

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 1

WKW Felsentunnel GmbH & Co. KG
Bergener Str. 10

D-94256 Drachselsrieth

**ANTRAG AUF BEWILLIGUNG NACH § 10 UND § 14 WHG FÜR DIE GEWÄSSER-
BENUTZUNG NACH § 9 Abs. 1 Nr. 1,2 UND 4 WHG SOWIE PLANFESTSTELLUNG
NACH § 68 Abs. 2 Satz 1 WHG**

**Für den Bau und Betrieb einer Wasserkraftanlage in der Ramsauer
Ache am Felsentor durch die Felsentunnel GmbH & Co. KG. Errichtung
einer Aufstiegsanlage, Umbau der vorhandenen Sohlschwellen und Bau
einer temporären Baustraße, Gemeinde Ramsau b. Berchtesgaden**

Stellungnahme IB Ederer - Stand 27.04.2020:

-Stellungnahme Einwendungen Bund Naturschutz vom 30.09.2019

Sehr geehrter Familie Kollmer,

zu der Stellungnahmen des Bund Naturschutzes möchte ich folgendes
Anmerkungen machen:

1. Seite 5-9 (
 2. Seite 9-54
 3. Seite 54-66
- geschwärzt

Allgemeiner Hinweis:

Das Gutachten der Fachberatung für Fischerei vom 21.08.2019 kommt
zum Ergebnis, dass die Anlage mit den angemerkten Anpassungen
(Anbindungswinkel Einstieg Fischaufstiegsanlage im Unterwasser,
Oberwassereinstieg 5 m Abstand vom Rechenfeld, Ableitmenge und
Öffnung im Tosbecken unterhalb Spülklappe) den Anforderungen an
eine ökologische Wasserkraftnutzung entspricht und entsprechend
bezüglich ökologischer Durchgängigkeit und Fischschutz genehmigt
werden kann. Diese Anpassungen werden eingearbeitet und ent-
sprechend zur Prüfung vorlegen.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 2

1. Stellungnahme Bund Naturschutz, geschwärzt Seite 5-9:

Leistungsplan und Abflussreihen:

Die üblich zugänglichen Jahreszahlen sind bis zum Jahr 2006 veröffentlicht und ergeben die in der Anlage 6 aufgeführten Abflussdaten.

Die Hauptabflüsse MNQ und MQ wurden aus den Veröffentlichungen des HND Bayern entnommen (Jahresreihen 1931 bis 2013: MNQ = 1,92 und MQ = 5,27 m³/s). Alle Werte wurden mit dem Faktor 0,90 auf den Standort umgerechnet.

Auswertungen aus den nicht amtlichen Zahlenreihen am Pegel Ilsank ergeben für die Jahre 2007 bis 2019 folgende Hauptwerte, siehe Anlage - Hydrologische Grunddaten - Auswertung Jahreszahlen:

	Jahresreihe 1931-2006	Jahresreihe 2007-2019	Veränderung
Q1:	1,11 m ³ /s	1,74 m ³ /s	+ 56 %
Q30:	2,11	2,18	+ 3 %
Q183:	4,41	4,41	+ - 0 %
Q270:	6,57	6,40	- 3 %
Q330:	9,20	8,78	- 5 %

Aus den aktuellen Daten ist ersichtlich, dass in den Hauptabflusszeiten bis Q183 sogar höhere mittlere Abflüsse als im Antrag angenommen vorhanden waren. In den oberen Abflusstagen ab Q183 wurden etwas weniger Abflüsse gemessen. Auf die Energieerzeugung der Anlage hat dies durchaus positive Auswirkungen (z.B. bessere Stromertäge im unteren Leistungsbereich). Eine Minderung der Abflussdargebote (um 15%) kann hier nicht abgeleitet werden, wahrscheinlich ist dies der allgemeine Eindruck der hier aufgeführt wird.

Die vorgesehene Turbine ist eine doppelt geregelte Kaplanturbine (z.B. Hersteller Fa. Geppert, Turbinenart ähnlich der Turbine Versuchsanstalt für Wasserbau in Oberrach). Bei der durchaus maschinentechnisch vergleichbaren Anlage wurden die Gesamtwirkungsgrade wie folgt ermittelt bzw. gemessen:

Teillast: 60%: Gesamtwirkungsgrad gemessen 88 %
93%: Gesamtwirkungsgrad gemessen 86 %

Bei einem anderen Turbinenbeispiel werden folgende Wirkungsgrade angegeben:

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 3

1 Stk.KAPLAN-SCHACHTTURBINE, Type KAH-3-152
 horizontales Kaplanaggregat, doppelt reguliert,
 zum Einbau in das bestehende Krafthaus
 ausgelegt für:

Nettogefälle..... 2,5 m
Wassermenge..... 9,0 m³/s
Drehzahl..... 187,5 Upm
Leistung an der TW..... 199 kW



Symbolbild

garantierte Turbinenwirkungsgrade

Ausnützung	(%xQ _N)	100	80	60	40	20
Durchfluss	(m³/sec)	9,0	7,2	5,4	3,6	1,8
Fallhöhe	(m)	2,50	2,53	2,55	2,57	2,58
Wirkungsgrad	(%)	91,5	92,8	92,5	90,2	83,5



Die Generatorwirkungsgrade bei diesem Projekt sind wie folgt:

Wirkungsgrad (%):

Last (%)	100	75	50	25
Wirkungsgrad (%)	96,9	96,7	96,4	95,9

Dies ergibt einen Gesamtwirkungsgrad dieser Turbinenart von:

Teillast: 20%: Gesamtwirkungsgrad $0,835 \cdot 0,95 = 0,79 = 79 \%$
 40%: Gesamtwirkungsgrad $0,902 \cdot 0,96 = 0,86 = 86 \%$
 60%: Gesamtwirkungsgrad $0,925 \cdot 0,96 = 0,88 = 88 \%$
 80%: Gesamtwirkungsgrad $0,928 \cdot 0,96 = 0,88 = 88 \%$
 100%: Gesamtwirkungsgrad $0,915 \cdot 0,96 = 0,88 = 87 \%$

Dies deckt sich mit den Angaben aus den Messungen am Standort
 Oberrnach. Im Leistungsplan der Anlage Felsentunnel (Kaplan -
 Turbine) werden folgende Wirkungsgrade angegeben:

Teillast: 20%: Gesamtwirkungsgrad $0,80 \cdot 0,95 = 0,76 = 76 \%$ < 79 %
 40%: Gesamtwirkungsgrad $0,89 \cdot 0,95 = 0,82 = 82 \%$ < 86 %
 60%: Gesamtwirkungsgrad $0,90 \cdot 0,95 = 0,86 = 86 \%$ < 88 %
 80%: Gesamtwirkungsgrad $0,90 \cdot 0,95 = 0,86 = 86 \%$ < 88 %
 100%: Gesamtwirkungsgrad $0,89 \cdot 0,95 = 0,85 = 85 \%$ < 87 %

Der Ansatz der Wirkungsgrade ist realistisch angesetzt und liegt
 sogar unterhalb den üblichen Werten bei vergleichbaren Anlagen.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 4

Im Erläuterungsbericht wurden folgende Wirkungsgrade der Turbine angegeben:

Wassermenge m ³ /s:	6,5	5,2	3,9	2,6	1,3
Teillast in %:	100	80	60	40	20
Wirkungsgrad in %:	89	91	92	91	86

Der maximale Wirkungsgrad liegt bei einer Beaufschlagung der Turbine mit ca. 4 m³/s, dies entspricht in etwa dem Mittelwasserabfluss der Ramsauer Ache.

Die Generatoranlage hat eine Wirkungsgradverlauf von:

Strom:	100 %	75 %	50 %	25 %
Wirkungsgrad:	95 %	95 %	95 %	93 %

Die Anlage wird ohne Getriebe ausgeführt, so dass dieser Verlust an der Anlage Felsentunnel nicht berücksichtigt werden muss.

Die Wirkungsgradangaben im Erläuterungsbericht decken sich mit den obigen Vergleichswerten aus anderen technisch vergleichbaren Anlagen. Das Turbinendatenblatt kann im Zuge der Ausführungsplanung vom Turbinenlieferanten nachgereicht werden.

Standicherheit:

Die Nachweise dazu werden im Zuge der Ausführungsplanung erstellt und durch einen Sachverständigen (z.B. Landesgewerbeamt LGA) geprüft. Entsprechende Bescheinigungen werden dann rechtzeitig vor Baubeginn vorliegen. Hohe dynamische Belastungen ergeben sich nicht, da der Wasserstand im Wehr im Normalfall (W30 bis W330) maximal um +/- 50 cm schwankt, das sind ca. +/- 7% der Fallhöhe.

Geschiebeabfuhr:

Aufgrund der Tatsache, dass die beiden Segmentwehre und auch die eingeplanten Spülschieber bei Hochwasser komplett geöffnet werden, ergibt sich bei den geschiefbeführenden Abflüssen (üblicherweise Abflüsse über MHQ) keine Veränderung gegenüber den jetzigen Zustand. Das Geschiebe kann weiterhin unverändert abgeführt werden. Die Tosbeckenlänge wurde mit der TUM abgestimmt. Die Mindestwassertiefe im Tosbecken von 2 m wird durch eine flache angerampte Gegenschwelle erzeugt, so dass ein Wasserstand von > 2 m im Tosbecken vorhanden ist. Das Tosbecken wird bei Hochwasserabflüssen aufgrund der vorhandenen Turbulenzen von Verlandungserscheinungen freigespült.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 5

Verlusthöhen:

Die Verlusthöhenermittlung wurde durchgeführt und liegt in der Anlage 8 des Antrages bei. Eine genauere Betrachtung und Ermittlung der Verlusthöhen liegt als Ergänzung dieser Unterlage bei und ergibt bei 1,5 m³/s Turbinendotation einen Gesamthöhenverluste von 2 cm, bei 4 m³/s liegt dieser bei ca. 7 cm und bei 6,5 m³/s bei 18 cm. Die Rechenverluste wurde nochmals genauer betrachtet (mit Verlegungen) und mit maximal ca. 1-2 cm ermittelt. Die Angabe von geschwärzt von Verlusten mit 1,8 m bis 2,0 m entbehrt jedem technischen Verständnis im Bezug auf Wasserkraftnutzung. Dies wird auch nicht durch die Anlage 10 des Antrages bestätigt.

Die Fallhöhen mit Verlusten und den Wirkungsgraden der Anlagenteile (Turbine und Generator) wurde im Leistungsplan nochmals genauer eingegeben und ergeben folgende Jahresarbeiten. Bei der Berechnung wurden entsprechende Stillstandszeiten (Hochwasser, Wartungsarbeiten) berücksichtigt.

Abflusszahlen 1931-2006: Jahresarbeit: 2.003.822 kWh

Abflusszahlen 2007-2019: Jahresarbeit: 2.000.968 kWh

Eventuell notwendige Wartungsarbeiten an der Anlage werden in Niedrigwasserzeit (Abflüsse < Q₁₀) durchgeführt, so dass der Ausfall vernachlässigbar ist.

Bezüglich CO₂ Bilanz:

Die Erzeugung von ca. 2 Mio. kWh pro Jahr ersetzt ca. 2.200 t CO₂ gegenüber der Erzeugung aus Braunkohlekraftwerken und ist vergleichbar mit einer Waldfläche von ca. 170 Hektar. Natürlich ist dies bezogen auf den Gesamtenergieverbrauch einer gesamten Region oder Landes nicht ausschlaggebend, aber „viele kleine Schritte ergeben ein großes Ganzes“.

Rechenreinigung:

Der Rechenreiniger wird differenzgesteuert ausgelöst, so dass der Rechen sehr gut sauber gehalten werden kann. Zudem werden hydraulisch günstige Rechenprofile (Fischbauchprofil/Tropfenform) verwendet, die eine Verstopfung der Rechenzwischenräume mit z.B. Kies verhindern. Gerade diese gute Reinigungsmöglichkeit ist auch in Bezug auf den Fischschutz entscheidend. Kleineres Kiesmaterial (< 15 mm) wird über die Turbine ins Unterwasser abgeführt. Dies wurde z.B. auch an der Anlage in Obernach so bestätigt.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 6

Zudem ist vor dem Rechenfeld eine über 2 m hohe Spülkante mit entsprechender Spüleinrichtung eingeplant. Die Spülung erfolgt fischfreundlich nur bei Hochwasserabflüssen, also nicht im Normalbetriebsfall.

Oberwasserdynamik:

Oberwasserschwankungen sind in jedem natürlichen Flusssystem vorhanden und stellen keine negative Beeinflussung dar, sondern sind ökologisch gewünscht und tragen zum Erhalt der Dynamik des Gewässersystem einschl. Sohlstrukturen bei.

Grundlastfähigkeit:

Bezüglich Grundlastfähigkeit haben wir entsprechende Erläuterungen im Antrag angegeben.

Sonstige Anmerkungen:

Die Aussage von geschwärzt eines gefälschten Leistungsplans ist nicht zutreffend. Diese Aussage ist vollkommen deplaziert und sollte in einer fachlichen Auseinandersetzung nicht verwendet werden.

2. Stellungnahme Bund Naturschutz, geschwärzt, Seite 5-54:

Diese Stellungnahme deckt sich im wesentlichen mit der Stellungnahme des Wittelsbacher Ausgleichfonds vom 16.09.2019.

Bei der Ermittlung der Versorgung der Haushalte wird üblicherweise der durchschnittliche Verbrauch eines Haushaltes angesetzt. Dies ergibt bei der Anlage Felsentunnel einen Wert von 600 Haushalten mit einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 3.300 kWh/Jahr.

$2.000.000/3.300 = 606 = \text{ca. } 600$ Haushalte

Die Erzeugungsmenge (Leistungsplan), die Grundlastfähigkeit und die Anzahl der Versorgung der Haushalte kann durch das WWA-Traunstein im Zuge der Erstellung des Sachverständigengutachtens geprüft und eingeschätzt werden. Verschiedene Interpretationen zu Grundlast, Versorgung Haushalte usw. stellen aber den Sinn der regenerativen Energieerzeugung durch Wasserkraftanlagen nicht in Frage. Dazu wird auf die Aussage von Herrn Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger bei der Sitzung des Landesverbandes Bayerischer Wasserkraftwerke eG am 13. Juli 2019 in Regensburg verwiesen.

Mühlkoppe:

Der geplante Rechen ist mit Sohlschwelle mit einer Höhe über 2,0 m geplant, so dass diese Schwelle ein unüberbrückbares Hindernis für die Mühlkoppe darstellt und somit nicht in das Rechenfeld gelangen kann. Zudem ist festzustellen, dass Mühlkoppen im allgemeinen sehr auf Struktur und Unterstände bezogen leben und üblicherweise nur bei größeren Hochwässern als adulte Fische stärker in der Drift zu finden sein dürften, weil dann ihre Unterstände in Bewegung geraten. Unter diesen Abflussbedingungen spielt aber der Kraftwerksbetrieb keine wesentliche Rolle mehr.

Das Rechenfeld mit Sohlschwelle stellt somit aufgrund der Höhenlage über dem Gewässergrund keine Gefahr für die Mühlkoppe dar und ist daher nicht maßgeblich für den Fischschutz dieser Fischart. Als Abstiegsystem kann der Fischaufstieg mit natürlicher Sohlentwicklung und flachen Rampenneigungen (facher 1:2) genutzt werden um ins Unterwasser und auch Oberwasser der Anlage zu gelangen. Derzeit ist dies aufgrund der hohen Sohlabstürze nicht möglich. Die oberen und unteren Abstürze werden zudem ökologisch durchgängig gestaltet, ohne das Vorhaben WKA Felsentunnel wäre dies nicht der Fall und auch diese Sohlabstürze ein unüberbrückbares Hindernis für die Mühlkoppe. Es ist festzustellen, dass verdriftet Mühlkoppen, die derzeit dem Bestand oberhalb des Felsentunnels zu 100% verloren gehen würden in Zukunft, wenn Sie entsprechend wollen diesen Lebensraumverlust wieder kompensieren können, indem sie über die Fischwanderhilfe aufwandern.

Das ganze Vorhaben stellt somit eine Verbesserung für die Fischart Mühlkoppe dar. Ob die Mühlkoppe nun vorhanden ist oder nicht, ist hier dann nicht mehr ausschlaggebend.

Fischschäden durch Abstürze:

Zur Aussage bezüglich Schadenpotenzial für Fische durch Abstürze aus größeren Höhen:

Wenn keine Fischverletzungen durch vorhandene hohe Sohlabstürze beobachtet wurden, dann stellt dies auch keine Gefahr an der Wasserkraftanlage dar, da an der geplanten Anlage deutlich größere Wasserpölster (bis 2 m tief) als in der Natur vorhanden sind eingeplant werden. Die Verletzungsgefahr für Fische dürfte sich somit auch entsprechend verringern. Bei Hochwasser bleibt das Abflusssystem gegenüber dem jetzigen Zustand unverändert, da die Segmentwehre bei Hochwasserabflüssen entsprechend geöffnet sind (Geschiebedurchgang und Treibholzableitung).

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 8

Hydraulische Werte an der Rechenanlage – lichte Weite 15 mm:

Bei der Bemessung der Zuströmungsgeschwindigkeiten werden die Fläche vor der Rechenanlage verwendet und nicht die verbleibende Rechenfläche zwischen den Stäben. Dieser Wert (zur Ermittlung des Verbauungsgrades) dient nur zur Berechnung der Rechenverluste. Die Restfläche zwischen den Stäben wird zur Beurteilung des Fischschutzes nicht verwendet.

Der vertikale Anströmwinkel zum Rechenfeld an der Anlage beträgt 35 Grad und wird aufgrund der Neigung als sog. „Flachrechen“ bezeichnet.

Ein Anhaltswert für schräg angeströmte Rechenfelder findet sich in der Tabelle 40, Seite 288 im Handbuch Dr. Ebel.

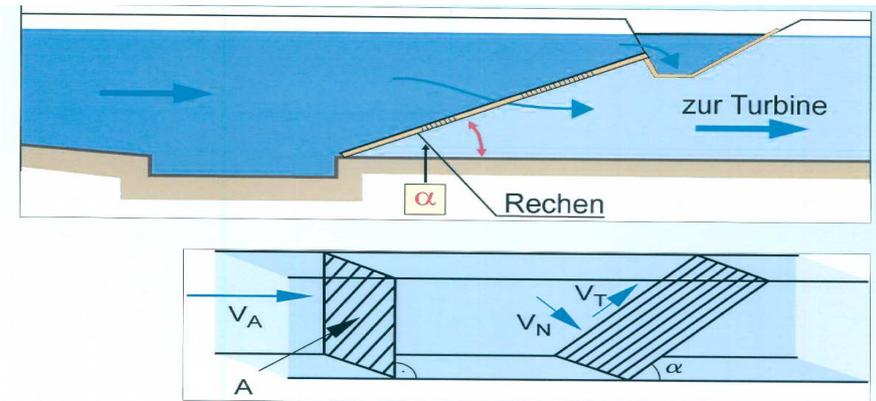
Bei Anströmungen von 35 Grad wird eine maximale Anströmgeschwindigkeit für Forellen mit 10 cm Länge von 0,66 m/s angegeben. Bei Forellen 20 cm ergibt sich ein Wert von 1,15 m/s. Alle Werte liegen weit über den Werten am geplanten Rechen. Laut Berechnungen Anlage 9 im Antrag ergibt sich eine Normalgeschwindigkeit von $v_N = 6,50/19,5 = 0,33$ m/s und eine Anströmgeschwindigkeit von $v_A = v_N/\sin \alpha = 0,33/\sin 35 = 0,57$ m/s < 0,66 m/s bzw. 1,15 m/s.

Wenn man als Anströmfläche die Breite des Zulaufkanals und die Wasserstiefe im Zulaufkanal verwendet, ergibt sich folgende maximale Anströmgeschwindigkeit:

$A = 3,25 * 4,50 \text{ m} = 14,6 \text{ m}^2$, Wassermenge maximal. $6,50 \text{ m}^3/\text{s} + 0,25 \text{ m}^3/\text{s} = 6,75 \text{ m}^3/\text{s}$, $v_A = Q/A = 6,75/14,6 = 0,46$ m/s < 0,50 bzw. 0,66 m/s.

Alle Grenzwert zur Anströmungssituation werden eingehalten. Die Behauptung das nicht mit der Normalgeschwindigkeit gerechnet wurde ist ebenfalls falsch.

An flach geneigten Vertikalrechen ergeben sich immer Tangentialströmungen (v_T), die eine Leitströmung in Richtung des oberhalb des Rechenfeldes liegenden Bypassystems/Fischabstiegssystem ergeben, siehe Bild:



$v_T = v_A \cdot \cos \alpha = 0,57 \cdot \cos 35 = 0,46 \text{ m/s} > v_N = 0,33 \text{ m/s}$
 Es ist also ein deutliche Leitströmung in Richtung des oberen Bypasssystem (Fischabstieg) vorhanden.

Die maximale Schwimmgeschwindigkeit von Forellen beträgt laut Tabelle A1, Handbuch Dr. Ebel (Wassertemperaturen von 10-15 Grad, Dauer 20 Sekunden), Fischlänge 5 cm bei 57 cm/s = 0,57 m/s, Fischlänge 10 cm bei 104 cm/s = 1,04 m/s, Fischlänge 20 cm bei 152 cm/s = 1,52 m/s.

Im Rechenfeldbereich sind Geschwindigkeiten von $v_A = 0,40$ bis $0,50 \text{ m/s}$ und $v_N = 0,33 \text{ m/s}$ vorhanden und liegen unterhalb der maximalen Schwimmgeschwindigkeit. Bei den üblichen Abflusssituationen $MQ = \text{ca. } 4,70 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{220}$, ergibt sogar nur ein Wert von $v_N = \text{ca. } 4,70/19,5 = 0,24 \text{ m/s}$ und $v_A = 4,70/14,6 = 0,32 \text{ m/s} < 0,57 \text{ m/s}$ (Forellen Länge 5 cm). Somit werden an 220 Tagen im Jahr diese Werte sogar noch unterschritten. An den anderen Tagen werden Werte unterhalb der zulässigen Geschwindigkeiten erreicht ($< 0,57 \text{ m/s}$).

Die Dauergeschwindigkeiten liegen laut Tabelle A3 Handbuch Dr. Ebel bei der Fischart Forelle (Wassertemperaturen von 10-15 Grad, Dauer 12.000 Sekunden), Fischlänge 5 cm bei 42 cm/s = 0,42 m/s, Fischlänge 10 cm bei 79 cm/s = 0,79 m/s, Fischlänge 20 cm bei 137 cm/s = 1,37 m/s.

Sogar die Werte für die Dauergeschwindigkeit werden direkt vor dem Rechenfeld eingehalten. Die Argumentation des Fischereivereins kann ich leider nicht nachvollziehen.

Das System (Bereich vor der Spülkante vor dem Rechenfeld) kann bei größerem Wasserdargebot (Hochwasserabflüsse) durch öffnen des Spülschiebers freigespült werden. Die Spülung des Systems erfolgt dabei bei geöffneter Wehrklappe, so dass der Abstieg über die Wehranlage erfolgt.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8 Seite: 10

Bezüglich „großer Fisch frisst kleinen Fisch“ dürfte dies in der Natur der Sache liegen und ist nicht bedingt durch den Betrieb der Anlage. An der Anlage stehen verschiedene Abstiegskorridore zur Verfügung. Auch im Fischaufstieg treffen „kleine“ und „große“ Fische aufeinander. Derzeit wird noch nicht daran gearbeitet einen Aufstieg für große und einen separaten für kleine Fische anzuordnen. Im Gewässer ist dies ebenfalls nicht der Fall. Dies gilt auch für den Fischabstieg an Querbauwerken. Zudem ist davon auszugehen, dass auch derzeit in den größeren Wassertiefen nach den bestehenden Querbauwerken die größeren Individuen ihren Einstand haben und dort auf vorbeikommende Nahrung warten. Und wenn dies driftende Jungfische sein sollten, dann werden sie auch derzeit schon als Nahrung genutzt.

Der Ansatz Gluch/Ebel mit Horizontalrechen ist ein Ansatz von vielen Möglichkeiten zum Schutz der Fische an Wasserkraftanlagen. Dazu verweise ich auf die Empfehlungen und Ergebnisse des Forums „Fischschutz und Fischabstieg“ vom Bundesumweltamt.

Bei der nun vorliegenden Lösung ohne Ausleitungsstrecke ist der Ansatz mit Horizontalrechen/Bypassklappe nach Gluch/Ebel baulich nicht umsetzbar.

Hinweis: Die damalige Lösung mit Horizontalrechen wurde ebenfalls vom Bund Naturschutz abgelehnt.

Abstand Rechenfeld - Fischaufstieg:

Der Abstand Rechenfeld und Ausstieg Fischaufstieg im Oberwasser liegt bei der jetzigen Planung unter 5 m. Diese wird noch entsprechend angepaßt. Aufgrund der sehr geringen Anstömungs- bzw. Zulaufgeschwindigkeiten von ca. 0,40 m/s ergeben sich keine Probleme im Bezug auf die ungewollte Passage des Rechenfeldes. Die Schwimmggeschwindigkeiten, auch für kleinere Fische, liegt deutlich über diesen Wert.

Hierzu ist vor allem festzustellen, dass ein Fisch, der über den Fischaufstieg hochgewandert ist bereits eine ganze Reihe von Engstellen (Schlitze) passiert hat, an denen wir davon ausgehen, dass eine Geschwindigkeit von deutlich über 1 m/s von den Fischen toleriert werden kann. Und nun wird suggeriert, dass deutlich weniger als ein Drittel dieser in der FAH tolerablen Geschwindigkeiten oberhalb der FAH ein Problem wäre, was nicht nachvollziehbar ist.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8

Seite: 11

Wehranlagen:

In den Plänen ist eine Segmentwehr mit Aufsatz dargestellt und im Erläuterungsbericht auf Seite 21 auch beschrieben.

Die Öffnung der Segmentwehre erfolgt bei Hochwasserabflüssen. Im Normalbetriebsfall wird das Überwasser über die aufgesetzten Wehrklappen abgeführt. Die Spülung des Bereiches vor dem Rechen erfolgt ebenfalls nur bei höheren Wasserabflüssen bei denen der Fischabstieg über die abgesenkten Wehrklappen in das 2 m tiefe und 15 m lange Tosbecken erfolgt. Die Drehpunkte der Segmentwehre mit Aufsatzklappen sind im Plan dargestellt. Diese Punkte sind in der Eingabeplanung noch nicht genau vermasst, die genaue Auslegung erfolgt im Zuge der Ausführungsplanung in Abstimmung mit der Lieferfirma der Segmentwehre.

Geschiebeableitung:

Die Geschiebetrift erfolgt im Bereich der üblichen Hochwasserführungen (Standort Felsentunnel MHQ = 37 m³/s). Da bei diesen Abflusssituationen die Wehrfelder und die Spülsysteme geöffnet sind, stellt die Wehrschwelle kein Geschiebehindernis dar. Die Situation bleibt diesbezüglich somit unverändert erhalten.

Spülvorgänge ausserhalb Hochwasserabflüssen sind nicht geplant und im Antrag so auch nicht beschrieben worden, diese Behauptung ist nicht richtig.

Über die Rechenanlage bzw. Turbinenanlage kann nur feinkörniges Kiesmaterial abgeführt werden (Körnung < 15 mm). Dies ist technisch möglich und wurde an der Anlage in Oberrach untersucht. Die Freispülung des Bereiches vor dem Rechenfeld erfolgt ebenfalls bei Bedarf nur bei Hochwasserabflüssen.

Eis- und Schneeräumung:

Zur Verhinderung von Eiseintrag in den Fischaufstieg kann vor dem Einlauf eine Treibgut bzw. Eisabweiser angeordnet werden. Zudem ist zu klären, inwieweit Schnee und Eis von einer Straße in ein natürliches Gewässer eingebracht werden dürfen (Salz- bzw. Chloridbelastung im Bereich der Straße).

Die Trennwand zum Fischaufstieg liegt zudem etwas über der Straßenoberkante, so dass das „Straßenwasser“ nicht in den Fischaufstieg und in das Gewässer gelangen kann.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8 Seite: 12

Die Maßnahme Felsentunnel mit Fischaufstieg ergibt somit auch eine besseren Gewässerschutz im Bezug auf die Einleitung von verunreinigten „Straßenwasser“.

Generell sind Eisbildungen in Aufstiegsanlagen nicht zu vermeiden. Durch die höheren Strömungen und Turbulenzen in den Becken sind komplette Beckenvereisungen nicht zu erwarten. Größere Eisbildungen im Gewässer werden über die Aufsatzklappen der Segmentwehr bei Bedarf ins Unterwasser abgeführt. Die Funktion der Segmentwehr auch bei Eisbildung wird durch die Beheizung der Seitenbleche verhindert. Es wäre auch denkbar ein „Belüftungssystem“ anzuordnen (aufsteigende Luftblasen verhindern die Eisbildung an den Wehrfeldern).

Zudem ist in den Wintermonaten der Abfluss in der Ramsauer Ache sehr gering, so dass auch die DWA M-509 Regelung gilt:

Die Funktion der Aufstiegsanlage muss zwischen Abflüssen Q30 (1,90 m³/s) und Q330 (8,3 m³/s) sichergestellt werden (Pegel Ilsank Q30 = 2,11 bzw. Q330 = 9,20 m³/s, NQ im Winter 0,60 m³/s Jahresreihe 1931 bis 2013, MNQ im Winter 1,93 m³/s). In den Wintermonaten, also während der Eisbildungszeit, sind die Abflüsse sehr oft unter 1,90 m³/s (< Q30), so dass die Funktion der Aufstiegsanlage nicht gewährleistet sein muss bzw. auch eingeschränkt sein kann.

Treibgutgreifer:

Zur möglichen Treibutbeseitigung wurde ein Hydraulikkran (z.B. der Fa. Unterreiner) angedacht. Dieser Hydraulikkran mit Greifer kann auch mit einem größeren Kranmodell ausgeführt werden (z.B. Pfafinger PK 27.002, bei Ausladung bis 20 m - Hublast 1 to)

3. Seite 54-66 geschwärzt

Am Felsentunnel wird kein sog. Schachtkraftwerk errichtet, dies wurde in den Eingabep länen und unseren Beschreibungen nicht so angegeben. Im Fall Felsentunnel handelt es sich um ein überstömtes Kraftwerk mit flach geneigtem Rechen. Dies sollte man nicht mit einem Schachtkraftwerk verwechseln.

Auf Seite 58 ist noch von einer 200 m langen Triebwasserleitung mit 2,40 m Durchmesser die Rede. Das ist nicht richtig. Es gibt keine Rohrleitung mehr - kein Ausleitungskraftwerk.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8 Seite: 13

Es wird zudem aufgeführt, dass 980 Haushalte versorgt werden können, im Antrag werden unsererseits 600 Haushalte ermittelt.

Es wurde auch nicht angegeben, dass der Wasserdurchsatz durchschnittlich 6,5 m³/s beträgt, sondern die maximale Ausbauwassermenge der Anlage ist 6,50 m³/s. Die Aussage des Autors ist falsch.

Bezüglich jährliche Verteilung der Wassermenge und Anlagenleistungen verweise ich auf den Leistungsplan. Es ist nicht üblich und notwendig monatliche Erzeugungen anzugeben.

Eine weitere Restwasserabgabe (ausser Wasserabgabe über Fischauf- und Abstiegsysteme) ist nicht abzugeben, da es sich um kein Ausleitungskraftwerk mehr handelt.

Es gibt auch keinen 220 m langen Turbinenauslauf.

Der Autor hat hier wohl falsche Unterlagen als Grundlage verwendet.

Zu Ausbaugrad (Qa/MQ) möchte ich noch sagen, dass dieser über den üblichen Wert von 1,0 liegt. Dies hat folgende Gründe:

Bei der vorhanden Fallhöhe von ca. 7 m ist ein Ausbaugrad > 1,0 durchaus üblich, da die Anlage einen großen Teil der Strommenge bei höheren Abflussmengen wirtschaftlich erzeugen kann.

Zudem liegen dann die Rechengeschwindigkeiten und somit der Fischschutz an der Anlage an den meisten Tagen unterhalb den maximal berechneten Werten. Dies kommt dem Fischschutz zugute.

Würde die Anlage z.B. auf nur 5 m³/s ausgebaut werden, würden sich folgende vergleichbare Daten am Rechenfeld ergeben:

Die Rechenfläche würde dann mit ca. $5,0/0,33 = 15,2$ m² umgesetzt, da diese Fläche vollkommen ausreichend für den Ausbau mit 5 m³/s wäre.

Die Normalgeschwindigkeit vor dem Rechenfeld ergibt sich dann bei Mittelwasser (4,70 m³/s) zu $v_N = 4,70/15 = 0,31$ m/s.

Bei der vorliegenden Ausbauplanung mit 6,5 m³/s, ergibt sich bei Mittelwasserabfluss ein Wert von $v_N = 4,7/19,5 = 0,24$ m/s << 0,31 m/s. Es ergibt sich somit eine Verbesserung des Fischschutz an der Anlage durch geringere Rechengeschwindigkeiten an über 240 Tagen im Jahr.

* Hoch- u. Tiefbau * Industriebau * Wasserbau * Statik * Wasserkraftanlagen *

Ingenieurbüro Ederer, Hauptstraße 7, 92699 Bechtsrieth

27.04.2020/AZ_8 Seite: 14

An den restlichen Tagen im Jahr bleibt der Fischschutz dann in etwa gleich. Das gleiche würde sich bei der Anströmung zum Rechen ergeben.

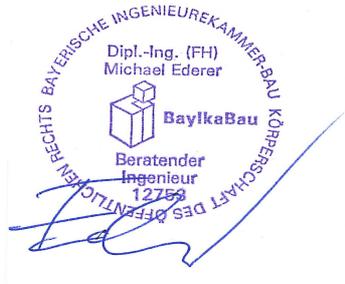
Da die Mindestwassermenge am Standort keine Rolle spielt (kein Ausleitungskraftwerk mit Ausleitungsstrecke), ist der höhere Ausbaugrad auch ökologisch nicht nachteilig.

Der Hydraulikkran kann Alternativ auch im Bereich des Technikraumes angeordnet werden. An dieser Stelle kann der Kran entsprechend abgesenkt angeordnet werden und ist somit im „Parkzustand“ nicht mehr sichtbar.

Festzustellen ist zudem, dass die zuständige Fachberatung für Fischerei Bezirk Oberbayern die gesamte Planung im Gutachten vom 03.09.2019 durchaus positiv beurteilt hat. Die im Gutachen der Fachberatung für Fischerei gemachten Anmerkungen werden entsprechend umgesetzt.

Die baulichen Anpassungen wurden in den Anpassungsplänen E-1, E-2 und E-3 mit Index 16.04.2020 bereits eingearbeitet, siehe Email vom 27.04.2020.

Mit freundlichen Grüßen



Dipl.-Ing. FH
Michael Ederer
Beratender Ingenieur

Anlagen:

Hydrologische Grundlagen - Jahreszahlen Pegel Ilsank (2007-2019)
Leistungsplan Jahreszahlen 1931-2006
Leistungsplan Jahreszahlen 2007-2019
Berechnung Höhenverluste
Berechnung Rechenverluste

WKA FELSENTUNNEL AN DER RAMSAUER ACHE

HYDROLOGISCHE GRUNDDATEN

Wasserdauerzahlen - Pegel Ilsank: Aeo = 122 km², Standort: Aeo = 110 km²;

Faktor: 110/122 = 0,90

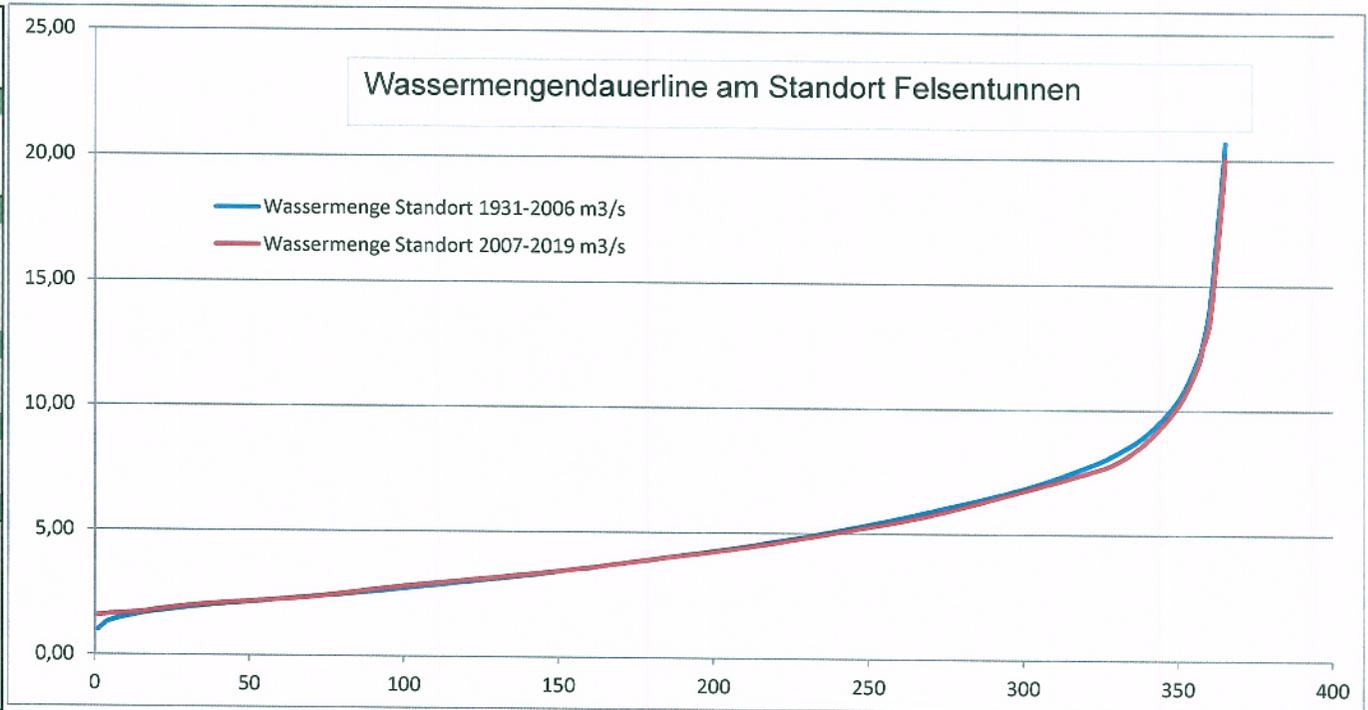
U-Tage	Wassermenge Ilsank m ³ /s 1931-2006	Faktor Aes/Aep m ³ /s	Wassermenge Standort Felsentunnel m ³ /s	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2007 (*)	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2008	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2009	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2010	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2011	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2012	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2013	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2014	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2015	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2016	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2017	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2018	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2019	Wassermenge Ilsank m ³ /s 2007-2019
1	1,11	0,90	1,00	2,44	2,37	0,87	2,06	2,39	2,26	2,60	2,06	0,60	0,51	0,80	1,35	2,35	1,74
5	1,51	0,90	1,36														
15	1,83	0,90	1,65														
20	1,94	0,90	1,75														
30	2,11	0,90	1,90	3,05	2,60	1,82	2,33	3,77	2,58	2,86	2,30	0,75	0,86	1,00	1,79	2,63	2,18
40	2,26	0,90	2,03														
70	2,61	0,90	2,35														
100	3,01	0,90	2,71														
150	3,79	0,90	3,41														
183	4,41	0,90	3,97	4,07	4,61	5,81	5,06	5,59	5,31	4,64	5,55	1,67	2,54	3,85	3,53	5,05	4,41
210	4,94	0,90	4,45														
240	5,68	0,90	5,11														
270	6,57	0,90	5,91	5,20	7,93	9,52	7,25	6,77	6,95	7,28	8,02	3,32	4,37	4,99	4,72	6,92	6,40
300	7,61	0,90	6,85														
320	8,57	0,90	7,71														
330	9,20	0,90	8,28	7,34	10,90	11,70	9,39	8,67	9,13	10,10	9,75	6,24	7,41	6,81	6,25	10,40	8,78
340	10,10	0,90	9,09														
350	11,60	0,90	10,44														
356	13,30	0,90	11,97														
358	14,20	0,90	12,78														
360	15,60	0,90	14,04														
363	19,80	0,90	17,82														
365	23,00	0,90	20,70														

MNQ	1,9	0,90	1,7	1,92	Abflüsse in m ³ /s, Jahresreihe 1931 bis 2013												
MQ	5,3	0,90	4,7	5,27	Abflüsse in m ³ /s, Jahresreihe 1931 bis 2013												
HQ1	30	1,00	30														
HQ100	105	1,00	105														

(*) Mittelwerte, die gesamte Tabelle für 2007 liegt exemplarisch für alle Jahre 2007 bis 2019 bei

WKA FELSENTUNNEL AN DER RAMSAUER ACHE

U-Tage	Wassermenge Standort 1931-2006 m3/s	Wassermenge Standort 2007-2019 m3/s
1	1,00	1,57
5	1,36	1,62
15	1,65	1,71
20	1,75	1,80
30	1,90	1,96
40	2,03	2,07
70	2,35	2,34
100	2,71	2,79
150	3,41	3,42
183	3,97	3,97
210	4,45	4,41
240	5,11	5,04
270	5,91	5,76
300	6,85	6,75
320	7,71	7,45
330	8,28	7,90
340	9,09	8,78
350	10,44	10,20
356	11,97	11,70
358	12,78	12,60
360	14,04	13,50
363	17,82	17,10
365	20,70	20,03



Pegel

Ilsank / Ramsauer Ache

Wasserstand

Abfluss

Abflusstafel

Stammdaten / Lagekarte / Bild

Hochwassermarken / Überschwemmungsgebiete

Statistik

Gebietsdaten / Laufzeiten

Statistik Ilsank / Ramsauer Ache

 Jahrbuchseite im PDF-Format

Wasserstand (Jahresreihe 1970 - 2013)

	Winter	Sommer	Jahr	
NW	25	33	25	cm
MNW	36	42	36	cm
MW	43	53	48	cm
MHW	76	100	101	cm
HW	112	144	144	cm

Höchste Wasserstände

Seit letzter Änderung des Pegelnullpunktes

1.	144 cm	12.08.2002
2.	141 cm	25.07.1972
3.	137 cm	02.06.2013
4.	129 cm	07.08.2002
5.	127 cm	03.06.2010

Jährlichkeiten der Hochwasserabflüsse (HQ_T)

Bemerkung: Inhomogenität im EZG: Karst !

HQ ₁	30 m ³ /s
HQ ₂	37 m ³ /s
HQ ₅	43 m ³ /s
HQ ₁₀	52 m ³ /s
HQ ₂₀	60 m ³ /s

Abflüsse (Jahresreihe 1931 - 2013)

	Winter	Sommer	Jahr	
NQ	0,6	1,3	0,6	m ³ /s
MNQ	1,93	3,16	1,92	m ³ /s
MQ	3,49	7,03	5,27	m ³ /s
MHQ	17,8	36,3	37,2	m ³ /s
HQ	55	85,2	85,2	m ³ /s

Höchste Abflüsse

im Beobachtungszeitraum

1.	85,2 m ³ /s	12.08.2002
2.	76,7 m ³ /s	02.06.2013
3.	66,3 m ³ /s	02.07.1954
4.	66 m ³ /s	07.08.2002
5.	65,5 m ³ /s	16.08.2005

LEISTUNGSPLAN - WKA FELSENTUNNEL AN DER RAMSAUER ACHE - STAND 2020

GRUNDDATEN-WASSERSTÄNDE-TURBINENLEISTUNG - DYNAMISCHES STAUZIEL 611,15 bis 611,65

Wasserdauerzahlen - Pegel Ilsank: Aeo = 122 km², Standort: Aeo = 110 km²; Faktor: 110/122 = 0,90

U-Tage	Wassermenge (*) Pegel Ilsank	Faktor Aes/Aep	Wassermenge Standort	FAH+FAB+Wehr (**) l/s	Turbine Neu	Volumenstrom Q/Qa	Fallhöhen Netto	Verluste m	Fallhöhen Netto	Eta T T 1	Leistung T 1	Eta G G 1	Leistung am G 1	Stunden h	Arbeit Einspeisung kWh
1	1,110	0,900	0,999	0,370	0,63	10%	7,15	0,02	7,13	0,00	0	0,000	0	24	0
5	1,510	0,900	1,359	0,370	0,99	15%	7,15	0,02	7,13	0,00	0	0,930	0	96	0
15	1,830	0,900	1,647	0,370	1,28	20%	7,15	0,02	7,13	0,83	74	0,940	70	240	16.725
20	1,940	0,900	1,746	0,370	1,38	21%	7,15	0,02	7,13	0,83	80	0,950	76	120	9.107
30	2,110	0,900	1,899	0,370	1,53	24%	7,15	0,02	7,13	0,84	90	0,950	85	240	20.482
40	2,260	0,900	2,034	0,390	1,64	25%	7,15	0,03	7,12	0,85	98	0,950	93	240	22.254
70	2,610	0,900	2,349	0,400	1,95	30%	7,15	0,04	7,11	0,89	121	0,950	115	720	82.755
100	3,010	0,900	2,709	0,450	2,26	35%	7,15	0,05	7,10	0,90	142	0,950	135	720	96.859
150	3,790	0,900	3,411	0,470	2,94	45%	7,15	0,06	7,09	0,90	184	0,950	175	1200	209.874
183	4,410	0,900	3,969	0,530	3,44	53%	7,15	0,07	7,08	0,91	217	0,950	206	792	163.540
210	4,940	0,900	4,446	0,580	3,87	59%	7,15	0,08	7,07	0,92	247	0,950	234	648	151.858
240	5,680	0,900	5,112	0,630	4,48	69%	7,15	0,09	7,06	0,92	286	0,950	271	720	195.339
270	6,570	0,900	5,913	0,670	5,24	81%	7,15	0,12	7,03	0,92	333	0,950	316	720	227.535
300	7,610	0,900	6,849	0,750	6,10	94%	7,15	0,15	7,00	0,91	381	0,950	362	720	260.689
320	8,570	0,900	7,713	1,213	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	480	182.399
330	9,200	0,900	8,280	1,780	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
340	10,100	0,900	9,090	2,590	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
350	11,600	0,900	10,440	3,940	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
356	13,300	0,900	11,970	5,470	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	144	54.720
358	14,200	0,900	12,780	6,280	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	48	18.240
360	15,600	0,900	14,040	7,540	6,50	100%	7,00	0,18	6,82	0,90	391	0,950	372	48	17.847
363	19,800	0,900	17,820	17,820	0,00	0%	6,80	0,18	6,62	0,90	0	0,950	0	72	0
365	23,000	0,900	20,700	20,700	0,00	0%	6,50	0,18	6,32	0,90	0	0,950	0	48	0

(*) Wasserzahlen 1931-2006

(**) Abgabe FAH+FAB Dynamisch Q30: 0,37 m³/s bis Q330: 0,90 m³/s

Mittlere Leistung

8.760

2.003.822

Einspeisung ca. 97% (3% Verluste)

1.943.708

LEISTUNGSPLAN - WKA FELSENTUNNEL AN DER RAMSAUER ACHE - STAND 2020

GRUNDDATEN-WASSERSTÄNDE-TURBINENLEISTUNG - DYNAMISCHES STAUZIEL 611,15 bis 611,65

Wasserdauerzahlen - Pegel Ilsank: Aeo = 122 km2, Standort: Aeo = 110 km2; Faktor: 110/122 = 0,90

U-Tage	Wassermenge Pegel Ilsank (*)	Faktor Aes/Aep	Wassermenge Standort	FAH+FAB+Wehr (**) l/s	Turbine Neu	Volumenstrom Q/Qa	Fallhöhen Netto	Verluste	Fallhöhen Netto	Eta T T 1	Leistung T 1	Eta G G 1	Leistung am G 1	Stunden	Arbeit Einspeisung
	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	%	m	m	m	kW			kW	h	kWh
1	1,74	0,90	1,57	0,37	1,20	18%	7,15	0,02	7,13	0,00	0	0,930	0	24	0
5	1,80	0,90	1,62	0,37	1,25	19%	7,15	0,02	7,13	0,81	71	0,930	66	96	6.323
15	1,90	0,90	1,71	0,37	1,34	21%	7,15	0,02	7,13	0,83	78	0,940	73	240	17.550
20	2,00	0,90	1,80	0,37	1,43	22%	7,15	0,02	7,13	0,83	83	0,950	79	120	9.464
30	2,18	0,90	1,96	0,37	1,59	24%	7,15	0,02	7,13	0,84	94	0,950	89	240	21.326
40	2,30	0,90	2,07	0,39	1,68	26%	7,15	0,03	7,12	0,85	100	0,950	95	240	22.741
70	2,60	0,90	2,34	0,40	1,94	30%	7,15	0,04	7,11	0,89	120	0,950	114	720	82.373
100	3,10	0,90	2,79	0,45	2,34	36%	7,15	0,05	7,10	0,90	147	0,950	139	720	100.333
150	3,80	0,90	3,42	0,47	2,95	45%	7,15	0,06	7,09	0,90	185	0,950	175	1200	210.516
183	4,41	0,90	3,97	0,53	3,44	53%	7,15	0,07	7,08	0,91	217	0,950	206	792	163.540
210	4,90	0,90	4,41	0,58	3,83	59%	7,15	0,08	7,07	0,92	244	0,950	232	648	150.444
240	5,60	0,90	5,04	0,63	4,41	68%	7,15	0,09	7,06	0,92	281	0,950	267	720	192.201
270	6,40	0,90	5,76	0,67	5,09	78%	7,15	0,12	7,03	0,92	323	0,950	307	720	220.895
300	7,50	0,90	6,75	0,75	6,00	92%	7,15	0,15	7,00	0,91	375	0,950	356	720	256.458
320	8,50	0,90	7,65	1,15	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	480	182.399
330	8,78	0,90	7,90	1,40	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
340	9,75	0,90	8,78	2,28	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
350	11,35	0,90	10,22	3,72	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	240	91.200
356	13,00	0,90	11,70	5,20	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	144	54.720
358	14,00	0,90	12,60	6,10	6,50	100%	7,15	0,18	6,97	0,90	400	0,950	380	48	18.240
360	15,00	0,90	13,50	7,00	6,50	100%	7,00	0,18	6,82	0,90	391	0,950	372	48	17.847
363	19,00	0,90	17,10	17,10	0,00	0%	6,80	0,18	6,62	0,90	0	0,950	0	72	0
365	22,25	0,90	20,03	20,03	0,00	0%	6,50	0,18	6,32	0,90	0	0,950	0	48	0

(*) Wasserzahlen 2007-2019

(**) Abgabe FAH+FAB Dynamisch Q30: 0,37 m3/s bis Q330: 0,90 m3/s

Mittlere Leistung **8.760**
Einspeisung ca. 97% (3% Verluste) **2.000.968**
1.940.939

WKA Felsentunnel: VERLUSTHÖHENBERECHNUNG

Wassermenge:		1500	4000	6500	l/s
Rechenverluste	Verlust 1	0,01	0,01	0,02	m
Einlaufverlust:	Rohr	1,30	1,30	1,30	m
	Fläche	1,33	1,33	1,33	m ²
	v	1,13	3,02	4,90	m/s
	Verlustbeiwert	0,06	0,06	0,06	gut ausgerunde Kanten
	Verlust 2	0,00	0,03	0,07	m
Rohrleitungsverlust:	Rohr	0	0	0	mm
	Fläche	0	0	0	m ²
	v	0,00	0,00	0,00	m/s
	Rauheit k	0	0	0	mm
	Re	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
	k/d	0,00E+000	0,00E+000	0,00E+000	-
	Länge	0	0	0	m
	Lamda	0,000	0,000	0,000	Diagramm
	Verlust 3	0,00	0,00	0,00	m
Saugrohrverluste	Rohr	1,30	1,30	1,30	m
	Fläche	1,33	1,33	1,33	m ²
	v	1,13	3,02	4,90	m/s
	Verlustbeiwert	0,06	0,06	0,06	
	Anzahl	1	1	1	
	Verlust 4	0,00	0,03	0,07	m
Krümmerverluste	Fläche	5,50	5,50	5,50	m ²
	v	0,27	0,73	1,18	m/s
	Verlustbeiwert	0,2	0,2	0,2	
	Verlust 5	0,00	0,01	0,01	m
Gesamtverlust:	Verlust 1-5	0,02	0,07	0,18	m
Fallhöhe-Brutto		7,15	7,15	7,15	m
Fallhöhe-Netto		7,13	7,08	6,97	m
		W30	MW	W330	
Oberwasser		611,150	611,370	611,650	
Unterwasser		604,000	604,220	604,500	
Fallhöhe-Brutto in m		7,150	7,150	7,150	

WKA FELSENTUNNEL - Rechenanlage 15 mm lichte Stabweite

Rechenanlage 15 mm											
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m ³ /s	Rechenbreite m	Rechenstablänge m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	vN-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m ²	Nettorechenfläche m ²	verbaute Fläche in m ²	Verbauungsgrad (-)
1	Rechenfeld 50/8/5	6,50	3,25	6,00	8,0	15	0,33	19,50	12,72	6,78	0,35

A Ermittlung Rechenverluste mit Verlustfaktor für Rechenverlegung, Verlegungsgruppe 2 - kv,2:					
	Rechenfeld		Rechenfeld		Rechenfeld
Stabprofilbeiwert	1,00		1,00		1,00
Verbauungsgrad des Rechens	0,35		0,35		0,35
Verlegungsgrad des Rechens	0,125		0,25		0,375
Verlustfaktor: kv,2:	1,619		2,710		4,463
Rechenverlust in m (*)	0,002		0,003		0,006
Rechenverlust in cm (*)	0,2		0,3		0,6
(*) Anströmung zum Vertikalrechen 35 Grad					

B Ermittlung Rechenverluste mit Verlustfaktor für Rechenverlegung, Verlegungsgruppe 1 - kv,1:					
	Rechenfeld		Rechenfeld		Rechenfeld
Stabprofilbeiwert	1,00		1,00		1,00
Verbauungsgrad des Rechens	0,35		0,35		0,35
Verlegungsgrad des Rechens	0,125		0,25		0,37
Verlustfaktor: kv,1:	1,517		3,817		9,743
Rechenverlust in m (*)	0,002		0,005		0,013
Rechenverlust in cm (*)	0,2		0,5		1,3
(*) Anströmung zum Vertikalrechen 35 Grad					