



Ergebnis der sicherheitstechnischen Prüfung

vom 3. Februar 2015

gemäss Art. 6 Abs. 5 Stauanlagengesetz (StAG, SR 721.101)

Stauanlage:	Gösgen, Flusstauhaltung
Gesuchstellerin:	Alpiq Hydro Aare AG, Boningen
Projekt:	Gesuch um Erneuerung der Konzession
Kantone:	Solothurn und Aargau

Das Bundesamt für Energie (BFE)

I. hält fest:

A Verfahren

Mit Gesuch vom 29. Oktober 2010 ersuchte die Alpiq Hydro Aare AG, Boningen, die zuständigen Behörden der Kantone Solothurn und Aargau um eine vorzeitige Konzessionserneuerung für das Wasserkraftwerk Gösgen. Die Federführung und Koordination des Verfahrens wird durch den Kanton Solothurn wahrgenommen.

Die derzeitige Konzession des Wasserkraftwerks Gösgen endet am 1. November 2027. Als Begründung für ihr Gesuch um vorzeitige Konzessionserneuerung führte die Alpiq Hydro Aare AG unter anderem aus, dass die Anlage an den Stand der Technik und an die künftigen Anforderungen der Hochwasser- und Erdbebensicherheit angepasst werden solle.

Gemäss Vereinbarung der Gesuchstellerin mit dem Kanton Solothurn wird das Plangenehmigungsverfahren mit dem Konzessionsverfahren zusammengelegt. Das Konzessionsgesuch enthält dementsprechend auch die Projektunterlagen zu den Umbauvorhaben sowie die zugehörigen Sicherheitsnachweise.

Mit Schreiben vom 25. April 2014 forderte der Kanton Solothurn das BFE als Aufsichtsbehörde des Bundes über die Sicherheit der Stauanlagen auf, das Projekt aus sicherheitstechnischer Sicht zu beurteilen.



Das BFE prüfte folgende Unterlagen des Konzessionsgesuches, welche vom Kanton Solothurn geliefert wurden:

- [1] Technischer Bericht TB1 „Kraftwerk Gösgen, Konzessionserneuerung, Technischer Bericht“, 20. Januar 2012 Revision A, AF-Colenco AG, mit Planheft PH1
- [2] Technischer Bericht TB1.1 „Sanierung Stauwehr Winznau und Bau eines neuen Dotierkraftwerks: Bauprojekt“, 20. Januar 2012 Revision A, AF-Colenco AG
- [3] Technischer Bericht TB1.2 „Ertüchtigung der Dämme am Oberwasserkanal: Bauprojekt“, 08. Oktober 2010; AF-Colenco AG
- [4] „Ergänzungsbericht EB zu den Technischen Berichten und zum UVB gestützt auf 'Vorläufige Beurteilung durch die Umweltschutzfachstellen der Kantone Solothurn und Aargau“, 20. Januar 2012, RUS AG

Folgende in den Unterlagen zum Konzessionsgesuch referenzierten Unterlagen wurden dem BFE zusätzlich zugestellt und aus sicherheitstechnischer Sicht geprüft:

- [5] Geologischer Bericht 1664-07a „Sondierungen Oberwasserkanal“, Mai 2010, AF-Colenco AG
- [6] Technischer Bericht 1664-08 „Statische und Erdbebensicherheit des Maschinenhauses“, Juli 2010, AF-Colenco AG
- [7] Technischer Bericht 1664-09 „Statische und Erdbebensicherheit der Stauhaltungsdämme des Ausleitungskanals“, Mai 2010, AF-Colenco AG
- [8] Technischer Bericht 1664-10 „Statische und Erdbebensicherheit der Wehrs Winznau und des Dotierkraftwerks“, Oktober 2010, AF-Colenco AG; ohne Beilagen
- [9] Bericht 3830-2a „Bestimmung der Durchflusskapazität nach Ausbau der Alten Aare“, 23. Oktober 2006, Colenco Power Engineering AG
- [10] Bericht „Extremhochwasser im Einzugsgebiet der Aare“, Version 30. November 2007, geo7 AG, IUB Ingenieur Unternehmung AG, Hunziker, Zarn & Partner AG, Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau, Emch+Berger AG Bern, Niederlassung Spiez
- [11] Bericht SO 747 „Projekt Erneuerung Maschinenanlage Wasserkraftwerk Gösgen, Baugrunduntersuchung“, 18. August 1994, Sieber Cassina + Partner AG
- [12] Bericht SO1046A „Aarekanal Winznau – Gösgen, Dammuntersuchungen zur Beurteilung der Dichtigkeit und Dammstabilität“, 15. November 2007, Sieber Cassina + Partner AG
- [13] Bericht SO1046C „Aarekanal Winznau – Gösgen, Überwachung der Dammstabilität; Resultate und Beurteilung der Messperiode 2008“, 7. April 2009, Sieber Cassina + Partner AG
- [14] Geologischer Bericht 3830-8 „Sondierungen Stauwehr Winznau“, März 2009, AF-Colenco AG
- [15] Bericht 1664-01a „Überprüfung und Festlegung des Bemessungs- und Sicherheits-hochwassers am Stauwehr Winznau“, August 2009, AF-Colenco AG



B Beschreibung des Umbauprojektes

Das Wasserkraftwerk Gösgen ist als Kanalkraftwerk konzipiert, mit dem Wehr Winznau als regulierendes Organ, einem 4.8 km langen Oberwasserkanal und dem Maschinenhaus.

Mit dem vorliegenden Projekt beabsichtigt die Alpiq Hydro Aare AG, das Wasserkraftwerk Gösgen aus Sicht der Stauanlagensicherheit wie folgt umzubauen:

- Das Wehr Winznau soll umfassend saniert werden:
 - Die bestehenden Hubhakenschützen werden durch hydraulisch angetriebene Segmentklappenschützen ersetzt. In diesem Zusammenhang werden die Wehrpfeiler verstärkt.
 - Der bestehende Wehroberbau wird aus verschiedenen Gründen abgebrochen; genannt werden insbesondere die Stabilität des Wehrs unter Erdbeneinwirkung, die Erdbebensicherheit des eigentlichen Oberbaus, der Ersatz der Hubhakenschützen durch Segmentklappenschützen, die notwendige Verbreiterung der Wehrbrücke und die Platzverhältnisse für die Pfeilerverstärkung und das Dotierkraftwerk.
 - Die bestehende Wehrbrücke wird durch eine neue breitere Brücke ersetzt.
 - Der bestehende Tosboden wird mittels eines neuen Tosbeckens verlängert.
- Die Stauhaltungsdämme des Oberwasserkanals werden aus Gründen der Stabilität unter statischen und dynamischen Einwirkungen sowie aus hydraulischen Gründen entlang einiger Abschnitte verstärkt.

II. zieht in Erwägung:

A Formelles

Beim Wasserkraftwerk Gösgen handelt es sich um eine Stauanlage im Sinne von Art. 3 StAG in Verbindung mit Art. 1 Abs. 1 Bst. a und Abs. 2 Bst. c der Stauanlagenverordnung (StAV, SR 721.101.1).

Die gestaute Höhe beim Maschinenhaus beträgt 7.54 m, diejenige beim Wehr 5.44 m. Das gestaute Volumen im Oberwasserkanal beträgt 1.24 Mio. m³, das durch das Wehr gestaute Volumen zusätzliche 640'000 m³. Das Stauvolumen der Stauanlage Gösgen beträgt somit 1.88 Mio. m³. Damit fällt die Stauanlage Gösgen in den Geltungsbereich der Stauanlagengesetzgebung (Art. 2 Abs. 1 Bst. b StAG) und gilt als grosse Stauanlage (Art. 3 Abs. 2 Bst. d StAG).

Die Stauanlage Gösgen steht somit unter der direkten Aufsicht des Bundes (Art. 22 Abs. 2 StAG). Das BFE ist die Aufsichtsbehörde des Bundes (Art. 29 Abs. 1 StAV). Als zuständige Aufsichtsbehörde prüft das BFE das Gesuch in Bezug auf die sicherheitstechnischen Aspekte und teilt das Ergebnis der Prüfung der Plangenehmigungsbehörde mit, soweit der Bau oder die Änderung der Anlage nach einem anderen Gesetz genehmigt werden muss (Art. 6 Abs. 5 StAG). Das vorliegende Gesuch bedarf einer gestützt auf die Gesetzgebung der Kantone Solothurn und Aargau erteilten Genehmigung.



B Materielles

1. Das BFE hat die ihm vom Kanton Solothurn zugestellten, das Umbauprojekt beim Wasserkraftwerk Gösgen betreffenden Unterlagen in sicherheitstechnischer Hinsicht geprüft. Für seine sicherheitstechnische Prüfung hat sich das BFE insbesondere auf die „Vollzugshilfe zur Stauanlagengesetzgebung betreffend den Bau und den Betrieb von Stauanlagen an der Aare unter direkter Bundesaufsicht“ vom 1. Januar 2015 gestützt. Die Vollzugshilfe ist in Zusammenarbeit mit Vertretern der Betreiberinnen der Stauanlagen an der Aare und des Verbandes Aare-Rheinwerke und nach Anhörung von Vertretern der Kantone Bern, Solothurn und Aargau in Bezug auf die Anforderungen an die zugehörigen Stauhaltungsdämme erarbeitet worden.
2. Das BFE stellt fest, dass die von der Alpiq Hydro Aare AG eingereichten Unterlagen für den Umbau der Stauanlage Gösgen die Angaben enthalten, welche für die sicherheitstechnische Prüfung erforderlich sind. Diese Prüfung hat ergeben, dass die Stauanlage Gösgen nach Abschluss der Bauarbeiten dermassen konzipiert sein wird, dass die sicherheitstechnischen Anforderungen gemäss StAG und StAV erfüllt sein werden, sofern die unter Ziffer III.2 genannten Auflagen erfüllt werden.
3. Das BFE ist mit dem in den Unterlagen präsentierten Bauprogramm, welches eine Umsetzung der sicherheitstechnisch notwendigen Massnahmen innerhalb von etwa fünf Jahren ab Erneuerung der Konzession vorsieht, einverstanden. Dies unter dem Vorbehalt, dass die Erneuerung der Konzession noch im Jahr 2015 erfolgen kann. Das BFE wird gegebenenfalls unabhängig vom vorliegenden Konzessions- und Plangenehmigungsverfahren ihrer Dringlichkeit entsprechend die notwendigen Massnahmen zur Erfüllung der Bestimmungen der Stauanlagengesetzgebung anordnen, sollte sich das Verfahren verzögern.
4. Sicherheit und Umbau des Wehrs Winznau:
Das Wehrbauwerk Winznau ist auf Niederterrassenschotter (einem sauberen, sandigen Kies) mit einer Mächtigkeit von etwa 30 m über der Felsunterlage aus Malmkalk fundiert. Die Mächtigkeit des Niederterrassenschotter im Bereich der Aareachse ist möglicherweise grösser.
Der Zustand des Wehrs mit seinen Nebenanlagen sowie auch die Betonqualität der Bausubstanz wurden in den eingereichten Berichten untersucht. Während sich aufgrund von Materialprüfungen herausstellte, dass die Betoneigenschaften ausgezeichnet sind, müssen die bestehenden Schützen aufgrund ihres Zustandes saniert werden.
Das neue geplante Tosbecken als Verlängerung des bestehenden Tosbodens erfüllt verschiedene Aufgaben. Einerseits verhindert es die Weiterentwicklung des Kolks im Unterwasser, andererseits bildet es eine zusätzliche horizontale Versteifung, welche die Stabilität des Wehrbauwerks erhöht. Es ist geplant, die definitive Auslegung des Tosbeckens durch Modellversuche noch zu optimieren. Das BFE beantragt, dass die Ergebnisse dieser Versuche vor Baubeginn nachgeliefert werden müssen.
Die statischen Berechnungen zeigen, dass sich der bestehende Oberbau des Wehrs, welcher die Bedienung der Hubhakenschützen ermöglicht, im Erdbebenfall ungünstig auf die Stabilität des Wehrs auswirkt. Dies ist einer der Gründe, weshalb der Abbruch des Oberbaus geplant ist; gleichzeitig können die sanierungsbedürftigen Hubhakenschützen durch neue Segmentklappenschützen ersetzt werden, welche ohne Oberbau betrieben werden können.



Die Statik des Wehrs und insbesondere auch dessen Erdbebensicherheit wurde mit den Annahmen und nach der Methodik für Anlagen der Erdbebenklasse 2 gemäss den Anforderungen des BFE durchgeführt und im Bericht Nr. [8] beschrieben; das BFE weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass gemäss diesen Anforderungen für den Erdbebenlastfall die erforderlichen Sicherheitsfaktoren generell zu 1.0 angenommen werden dürfen.

Die eingereichten Nachweise sind nachvollziehbar und mit Ausnahme der folgenden Punkte vollständig:

- Im Bericht Nr. [8] wird erklärt, dass nach Abbruch des Oberbaus die Gesamtstabilität des Wehrs für statische wie auch dynamische Lastfälle gegeben sein wird; diese Aussage basiert unter anderem auf der Annahme, dass das Tosbecken auf einer gewissen Breite ein monolithisches Verhalten aufweist. Diese Annahme wird jedoch in den Unterlagen nicht validiert, und deren Einfluss auf die rechnerische Sicherheit des Bauwerks wird nicht aufgezeigt.
- Es fehlen detaillierte statische Nachweise über die neuen Segmentklappenschützen, über die Einleitung deren Auflagerkräfte in die Wehrpfeiler, wie auch über die damit verbundene Verstärkung der Wehrpfeiler.
- Gemäss den Anforderungen des BFE ist die Funktionstüchtigkeit der sicherheitsrelevanten Nebenanlagen unter den Einwirkungen des Nachweisbebens nachzuweisen. Zu diesem Nachweis gehört auch der Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Antriebe, der Regelung und der Stromversorgung unter den Bedingungen des Nachweisbebens. Können diese Nachweise nicht geführt werden, so ist mindestens aufzuzeigen, wie die Entleerung des Stauraums sowie die Ableitung von grösseren Hochwassern unmittelbar nach dem Nachweisbeben gewährleistet werden kann.
- Die Beilagen zum Bericht Nr. [8] waren nicht Bestandteil der eingereichten Unterlagen.

Das BFE beantragt, dass der Erdbebennachweis des Wehrs Winznau vor Baubeginn mit den obigen Punkten ergänzt werden muss.

5. Verstärkung der Stauhaltungsdämme:

Der geologische Bericht Nr. [5] fasst die Resultate der Feld- und Laborversuche im Bereich der Stauhaltungsdämme entlang des Oberwasserkanals zusammen. Im Wesentlichen lassen sich zwei Dammtypen unterscheiden: Einerseits gut verdichtete, zonierte Dämme mit Kerndichtung im mittleren Kanalabschnitt (km 2.5 bis 3.3), andererseits eher locker gelagerte, homogene Dämme im oberen Kanalabschnitt (km 0 bis 2.5). Die Materialparameter der ersteren sind aufgrund der durchgeführten Versuche als gut, die der letzteren als bescheiden zu bezeichnen. Der unterste Kanalabschnitt (km 3.3 bis 4.8) befindet sich hingegen im Felseinschnitt.

Der Zustand der Stauhaltungsdämme sowie auch deren Verhalten aufgrund von Querprofilmessungen seit dem Jahre 1994 sind zufriedenstellend. Der Bericht Nr. [13] fasst in diesem Zusammenhang auch die Resultate der Piezometer-Messungen der Jahre 2007 und 2008 zusammen und empfiehlt die Weiterführung der Messungen. Aus den Unterlagen geht jedoch nicht hervor, ob diese Messungen weitergeführt wurden und wie die entsprechenden Resultate beurteilt werden. Das BFE beantragt, dass vor Baubeginn die



Ergebnisse von allfälligen Messungen ab dem Jahr 2009 zusammen mit deren Beurteilung geliefert werden müssen.

Der technische Bericht Nr. [7] behandelt die Stand- und Erdbebensicherheit der Stauhaltungsdämme entlang des Oberwasserkanals. Gemäss der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe gelten für Stauhaltungsdämme mindestens die Anforderungen der Erdbebenklasse 3, vorbehältlich besonderer Umstände bzw. strengerer Anforderungen der Konzessionsbehörden. Im vorliegenden Fall werden die Stauhaltungsdämme vom Projektverfasser der Erdbebenklasse 2 zugeordnet, womit allfällige strengere Anforderungen der Konzessionsbehörden abgedeckt wären.

Die Resultate der Stabilitätsberechnungen im Bericht Nr. [7] unter statischen Einwirkungen zeigen, dass die Sicherheit der zonierten Dämme im mittleren Kanalabschnitt gegeben ist, während die homogenen Dämme im oberen Kanalabschnitt eine ungenügende rechnerische Sicherheit gegen den luftseitigen Böschungsversagen aufweisen. Der Projektverfasser schlägt hier eine böschungsstabilisierende Massnahme in Form einer Anschüttung als Auflastfilter vor, welche im Übrigen auch einer potentiellen inneren Erosion entgegenwirkt. Im Bereich des jetzigen Entwässerungsgrabens soll eine Drainageleitung zur Abführung allfälliger Sickerwasser eingelegt werden, mit Kontrollschächten ca. alle 150m.

Entsprechend den tiefen statischen Sicherheitsfaktoren können sich an der Luftseite der homogenen Dämme Gleitkörper ausbilden, welche unzulässig hohe erdbebeninduzierte Verschiebungen aufweisen und zudem die angenommene Sickerlinie schneiden. Es ist zu erwarten, dass das Nachweisbeben ein Versagen der betrachteten Dammabschnitte in Form von Gleiten und innerer Erosion bewirkt. Der Projektverfasser schlägt die böschungsstabilisierenden Massnahmen somit auch aus Gründen der Erdbebensicherheit vor.

Das BFE erachtet die vorgeschlagenen böschungsstabilisierenden Massnahmen gemäss Variante 2 im technischen Bericht Nr. [7] aufgrund der ungenügenden rechnerischen Sicherheit sowohl unter statischen Einwirkungen als auch unter der Erdbebeneinwirkung als notwendig und zielführend.

Das Material des Auflastfilters muss die angenommenen Kriterien in Bezug auf Festigkeit und Korngrössenverteilung erfüllen. Den Unterlagen kann jedoch nicht entnommen werden, welche und wie viele Untersuchungen während des Baus geplant sind, damit diese Kriterien überprüft werden können. Das BFE beantragt, dass das Programm über die vorgesehenen Kontrollversuche vor Baubeginn geliefert werden muss.

In diesem Zusammenhang wurde das BFE von der zuständigen Behörde des Kantons Solothurn aufmerksam gemacht, dass die vorgesehenen Sanierungsmassnahmen im Abschnitt zwischen Kanaleinlauf bis Giessenbrücke in einem separaten Verfahren genehmigt und bereits vorgezogen wurden. Das BFE beantragt, dass ein Baubericht über diese vorgezogenen Massnahmen vor Baubeginn geliefert werden muss.

6. Zustand und Unterhalt der Betonverkleidung der Stauhaltungsdämme:

Den Unterlagen ist zu entnehmen, dass die Betonverkleidung der Stauhaltungsdämme entlang des Oberwasserkanals im Bereich ihres oberen Abschlusses Schäden durch Bäume und ihre Wurzeln erlitten hat.

Fortschreitende Schäden der Betonverkleidung können zu Durchsickerungen durch den Dammkörper führen, welche dessen Sicherheit beeinträchtigen können. Es wird in den



Unterlagen jedoch nicht darauf eingegangen, ob und inwieweit entsprechende Massnahmen notwendig sind, und wie der Zustand der Betonverkleidung periodisch aufgenommen werden kann. Das BFE beantragt, dass vor Baubeginn die Notwendigkeit einer Sanierung der oberen Betonverkleidung abgeklärt und dass ein Überwachungskonzept für die Erfassung deren Zustandes geliefert werden muss.

7. Hochwassersicherheit von Stauhaltungsdämmen im Oberwasser des Wehrs:
Die Unterlagen enthalten keine Aussagen über die Sicherheit von allfällig vorhandenen Stauhaltungsdämmen im Oberwasser des Wehrs Winznau. Für solche Dämme gelten besondere Anforderungen in Anlehnung an die Anforderungen der Kantone bezüglich Hochwasserschutz, wie auch in der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe ausgeführt wird. Das BFE beantragt, dass für diese allfällig vorhandene Stauhaltungsdämme im Oberwasser des Wehrs Winznau die erforderlichen statischen und hydraulischen Nachweise vor Baubeginn geliefert werden müssen.
8. Sicherheit des Maschinenhauses:
Das Maschinenhaus, als stauendes Element der Anlage, wurde in den Jahren 1996 bis 2000 umfassend erneuert bzw. teilweise neu aufgebaut. Es ist durchwegs auf Fels (Malmkalk) fundiert, der Unter- und Oberbau bestehen aus Stahlbeton. Die Bemessung der neuen Stahlbetonbauteile für die erfolgte Erneuerung wurde in Anwendung der damals geltenden SIA-Norm 162 (1989) vorgenommen.
Die Stabilität des Maschinenhauses inkl. dessen Sicherheit gegen Erdbebeneinwirkung mit den Annahmen und nach der Methodik für Anlagen der Erdbebenklasse 2 ist im Bericht Nr. [6] untersucht. Die Stabilität unter normalen Betriebsverhältnissen sowie unter Erdbebenbelastung ist für die Mehrheit der untersuchten Bauteile mit bedeutender Reserve gegeben, wie auch die Mindestsicherheit von 1.3 unter ausserordentlichen Lastfällen (Revision, Stillstand, Schnellschluss) in Kombination mit einer extremen Sohlwasserdruckverteilung.
Der Kippsicherheitsfaktor fällt für die Bauteile der Gruppen 1 bis 4 sowie auch für Gruppe 5 unter Annahme einer extremen Sohlwasserdruckverteilung und unter ausserordentlichen Lastfällen auf rechnerische Werte von ca. 1.25, was jedoch vom Projektverfasser als nicht kritisch beurteilt wird. Das BFE teilt diese Ansicht unter Berücksichtigung der extremen Berechnungsannahmen.
Ebenfalls als nicht kritisch werden vom Projektverfasser die Gleitsicherheiten von weniger als 1.0 unter extremer Belastung und konservativer Sohlwasserdruckverteilung beurteilt. Das BFE teilt diese Ansicht bedingt und nur unter der Voraussetzung, dass die Funktionstüchtigkeit der Drainagen gewährleistet werden kann; es beantragt, dass ein Konzept zur Überwachung dieser Funktionstüchtigkeit vor Baubeginn geliefert werden muss.
Des Weiteren kann die Sicherheit des untersuchten Bauteils „Treppenhaus“ unter extremer Sohlwasserdruckverteilung gemäss dem Projektverfasser unter der Voraussetzung, dass eine Lastumlagerung auf die benachbarten Bauteile stattfindet, nachgewiesen werden. Das BFE kann diese Aussage jedoch nicht prüfen, weil die Sicherheit der benachbarten Bauteile nach der genannten Lastumlagerung nicht nachgewiesen wird; es beantragt, dass dieser Nachweis vor Baubeginn geliefert werden muss.



9. Hydrologie und Hochwassersicherheit der Stauanlage:

Gemäss der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe soll das Bemessungshochwasser als 1000-jähriges Ereignis im Rahmen einer wissenschaftlich fundierten standortspezifischen Studie erarbeitet werden, in welcher sowohl Ausuferungen der Aare aus Sollbruchstellen wie auch Rückflüsse berücksichtigt werden. In Abwesenheit einer solchen Studie darf das Bemessungshochwasser gleich der Abflussmenge des EHQ aus den bestehenden Gefahrenkarten an der Aare angenommen werden. Für den Standort Gösgen beträgt der entsprechende Wert des EHQ 1'690 m³/s.

Das Sicherheitshochwasser seinerseits entspricht der Abflussmenge des maximalen Ereignisses, welches das Wehr erreichen kann. Es darf durch Erhöhung des Wertes des Bemessungshochwassers um den Faktor 1.2 ermittelt werden.

Im Bericht Nr. [15] werden die Resultate der Untersuchungen zur Festlegung des Bemessungs- und Sicherheitshochwassers für die Stauanlage Gösgen zusammengestellt. Aufgrund einer Frequenzanalyse für die Periode von 1972 – 2007 für den Standort des Wehrs Winznau wurde die Abflussmenge des Bemessungshochwassers als 1000-jähriges Hochwasser zu 1'500 m³/s bestimmt. Die Abflussmenge des Sicherheitshochwassers wird anschliessend durch Erhöhung des entsprechenden Wertes des Bemessungshochwassers mit einem für den Einzugsgebiet der Aare angepassten Faktor von 1.2 zu 1'800 m³/s bestimmt.

Das BFE erachtet die Untersuchungen in Bericht Nr. [15] nicht als wissenschaftlich fundierte standortspezifische Studie im Sinne der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe, weshalb es für die weiteren Ausführungen für das Bemessungshochwasser einen Wert der Abflussmenge von 1'690 m³/s und für das Sicherheitshochwasser einen Wert von 2'030 m³/s annimmt.

Zur Plausibilisierung der obigen Werte für das Bemessungshochwasser und das Sicherheitshochwasser kann das BFE auf die Frequenzanalyse im Bericht Nr. [15] verweisen: In Anlehnung an die Festlegung eines Wertes von 1'400 m³/s für das HQ₁₀₀, welches nahe an der 95% Linie der betrachteten Log-Normal-Verteilung liegt, ist eine Abflussmenge eines HQ₁₀₀₀ von knapp unter 1'700 m³/s wie auch das sich ergebende Verhältnis von HQ₁₀₀₀ / HQ₁₀₀ von etwa 1.2 plausibel. Weiter liegt der Bereich des grössten möglichen Hochwassers („probable maximum flood“, PMF) gemäss der Studie Nr. [10] zwischen 2'000 m³/s und 2'100 m³/s, was auch den Wert von 2'030 m³/s für das Sicherheitshochwasser stützt.

Die maximale Entlastungskapazität des Wehrs ohne Einbezug des Abflussvermögens des Oberwasserkanals beträgt 1'815 m³/s mit 4 Wehröffnungen und 1'980 m³/s mit 5 Wehröffnungen, bei einer Überstaukote von 389.24 m ü.M. Die Konzessionsbehörden verlangen die jederzeitige Gewährleistung eines Abflusses durch den Oberwasserkanal von zusätzlichen 150 m³/s, was durch die Maschinen in Segelstellung erreicht werden kann, so dass die Entlastungskapazität der Stauanlage entsprechend höher ausfällt. Das BFE kommt aufgrund der obigen Abflusswerte zum Schluss, dass die projektierte Anlage in der Lage sein dürfte, sowohl die bisherigen tieferen Planungswerte der Hochwassermengen wie auch die Standardwerte aufgrund der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe zu den Sicherheitsanforderungen an Stauanlagen an der Aare abzuleiten. Das BFE beantragt somit, dass vor Baubeginn entweder der Nachweis der Hochwassersicherheit der Stauanlage, insbesondere die Nachrechnung der Gesamtstabilität des Wehrs, mit den Standardwerten der Vollzugshilfe erbracht werden muss, oder dass die



Standardwerte durch eine wissenschaftlich fundierte standortspezifische Studie widerlegt werden sollen.

In diesem Zusammenhang macht das BFE darauf aufmerksam, dass gemäss der in Punkt 1 genannten Vollzugshilfe grundsätzlich alle vorhandenen Entlastungsorgane zur Ableitung des Sicherheitshochwassers berücksichtigt werden dürfen.

10. Bauausführung und Sicherheit im Bauzustand:

Zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Wehrbetriebs wird im Bereich des linken Wehrwiderlagers ein neues Betriebsgebäude erstellt.

Im unmittelbaren Unterwasser des Wehrs ist eine Baubrücke geplant, welche als Hauptzugang zu den Wehröffnungen und den Baugruben zur Erstellung des Tosbeckens wie auch als Arbeitsplattform für Teile der Bohrarbeiten dient. Die lichte Höhe der Brücke ist derart, dass im Hochwasserfall bei einem HQ_{50} noch ein Freibord von 1.5 m verbleibt. Der Ersatz der Wehrschützen und die Arbeiten an den Wehrpfeilern bedingen, dass jeweils zwei benachbarte Wehrfelder durch Dammbalken verschlossen werden müssen. Durch den Baugrubenabschluss zum Bau des Tosbeckens wird ein Schutz gegen ein Hochwasser von ca. $920 \text{ m}^3/\text{s}$ (entspricht der Wassermenge eines HQ_5) gewährleistet, bzw. von ca. $620 \text{ m}^3/\text{s}$ über das Wehr und $300 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Oberwasserkanal. Bei höheren Wassermengen ist es geplant, die Baugrube durch Entlastungsöffnungen ordentlich zu fluten.

Die drei Wehröffnungen, welche während der Arbeiten an den Wehröffnungen noch in Betrieb stehen werden, können eine Wassermenge entsprechend einem HQ_{30} ableiten. Die Unterlagen enthalten keine Details über die geplante kontrollierte Flutung der Baugruben ab einem HQ_5 , noch Anweisungen, wie bei einem grösseren Hochwasser als ein HQ_{30} vorgegangen werden kann. Das BFE beantragt, dass vor Baubeginn die Weisungen zur Bedienung der Schützen in den verschiedenen Bauzuständen geliefert werden müssen und dass in einem Notfallkonzept aufgezeigt werden muss, wie die Hochwassersicherheit der Stauanlage und der Schutz von Personen und Material während der Bauarbeiten gewährleistet werden kann.

11. Überwachung der Stauanlage während des Baus:

Den Unterlagen kann entnommen werden, dass eine Überwachung der Stauanlage durch Kontrollen und Messungen bereits besteht. Insbesondere werden wöchentliche Kontrollinspektionen mit Checklisten, Messungen der Piezometer in den Stauhaltungsdämmen, Sickerwassermessstellen, geodätische Vermessungen, Echolotvermessungen sowie auch jährliche Berichte erwähnt.

Die Unterlagen enthalten keine Details über die vorgesehene Überwachung der Anlage während des Baus. Das BFE beantragt, dass vor Baubeginn das Überwachungskonzept für Kontrollen und Messungen während des Baus geliefert werden muss.

12. Reglemente gemäss StAV:

Gemäss Art. 11 und Art. 14 StAV muss die Betreiberin ein Überwachungsreglement, ein Wehrreglement und ein Notfallreglement erstellen und der Aufsichtsbehörde zur Genehmigung unterbreiten. Das BFE beantragt, dass diese Reglemente spätestens drei Monate vor geplantem Abschluss der Bauarbeiten zur Genehmigung geliefert werden müssen.



13. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass andere Themen als die der Stauanlagensicherheit, insbesondere die Belange der Arbeitssicherheit, der ökologischen Massnahmen und der Baustellenerschliessung, nicht in den Zuständigkeitsbereich der Aufsichtsbehörde für die Sicherheit der Stauanlagen fallen. Diese Themen sind demnach nicht Bestandteil der sicherheitstechnischen Prüfung.

III. erklärt:

1. Die Anforderungen an die technische Sicherheit des Projekts für den Umbau der Stauanlage Gösgen sind unter Vorbehalt der nachfolgend unter Ziff. III.2 genannten, einzuhaltenden Auflagen erfüllt.
2. Folgende Auflagen sind von der Plangenehmigungsbehörde in ihren Entscheid aufzunehmen:
 - 2.1 Beginn und Ende der Bauarbeiten sind dem BFE schriftlich anzuzeigen.
 - 2.2 Unterlagen vor der Bauausführung

Vor der Bauausführung sind dem BFE folgende Unterlagen rechtzeitig zur Prüfung zuzustellen:

 - a) einen aktualisierten Terminplan.
 - b) die Ergebnisse der geplanten Modellversuche zur definitiven Auslegung des Tosbeckens mit den zugehörigen Details der Auslegung.
 - c) die Begründung der getroffenen Annahme eines monolithischen Verhaltens des Tosbeckens auf eine Breite von 18 m; weiter ist der Einfluss dieser Annahme auf die berechneten Sicherheitsfaktoren aufzuzeigen.
 - d) der Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Segmentklappenschützen und der Kraftaufnahme durch die Wehrpfeiler, insbesondere auch im Erdbebenfall; spezifisch ist in einer Detailstatik nachzuweisen:
 - der Tragsicherheitsnachweis der Schützen
 - die Aufnahme der Auflagerkräfte durch die Spannglieder und die Pfeiler
 - die Bemessung der geeigneten, auszuinjizierenden Spannglieder
 - die Funktionstüchtigkeit der Antriebe, der Regelung und der Stromversorgung unter den Bedingungen des Nachweisbebens; kann dieser Nachweis nicht geführt werden, so ist mindestens aufzuzeigen, wie die Entleerung des Stauraums sowie die Ableitung von grösseren Hochwassern unmittelbar nach dem Nachweisbeben gewährleistet werden kann.
 - e) die Bemessung der Quer- und Vertikalvorspannung zur Pfeilverstärkung.
 - f) das Programm der Ankerversuche zur Bestätigung der Aufnahme der Auflagerkräfte der Segmentklappenschützen durch die Spannglieder.
 - g) die Beilagen A bis E zum technischen Bericht Nr. [8].
 - h) das Rückbaukonzept des Wehroberbaus inkl. der Detailstatik.



- i) ein Baubericht über die vorgezogenen Sanierungsmassnahmen im Abschnitt zwischen Kanaleinlauf bis Giessenbrücke.
- j) die Ergebnisse von allfälligen Piezometer-Messungen ab dem Jahr 2009 zusammen mit deren Beurteilung.
- k) das Programm über vorgesehene Kontrollversuche des Materials des Auflastfilters während des Baus.
- l) eine Beurteilung der Notwendigkeit der Sanierung der oberen Betonverkleidung der Stauhaltungsdämme; die allfällig erforderlichen Sanierungsmassnahmen sind zu beschreiben; weiter ist ein Überwachungskonzept für die Erfassung des Zustandes der Betonverkleidung vorzulegen.
- m) die statischen und hydraulischen Nachweise von allfällig vorhandenen Stauhaltungsdämmen im Oberwasser des Wehrs Winznau.
- n) der Nachweis der Sicherheit des Bauteils „Treppenhaus“ des Maschinenhauses unter Annahme einer extremen Sohlwasserdruckverteilung durch Lastumlagerung auf die benachbarten Bauteile.
- o) das Konzept zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit der Drainagen der Maschinenhausfundation.
- p) der Nachweis der Hochwassersicherheit der Stauanlage unter den in Ziff. II B9 „Hydrologie und Hochwassersicherheit der Stauanlage“ aufgeführten Standardwerten für das Bemessungs- und Sicherheitshochwasser, insbesondere die Nachrechnung der Gesamtstabilität des Wehrs; die Standardwerte dürfen basierend auf eine wissenschaftlich fundierte standortspezifische Studie korrigiert werden.
- q) das Überwachungskonzept für Kontrollen und Messungen während des Baus, insbesondere:
 - für die Messung der Auftriebsdrücke unterhalb der Wehrbauteile.
 - für die Kontrolle von eventuellen Vernässungen unter den geplanten Auflastfiltern am luftseitigen Fuss der Stauhaltungsdämme bzw. für die Messung der Drainagemengen zur Abführung allfälliger Sickerwasser.
- r) die Weisungen zur Bedienung der Schützen in den verschiedenen Bauzuständen.
- s) ein detailliertes Notfallkonzept zur Sicherstellung der Hochwassersicherheit der Stauanlage und zum Schutz von Personen und Material während der Bauarbeiten, inklusive das Alarmkonzept zur Flutung der unterwasserseitigen Baugrube im Hochwasserfall; insbesondere sind die Möglichkeiten zum rechtzeitigen Erkennen einer Hochwassergefahr, die Definition der Entscheidungskompetenzen und -grundlagen zur Flutung der Baugrube wie auch die zeitlichen Verhältnisse im Rahmen dieser Gefahrenabwehr aufzuzeigen; es ist in diesem Zusammenhang auch aufzuzeigen, wie die Sicherheit des Wehrs während der Bauarbeiten gewährleistet werden kann, wenn die Hochwassermenge diejenige eines HQ₃₀ übersteigt.



2.3 Unterlagen während der Bauausführung

Während der Bauausführung sind dem BFE folgende Unterlagen rechtzeitig zuzustellen:

- a) aktualisierte Terminpläne.
- b) die Ergebnisse der Ankerversuche zur Bestätigung der Aufnahme der Auflagerkräfte der Segmentklappenschützen durch die Spannglieder.
- c) periodische Bauberichte.
- d) Berichte zu besonderen Ereignissen während des Baus.
- e) die Ergebnisse der Materialprüfungen, insbesondere des Auflastfilters.
- f) die Ergebnisse der Messungen und Kontrollen gemäss dem Überwachungskonzept während des Baus.

2.4 Das Überwachungskonzept für Kontrollen und Messungen während des Baus, die Weisungen zur Bedienung der Schützen sowie das Notfallkonzept während der Bauarbeiten sind laufend zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Allfällige Änderungen sind der Aufsichtsbehörde umgehend mitzuteilen.

2.5 Unterlagen vor Fertigstellung der Bauarbeiten

Spätestens 3 Monate vor geplantem Abschluss der Bauarbeiten sind dem BFE folgende Unterlagen zur Genehmigung zuzustellen:

- a) das Überwachungsreglement für die Überwachung während des ordentlichen Betriebs gemäss Art. 14 StAV, unter Berücksichtigung des Überwachungsumfangs in den Abschnitten B3.2.1 bis B3.2.3 der Vollzugshilfe des BFE zur Stauanlagengesetzgebung betreffend den Bau und den Betrieb von Stauanlagen an der Aare.
- b) das Wehrreglement gemäss Art. 11 StAV.
- c) das Notfallreglement gemäss Art. 11 StAV.

2.6 Unterlagen nach der Bauausführung

Spätestens 3 Monate nach Abschluss der Bauarbeiten sind dem BFE ein Bauabschlussbericht mit den Plänen des ausgeführten Bauwerks, ein Bericht über die Bauausführung, eine Zusammenstellung der speziellen Vorkommnisse und eine Photodokumentation zuzustellen.

2.7 Eine Aktensammlung gemäss Art. 22 StAV ist anzulegen und laufend nachzuführen.

2.8 Während der Bauarbeiten ist die Funktionstüchtigkeit von mindestens drei der fünf Wehröffnungen jederzeit zu gewährleisten. Insbesondere ist eine allfällige Gefahr der Ausserbetriebnahme einer zusätzlichen Wehröffnung infolge des Rückbaus des Oberbaus durch eine geeignete Wahl des Rückbaukonzeptes auszuschliessen.



3. Das Ergebnis der sicherheitstechnischen Prüfung samt Auflagen ist in den Entscheid der Genehmigungsbehörde aufzunehmen (Art. 6 Abs. 6 StAG).
4. Allfällige sicherheitstechnisch relevante Projektänderungen müssen der Aufsichtsbehörde mitgeteilt und von ihr genehmigt werden (Art. 6 StAG i.V.m. Art. 8 StAV).
5. Die Gebühr für die sicherheitstechnische Prüfung des Projektes wird gestützt auf Art. 9 Abs. 1 Bst. e der Verordnung über Gebühren und Aufsichtsabgaben im Energiebereich (GebV-En; SR 730.05) mit separater Verfügung direkt bei der Gesuchstellerin erhoben.

Bundesamt für Energie BFE

i.V. Paudin Rocco

Dr. Georges R. Darbre

Der Beauftragte für die Sicherheit der Talsperren

Geht an:

- Amt für Umwelt des Kantons Solothurn, Abteilung Wasserbau, Fachstelle Gewässernutzung, Werkhofstrasse 5, 4509 Solothurn

Kopie:

- Dep. Bau, Verkehr, Umwelt des Kt. Aargau, Abt. Landschaft und Gewässer, Sektion Gewässernutzung, Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau
- Alpiq Hydro Aare AG, Hr. Urs Hofstetter, Aarburgerstrasse 264, 4618 Boningen

