



KONZESSION ZUR WASSERABLEITUNG ZWECKS ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE AUS DEM PRAGSERBACH IN DER GEMEINDE PRAGS  
CONCESSIONE PER LA DERIVAZIONE D'ACQUA A SCOPO IDROELETTRICO DAL RIO DI BRAIES NEL COMUNE DI BRAIES

Allegato 12/Anlage 12

Bewertungsschema der technisch-wirtschaftlichen Kommission (Art. 9 L.G. 2/2015)  
Griglia di valutazione della commissione tecnico-economica (art. 9 L.P. 2/2015)

BEWERTUNGSSCHEMA / SCHEMA DI VALUTAZIONE			
Kriterium / Criterio	Unterkriterium / Sottocriterio	Punkte Punteggio	Bewertungskriterien / Criteri di valutazione
<b>Kriterium 1):</b> Bewertung der <b>TECHNISCH-INNOVATIVEN QUALITÄT</b>  <b>Criterio 1):</b> Valutazione della <b>QUALITÀ TECNICO-INNOVATIVA</b>  <b>Max. 12 Punkte / punti</b>	a) Vorgesehener Einbau des Differentialmesssystem der Übergeschwindigkeit in der Leitung vor Inbetriebnahme der Anlage  <i>a) Prevista installazione del sistema di misura differenziale della sovravelocità in condotta prima dell'entrata in esercizio dell'impianto</i>	<b>3</b>	Ja/Sì: 3 Nein/No: 0
	b) Vorgesehene Druckprüfung vor Inbetriebnahme der Anlage mittels der in Art. 20 des LG 2/2015 vorgesehenen provisorischen Inbetriebnahme.  <i>b) Prevista prova di pressione prima dell'entrata in esercizio dell'impianto mediante l'esercizio provvisorio previsto all'art. 20 della LP 2/2015</i>	<b>2</b>	Ja/Sì: 2 Nein/No: 0
	c) Verlegung der Druckrohrleitung (mindestens 80% der Länge unterirdisch oder im Stollen)  <i>c) Posa della condotta forzata (almeno 80% della lunghezza interrata oppure in galleria)</i>	<b>3</b>	im begehbaren Stollen: 3 unterirdisch: 1 an Oberfläche: 0  <i>in galleria ispezionabile: 3 interrata: 1 a cielo libero: 0</i>



	<p>f) Vorgesehene technologische Innovationen mit positivem Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad der Anlage</p> <p>f) Innovazione tecnologica prevista con effetti positivi sul rendimento complessivo dell'impianto</p>	4	<p>Weitere, im Projekt vorgesehene technologische Innovationen (<b>maximal 4 Punkte</b>) Die technologische Innovation der Anlage wird anhand des Gesamtwirkungsgrades bewertet (Turbine, Generator, Transformator und System Stollen-Druckrohrleitung, gemäß untenstehender Berechnungsmethode)</p> <p>Das Angebot mit dem <b>höchsten Gesamtwirkungsgrad der Anlage</b> erhält 4,00 Punkte. Die anderen Angebote erhalten 1 Punkt weniger je negativer Abweichung von 1 Prozentpunkt Gesamtwirkungsgrad. Die Berechnung der Punkteanzahl für die Bewertung erfolgt mittels Interpolation der Werte (zum Beispiel: zeigt die Überprüfung der eingereichten und in der Dienststellenkonferenz positiv bewerteten Gesuche, dass der höchste in einem Angebot vorgeschlagene Gesamtwirkungsgrad 80,00% und der zweite 78,00 % beträgt, so erhält das zweite Angebot 2,00 Punkte). Abweichungen von 4,00 Prozentpunkten Gesamtwirkungsgrad oder mehr erhalten 0 Punkte.</p> <p>Ulteriori innovazioni tecnologiche previste dal progetto (<b>massimo 4 punti</b>) <i>L'innovazione tecnologica dell'impianto viene valutata sulla base del rendimento complessivo dell'impianto (turbina, generatore, trasformatore e sistema condotta-galleria, secondo le modalità di calcolo di cui sotto).</i></p> <p><i>L'offerta con il <b>rendimento complessivo dell'impianto più alto</b> ottiene 4,00 punti. Le altre offerte ottengono un punto in meno per ogni scostamento negativo di 1 punto percentuale di rendimento complessivo. Il calcolo dei punti di valutazione viene effettuato mediante interpolazione dei valori (ad esempio se la verifica dei progetti presentati e valutati positivamente nella conferenza dei servizi rivela che il rendimento complessivo più alto proposto in una offerta è 80,00 % e il secondo è 78,00 % allora la seconda offerta ottiene 2,00 punti). Scostamenti uguali o maggiori di 4,00 punti di rendimento complessivo ottengono 0 punti.</i></p>
<p><b>Kriterium 2):</b> Bewertung der <b>ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN QUALITÄT</b></p> <p><b>Criterio 2):</b> Valutazione della <b>QUALITÀ ECONOMICO-ENERGETICA</b></p> <p><b>Max. 24 Punkte / punti</b></p>	<p>a) Theoretische Gesamtproduktion</p> <p>a) Produzione teorica complessiva</p>	12	<p>Das Angebot mit der <b>höchsten</b>, gemäß untenstehenden Angaben errechneten, <b>theoretischen Gesamtproduktion</b> erhält 12 Punkte. Die verbleibenden Mitbewerber werden prozentuell zum ersten aufgrund folgender Formel bewertet: (angebotener Wert x 12) / höchster Wert.</p> <p><i>L'offerta con la <b>produzione teorica complessiva più alta</b>, calcolata come descritto sotto, ottiene 12 punti. I restanti concorrenti vengono valutati in percentuale rispetto al primo mediante la seguente formula: (valore offerto x 12) / valore più alto.</i></p>
	<p>b) Amortisierung der Anlage</p> <p>b) Ammortamento impianto</p>	12	<p>Die <b>Amortisierung</b> der Anlage wird gemäß folgender Formel berechnet: <math>A = C / (R - G)</math> A (Amortisierung in Jahren) C (Baukosten) R (Gewinn durch Energieverkauf: Jahresproduktion x Mittelwert des PUN des vorhergehenden Jahres) G (Jährliche Betriebskosten) Bei baulichen Veränderungen der bestehenden Anlage wird für die Lebensdauer der Anlage die Konzessiondauer von 30 Jahren abzüglich der vom Antragsteller angegebenen Zeit bis zu deren Inbetriebnahme angenommen. Maximal kommen damit gemäß den gesetzlichen Vorgaben drei Jahre zum Abzug. Sollte obige Erklärung nicht vorhanden sein, wird eine Lebensdauer von 27 Jahren angenommen. Bei Übernahme einer Anlage ohne vorgesehene bauliche Veränderungen werden 30 Jahre angenommen.</p> <p>Falls der Gestuchsteller die Betriebskosten nicht angibt, so werden diese im Ausmaß von 6% der Baukosten festgelegt. Der Gestuchsteller mit der kürzesten Amortisierungszeit gemäß der oben angeführten Formel erhält 12 Punkte. Die verbleibenden Gestuchsteller werden prozentuell zum Ersten aufgrund folgender Formel bewertet: (angebotener Wert x 12) / geringster Wert</p> <p><i><b>L'ammortamento</b> dell'impianto viene calcolato secondo la seguente formula: <math>A = C / (R - G)</math> A (Ammortamento in anni) C (Costi di costruzione) R (Ricavo dalla vendita dell'energia calcolata come prodotto della produzione annua per il valore medio del PUN dell'anno precedente) G (Costi di gestione annui) In caso di modifiche costruttive dell'impianto esistente viene ipotizzata per la durata della vita dell'impianto il periodo di concessione di 30 anni con deduzione del periodo alla messa in esercizio dichiarato dal richiedente. Secondo il dettato normativo possono essere quindi detratti al massimo 3 anni. In caso di presa in consegna di un impianto senza modifiche costruttive previste vengono considerati 30 anni.</i></p>

			<p>Qualora i costi di gestione non vengano definiti dal richiedente, questi ultimi verranno quantificati in misura pari al 6% dei costi di costruzione.</p> <p>Il richiedente con il periodo di ammortamento secondo la formula di cui sopra più basso ottiene 12 punti.</p> <p>I richiedenti restanti vengono valutati in percentuale rispetto al primo mediante la seguente formula: (valore offerto x 12) / valore più basso.</p>
<p><b>Kriterium 3):</b>  <b>ÖKONOMISCHER BEITRAG ZUM WOHLFARTH DER ALLGEMEINHEIT</b></p> <p><b>Criterio 3):</b>  <b>CONTRIBUTO ECONOMICO A FAVORE DELLA COLLETTIVITÀ</b></p> <p><b>Max. 24 Punkte / punti</b></p>	<p>a) Ökonomisches Angebot</p> <p>a) Offerta economica</p>	<b>24</b>	<p>Das Angebot mit dem <b>höchsten ökonomischen Angebot</b> erhält 24 Punkte. Die verbleibenden Mitbewerber werden prozentuell zum Ersten aufgrund folgender Formel bewertet: (angebotener Wert x 24) / höchster Wert</p> <p>L'offerta con l'<b>offerta economica più alta</b> ottiene 24 punti. I restanti concorrenti vengono valutati in percentuale rispetto al primo mediante la seguente formula: (valore offerto x 24) / valore più alto.</p>
<b>INSGESAMT / TOTALE</b>		<b>60</b>	

**Formula per il calcolo dell'energia teorica media prodotta in 30 anni ( $E_{30}$ )**



$E_{30} = E_1 \cdot 30$

E<sub>30</sub> = Mittlere Energie, theoretisch produziert in 30 Jahren [GWh]

Theoretische, mittlere Jahresproduktion

$E_1 = \eta_{tot} \cdot 365 \cdot 24 \cdot N_{MED} / 10^6$  [GWh]

$\eta_{tot}$  = Gesamtwirkungsgrad der Anlage =  $\eta_{turb} \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{trasf} \cdot \eta_{cond}$

$\eta_{turb}$  = Wirkungsgrad Turbine

$\eta_{gen}$  = Wirkungsgrad Generator

$\eta_{trasf}$  = Wirkungsgrad Transformator

$\eta_{cond}$  = Wirkungsgrad System Stollen-Druckrohrleitung

Mittlere jährliche Nennleistung (N<sub>MED</sub>)

$N_{MED} = H_{NOM} \cdot Q_{MED} / 102$  [kW]

N<sub>MED</sub> = mittlere jährliche Nennleistung

H<sub>NOM</sub> = Konzessionsfallhöhe [m]

Q<sub>MED</sub> = mittlere ableitbare Wassermenge [m³/s]

Berechnung der Wirkungsgrade

Für die Berechnung der theoretischen Gesamtproduktion ist das Produkt der Wirkungsgrade von Turbine, Generator, Transformator und System Stollen-Druckrohrleitung zu berücksichtigen:

Die Wirkungsgrade sind mittels herstellerseitig zur Verfügung gestellter Dokumentation im Projekt festzulegen mit Ausnahme des Systems Stollen-Druckrohrleitung (siehe Formel unten).

Sollte das Projekt die obigen Daten nicht enthalten, so werden diese mittels folgender, in der technischen Literatur recherchierten Werten festgelegt:

Wirkungsgrad der Maschinen im Falle fehlender Angaben bzw. im Falle der Nutzung bestehender Anlagenteile

Maschinen/Leitung	Wirkungsgrad neu	Wirkungsgrad Bestand	Wirkungsgrad (range)
Turbinen (Pelton, Francis, Kaplan)	90,50%	89,50%	90,50% - 89,50%
Generatoren	98,00%	98,00%	98,00% - 97,50%
Transformatoren	99,50%	99,50%	99,50% - 99,00%
Druckrohrleitung	gemäß Formel	98,28%	gemäß Formel
Gesamtwirkungsgrad	gemäß Formel	85,74%	gemäß Formel

Grundlagen:

Literatur: Autoren: Jürgen Giesecke, Stephan Heimerl, Emil Mosonyi (2014): Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb, Verlag Springer 2014

Zudem: Beratungen mit Freiberuflern mit mehrjähriger Erfahrung in der Projektierung von hydroelektrischen Anlagen und Besprechungen mit spezialisierten Unternehmen im Bereich der Projektierung der elektrischen und hydraulischen Maschinen für hydroelektrische Anlagen.

Berechnung des Wirkungsgrades des Systems Stollen-Druckrohrleitung

$\eta_C = 1 - (\Delta H_{Leitungen} / H_d)$

$\Delta H_{Leitungen}$  = Druckverlust in den Leitungen der Anlage [m]

H<sub>d</sub> = zur Verfügung stehende Fallhöhe für das System Stollen-Druckrohrleitung [m] – Kote Achse Einlauf Druckrohrleitung – Kote Achse Kugelschieber

$\Delta H = 64 \cdot Q^2 \cdot L / \pi^2 \cdot D^5 \cdot C^3$  [m]

$E_{30} = E_1 \cdot 30$

E<sub>30</sub> = energia media prodotta teoricamente in 30 anni [GWh]

Produzione media annua teorica

$E_1 = \eta_{tot} \cdot 365 \cdot 24 \cdot N_{MED} / 10^6$  [GWh]

$\eta_{tot}$  = rendimento totale dell'impianto =  $\eta_{turb} \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{trasf} \cdot \eta_{cond}$

$\eta_{turb}$  = rendimento turbina

$\eta_{gen}$  = rendimento generatore

$\eta_{trasf}$  = rendimento trasformatore

$\eta_{cond}$  = rendimento complesso galleria-condotta

Potenza nominale media annua (N<sub>MED</sub>)

$N_{MED} = H_{NOM} \cdot Q_{MED} / 102$  [kW]

N<sub>MED</sub> = potenza nominale media annua

H<sub>NOM</sub> = salto nominale di concessione [m]

Q<sub>MED</sub> = portata media derivabile [m³/s]

Calcolo dei rendimenti

Per il calcolo della produzione teorica complessiva deve essere considerato il prodotto dei rendimenti della turbina, del generatore, del trasformatore e del sistema galleria-condotta forzata.

I rendimenti vanno stabiliti nel progetto mediante la documentazione messa a disposizione dal produttore fatta eccezione per il sistema galleria-condotta forzata (vedasi formula sotto).

Qualora il progetto non dovesse contenere i dati di cui sopra, allora questi vengono determinati mediante i seguenti valori ricercati nella letteratura tecnica:

Rendimento delle macchine in caso di dati mancanti risp. in caso di utilizzo di parti di impianti esistenti

Macchine/condotta	Rendimento nuovo	Rendimento dell'impianto esistente	Rendimenti (range)
Turbine (Pelton, Francis, Kaplan)	90,50%	89,50%	90,50% - 89,50%
Alternatori	98,00%	98,00%	98,00% - 97,50%
Trasformatori	99,50%	99,50%	99,50% - 99,00%
Condotta forzata	secondo la formula	98,28%	secondo la formula
Rendimento complessivo	secondo la formula	85,74%	secondo la formula

Basi:

Letteratura: Autori: Jürgen Giesecke, Stephan Heimerl, Emil Mosonyi (2014): Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb, edizioni Springer 2014

Inoltre: consulenze fornite da professionisti con esperienza pluriennale nella progettazione di impianti idroelettrici ed colloqui con ditte specializzate nel campo della progettazione delle macchine elettriche ed idrauliche per impianti idroelettrici.

Calcolo del rendimento sistema galleria-condotta forzata

$\eta_C = 1 - (\Delta H_{condotte} / H_d)$

$\Delta H_{condotte}$  = perdite di carico nelle condotte dell'impianto [m]

H<sub>d</sub> = salto disponibile per il complesso galleria – condotta forzata [m] – quota asse ingresso condotta – quota asse valvola rotativa

$\Delta H = 64 \cdot Q^2 \cdot L / \pi^2 \cdot D^5 \cdot C^3$  [m]



$\Delta H$  = Druckverlust [m]  
 $Q$  = Ausbauwassermenge [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]  
 $L$  = Länge der Leitung [m]  
 $D$  = Durchmesser der Leitung [m]  
 $C = kR^{1/6}$  mit  $k$  Beiwert der Formel von Gaukler-Strickler [ $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ ]  
 $R = D/4$

#### Parametrisierung für die Berechnungen des Wirkungsgrades des Systems Stollen-Druckrohrleitung

Die folgenden Beiwerte nach Gaukler-Strickler sind für die verschiedenen Materialien (Zement, Stahl, Guss, Gres, Prfv, Pvc, Pead) unter Beachtung der Tabelle der Rauheitsbeiwerte für Kanäle auf der Homepage [www.oppo.it](http://www.oppo.it) und mit dem Buch „Ingegneria idraulica urbana“ Autor: Pietro Rimoli – Verlag: Maggioli Editore 2010 angeführt:

Stahl (neu)  $k=130 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Stahl (Bestand)  $k=90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Zement (neu)  $k=100 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Zement (Bestand)  $k=75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Roheisen und Guss mit bituminöser Innenbeschichtung (abbaubare Beschichtung)  $k=90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Roheisen mit zentrifugiert aufgebrachtem Zement (nicht abbaubare Beschichtungen)  $=120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Guss (Bestand)  $k=75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Prfv, Pvc, Pead (neu/Bestand)  $k=140 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

Die Druckverluste der Druckrohrleitung und des Stollens werden mit der Formel von Chezy mit Beiwert gemäß Formel von Gaukler-Strickler ausgewertet.

Der Wirkungsgrad des Systems Stollen-Druckrohrleitung wird unter Berücksichtigung der Materialien, der Durchmesser und der Längen, die von jedem Projekt vorgesehen sind, berechnet.

Der Wirkungsgrad des Systems Stollen-Druckrohrleitung wird ohne Berücksichtigung der örtlichen Druckverluste berechnet, da diese um mehrere Größenordnungen geringer als die Größen sind, die hier analysiert werden.

$\Delta H$  = perdita di carico [m]  
 $Q$  = portata massima [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]  
 $L$  = lunghezza condotta [m]  
 $D$  = diametro condotta [m]  
 $C = kR^{1/6}$  con  $k$  coefficiente della formula di Gaukler-Strickler [ $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ ]  
 $R = D/4$

#### Parametrizzazione per i calcoli del rendimento del sistema galleria-condotta forzata

I seguenti coefficienti secondo Gaukler-Strickler sono riportati per i diversi materiali (cement, acciaio, ghisa, gres, Prfv, Pvc, Pead) in considerazione della tabella per i coefficienti di scabrezza per i canali presa dal sito [www.oppo.it](http://www.oppo.it) e dal Testo “Ingegneria idraulica urbana” Autore: Pietro Rimoldi – Maggioli Editore 2010:

Acciaio (nuovo)  $k=130 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Acciaio (esistente)  $k=90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Cemento (nuovo)  $k=100 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Cemento (esistente)  $k=75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Ghisa grezza e ghisa rivestita internamente con bitume (rivestimento degradabile)  $k=90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Ghisa con cemento applicato mediante centrifugazione (rivestimenti non degradabili)  $k=120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Ghisa (esistente)  $k=75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$   
 Prfv, Pvc, Pead (nuovo/ esistente)  $k=140 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

Si calcolano le perdite di carico della galleria e della condotta mediante la formula di Chezy con coefficiente valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler.

Si calcola il rendimento del sistema galleria-condotta forzata tenendo conto dei materiali, dei diametri e delle lunghezze previste per ogni progetto.

Il rendimento del complesso galleria-condotta forzata viene calcolato senza tenere conto delle perdite di carico concentrate che risultano di più ordini di grandezza inferiori rispetto alle grandezze qui analizzate.