuchungen für die Wehranlage aus den Jahren 1996 und 1998 gaben Anlass für ein umfassendes Sanierungsprogramm. Zur Erhöhung der Gleitsicherheit brachte man 96 Verpresspfähle mit jeweils rund 15 m Länge ein und erhöhte die bestehenden Pfeiler bzw. verlängerte sie in Richtung Unterwasser.

Um die Energieumwandlung in den Tosbecken zu verbessern und gleichzeitig die Auflast zu erhöhen, führte man die Beckensohle in Treppenform aus. Die nach einem physikalischen Modellversuch geforderten Störkörper wurden nicht ausgeführt, da die bis dahin ergriffenen Maßnahmen Erfolg zeigten.

Auf ausführliche Dokumente und Informationen zur Sanierung der Wehranlage ist im Stauanlagenbuch in Abs. 3.6.2 verwiesen.

Die letzte Kolkpeilung aus 2014 ist in dem zugehörigen Bericht aus Anlage 6 ausgewertet. Bezüglich der Peilung aus 2013 ist dabei anzumerken dass diese direkt nach einem Hochwasserereignis im Juni stattfand. Die Eintiefungen und Anlandungen dienen demnach nur bedingt für einen Vergleich mit dem Folgejahr. Außerdem konnte aufgrund des hohen Abflusses nicht in allen Bereichen gepeilt werden. Vor allem im Unterwasser des Krafthauses wurden 2013 einige Profile ausgelassen. Zur Bewertung der zeitlichen Entwicklung wurden die Peilungen in Längsprofile durch die sechs Wehrfelder und deren Unterwasser eingetragen (Anlagen 6.1 und 6.2). Zum Vergleich sind hier ebenfalls die Peilungen vor der Sanierung (1989), nach der Sanierung (1998) sowie 2013 enthalten.

Betrachtet man in den Längsschnitten den Kolk vor dessen Sanierung 1992, also die Peilung von 1989, im Vergleich zu den heutigen Messungen, so stellt man fest, dass die Sanierung nachhaltig erfolgreich war und sich die Sohle im Unterwasser weitestgehend stabilisiert hat.

Auf alle vorangegangenen Kolkpeilungen wird in Abs. 8.3 im Stauanlagenbuch verwiesen.

Die Auswertungen der Kolke im Ober- und Unterwasser vom Turbineneinlaufbereich und dem Wehrbereich sind in Kap. 5 des in Anlage 6 beiliegenden Berichts zur Kolkpeilung 2014 wie folgt zusammengefasst:

- OW-Bereich: Vergrößerung der Anlandungen vor den Wehrfeldern, 1,0 m tiefer Kolk im Bereich Wehrfeld 1 und Ufermauer, sonst stabile Verhältnisse
- UW-Turbinenbereich: Stabile Verhältnisse im gepeilten Bereich
- UW-Wehrbereich: Stabile Verhältnisse im Bereich unterhalb der Wehrschwelle
- Keine Gefährdung der Standsicherheit (Gleitsicherheit).

Aus den aktuellen statischen Berechnungen der Wehranlage (Abs. 4.3.3) geht zudem hervor, dass die Standsicherheit der Wehranlage auch ohne Ansatz des Erddruckes gegeben ist. Etwaige Revisionen können demnach ohne vorherige Kolküberprüfungen durchgeführt werden.

### **3.8 Stauraumentwicklung**

Im Bericht „Naturschutzfachliche Grundlagen“ (Stauanlagenbuch GER\_6\_1\_\_2) wird die Stauraumentwicklung im Detail untersucht. Demnach führt die fortschreitende Verlandung des Stauraumes aufgrund der daraus folgenden Querschnittsverengung zu erhöhten Fließgeschwindigkeiten im Hauptgerinne. Das durch den Aufstau verringerte Fließgefälle verhindert jedoch, dass es zu weitreichenden Tiefenerosionen der Flusssohle kommt, wie es nach der Flusskorrektur im 19. Jahrhundert der Fall war. Aktuelle Sohlpeilungen bestätigen diese Aussage. Das Hauptgerinne befindet sich demnach in einem guten Gleichgewichtszustand.

### **3.9 Zusammenfassende Beurteilung Hydrotechnik**

Die Untersuchungen zeigen, dass die gesamte Staustufe bezüglich Hydrotechnik den a.a.R.d.T. entspricht:

- die Wehranlage ist ausreichend leistungsfähig um alle Bemessungshochwasser abzuführen
- die Freiborde an den Stauhaltungsdämmen können eingehalten werden

- die Kolke im Unterwasser der Wehranlage haben sich seit deren Sanierung 1992 stabilisiert
- das Hauptgerinne des Stauraums befindet sich in einem guten Gleichgewichtszustand.

## **4 BAUWERKE**

### **4.1 Dammbauwerke**

#### **4.1.1 Übersicht**

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Dammbabschnitte befindet sich im aktuellen Stauanlagenbuch Abs. 3.4. Die Antragsunterlagen zu den Anpassungsmaßnahmen an den Simbachern und den Österreichischen Dämmen beinhalten eine Auflistung der Instandhaltungsmaßnahmen an den Dämmen, sowie weitere Erläuterungen und Regelquerschnitte. Diesem Dokument ist außerdem ein Längsschnitt mit Darstellung der Höhenverläufe der einzelnen Dammbabschnitte, Wasserspiegel und Schichten des Dammuntergrundes zu entnehmen.

#### **4.1.2 Baulicher Zustand und Maßnahmen**

Die Dämme werden monatlich begangen und die Beobachtungen protokolliert. Dadurch liegen stets aktuelle Erkenntnisse über den Zustand der Bauwerke vor. Die Protokolle werden im Zuge des jährlichen Sicherheitsberichtes Teil B ausgewertet. Der Sicherheitsbericht für das Jahr 2015 wird nach Vorliegen aller Messwerte bis Mitte des Jahres 2016 erstellt und der Behörde vorgelegt.

Da einerseits in den letzten Jahren die Bemessungsabflüsse des Inns zwischenstaatlich neu festgelegt wurden und andererseits auf österreichischer und bayerischer Seite gleiche Anforderungen an die Hochwassersicherheit gestellt werden, sind Anpassungsmaßnahmen an den zur Anlage gehörenden Stauhaltungs- und Rückstaudämmen vorgesehen. Die dafür erforderlichen Bewilligungen werden für die einzelnen Anlagenteile 2016 gesondert zum Antrag auf Weiterbetrieb bei den örtlich zuständigen Behörden in Österreich und Bayern beantragt. Dort sind alle Dammbabschnitte untersucht und entsprechende Maßnahmen dargestellt nach deren Umsetzung die Dämme den aktuellen Vorgaben und Regelwerken entsprechen.

Weitere Details zu Untersuchungen und die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen sind ausführlich in den o.g. Antragsunterlagen aus dem Jahr 2016 beschrieben bzw. in den Planunterlagen dargestellt.

### **4.1.3 Zusammenfassende Beurteilung der Stauhaltungsdämme**

Unter Zugrundelegung der aktuellen Randbedingungen und Normungen zeigten die statischen Berechnungen der Jahre 2012 und 2014 - abgesehen vom Hochwasserdamm Simbach - deutliche Standsicherheitsdefizite. Aus diesem Grund wurden in der Folge Anpassungsmaßnahmen entwickelt, die einerseits den ökologischen Eingriff minimieren, andererseits die Standsicherheit nach den gültigen Normen garantieren. Die Anpassungsmaßnahmen an den zur Anlage gehörenden Stauhaltungs- und Rückstaudämmen werden im Jahr 2016, gesondert zum Antrag auf Weiterbetrieb, bei den örtlich zuständigen Behörden in Österreich und Bayern beantragt.

Aus den Antragsunterlagen geht hervor, dass unter Berücksichtigung der erforderlichen Anpassungsmaßnahmen die normgerechte Standsicherheit für alle Dämme und Deiche statisch nachgewiesen werden kann. Plausibilitätskontrollen zeigen zudem, dass die Standsicherheit auch bei geringfügig abweichenden Baugrundkennwerten sowie auch unter Ansatz des globalen Standsicherheitskonzepts ausreichend ist.

## **4.2 Kraftwerk**

### **4.2.1 Übersicht**

Das Kraftwerk wird im Stauanlagenbuch Abs. 3.3 ausführlich beschrieben, die Historie wesentlicher Instandhaltungsmaßnahmen in den vergangenen Jahren ist Anlage 1 zu entnehmen. Die Hauptdaten des Kraftwerks sind Tabelle 1 zu entnehmen.

### **4.2.2 Baulicher Zustand**

Im Zuge der vertieften Überprüfung wurde eine Bauwerksprüfung des Kraftwerkes durchgeführt. Der entsprechende Bericht ist Anlage 7 zu entnehmen. Demnach befindet sich das Kraftwerk, bezogen auf das Bauwerksalter, in einem guten Zustand. Einzelne Bauteile weisen jedoch Mängel/Schäden auf, die kurzfristig saniert bzw. längerfristig überwacht werden müssen. Die Karbonatisierungstiefe wurde nicht eigen untersucht. Aus dem Prüfbericht geht jedoch hervor, dass die Betonüberdeckung an einigen Stellen bereits durchdrungen ist.



Im Jahr 2000 wurde der innere Zustand des Betons der Wehranlage innerhalb einer Prüfung der Druckfestigkeit und der Rohdichte an fünf Betonbohrkernen aus dem Wehrfeld 6 untersucht (Stauanlagenbuch GER\_5\_3\_\_52). Dem Beton in der Wehranlage kann eine Druckfestigkeit von B45 zugeschrieben werden. Gemäß den Aussagen des Prüfungsamtes gelten die Druckfestigkeiten jedoch nur für die untersuchten Bereiche. Rückschlüsse auf die Betondruckfestigkeiten anderer Bauwerksbereiche sind nur dann zulässig, wenn dort eine annähernd gleiche Betongüte vorliegt. Ein Vergleich der Standsicherheitsuntersuchungen aus der Bauzeit zeigt folgende Werte:

- Standsicherheitsuntersuchung Wehr 1939 (Stauanlagenbuch GER\_5\_3\_\_5, z.B. S. 7)
  - o Zulässige Stahldruckspannung: 1200 kg/cm<sup>2</sup>
  - o Zulässige Betondruckspannung: 17 kg/cm<sup>2</sup>
  
- Standsicherheitsuntersuchung Krafthausfundament 1940 (Stauanlagenbuch GER\_5\_3\_\_55, z.B. S. 23)
  - o Zulässige Stahldruckspannung: 1400 kg/cm<sup>2</sup>
  - o Zulässige Betondruckspannung: 29 kg/cm<sup>2</sup>

Die Beton- und Stahldruckspannungen des Kraftwerkes liegen demnach deutlich über den Festigkeiten des Wehrfeldes.

#### **4.2.3 Standsicherheit**

Zum Nachweis der Standsicherheit des Kraftwerkes wurden die Nachweise gegen Gleiten, Aufschwimmen und Kippen geführt. Der Bericht dazu findet sich in Anlage 8. Demnach konnten alle Nachweise der globalen Standsicherheit erbracht werden. Auch der Kraftwerksblock der Eigenbedarfsmaschine konnte als Standsicher nachgewiesen werden.

#### **4.2.4 Zusammenfassende Beurteilung Kraftwerk**

Unter Ansatz der aktuellen Randbedingungen und Regelwerke wurden für das Kraftwerk eine Bauwerksprüfung sowie Standsicherheitsberechnungen durchgeführt.

Der Bauwerkszustand stellt sich demnach wie folgt dar: „Das Kraftwerk befindet sich in einem mäßigen bis guten Zustand, bezogen auf das Alter des Bauwerks in einem guten Zustand. Einzelne Bauteile weisen jedoch nicht zu vernachlässigende Mängel/Schäden auf, die kurzfristig saniert bzw. längerfristig überwacht werden müssen.“ Die

Betongüte wurde in diesem Zusammenhang nicht separat untersucht, im Vergleich mit dem relativ aktuell untersuchten Beton der Wehranlage ist hier allerdings von einer deutlich ausreichenden Betongüte auszugehen.

Die statischen Nachweise für die globale Standsicherheit konnten erbracht werden. Das Kraftwerk ist dementsprechend nach aktuellen Vorschriften standsicher.

## **4.3 Stauwehr**

### **4.3.1 Übersicht**

Die Wehranlage wird im Stauanlagenbuch Abs. 3.3 ausführlich beschrieben, die Historie wesentlicher Instandhaltungsmaßnahmen in den vergangenen Jahren ist Anlage 1 zu entnehmen. Die Hauptdaten der Wehranlage sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Die Berechnung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Wehranlage kann Abs. 3.3 entnommen werden. In Abs. 3.7 wurde die Wirksamkeit des Tosbeckens in Bezug auf Energieumwandlung und Kolke untersucht.

### **4.3.2 Baulicher Zustand**

Im Zuge der vertieften Überprüfung wurde eine Bauwerksprüfung der Wehranlage durchgeführt. Der entsprechende Bericht ist Anlage 9 zu entnehmen. Demnach befindet sich die Wehranlage, bezogen auf das Bauwerksalter, in einem guten Zustand.

Die Karbonatisierungstiefe wurde nicht eigens untersucht. Aus der Bauwerksprüfung (Anlage 9) geht jedoch hervor, dass die Betonüberdeckung an einigen Stellen bereits durchdrungen ist.

Der aktuelle Betonzustand wurde wie in Abs. 4.2.2 erwähnt im Jahr 2000 anhand von fünf Bohrkernen aus Wehrfeld 6 über Druckfestigkeit und Rohdichte analysiert (Stauanlagenbuch GER\_5\_3\_\_52). Demnach kann dem Beton der Wehranlage eine Druckfestigkeit von B45 zugeschrieben werden.

### **4.3.3 Standsicherheit**

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen aus den Jahren 1996 und 1998 gaben Anlass zur Ertüchtigung der Wehranlage. Die Maßnahmen wurden im Jahr 2003 mit dem Nachweis der globalen Standsicherheit erfolgreich abgeschlossen. Im Zuge der hier vorliegenden vertieften Überprüfung wurde die Standsicherheit der Wehranlage nach dem aktuellen Teilsicherheitskonzept (EC7) berechnet. Der zuge-

hörige Bericht ist Anlage 10 zu entnehmen. Es wurden drei verschiedene Lastfälle untersucht, Lastfall Betrieb, Lastfall Revision und Niedrigwasser (NNQ), sowie Lastfall Revision und Hochwasser (BHQ1).

Eine Besonderheit ist dabei die Wirksamkeit der Untergrundabdichtung im Oberwasser der Wehranlage. Diese wird im Stauanlagenbuch Abs. 3.3.1 ausführlich beschrieben. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Spundwand nicht wie geplant vollständig in den dichten Flinz einbindet (etwa ab 309,0 m ü NN). Dies wird durch die Standsicherheitsberechnung aus dem Jahr 1996 gestützt, wonach die berechneten Sohlwasserdrücke bei Annahme einer durchlässigen oberwasserseitigen Spundwand nur geringfügig über den gemessenen Werten lagen. Die ausgewerteten Messstellen befinden sich alle im Unterwasser der Wehranlage. Um die Dichtwirkung der Spundwand besser abschätzen zu können, wird seit Dezember 2015 ein neuer Pegel im Oberwasser (P3 OW) direkt im Anschluss an die Untergrundabdichtung gemessen. Eine Auswertung der Sohlwasserdruckverläufe findet im Sicherheitsbericht Teil B 2015 statt, welcher nach Eingang aller Messwerte bis Mitte 2016 bei der Behörde eingereicht wird.

Auch ohne den Ansatz der oberwasserseitigen Spundwand konnten alle Nachweise der globalen Standsicherheit erbracht werden. Die Wehranlage ist dementsprechend nach aktuellen Vorschriften standsicher.

#### **4.3.4 Beurteilung Stauwehr**

Unter Ansatz der aktuellen Randbedingungen und Regelwerke wurden für das Kraftwerk eine Bauwerksprüfung sowie Standsicherheitsberechnungen durchgeführt.

Der Bauwerkszustand stellt sich demnach wie folgt dar: „Die Wehranlage befindet sich in einem mäßigen bis guten Zustand, bezogen auf das Alter des Bauwerks in einem guten Zustand.“

Für die Wehranlage konnten alle Nachweise der globalen Standsicherheit erbracht werden. Die Wehranlage ist dementsprechend nach aktuellen Vorschriften standsicher.

## 4.4 Sonstige Einzelbauwerke und Bauteile (Massivbau)

### 4.4.1 Pumpwerke

Eine umfassende Beschreibung der Pumpwerke befindet sich im jeweiligen Bauwerksbuch. Einen Überblick gibt das Stauanlagenbuch in Abs. 3.5.1.

Im Zuge der Erstellung von Bauwerksbüchern für die Pumpwerke fand im Jahr 2008 eine Zustandsüberprüfung statt. Weiterhin wird bei den monatlichen Begehungen eine Sichtkontrolle mit Dokumentation der Schäden durch den Betrieb durchgeführt. Die Kontrolle der Zugangsstege ist Teil der Brückenprüfungen.

Tabelle 6 fasst für jedes Pumpwerk die Gesamtbewertung aus der Prüfung vom 26.09.2008 zusammen. Die ausführlichen Prüfberichte sind den jeweiligen Bauwerksbüchern zu entnehmen.

*Tabelle 6: Zusammenfassung Überprüfung Pumpwerke 2008 (aus den entsprechenden Bauwerksbüchern)*

	Bau	Hyd	Ausfall LF1	Ausfall LF 2	Gesamt	Maßnahmen	
						gefordert	durchgeführt
<b>Reikersdorf</b>	A3	Pr. 2	Unprobl.	-	Rang 3	Keine	Pumpen überholt, Leistungssteigerung
<b>Höft</b>	A3	Pr. 1	Probl.* <sup>1</sup>	Probl.* <sup>2</sup>	Rang 1	eine neue Pumpe	2011: Zwei kleine neue Pumpen
<b>Enknach</b>	A1* <sup>3</sup>	Pr. 2	Probl.* <sup>4</sup>	-	Rang 1	zwei neue Pumpen	2011: Eine große neue Pumpe
<b>Erlach</b>	A3	Pr. 2	Unprobl.	-	Rang 3	Keine	Unterhalt
<b>Simbach 1+2</b>	A3	Pr. 4	Unprobl.	-	Rang 3	Keine	Unterhalt

\*<sup>1</sup> Reaktionszeit zur Einhaltung kritischer Einstauhöhe gegen Null

\*<sup>2</sup> Reaktionszeit zur Einhaltung kritischer Einstauhöhe kleiner 1h

\*<sup>3</sup> Sickerwasseraustritt an Böschung des Pumpenweihers, sowie am Fuß der Treppe; Übergang vom Pumpenhaus zum Auslauf mit Bodenplatte überbaut und Hohlraum nicht vollständig verfüllt, somit Beginn des verdichteten Dammbereiches nicht feststellbar

\*<sup>4</sup> Reaktionszeit zur Einhaltung kritischer Einstauhöhe 3h

Legende

<b>Bauwerksprüfung</b>	
<b>Einstufung</b>	<b>Erläuterung</b>
A1	Gefahr des hydraulischen Grundbruchs
A2	Gefährdung infolge zu niedriger Belüftungsschächte
A3	Gefahr der Wirkung des Druckrohres als Heberleitung mit rückwärtigem

	Wasserzulauf
A4	Sonstige akute Gefahren
<b><u>Überprüfung hydrologischer Randbedingungen</u></b>	
<b>Randbedingungen</b>	<b>Erläuterung</b>
LF1	HN100/HQ1 (Niederschlag 100-jährliches Ereignis; Innabfluss 1-jährliches Ereignis)
LF2	HN1/HQ100
Szenario A	Totalausfall Pumpwerk
Szenario B	Ausfall leistungsstärkste Pumpe
<b>Prioritäten</b>	<b>Erläuterung</b>
Pr. 1	Einstau Bebauung im LF1, Einstau landwirtschaftlicher Flächen oder Wald im LF2
Pr. 2	Einstau landwirtschaftlicher Flächen oder Wald im LF1
Pr. 3	Nach bisheriger Kenntnis keine Probleme
Pr. 4	Keine Probleme
<b><u>Gesamtbewertung</u></b>	
<b>Rang</b>	<b>Erläuterung</b>
1	Maßnahmen entsprechend Maßnahmenplan erforderlich
2	Weiterer Untersuchungsbedarf erforderlich
3	Außer baulicher Sanierung keine weiteren Maßnahmen erforderlich

Aus Tabelle 6 kann man entnehmen, dass die Pumpwerke Enknach und Höft für die betrachteten Lastfälle unterdimensioniert waren. Aus diesem Grund erhöhte man im Jahr 2011 die Pumpenanzahl. Den Forderungen der Bauwerksprüfung aus dem Jahr 2008 wurde somit nachgekommen.

Im Bauwerksbuch des Pumpwerkes Enknach wird festgelegt, dass der Freiflutauslauf in den Inn bei einem Inn-Abfluss größer  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  geschlossen und der gesamte Abfluss der Enknach in den Pumpenweiher geleitet wird. Gemäß Bescheid vom 28.07.1960 werden die Absperrschütze des Durchlasses jedoch bereits bei einem Inn-Abfluss von  $900 \text{ m}^3/\text{s}$  geschlossen. Diese Angabe sollte im Bauwerksbuch des Pumpwerkes Enknach korrigiert werden.

#### 4.4.2 Brücken

Eine umfassende Beschreibung der Brücken befindet sich im jeweiligen Bauwerksbuch, einen Überblick gibt das Stauanlagenbuch in Abs. 3.5.4. Die Brücken werden in den jeweiligen Brückenprüfungen detailliert untersucht und aus diesem Grund in der vertieften Überprüfung nicht weiter behandelt. Die nächste Hauptprüfung gemäß DIN 1076 findet im Jahr 2016 statt. Nach DIN 1076 ist zusätzlich 3-jährlich eine ein-

fache Prüfung durchzuführen. Dies findet an den Brücken im Stauraum Ering-Frauenstein nicht statt und sollte in Zukunft beachtet werden.

#### **4.4.3 Beurteilung der Einzelbauwerke**

Für die Pumpwerke fand 2008 eine Überprüfung statt im Rahmen derer Maßnahmen definiert wurden. Diese wurden alle umgesetzt. Die Pumpwerke befinden sich demnach in einem Regelkonformen Zustand.

Die Brücken im Stauraum Ering-Frauenstein werden 2016 einer Hauptprüfung gem. DIN 1076 unterzogen und werden hier somit nicht bewertet.

### **4.5 Zusammenfassung**

Die Bauwerke der Stauanlage befinden sich aufgrund regelmäßiger Kontroll- und Unterhaltungsmaßnahmen baulich und betrieblich in einem bezogen auf das Alter guten Zustand. Vereinzelt sind an den Bauwerken kurz- bis mittelfristige Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, welche beim Betrieb von Stauanlagen üblicherweise anfallen.

## **5 BETRIEBSEINRICHTUNGEN**

### **5.1 Stahlwasserbau**

#### **5.1.1 Beschreibung der vorhandenen Komponenten**

##### Kraftwerk

Folgende Komponenten des Kraftwerkes sind für die Prüfung relevant:

- Turbineneinlaufrechen
- Rechenreinigungsmaschine
- Revisionsverschluss (OW/UW)

Eine Beschreibung der jeweiligen Bauteile kann dem Stauanlagenbuch Abs. 3.3 entnommen werden.

##### Wehranlage

Folgende Komponenten Wehranlage sind für die Prüfung relevant:

- Wehrverschlüsse
- Wehrantriebe
- Gall'sche Ketten
- Getriebe
- Antriebsmotoren und Stromversorgung
- Notfallbetrieb
- Dammbalken für Wehrfelder

Eine Übersicht über die Bauteile ist dem Stauanlagenbuch Abs. 3.3 zu entnehmen.

##### Pumpwerke

Die Stahlwasserbaukomponenten der Pumpwerke wurden im Jahr 2008 im Zuge der Erstellung der Bauwerksbücher überprüft. Weiterhin findet eine monatliche Kontrolle durch den Betrieb statt (Sichtkontrolle mit Dokumentation von Schäden), die Kontrolle der Zugangsstege ist Teil der Brückenprüfungen. Somit bedarf es innerhalb der vertieften Überprüfung keiner weiteren Untersuchungen.

Eine Zusammenstellung und Bewertung der Überprüfung der Pumpwerke ist Abs. 4.4.1 zu entnehmen, Beschreibungen der Bauwerke finden sich im jeweiligen Bauwerksbuch, bzw. im Stauanlagenbuch Abs. 3.5.1.

## 5.1.2 Prüfungsergebnis und Beurteilung

### Wehrverschlüsse: Doppelhakenschütz mit Ober- und Untertafel

Auf Grund fehlender Bestandsunterlagen in Bezug auf die Statik der Verschlüsse wurde ein statischer Nachweis von Ober- und Unterschütz basierend auf einer 3D-Modellierung und einer numerischen Simulation geführt (Anlage 11). Die dabei untersuchten Lastfälle decken als Beanspruchung die hydrostatische Wasserlast (Lastfall 1), sowie die Lastfallkombination aus hydrostatischer Wasserlast inkl. Eisdruck (Lastfall 2) ab. Auch bei Ausfall der Luftperlanlage bei den damit ausgestatteten Wehrfeldern (WF1-5) kann der Tragfähigkeitsnachweis basierend auf den aktuell gültigen Stahlwasserbau-Normen bei beiden Verschlüssen geführt werden. Ebenso kann der Gebrauchstauglichkeitsnachweis in Bezug auf die maximale Durchbiegung von Ober- und Unterschütz im bemessenden Lastfall 2 geführt werden.

### Elektromechanische Antriebe und Hubketten:

Für die einzelnen Getriebestufen liegen statische Festigkeitsnachweise der Bestandskomponenten vor. In Abstimmung mit dem SV für Maschinenbau DI Hirtenlehner finden im 2. Quartal 2016 (nach der HW-Periode) Hubkraftmessungen von Ober- und Unterschütz bei einem Wehrfeld statt. Bei gleichzeitiger Messung der Stromaufnahme der Antriebsmotore kann die Hubkraftreserve der Verschlüsse im Betrieb der Anlage berechnet werden. Weiterhin wird ein statischer Festigkeitsnachweis der erneuerten Hubketten basierend auf diesen Hubkraftmessungen durchgeführt, welche bei 4 x Wehrfeldern bereits eingebaut wurden (Hubketten aus korrosionsbeständigen Werkstoffen).

## 5.1.3 Zusammenfassung der Untersuchung Stahlwasserbau

Die als Doppelhakenschütze ausgeführten Wehrverschlüsse können in Bezug auf die betrieblichen Lastfälle als ausreichend dimensioniert beurteilt werden, d.h. der Tragfähigkeitsnachweis bzw. der Gebrauchstauglichkeitsnachweis kann geführt werden.

Zu den Stirnrad- bzw. Schneckenradstufen der Antriebe liegen statische Festigkeitsnachweise vor, die Hubkraftreserven der einzelnen Verschlüsse unter Betriebsbedingungen werden in Zuge von Messungen im 2. Quartal 2016 nachgereicht.



## **5.2 Elektrotechnik/Leittechnik**

### **5.2.1 Übersicht sicherheitsrelevanter Anlagenteile**

Hinsichtlich Leittechnik und Elektrotechnik sind folgende Komponenten und Einrichtungen von sicherheitsrelevanter Bedeutung:

- Messgeräte und Störmeldeverarbeitung
- Notstromversorgung
- Redundanzen in Antrieben und Steuerung der Verschlüsse
- Blitz- und Überspannungsschutz
- Licht und Steckdoseninstallationen
- Brandmeldeanlage

Eine Auflistung der turnusmäßigen (Funktions-)Kontrollen ist dem Mess- und Kontrollprogramm zu entnehmen, welches im Stauanlagenbuch dem Abs. 8.1 beiliegt. Die Auffälligkeiten wurden bisher im Störungsordner, welcher in der örtlichen Warte aufliegt, dokumentiert und in einem Tagesbericht erfasst. Zukünftig werden die Ereignisse elektronisch dokumentiert und zusätzlich findet eine Auswertung der Protokolle im jährlichen Sicherheitsbericht statt.

### **5.2.2 Beurteilung Messgeräte und Störmeldeverarbeitung**

Die Wasserstände im Ober- und Unterwasser der Staustufe werden kontinuierlich gemessen, an die dauerhaft besetzte Leitwarte in Töging (Deutschland) übertragen und aufgezeichnet. Die Pegel sind im Oberwasser vierfach redundant ausgeführt, wobei einer davon als Führungspegel geschaltet ist. Im Unterwasser liegen die Pegel zweifach als Haupt- und Kontrollpegel vor. Die Vorgehensweise zur Überwachung der Pegel und die jeweils zu ergreifenden Maßnahmen bei Unregelmäßigkeiten sind in der Betriebsvorschrift (Stand September 2015) geregelt. Die Behandlung von Störungen bzw. Meldungen ist in internen Betriebsvorschriften entsprechend festgelegt.

Die Pegelwerte werden in der örtlichen Kraftwerkswarte und in der zentralen Leitwarte in Töging (Deutschland) angezeigt, die Führungspegel werden kontinuierlich aufgezeichnet. Die Pegelwerte werden in der Leittechnik überwacht. Jährlich findet eine Kontrolle des Grenzwertpegels mit Pegelvergleich - Messsysteme zu Pegellatte – statt. Bei der Überprüfung im Jahr 2015 konnten keine Mängel festgestellt werden.

### **5.2.3 Beurteilung Notstromversorgung**

Der EB-Abzweig einer Hauptmaschine oder die Hausmaschine decken den Eigenenergiebedarf des Kraftwerkes, sowie den Bedarf der fünf Pumpwerke. Die Kennwerte der Hausmaschine sind dem Stauanlagenbuch Abschnitt 3.3.3 zu entnehmen. Die Pumpwerke werden über eine kraftwerkseigene 20 kV-Ringleitung mit Strom versorgt, welche die Kraftwerke Braunau-Simbach und Ering-Frauenstein verbindet. Im Normalbetrieb wird diese Ringleitung von einer der Hauptmaschinen bzw. von der Hausmaschine gespeist. Bei Ausfällen im Kraftwerk Ering-Frauenstein wird die Stromversorgung wahlweise über die Stauanlage Eggfing-Obernberg oder über die Stauanlage Braunau-Simbach sicher gestellt. Im Fall eines kompletten Stromausfalles erfolgt die Eigenbedarfsversorgung über das stationäre Notstromaggregat. Im Bedarfsfall kann zusätzlich die Eigenbedarfssicherstellung über ein mobiles Notstromaggregat hergestellt werden. Das Diesel-Notstromaggregat wird monatlich einem Probelauf unterzogen. Die Ergebnisse werden im Wartungshandbuch dokumentiert.

### **5.2.4 Beurteilung der Redundanzen in Antrieben und Steuerungen**

Die Turbinen- und Wehrsteuerung ist neben den Vor-Ort-Steuerständen sowohl von der zentralen Leitwarte in Töging als auch von der örtlichen Kraftwerkswarte aus möglich. Die Funktionsfähigkeit der prozessnahen Leittechnik wird im Zuge von Revisionen/Inspektionen überprüft. Gemäß Betriebsvorschrift ist die Anbindung an die zentrale Leitwarte redundant ausgeführt.

Die Fernwirk- und Übertragungseinrichtungen, sowie die Fernwirkstationen sind grundsätzlich fernüberwacht. Bei Störungen/Ausfällen erfolgt eine Entstörung der betroffenen Anlagenteile.

Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Spannungsversorgungen für die Leittechnik- und Fernwirkssysteme wird halbjährlich eine Kontrolle der Batterieanlagen durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Wartungshandbuch dokumentiert.

### **5.2.5 Beurteilung Blitz- und Überspannungsschutz**

Eine Blitzschutzanlage ist an der Stauanlage Ering-Frauenstein nicht vorhanden.

Die Überspannungsschutzeinrichtungen der Fernwirk-, Übertragungs- und prozessnahen Leittechnik an der Stauanlage Ering-Frauenstein werden, sofern diese nicht selbstüberwachend mit Meldung an die Warte sind, alle 2 Jahre überprüft.

### **5.2.6 Beurteilung der Licht- und Steckdoseninstallationen**

Sämtliche Licht- und Steckdoseninstallationen sind im 400/230 V-Netz betrieben und über Unterverteilungen abgesichert. Bei Stromausfall oder einer ausgelösten Überspannungsschutzvorrichtung sind batteriebetriebene Lampen bzw. teilweise über die Anlagenbatterie versorgte Notlampen vorhanden.

Die Elektroinstallation wird vom Betriebspersonal gemäß DGUV Vorschrift 3 regelmäßig geprüft und gewartet. Leistungsschalter der Eigenbedarfsschaltanlagen werden durch den Hersteller oder akkreditierte Fachfirmen revidiert.

### **5.2.7 Beurteilung Brandmeldeanlage**

Die Brandmeldeanlage wird vierteljährlich auf ihre Funktionsfähigkeit untersucht, jährlich findet eine Überprüfung inklusive Melder statt.

### **5.2.8 Zusammenfassung der Untersuchung Elektrotechnik**

Alle Komponenten der Elektro- und Leittechnik werden in regelmäßigen Abständen auf ihre Funktion geprüft und gewartet, die Ergebnisse der Untersuchungen finden sich in den jährlichen Sicherheitsberichten. Die Einrichtung entspricht dem Stand der Technik und ist in der Betriebsvorschrift im Detail beschrieben.

## 6 BETRIEB UND ÜBERWACHUNG

### 6.1 Allgemeines

Die Überwachung der Stauanlage erfolgt über Vorkehrungen im Betrieb und Messsysteme zur Bauwerksüberwachung. Unter der betrieblichen Überwachung kann man folgende Elemente zusammenfassen: Betriebsvorschrift, Arbeits- und Dienst-anweisungen, Tagesbericht/Betriebstagebuch und Sicherheitsbericht. Zur Bauwerksüberwachung stehen am Hauptbauwerk (Kraftwerk und Wehranlage) Messsysteme zur Verfügung, weiterhin sind im gesamten Konzessionsgebiet Wasserstandsmesser und Grundwassermessstellen verteilt.

### 6.2 Objektschutz

Das Kraftwerksgebäude ist mit einem Objektschutz ausgerüstet. Die Alarmer werden örtlich ausgegeben und an die übergeordnete Warte gemeldet.

### 6.3 Betriebliche Überwachung

#### 6.3.1 Betriebsvorschrift mit Notfallkonzept und Alarmplan

Die aktuelle Betriebsvorschrift der Stauanlage Ering-Frauenstein ist dem Stauanlagenbuch Abs. 4.1 zu entnehmen. Nach den Anmerkungen des Wasserwirtschaftsamtes Deggendorf soll die endgültige Betriebsvorschrift im März 2016 vorliegen.

Im Wesentlichen umfasst die Betriebsvorschrift die in Tabelle 7 aufgelisteten Dokumente.

*Tabelle 7: Wesentliche Dokumente der allgemeinen Betriebsvorschrift*

Thema	Inhalt
Datenblatt	Kraftwerksdaten
Pläne	Übersichtsplan Stauraum und Kraftwerk
Elektrotechnik	Übersichtsschaltplan, Leittechniktopologie, Gleichspannungsversorgung
Melde- und Alarmpläne	Meldefluss, Hochwassernachrichtendienst, Betriebsverantwortliche
Mess- und Kontrollprogramm	Turnusmäßige Kontrollaufgaben der Pegelanlagen
Sicherheit	Brandschutzordnung
Pumpwerke	Beschreibung der Pumpwerke

Die Angaben und Daten in der Betriebsvorschrift entsprechen dem aktuell gültigen Stand und wurden durch das Wasserwirtschaftsamt geprüft.

Für die einzelnen Bauwerke der Stauanlage Ering-Frauenstein liegen Flucht- und Rettungspläne vor, welche Abs. 4.3 des Stauanlagenbuches zu entnehmen sind.

### **6.3.2 Arbeits- und Dienstanweisungen**

Die Betriebsvorschrift, welche dem Stauanlagenbuch in Abs. 4.1 zu entnehmen ist, beinhaltet alle zur Steuerung der Anlage relevanten Daten. In Arbeits- und Dienstanweisungen bzw. internen Betriebsvorschriften wird die Organisation des Kraftwerksbetriebs, der Hochwassereinsatz, das Krisenmanagement usw. geregelt.

### **6.3.3 Betriebstagebuch**

Im Bereich E, M und Bau werden laut Wartungshandbuch tägliche, wöchentliche, monatliche oder jährliche Überprüfungen durchgeführt. Alle Funktionskontrollen und visuellen Inspektionen sind in Anlage 7 des Mess- und Kontrollprogramms zusammengestellt (Stauanlagenbuch GER\_8\_1\_\_8).

Die Protokolle der regelmäßigen Begehungen werden gesammelt und abgeheftet. Messdaten werden digital gesammelt und vom Betriebspersonal grafisch dargestellt.

### **6.3.4 Jahresbericht**

Mittels eines jährlichen Sicherheitsberichtes ist die Stauanlage auf sicherheitsrelevante Merkmale zu untersuchen. Besonderes Augenmerk ist auf die Analyse der Messdaten aus dem Mess- und Kontrollprogramm der Stauanlage zu legen. Der erste Sicherheitsbericht für die Stauanlage Ering-Frauenstein wird nach Erfassung aller Messdaten bis Mitte des Jahres 2016 erstellt und der Behörde vorgelegt.

## **6.4 Bauwerksüberwachung / Messsysteme**

### **6.4.1 Beschreibung der Messsysteme**

Eine Beschreibung der Messsysteme kann dem Mess- und Kontrollprogramm entnommen werden, welches dem Stauanlagenbuch Abs. 8.1 beiliegt. Die Überwachung der Stauanlage wird durch folgende Komponenten gewährleistet:

- Temperatur- und Niederschlagsmessung
- Pegelanlagen
- Peilungen
- Setzungsmessungen
- Funktionskontrollen und visuelle Inspektionen

### **6.4.2 Datenverarbeitung**

Die Messdaten der Maschinen und Wehre sowie Kraftwerkspegel werden in einem zentralen Leitsystem erfasst und verarbeitet. Diese Messdaten sowie weitere Messungen werden in einem Langzeitarchivierungssystem gesichert. Eine Auswertung erfolgt im jährlichen Sicherheitsbericht.

### **6.4.3 Datenbestand und Auswertung der Messergebnisse**

Das Mess- und Kontrollprogramm beinhaltet die aktuelle Instrumentierung der Stauanlage mit Lage und Erfassungsrhythmus der jeweiligen Messgröße. Weiterhin werden die Verantwortlichkeiten in Bezug auf Aktualisierung, Verteilung und Umsetzung des Mess- und Kontrollprogramms aufgelistet. Die Auswertung der Messungen findet im jährlichen Sicherheitsbericht Teil B statt, welcher für 2015 erstmals erstellt und nach Eingang aller Messwerte der Behörde vorgelegt wird.

Die Setzungsmessungen an Stauwehr und Maschinenhaus fanden begleitend zur Wehrsanierung statt. Bei der letzten Vermessung im Jahr 2014 konnten im Vergleich zur vorherigen Messung im Jahr 2007, bzw. zur Nullmessung im Jahr 1997 sowohl aus geotechnischer also auch aus (erd-)statischer Sicht vernachlässigbare Setzungen festgestellt werden. Zukünftig wird für die Setzungsmessungen deshalb kein fester Turnus festgelegt, sondern wieder auf den Bedarfsfall reduziert.

Im Bereich Kraftwerk und Wehr befinden sich 8 Sohlwasserdruck-Messstellen, welche zur Überwachung der Anlage dienen und monatlich erfasst werden. Seit Dezember 2015 wird die Sohldruckmessstelle in Wehrpfeiler 3 (P3 OW) monatlich händisch

abgelesen und aufgezeichnet. Die Lage der Messstellen ist dem Plan im Mess- und Kontrollprogramm zu entnehmen. Eine Bewertung findet in Zukunft jährlich im Sicherheitsbericht Teil B statt.

## **6.5 Zusammenfassende Bewertung**

Die Betriebsvorschrift der Stauanlage Ering-Frauenstein (Stand September 2015) beinhaltet alle relevanten Unterlagen und befindet sich auf dem aktuellen Stand. Zur Überwachung der Stauanlage fasst das Mess- und Kontrollprogramm die wesentlichen Messsysteme zusammen. Weiterhin dient das Betriebstagebuch der Erfassung von Auffälligkeiten. Im jährlichen Sicherheitsbericht Teil B werden in Zukunft die Messwerte gesammelt und analysiert.

Es sind alle Einrichtungen zum Betrieb und Überwachung der Stauanlage vorhanden und lassen somit eine detaillierte Überwachung und Bewertung der Anlage zu jeder Zeit zu.

## 7 ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG DER STAUSTUFE ERING-FRAUENSTEIN

Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der vertieften Überprüfung 2016 zusammen. Die laufende Bauwerksüberwachung mit Maßnahmenempfehlungen wird in den jährlichen Sicherheitsbericht, der Mitte 2016 der Behörde erstmals vorgelegt wird, aufgenommen.

*Tabelle 8: Ergebnisse vertiefte Überprüfung 2016*

Abschnitt	Inhalt	Ergebnis
3.3	Wehrleistungsfähigkeit	Für alle Bemessungshochwasser ausreichend
3.5	Freibord	Für alle Bemessungshochwasser ausreichend
3.7	Kolkentwicklung	Sanierung 1992 erfolgreich
4.2	Zustand und Standsicherheit Kraftwerk	Bezogen auf das Alter des Bauwerks guter Zustand Standsicherheit nachgewiesen
4.3	Zustand und Standsicherheit Wehranlage	Bezogen auf das Alter des Bauwerks guter Zustand Standsicherheit nachgewiesen
5.1	Stahlwasserbau	Nachweise erbracht
5.2	Elektrotechnik	Entspricht Stand der Technik
6.4	Bauwerksüberwachung	Messsystem aussagekräftig

Die Anlage befindet sich in einem guten Zustand. Bekannte Defizite z.B. an den Dämmen sind geplant und liegend den zuständigen Behörden zur Genehmigung vor. Weiter sind keine sicherheitsrelevanten Auffälligkeiten an der Staustufe erkennbar.



**ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage	Titel und Inhalt	Dokument im Stauanlagenbuch
<b>2 Vorangegangene Untersuchungen, Maßnahmen und Ereignisse</b>		
1	Historie Projekte Gesamtanlage	3_1__1
<b>3 Hydrotechnische Nachweise</b>		
2	BHQ <sub>2</sub> Inn-Sicherheitskonzeption	5_1__7
3	Bericht Berechnung Wasserspiegellagen	5_1__4
4	Hydraulischer Längenschnitt	5_1__5
5	Darstellung Überflutungsflächen	5_1__8
6	Bericht zur Kolkpeilung 2014	8_3__28 bis 8_3__32
<b>4 Bauwerke</b>		
7	Bauwerksuntersuchung Kraftwerk	5_3__64
8	Stand sicherheitsuntersuchung Kraftwerk	5_3__63
9	Bauwerksuntersuchung Wehranlage	5_3__56
10	Stand sicherheitsuntersuchung Wehranlage	5_3__12
<b>5 Betriebseinrichtungen</b>		
11	Stahlwasserbau - Untersuchungsbericht	5_3__57