

**Baudirektion des Kantons Uri
Amt für Energie
Klausenstrasse 2
6460 Altdorf**

Wasserkraftnutzung Alpbach

3. Projektbeurteilung: Vollnutzung, Doppelnutzung und Variante KW Alpbach Süd

Stand 28. November 2017

Hauptsitz

IUB Engineering AG
Belpstrasse 48
Postfach
CH-3000 Bern 14
Tel. +41 31 357 11 11
Fax +41 31 357 11 12
info@iub-ag.ch
www.iub-ag.ch

Zweigniederlassungen

Altdorf

Hellgasse 23
CH-6460 Altdorf
Tel. +41 41 874 72 30

Fribourg

Route André Piller 33 a
Case postale 70
CH-1762 Givisiez
Tel. +41 26 460 24 11

Luzern

Obergrundstrasse 50
CH-6003 Luzern
Tel. +41 41 444 27 40

Meiringen

Kirchgasse 22
Postfach
CH-3860 Meiringen
Tel. +41 33 972 12 00

Otten

Riggenbachstrasse 6
Postfach
CH-4601 Otten
Tel. +41 62 296 00 64

Zürich

Heinrichstrasse 147
CH-8005 Zürich
Tel. +41 44 533 17 30

Impressum

Auftraggeber

Baudirektion Kt. Uri, Amt für Energie
Herr René Brand

Auftragnehmer

IUB Engineering AG, Bern
Markus Hager
Dr. Peter Billeter

Auflistung der Versionen und Änderungen

Version	Datum	Status
V 0.1	17.09.2017	Vorabzug
V 1.0	27.09.2017	Bereinigte und ergänzte Fassung
V 1.1	28.11.2017	Redaktionelle Ergänzungen und Korrekturen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Auftrag	4
1.2	Ausgangslage	4
1.3	Vorgehen	4
2	Grundlagen und Randbedingungen	5
2.1	Projekte der Wasserkraftnutzung	5
2.2	Doppelnutzung Energie- und Grundwassernutzung	5
2.3	Hydrologie und Wasserdargebot	5
2.4	Nutzwassermengen, Stand 2017	5
3	Technische Beurteilung Anlagenkonzepte	8
3.1	Konzept EWA, Nutzung ab Bodenberg	8
3.2	Konzept KW Alpbach Süd (KWAS), Nutzung ab Schopfen	9
3.3	Technische Beurteilung der Anlagenkonzepte	10
4	Kosten und Kostenvergleich	10
5	Leistungen und Energieproduktion	12
6	Wirtschaftlichkeit	13
7	Umwelt	14
8	Zusammenfassende Beurteilung	14

Anhang 1: Kostenschätzung KW Alpbach Süd

Anhang 2: Gesamttabelle Anlagenkennzahlen, Leistung, Energie, Gestehungskosten, KEV.

Verwendete Grundlagen

- [1] EWA (2007), Konzessionsgesuch KW Alpbach mit Konzessionsprojekt der Pöyry Energy AG
- [2] IUB Ingenieur-Unternehmung (2010), Wasserkraftnutzung Alpbach, Projektbeurteilung im Auftrag der BD Kt. Uri, AfE, 24.05.2010.
- [3] IUB Ingenieur-Unternehmung (2014), Wasserkraftnutzung Alpbach, 2. Projektbeurteilung, im Auftrag der BD Kt. Uri, AfE, vom 24.01.2014.
- [4] KW Alpbach AG (2013), KW Alpbach Süd, Konzessionsgesuch, Projekt der ITECO AG vom 08. Mai 2014
- [5] Alpbachtal Erstfeld, Vorschlag für eine Doppelnutzung Wasserkraft und Trinkwasser, Amt für Umwelt des Kt. Uri, 21.01.2016
- [6] Wasserkraftprojekte Alpbach, Abschätzung der nutzbaren Abflussvolumen, Geoplan AG, Juni 2017.

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Die Baudirektion des Kantons Uri beauftragte die IUB Engineering AG, Bern mit einer unabhängigen Beurteilung von Projekten zur Wasserkraftnutzung am Alpbach im Erstfelder Tal. Die Auftragserteilung geschah anlässlich einer Besprechung beim Amt für Energie (AfE) vom 23.06.2017, wobei die Leistungen mit einer Mail-Offerte der IUB vom 15. August 2017 noch weiter präzisiert wurden.

1.2 Ausgangslage

Für die Wasserkraftnutzung am Alpbach im Erstfeldertal konkurrieren seit Jahren mehrere Investoren. Die IUB hat bereits in den Jahren 2010 und 2013/2014 verschiedene Projekte der Wasserkraftnutzungen überprüft und bezüglich ihrer technischen Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit beurteilt. Die Überlegungen zur Wasserkraftnutzung v.a. unter Aufrechterhaltung der Trinkwassernutzung (Quellen der Wasserversorgung der Gemeinde Erstfeld) haben sich nun mit dem Vorschlag einer sogenannten Doppelnutzung im Jahr 2016 weiter entwickelt. Zudem wurde von der KW Alpbach AG ein neuer Nutzungsvorschlag KW Alpbach Süd (Schopfen – Spätach) eingefragt (frühere „untere“ Stufe der KW Alpbach AG, vgl. IUB-Bericht 2014), der die Quellen nicht tangiert. In vorliegendem Bericht wird nun:

- a) die Variante Alpbach Süd (Stand 08.05.2014) auf ihre technische Machbarkeit und die Güte der Kostenschätzung überprüft und
- b) die Wirtschaftlichkeit der Varianten „Bodenbergen – EWA“ sowie der Variante „Alpbach Süd“ für verschiedene Betriebskonzepte verglichen und bewertet. Es werden total 8 Varianten für die folgenden Nutzungskonzepte untersucht:
 - Voll- und Doppelnutzung mit dem Anlagenkonzept EWA, zwei Ausbauabflüsse (4.5 m³/s und 5 m³/s), Nutzwassermenge gemäss Bericht Geoplan 2017
 - Kleinnutzung ab Schopfen gemäss Konzept KW Alpbach Süd, wobei die Nutzwassermengen für einen Ausbauabfluss von 5.5 m³/s entsprechend dem Bericht Geoplan 2017 gewählt werden.

Die zu berücksichtigenden Nutzwassermengen der genannten 8 Varianten wurden wie erwähnt von der Geoplan AG im Jahr 2017 separat ermittelt. Die Produktionsberechnungen stützen sich direkt auf diese Wassermengen ab.

1.3 Vorgehen

Wie am 23.06.2017 besprochen und per e-Mail am 15.08.2017 präzisiert, sind folgende Leistungen und ein entsprechendes Vorgehen vorgesehen:

- 1) Besprechungen und Sichtung von Unterlagen.
- 2) Technische Beurteilung der Variante Alpbach Süd (inkl. Ermittlung Nettofallhöhe), technische Gegenüberstellung zur Variante EWA (deren Beurteilung bereits 2010 und 2014 vorgenommen wurde).
- 3) Überprüfung Kosten Variante Alpbach Süd, Hochrechnung der Kosten der Variante EWA (Stand 2007) auf den Zeitpunkt der Kostenschätzung KW Alpbach Süd (2014).
- 4) Berechnung von Produktion, Leistung und Gestehungskosten (Wirtschaftlichkeit nach Annuitätenmethode) von total 8 Nutzungsvarianten mit den von der Geoplan AG ermittelten Nutzwassermengen.
- 5) Beurteilung und Berichterstattung.

2 Grundlagen und Randbedingungen

2.1 Projekte der Wasserkraftnutzung

Der vorliegende Bericht stützt sich auf folgende zwei Anlagenkonzepte:

- a) Wasserkraftnutzung ab Bodenberg bis in den Talboden im Raum Hofstetten mit Wasserrückgabe in die Reuss, mit der Anlagenkonzeption gemäss dem Konzessionsprojekt des EWA aus dem Jahr 2007 (Projektverfasser Pöyry Schweiz AG).
- b) die Wasserkraftnutzung "KW Alpbach Süd" ab Schopfen bis in den Raum Taubach mit Wasserrückgabe in den Alpbach. Anlagenkonzeption gemäss Konzessionsgesuch der KW Alpbach AG vom Mai 2014 (Projektverfasser ITECO AG).

2.2 Doppelnutzung Energie- und Grundwassernutzung

Mit der sogenannten Doppelnutzung soll

- a) die Wasserkraftnutzung ab Bodenberg (Stutzschwelle) und
- b) die saisonale Trinkwassernutzung der drei Quellen Hellberg, Sagerberg und Schopfen möglich sein. Die Quellen würden nur im Winter genutzt und im Sommer ausgeleitet. Für diese Konzeption hat die Geoplan AG im Jahr 2017 für verschiedene Nutzungsvarianten bzw. Anlagekonzepte die Nutzwassermengen ermittelt die untenstehend näher beschrieben werden (vgl. Abschnitte 2.3 und 2.4).

2.3 Hydrologie und Wasserdargebot

Die hydrologischen Grundlagen, d.h. das Wasserdargebot, die Restwassermengen und das mittlere Nutzwasservolumen sind im Bericht der Geoplan AG vom Juni 2017 detailliert aufgearbeitet worden. Die hydrologischen Analysen basieren auf den Messdaten der BAFU-Messstationen vom 14.01.1960 bis 31.12.2016 wobei nur in der Periode 01.01.2007 bis 31.12.2016 die Stundenmittelwerte vorgelegen haben (1960 bis 2006 nur Tagesmittelwerte).

Da das Einzugsgebiet derzeit noch glazial geprägt ist (Vergletscherung rund 20 %) treten beim Abfluss v.a. bei Sonnenschein und hoher Nullgradgrenze starke Tagesschwankungen auf. Die Tagesmittelwerte überschätzen in solchen Fällen die Nutzwassermenge, da die Abflüsse über der Ausbauwassermenge nicht mehr gefasst werden können. Für die weitere Bestimmung der Energieproduktion wird deshalb von der auf Basis von Stundenmittelwerten berechneten mittleren Nutzwassermenge der Periode 2007 bis 2016 ausgegangen.

Die Auswertung des Wasserdargebots ergibt zusammen mit den Restwasserbedingungen die Nutzwassermenge, die in nachfolgenden Abschnitt 2.4 näher analysiert ist.

2.4 Nutzwassermengen, Stand 2017

Für die Projektbeurteilung 2010 wurden die Restwassermengen beim Fassungsstandort Bodenberg/Stutzschwelle mit dem AfU des Kantons Uri vorabgeklärt (vgl. Tabelle 1). Dies unter dem Vorbehalt der Trinkwasserbeeinflussung, der bestehenden Wassernutzungen und der Sicherstellung des Landschaftswerts. Diese provisorischen Werte lagen den Berechnungen der Nutzwolumina und den Anlagenbeurteilungen 2010 und 2014 der IUB zu Grunde, dies sowohl für den Fassungsstandort Bodenberg wie auch für Schopfen.

Im Zuge der Abklärungen zu Doppelnutzung wurden die Nutzwassermengen erneut mit dem Kanton abgeklärt und es wurden folgende Faktoren neu berücksichtigt:

- Restwasser im Winter unter Berücksichtigung der Trinkwasserbeeinflussung

- Restwasser im Sommer unter Berücksichtigung des Landschaftsbilds und des Landschaftswerts
- Minimaler Turbinierabfluss (relevant v.a. am Standort Schopfen, vgl. unten)
- Einschränkung der Entnahme zur Gewährleistung eines ausreichend transportfähigen Hochwasserabflusses (vgl. unten)

Zu erwähnen ist, dass für die verschiedenen Kraftwerksvarianten keine vollständigen Restwasserberichte vorliegen. Vorbehalten bleiben für alle Kraftwerksvarianten die Angaben eines vollständigen Restwasserberichts, die Restwasserbestimmung nach Artikel 31 Absatz 2 ff. GSchG und insbesondere auch die bestehenden Wassernutzungen (inkl. Privatquellen).

a) Restwasserabflüsse

Die Restwasserabflüsse gemäss Tabelle 2 sind in die Berechnung der Nutzwassermenge durch die Geoplan eingeflossen. Für die Varianten der Doppelnutzung wurde nebst dem Ausbaudurchfluss auch noch die Bandbreite der Restwasserabgabe in den Monaten September bis April variiert (bezeichnet als unterer und oberer Bereich).

Für die Kleinnutzung ab Fassungsstandort Schopfen wurden die Mindestrestwassermengen nach Artikel 31 Absatz 1 GSchG mittels Flächenfaktoren vom Fassungsstandort Bodenbergs hochgerechnet und mittels einer minimalen saisonalen Ausprägung ausgestaltet. Auch wurde die Möglichkeit einer Schutz- und Nutzungsplanung (SNP) angenommen. Mittels SNP können die Restwassermengen reduziert werden (Mehrnutzung) und mit dem Nutzungsverzicht zwischen Bodenbergs und Schopfen (Mehrschutz) kompensiert werden. Die entsprechenden Grundlagen liegen nicht vor und bleiben deshalb seitens AfU ausdrücklich vorbehalten.

Tabelle 1: Angenommen Restwasserabflüsse gemäss IUB-Berichten 2010 und 2014.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
l/s	130	130	150	180	300	390	390	390	250	180	150	130

Tabelle 2: Restwasserabschätzung gemäss Geoplan-Bericht Nutzwasser 2017

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
V1 - Vollnutzung Ausbauwassermenge: 4.5 m ³ /s	160	160	180	210	700	700	700	700	550	480	180	160
V2 - Vollnutzung Ausbauwassermenge: 5.0 m ³ /s	160	160	180	210	1000	1000	1000	1000	850	780	180	160
D1.1 - Doppelnutzung Ausbauwassermenge: 4.5 m ³ /s, unterer Bereich	180	180	200	230	700	700	700	700	550	480	200	180
D1.2 - Doppelnutzung Ausbauwassermenge: 4.5 m ³ /s, oberer Bereich	200	200	220	250	700	700	700	700	550	480	220	200
D2.1 - Doppelnutzung Ausbauwassermenge: 5.0 m ³ /s, unterer Bereich	180	180	200	230	1000	1000	1000	1000	850	780	200	180
D2.2 - Doppelnutzung Ausbauwassermenge: 5.0 m ³ /s, oberer Bereich	200	200	220	250	1000	1000	1000	1000	850	780	220	200
K1 - Kleinnutzung ohne SNP Ausbauwassermenge: 5.5 m ³ /s	140	140	175	210	350	455	455	455	295	210	140	140
K2 - Kleinnutzung mit SNP Ausbauwassermenge: 5.5 m ³ /s	115	115	115	140	200	270	270	270	200	110	140	115

Wie der Vergleich von Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigt, sind Restwasserabflüsse ab Bodenberg in den Monaten Mai bis September i.a. mehr als verdoppelt worden. Beim Fassungsstandort Schopfen hingegen, sind die Restwasserabflüsse in einer ähnlichen Grössenordnung geblieben wie im IUB-Bericht 2014 angenommen.

Die Auswirkung der Einflussfaktoren (b) Erhalt Transportkapazität im Hochwasserfall und (c) Mindest-Turbinierabfluss auf die Nutzwassermenge ist untenstehend näher beleuchtet.

b) Erhalt Transportkapazität im Hochwasserfall

Die Geoplan-Berechnung berücksichtigt, dass bei Hochwässern mit signifikantem Geschiebetrieb im Alpbach für den Hochwasserschutz (HWS) eine ausreichende Transportkapazität in der Flachstrecke (Taubach) vorhanden sein muss. Mit dem Anlagenkonzept Alpbach Süd geschieht die Rückgabe am oberen Ende der Flachstrecke, weshalb die Kleinnutzung die Transportkapazität nicht beeinträchtigt. Beim Konzept EWA (Voll- bzw. Doppelnutzung) erfolgt die Rückgabe in die Reuss, was den Abfluss in der Flachstrecke reduziert. Es wird deshalb vorläufig angenommen, dass ab Abflüssen von $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Bodenberg mit der Voll- und Doppelnutzung kein Wasser mehr gefasst werden darf.

Anhand der hydrologischen Auswertungen für den IUB-Bericht 2014 (Analyse auf Basis der Stundenmittelwerte 2003 - 2012) wurde untersucht, welche Nutzwasserverlust sich beim Fassungsstandort Bodenberg/Stutzschwelle durch diese Auflage ergeben. Es sind dies:

1. Bei Ausbaudurchfluss $Q_A = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$: Verlust Nutzwasser = 2.210 Mio. m^3
2. Bei Ausbaudurchfluss $Q_A = 5.0 \text{ m}^3/\text{s}$: Verlust Nutzwasser = 2.455 Mio. m^3

c) Mindest-Turbinierabfluss

Beim Anlagenkonzept EWA mit der Fassung Stutzschwelle ist ein flacher Druckstollen vorgesehen, der v.a. im Winter als Reservoir bzw. Speicherstollen genutzt werden kann. Bei diesem Nutzungskonzept muss folglich keine Bedingung an den Mindestnutzabfluss eingehalten werden, wie sie in der Berechnung Geoplan berücksichtigt wurde. Aufgrund der Stundenmittelwerte der Messstation Bodenberg (Hydrologie im IUB-Bericht 2014) konnte ermittelt werden, dass sich damit die Nutzwassermengen für die Voll- und Doppelnutzung geringfügig, d.h. um 0.315 Mio. m^3 erhöhen wird (vgl. auch Tabelle 3).

Tabelle 3: Mittlere Nutzwassermengen 2007 - 2016 als Basis der vorliegenden Beurteilung sowie Nutzwassermengen der Beurteilungen 2010 und 2014.

Variante	Nutzwassermenge 2017 [Mio. m^3/a]	Nutzwassermengen 2010/2014 [Mio. m^3/a]
V1 Vollnutzung $Q_A = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$	38.73 (+0.315) ^(#)	-
V1 Vollnutzung $Q_A = 5 \text{ m}^3/\text{s}$	35.50 (+0.315) ^(#)	47.45
V1.1 Doppelnutzung $Q_A = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, unterer Bereich	38.51 (+0.315) ^(#)	-
V1.2 Doppelnutzung $Q_A = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, oberer Bereich	38.33 (+0.315) ^(#)	-
V2.1 Doppelnutzung $Q_A = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, unterer Bereich	35.27 (+0.315) ^(#)	-
V2.2 Doppelnutzung $Q_A = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, oberer Bereich	35.09 (+0.315) ^(#)	-
K1 Kleinnutzung $Q_A = 5.5 \text{ m}^3/\text{s}$, ab Schopfen, ohne SNP	52.81	55.28 ^(##)
K1 Kleinnutzung $Q_A = 5.5 \text{ m}^3/\text{s}$, ab Schopfen, mit SNP	55.29	55.28 ^(##)

^(#) Mindestturbinierabfluss eingerechnet, ^(##) Ausbaudurchfluss ab Schopfen gem. IUB 2014: = $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Die obigen Umstände (Punkte a, b und c) führen dazu, dass die sich Nutzwassermenge einer Entnahme in Bodenberg gegenüber den bisherigen Auslegungen stark, d.h. um rund 25 % verkleinert (vgl. Tabelle 3). Die Nutzwassermenge einer Entnahme ab Schopfen bleibt in der Grössenordnung wie bisher angenommen. Dies bedeutet auch, dass die Wirtschaftlichkeit einer Nutzung ab Bodenberg gegenüber der Nutzung ab Schopfen deutlich weniger interessant werden wird.

3 Technische Beurteilung Anlagenkonzepte

Zur Zeit werden noch die folgenden beiden Anlagekonzepte verfolgt, die auch Bestandteil der vorliegenden Beurteilung sind. Abbildung 1 zeigt die beiden Anlagenkonzepte in der Übersicht.

- Anlagekonzept EWA/Pöyry gemäss Konzessionsprojekt 2006 mit der Voll- oder Doppelnutzung ab Bodenberg (Stutzschwelle).
- Anlagenkonzept KW Alpbach Süd/ITECO der KW Alpbach AG mit einer Kleinnutzung ab Schopfen.

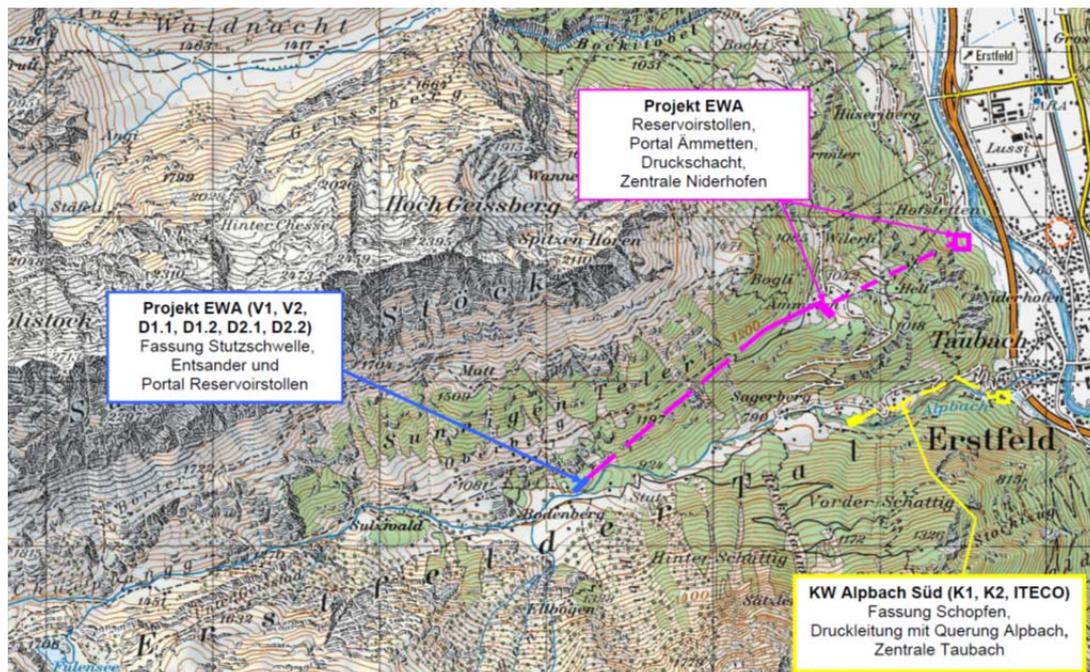


Abbildung 1: Situation der zwei Projektvarianten EWA und KW Alpbach AG.

Die verschiedenen Anlagenkonzepte wurden bereits 2010 und 2014 teilweise beurteilt. Das Konzept EWA und entsprechend dann auch dessen Beurteilung haben sich inzwischen nicht verändert. Die Beurteilung wird hier in verkürzter Form übernommen. Das Konzept KWAS entspricht näherungsweise der unteren Stufe der Konzessionsvorenfrage 2013, wobei diese Lösung bezüglich Linienführung und Rückgabe - neu in den Alpbach - optimiert wurde. Die untenstehende Beurteilung für das Konzept KWAS würdigt dies.

3.1 Konzept EWA, Nutzung ab Bodenberg

Bei Projektvariante EWA befindet sich der Fassungsstandort im Gebiet Bodenberg. Das Einzugsgebiet des Alpaches bis zum Fassungsort Stutzschwelle hat eine Fläche von 25.3 km². Die Fassungskote des EWA-Projekts liegt beim Stauziel von 987.8 m ü.M.

Beim Projekt EWA ist eine Fassung vom Typ Umlenkfassung vorgesehen. Dabei soll eine 12 m breite Wehranlage mit regulierten Kies- und Hochwasserentlastungen erstellt werden. Als Bemessungshochwasser wurde die Abflussmenge $HQ_{500} = 150 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt. Neben der Wehranlage wird ein Fischpass mit natürlichen Becken und Steinschwellen erstellt, damit Fische und Kleintiere das Fassungsbauwerk umgehen können.

Der nachfolgende Entsander besteht aus zwei Becken die separat ausser Betrieb genommen werden können, so dass aus jedem Becken das abgesetzte Geschiebe wieder in den Bach zurück gespült werden kann. Der Standort des Fassungsbauwerkes und die Abmessungen der Entsanderbecken wurden so gewählt, dass das abgesetzte Geschiebe in einer steilen Partie in den Bach zurück gespült wird, dieses somit bei hohem Bachabfluss mitgetragen wird und sich kein Material lokal ablagern kann.

Der Triebwasserweg besteht aus einem Stollen im Kreisprofil der bergmännisch in der linken Talflanke aufgeföhren wird. Vorgesehen ist, den Stollen sowohl als Druckstollen wie auch als Reservoirstollen zu betreiben (v.a. im Winter). Der Stollen hat entsprechend ein geringes Geföhle und mündet in einem Wasserschloss mit anschliessender Drosselkammer und einem Schrägschacht. Dieser ist als Rohleitungsschacht mit einer Stahlleitung ($D_N = 1.10 \text{ m}$) ausgeföhrt, womit die Druckleitung und die Aggregate im Raum Wasserschloss auch im Winter zugöhnglich bleiben.

Der Druckschacht und der Druckstollen werden mit einer Tunnelbohrmaschine von der Kraftwerkzentrale her nacheinander ausgebrochen. Die Schutterung immer über die Zentrale. Das Ausbruchmaterial wird neben der Zentrale bei der bestehenden Kiesaufbereitungsanlage Epp zwischengelagert und für die Wiederverwendung aufbereitet.

Mit dem Triebwassersystem kann ein Bruttogeföhle von 523 m genutzt werden, die Nettofallhöhe bei Ausbauwassermenge wird mit 503 m angegeben, was plausibel ist. Der Druckstollen wird in Zeiträumen mit wenig Wasseranfall als Reservoirstollen genutzt, damit die Energieproduktion in Zeitabschnitten mit grossem Energiebedarf erfolgen kann. Dabei nimmt das Nettogeföhle leicht ab.

Die neue Zentrale wird am linken Reussufer im Bereich Hofstetten erstellt. Sie wird mit zwei identischen Peltonturbinen mit je einer Betriebswassermenge von $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, total $Q_A = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ und installierter Leistung von $2 \times 11 \text{ MW}$ eingerichtet. Die Laufradkote liegt auf 464.80 m ü.M. Die Energieableitung erfolgt von den Trafos auf das 50-kV-Netz. Das Nutzwasser fliesst anschliessend via Unterwasserkanal in die Reuss.

Das Projekt hat einen guten Projektierungsstand, die konzeptuellen und technischen Lösungen sind gut durchdacht und angemessen ausgearbeitet bzw. dargestellt.

3.2 Konzept KW Alpbach Süd (KWAS), Nutzung ab Schopfen

Das Anlagenkonzept des Konzessionsgesuchs der KW Alpbach AG für das Kraftwerk Alpbach Süd besteht aus folgenden Elementen:

- Fassung im Gebiet Schopfen auf einer Kote von ca. 730 m ü.M. mit einer Überleitung in orographisch linker Richtung zu einem erdüberdeckten Sandfang. Angedacht ist eine Tiroler-Fassung. Fassungsbauwerk, Kies- und Sandfang und die Spülvorrichtungen sind nur textlich beschrieben und planlich nicht weiter ausgearbeitet.
- Erdverlegte Druckleitung linksufrig des Bachs mit einer Länge von ca. 900 m (i.a. in Alpwiesen geföhrt, mit einigen Wegquerungen. Diese erdverlegte Leitungsföhrtung - die als unproblematisch zu betrachten ist - geht bis zu einem Felsband dort, wo der Alpbach vor der Mündung auf die Flachstrecke (d.h. auf seinen Aufladungskegel im Talboden) tief eingeschnitten ist. Vorgesehen ist eine Überwindung dieses Felsband mit einer offenen, über an der Felswand verankerten Leitungsföhrtung und die anschliessende Unterquerung des Alpbachs. Die offene Linienföhrtung über das landschaftlich relevante Felsband hinweg wird als heute kaum bewilligungsföhig erachtet.
- Die Zentrale ist rechtsufrig des Alpbach im Raum Spätach des Weilers Taubach vorgesehen, die Laufradkote wird mit 486 m ü.M. angegeben, was als realistisch betrachtet wird. Die Ausbauwassermenge beträgt $5 \text{ m}^3/\text{s}$, das Nettogeföhle wird mit 232 m angegeben. Das Maschinenkonzept ist noch nicht weiter ausgearbeitet, sieht aber 2 entweder gleiche Maschinen oder eine grosse und eine kleine Maschinengruppe vom Typ mehrdüsig Peltonmaschinen vor. Beide Konzepte erlauben die Verwendung von Standard-Maschinen der Art Compact Hydro o.ä. Die Wasserrückgabe erfolgt über einen Unterwasserkanal oberhalb der Fassung des (HWS-bedingt zurückzubauenden) Kleinkraftwerks Spätach. Die Stromableitung erfolgt zu einer rund 100 m entfernten Hochspannungsfreileitung, deren Spannungsebene nicht angegeben ist.

Das Anlagenkonzept wird mit den untenstehenden Anmerkungen bzw. Ergänzungen als realistisch, machbar und interessant beurteilt. Der derzeitige Bearbeitungsstand ist aber bescheiden und entspricht sicher nicht dem Stand eines Konzessions- oder Vorprojekts. Dies erschwert auch etwas den Vergleich mit dem Projekt des EWA für die Vollnutzung ab Bodenberghaus, das deutlich besser und detaillierter ausgearbeitet worden ist.

Um einen Wirtschaftlichkeitsvergleich durchführen und dazu die Baukosten realistisch schätzen zu können, wurden eigene Konzeptüberlegungen und Grobdispositionen vorgenommen und es wurden Erfahrungen von ähnlichen Anlagen verwertet (KW Bristen, KW Schächen, KW Oberrickenbach, KW Giessbach, etc.). Auf Basis dieser Überlegungen wurden dann die Anlagekosten ermittelt. Folgende Anpassungen wurden vorgenommen:

- (1) Das Einhalten eines Nettogefälles von 232 m wird mit einer Druckleitung DN1200 voraussichtlich nur dann möglich sein, wenn unrealistisch tiefe Reibungsverluste angesetzt werden. Angemessen ist hier ein Durchmesser von DN1400, womit sich Reibungsverluste von 9 bis 10 m ergeben, dies für den von ITECO gewählten Ausbaudurchfluss von 5.0 m³/s wie auch für den nach Geoplan möglichen Abfluss von 5.5 m³/s. Zusammen mit den realistischen 2 m Fallhöhenverlust bei Tirolerfassung und Sandfang ergeben sich dann Fallhöhenverluste von rund 12 m (oder 5 % der Bruttofallhöhe) und es wird die angestrebte Bruttofallhöhe von 232 m erreicht. Eine solche Auslegung wird bei der derzeitigen Bearbeitungsstufe als angemessen angesehen. Sie wurde so auch in der Kostenschätzung berücksichtigt.
- (2) Für die Überwindung des Felsbands wird von einer unterirdischen Lösung mit flachen einem Rohrstollen von ca. 50 m und einem mit Raise-drill oder Alimak aufgefahrenen Schacht mit einer Höhe von rd. 50 m ausgegangen. Dies wird ebenfalls in der Kostenschätzung eingerechnet.

Weiter ist zu erwähnen, dass der Kanton Uri Hochwasserschutzmassnahmen am Unterlauf des Alpachs vom Beginn des Schwemmkegels bis zur Mündung in die Reuss. Dabei vorgesehen sind auch ein Geschiebesammler mit einer Sperre am Ende des in den Fels eingeschnittenen Schluchtabschnitts oberhalb des Beginns des Kegels und ein Gerinneausbau dort, wo ITECO die Wasserrückgabe vorgesehen hat. Der Zentralenstandort wie auch die Querung des Alpachs sind noch auf dieses Projekt abzustimmen. Die vorgesehene Laufradkote bleibt aber dennoch realistisch (bzw. könnte ev. auch noch leicht tiefer liegen). Wenn eine zeitliche Koordination dieser Projekte möglich wäre (was aber aus heutiger Sicht nicht wahrscheinlich ist), so könnten folgende Synergien genutzt werden:

- Kraftwerkzentrale im oder am rechten Widerlager der Sperre (dient dann auch gleich als Stützkörper der Sperre)
- Einziehen der Druckleitung für die Alpbach-Querung in den Sperrenfuss.

Letzteres ist auch dann machbar, wenn das Hochwasserschutzprojekt deutlich vor der Kraftwerksanlage realisiert wird.

3.3 Technische Beurteilung der Anlagenkonzepte

Sowohl die Vollnutzung ab Bodenbergs nach dem Konzept EWA/Pöyry wie auch die Kleinnutzung ab Schopfen nach dem Konzept KW Alpbach AG/ITECO werden aus konzeptueller und technischer Sicht als gut machbar und aus Energiewirtschaftlicher Sicht als einigermassen interessant betrachtet (siehe dazu Kap. 5).

4 Kosten und Kostenvergleich

Die Investitionskosten für das Projekt EWA/Pöyry wurden dem Konzessionsdossier 2007 entnommen und in den Beurteilungen 2010 und 2014 bereits überprüft und plausibilisiert. Auf eine erneute Plausibilisierung wird deshalb verzichtet. Aufgrund der langen Zeitdauer seit der Konzessionseingabe wird aber die Teuerung eingerechnet, wobei diese wie folgt unterschieden wird:

- Teuerung Bau: Baupreisindex Schweiz, BFS
- Teuerung Ausrüstung (Elektromechanik): Importpreisindex BFS
- Teuerung auf Planerhonoraren: KBOB, Nominallohnindex
- Teuerung Allgemeinkosten: Landesindex Konsumentenpreise, LIK

Auffallend ist dabei der Kostenrückgang für die Ausrüstung, was auf die Euro-Abwertung zuzuführen ist und sich mit den Erfahrungen der IUB deckt. Die hochgerechneten Anlagekosten wie auch die Teuerung mit den verwendeten Indices sind in Tabelle 4 zu finden.

Tabelle 4: Anlagekosten Vollnutzung nach Konzept EWA/Pöyry unter Berücksichtigung der Teuerung.

Objekte	Kosten Projekt EWA Stand 2006 [CHF]	Preisänderung 2006 - 2017	Kosten Projekt EWA Stand 2017 [CHF]
Fassungsbauwerk	3'240'000	9.0%	3'530'000
Triebwasserwege	18'240'000	9.0%	19'873'000
Zentrale	3'250'000	9.0%	3'541'000
Elektromechanik	15'710'000	-9.9%	14'162'000
Planungskosten	4'450'000	10.3%	4'909'000
Unvorhergesehenes	4'040'000	9.0%	4'402'000
Allgemeine Kosten	2'220'000	1.4%	2'251'000
Total	51'150'000		52'670'000
Preisänderungen 2006 - 2017		<i>Index / Teuerung</i>	
Bauteuerung	April 2006	97.2	
Baupreisindex BFS	April 2017	105.9	
Zentralschweiz , Tiefbau	Teuerung Bau	9.0%	
Teuerung Elektromechanik			
Importpreisindex BFS	2006	111.6	
Gruppe 28.12, hydraulische und pneumatische Maschinen	2016	100.6	
	Teuerung EM	-9.9%	
Allgemeinkosten	April 2006	100.9	
BFS; Landesindex der Konsumentenpreise (LIK)	April 2017	102.3	
	Teuerung Bau	1.4%	
Planerkosten	2006	117.8	
KBOB, Empfehlung Planerhonoreare,	2016	133	
Teuerung nach Nominallohnindex, wobei nur 80% teuerungsberchtigt	Teuerung Planer	10.3%	

Auf Basis dieser Zusammenstellung werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung **die Anlagekosten der Anlage EWA auf 52.67 Mio. CHF** veranschlagt.

Bei einer Nutzung ab Bodenbergs/Stutzschwelle ist die Nutzungseinbusse bei den unterliegenden Quellen dem Gemeindewerk Erstfeld zu entschädigen. Die Guyer + Kiener AG (Bern) hat entsprechende Abschätzungen vorgenommen und diese 2017 für die Doppelnutzung aktualisiert. Es wird von einer einmaligen Entschädigung ausgegangen, die derzeit wie folgt veranschlagt wird:

3. Vollnutzung ab Bodenbergs/Stutzschwelle: 3.260 Mio. CHF
4. Doppelnutzung ab Bodenbergs/Stutzschwelle: 3.093 Mio. CHF

Diese Kosten fallen beim Konzept EWA noch zusätzlich bei den Anlagekosten an und sind in der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung zu berücksichtigen.

Die Kosten für das Projekt KW Alpbach Süd wurden gemäss dem Konzept der ITECO und unter Berücksichtigung der Änderung gemäss Abschnitt 3.2 unabhängig berechnet. Damit lässt sich auch die Kostenschätzung im Konzessionsgesuch von 2014 plausibilisieren. Die von der IUB geschätzten Hauptpositionen sind untenstehend zu finden. Die detaillierte Zusammenstellung ist in Anhang 1 angefügt.

Die ITECO schätzt die Investitionskosten der Anlage (d.h. die gesamten Anlagekosten im Jahr 2014) auf 33.0 Mio. CHF exkl. MWSt., die von der IUB vorgenommene Schätzung per 2017 kommt auf 33.7 Mio. CHF (vgl. Tabelle 5). Die Kostenschätzung der ITECO kann folglich bestätigt werden. Die Differenz lässt sich durch die Teuerung und durch die Kostenunschärfe des derzeitigen Projektierungsstands problemlos begründen. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden für das **Konzept Alpbach Süd Anlagekosten von 33.7 Mio. CHF** verwendet.

Tabelle 5: Anlagekosten Kleinnutzung ab Schopfen Konzept KW Alpach Süd/ITECO (Stand 2017).

KW Alpach Süd		[CHF]
Kostenzusammenzug		
Fassung (Bau und Stahlwasserbau)		4'600'000
Druckleitung (Tiefbau und Druckleitung)		7'000'000
Zentrale (Bau und Stahlwasserbau)		2'100'000
Zentrale Elektromechanische Ausrüstung		8'100'000
Total Baukosten		21'800'000
Unvorhergesehenes 20% der Baukosten		
Ökologische Ersatzmassnahmen		1'000'000
Planung, UVB, Umweltbaubegleitung 17% der Baukosten		3'710'000
Aufwand Bauherrschaft 5% der Baukosten		1'090'000
Bauzinsen 3%		650'000
Gebühren, Entschädigungen, Land und Rechte 5%		1'090'000
Total Allgemeinkosten (total 30 % von Kosten Bau + EM)		7'540'000
Total Anlagekosten KW Alpach Süd		33'700'000
Aufschlüsselung nach Gewerken und Leistungen		
Baumeister und Leitungsbau		11'960'000
Stahlwasserbau		1'740'000
Elektromechanik		8'100'000
Unvorhergesehenes		4'360'000
Allgemeinkosten		7'540'000

5 Leistungen und Energieproduktion

Basierend auf dem Wasserdargebot gemäss Abschnitt 2.4 wurden die Leistung und die jährlichen Energieproduktionen für die verschiedenen Nutzungsvarianten und Anlagekonzepte ermittelt. Die wichtigsten Kennzahlen sind in Tabelle 6 zu finden.

Tabelle 6: Kennzahlen, Leistung, Energieproduktion und Anlagekosten der untersuchten Varianten

Nutzungsvarianten	Anlagenkonzept	Bruttofallhöhe H_B	Ausbau durchfluss Q_A [m ³ /s]	Gefällsverlust Δz_R	Nettofallhöhe H_N	Wirksamkeitsgrad η	Leistung nominal bei Q_A [MW]	Mittlere Nettoleistung [MW]	Nutzvolumen pro Jahr [m ³]	Energie pro Jahr [kWh]	Anlagekosten [Mio CHF]
V1	EWA / Pöry	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.2	39'045'000	45'490'305	52.67
V2	EWA / Pöry	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.8	35'815'000	41'727'116	52.67
D1.1	EWA / Pöry	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.2	38'825'000	45'233'988	52.67
D1.2	EWA / Pöry	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.1	38'645'000	45'024'275	52.67
D2.1	EWA / Pöry	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.7	35'585'000	41'459'149	52.67
D2.2	EWA / Pöry	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.7	35'405'000	41'249'436	52.67
K1	KWAS/ITECO	244	5.5	12	232	0.85	10.6	3.2	52'810'000	28'378'510	33.70
K2	KWAS/ITECO	244	5.5	12	232	0.85	10.6	3.4	55'290'000	29'711'187	33.70

Die Kleinnutzung ab Schopfen bringt bezüglich maximaler Leistung nur rund die Hälfte der Voll- und Doppelnutzung ab Bodenbergl. Bedingt durch die eher tiefen Nutzwassermengen bei einer Fassung Bodenbergl beträgt die Energieproduktion ab Schopfen noch rund Zweidrittel der Voll- oder Doppelnutzung ab Bodenbergl. Wie untenstehend gezeigt, hat dies eine signifikante Auswirkung auf die Anlagenwirtschaftlichkeit.

Im Zuge der Berichtsbereinigung ist noch die Frage nach der Saisonalität des Wasserdargebots bzw. der Energieproduktion aufgetreten. Anhand der hydrologischen Daten der Jahre 2003 bis 2013, wie sie für den IUB-Bericht 2014 verwendet worden sind, lässt sich ermitteln dass rund 87 % des Wasserdargebots und auch der Energieproduktion im Sommerhalbjahr (April bis September) anfallen wird.

6 Wirtschaftlichkeit

Auf der Basis der Nutzwassermengen gemäss Ermittlung der Geoplan AG und den ermittelten Nettofallhöhen wird die mittlere jährliche Stromproduktion für die Jahre 2007 bis 2016 bestimmt. Die Wirtschaftlichkeit wird nach der Annuitätenmethode (d.h. über die Jahreskosten) auf Basis der in Abschnitt 5 dargelegten Anlagekosten bestimmt, wobei den Berechnungen die folgenden Parameter zugrunde gelegt werden:

- Konzessionsdauer (Amortisationsdauer): 60 und 80 Jahre
- erhöhter Wasserzins: CHF 110.-/kW mittlere Bruttoleistung
- Diskontsatz (WACC): 4 % und 5 %
- Kosten Betrieb und Unterhalt total 1.5 und 2 % der Anlagekosten

Bei den Anlagekosten der Voll- und Doppelnutzung werden die Gestehungskosten mit und ohne Abgeltung an die Gemeindewerke Erstfeld berechnet. Die wichtigsten Daten und die Gestehungskosten sind in untenstehender Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Leistung, Energie und Gestehungskosten sowie des KEV-Abgeltung der untersuchten Varianten

Nutzungs- und Anlagenvarianten am Alpbach <small>- Nutzvolumina gemäss Geoplan 2017 - Fallhöhen und Kosten gemäss IUB, 2010, 2013 und 2017</small>					Diskontsatz (WACC) [%]		5 110		4 110		Voll- und Doppel- nutzung: Kosten inkl. Abgeltung 3.260 bzw. 3.093 [Mio. CHF]	5 110		KEV total [Rp./kWh]	Wasser- zins [CHF/a]	
Nutzungs- varianten	Anlagenkonzept	Brutto- fall- höhe H _b	Ausbau- durch- fluss Q _A [m ³ /s]	Mittlere Netto- leistung [MW]	Nutzvolumen pro Jahr [m ³]	Energie pro Jahr [kWh]	Anlage- kosten [Mio CHF]	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]	2 80		4 1.5 80	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]			
V1	EWA / Pöyry	523	4.5	5.2	39'045'000	45'490'305	52.67	10.0	9.8	8.4	8.1	55.93	10.3	8.5	10.05	698'751
V2	EWA / Pöyry	523	5.0	4.8	35'815'000	41'727'116	52.67	10.7	10.5	9.0	8.7	55.93	11.1	9.2	10.12	640'946
D1.1	EWA / Pöyry	523	4.5	5.2	38'825'000	45'233'988	52.67	10.0	9.8	8.4	8.2	55.76	10.3	8.5	10.05	694'813
D1.2	EWA / Pöyry	523	4.5	5.1	38'645'000	45'024'275	52.67	10.1	9.8	8.5	8.2	55.76	10.3	8.6	10.06	691'592
D2.1	EWA / Pöyry	523	5.0	4.7	35'585'000	41'459'149	52.67	10.8	10.6	9.1	8.8	55.76	11.1	9.2	10.13	636'830
D2.2	EWA / Pöyry	523	5.0	4.7	35'405'000	41'249'436	52.67	10.8	10.6	9.1	8.8	55.76	11.1	9.2	10.14	633'609
K1	KWAS/ITECO	244	5.5	3.2	52'810'000	28'378'510	33.70	10.2	10.0	8.6	8.3				10.67	440'921
K2	KWAS/ITECO	244	5.5	3.4	55'290'000	29'711'187	33.70	9.8	9.6	8.3	8.0				10.61	461'627

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, ist die Kleinnutzung ab Schopfen je nach Variante und Parameter der Berechnung in etwa gleichwirtschaftlich oder auch tendentiell leicht wirtschaftlicher als die Voll- oder Doppelnutzung ab Bodenbergl. Im Vergleich zur Beurteilungen 2014 haben die Gestehungskosten der Nutzung ab Bodenbergl um rund 0.6 Rp./kWh zugenommen, was v.a. auf die höheren Restwassermengen und den durch den Hochwasserschutz bedingten Produktionsstopp bei Abflüssen über 7.5 m³/s zurückzuführen ist.

Dies bedeutet, dass das energiewirtschaftlich an sich sinnvollere, da das Hydropotential im Erstfeldertal besser nutzende Anlagenkonzept ab Bodenbergl mit den neuen Randbedingungen nun bezüglich der Gestehungskosten eher ungünstiger abschneidet, als die Kleinnutzung ab Schopfen.

Wird bei der Voll- und Doppelnutzung die Entschädigung für Einbussen bei der Trinkwassernutzung eingerechnet, so steigen deren Gestehungskosten weiter, um rund 0.5 Rp./kWh an, womit diese Nutzung gegenüber der Kleinnutzung klar weniger wirtschaftlich wird.

Die Wirtschaftlichkeit der beiden Projekte wird von beiden Investoren für die jeweiligen Anlagenkonzepte als gegeben erachtet. Dies ist insofern etwas zu hinterfragen, als dass mit der per 01.01.2017 erneuerten Energieverordnung die Einspeisevergütung weiter reduziert worden ist. Die aktuellen KEV-Werte für Anlagen, die nach dem 01.01.2017 in Betrieb gehen und die nicht vor diesem Datum einen positiven Bescheid erhalten haben, gelten die KEV-Vergütungen gemäss Tabelle 7. D.h. die Voll- und Doppelnutzung ist auch gegenüber der KEV nur knapp wirtschaftlich. Die Wirtschaftlichkeit der Kleinnutzung ist zumindest in den ersten 20 Jahren der KEV-Förderung einigermassen gegeben.

Was die Wertigkeit der Energie betrifft hat die Anlage des EWA aufgrund der als Reservoireinstellen nutzbaren Flachstrecke der Druckleitung einen leichten Vorteil; im Winter können die kleinen Zuflüsse bei den täglichen Bedarfsspitzen abturbiniert werden. Beim Anlagenkonzept des KW Alpbach Süd besteht keine Speichermöglichkeit.

7 Umwelt

Die Umweltauswirkungen werden hier nur summarisch gestreift.

Die massgebliche Umweltbeeinträchtigung eines Anlagenkonzepts EWA mit Fassung ab Bodenberg ist die Beeinträchtigung des Grundwasserträgers und dessen Quellanutzung unterstrom der Fassung. Weiter bedeutsam ist die Rückgabe direkt in die Reus und die dadurch bedingte Auswirkung auf die Geschiebe-Transportkapazität des Alpbachs in der Flachstrecke. Vorteilhaft ist, dass der Bau des Triebwasserwegs ohne grössere Eingriffe unterirdisch und ab dem Talboden erfolgt. Oberflächliche Eingriffe geschehen bei der Fassung, in begrenztem Umfang beim Wasserschloss und bei der Zentrale.

Bezüglich der Auswirkungen auf das Grund- und Oberflächenwasser ist das Anlagenkonzept KW Alpbach Süd günstiger. Aufgrund der Schluchtstrecke sind die Auswirkungen auf das Landschaftsschutzgebiet geringer. Grössere Umweltauswirkungen hat aber die offene Bauweise der erdverlegten Druckleitung die - zusammen mit dem Eingriff bei der Fassung - zu einer erhöhten Bautätigkeit im Erstfeldertal selbst führt.

8 Zusammenfassende Beurteilung

Aufgrund der obigen Ausführungen ist zusammenfassend folgendes festzustellen.

- 1.) Die beiden Anlagekonzepte mit der Voll- und Doppelnutzung ab Bodenberg und der Kleinnutzung ab Schopfen werden als technisch machbar erachtet. Die Kosten der Nutzung ab Bodenberg wurden bereits früher plausibilisiert (IUB, 2010 und 2014) und sind mit der Teuerung bis 2017 berücksichtigt. Die vorliegende Beurteilung erhärtet nun auch die Kostenschätzung für die Kleinnutzung ab Schopfen.
- 2.) Aufgrund der durch die Geoplan AG auf Basis von aktuellen Restwasserbedingungen ermittelten Nutzwassermengen erweisen sich die Voll- und Doppelnutzung ab Bodenberg und die Kleinnutzung ab Schopfen als ähnlich wirtschaftlich, was die Gesteungskosten betrifft. Aufgrund der hohen, den kombinierten Anforderungen aus Gewässer-, Landschafts- und Hochwasserschutz geschuldeten Wasserabgabe bei einer Fassung im Raum Bodenberg ist die Nutzung ab Schopfen tendentiell leicht wirtschaftlicher.
- 3.) Wird bei der Voll- und Doppelnutzung noch zusätzlich die Entschädigung für Einbusen bei der Trinkwassernutzung eingerechnet, so wird diese gegenüber der Kleinnutzung klar weniger wirtschaftlich.
- 4.) Die Voll- und die Doppelnutzung unterscheiden sich bezüglich Energieproduktion bei vergleichbaren Ausbaudurchflüssen nur unwesentlich. Bei den vorgegebenen Restwasserdotierungen erweist sich der geringere Ausbaudurchfluss von $Q_A = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ab Bodenberg als wirtschaftlicher als ein Ausbau mit $Q_A = 5 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 5.) Bedingt durch die grosse Restwasserabgabe wird die energiewirtschaftlich an sich hochwertigere Nutzung ab Bodenberg tendentiell weniger wirtschaftlich als die Kleinnutzung ab Schopfen. Letztere nutzt das Hydropotential am Alpbach nur eingeschränkt.
- 6.) Die Möglichkeit einer kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) ist bei beiden Anlagenkonzepten gegeben. Der Ertrag je Kilowattstunde als Differenz zwischen dem KEV-Entgelt und den Gesteungskosten ist bei der Nutzung ab Schopfen jedoch grösser als bei einer Nutzung ab Bodenberg.

Bern, November 2017 / Bil

IUB Engineering AG

Anhang 1: Kostenschätzung KW Alpbach Süd / Projekt ITECO

	Schätzung [CHF]	Zusammenzug [CHF]
Zufahrt Fassung/Tirolerwehr		
Ausbau bestehende Zufahrtsstrasse	100'000	
Baustellenzufahrt	100'000	
Total Zufahrt		200'000
Fassung und Entsanderanlage		
Bau		
Rodungen	100'000	
Erdarbeiten	250'000	
Baugrubenicherung	150'000	
Wasserhaltung	50'000	
Wasserbau (Bachumleitung, Ufersicherung)	150'000	
Ortsbeton (Schalung, Armierung, Beton)	1'800'000	
Spülstellen Entkieser/Entsander/Notüberlauf	100'000	
Installation 15% der Baukosten	390'000	
Total Bau Fassung		2'990'000
Stahlwasserbau		
Rechen Tirolerwehr	200'000	
Dambalken Tirolerwehr	20'000	
Einstiegsdeckel	20'000	
Einlaufschützen	200'000	
Dambalken Entkieser	30'000	
Spülschütze Entkieser	30'000	
Beruhigungsrechen	50'000	
Montagedeckel	20'000	
Metalltreppe/-steg	20'000	
Schwenkkran	10'000	
Entsanderanlage HSR	120'000	
Schieber Spülstellen	20'000	
horizontaler Feinrechen und RRM	100'000	
Sonden und Steuerung	20'000	
Notstromversorgung	180'000	
Total Stahlwasserbau Fassung		1'040'000
Fischaufstiegshilfe um Tirolerwehr	370'000	370'000
Total Fassung und Entsander		4'600'000
Druckleitung		
Bau		
Oberboden ab-/auftragen	100'000	
Graben Lockergestein 500 m 1600.-/m	800'000	
Graben Fels 200m 3'000.-/m	600'000	
Graben Strasse 200 m ; 1800.-/m	360'000	
Graben Querung Alpbach 50 m 4000.-/m	200'000	
Fundationsmaterial im Graben	90'000	
Beton-Fixpunkte 8 Stück,	120'000	
Installation Tiefbauarbeiten 15 % der Baukosten	340'000	
Vertikalabschnitt Voreinschnitt	100'000	
Vertikalabschnitt: Zugangsstollen 50 m, 8'000.-/m	400'000	
Vertikalabschnitt, Raise-drill, schräg 50 m, 6'000.-/m	300'000	
Installation Tunnelbau, Raise drill 40% der Baukosten	320'000	
Rohrsättel für Vertikalabschnitt	100'000	
Abtransport und Deponie Aushub (4'000m3/s à 40 CHF/m3)	160'000	
Total Bau Druckleitung		3'990'000
Rohrleitungsleitung		
Drosselklappe	180'000	
Übergangsstücke Anschluss Druckleitung / MID	20'000	
Durchflussmessung und Ausbaurohr	60'000	
Übergangsstücke Anschluss Zentrale	50'000	
GFK Rohr Innendurchmesser 1.40 m, 1000 m, PN10 - PN32, Mittelwert 2'200.-/lm	2'200'000	
Armaturen Lieferung und Montage	500'000	
Total Leitungsbau		3'010'000
Total Druckleitung		7'000'000

Zentrale und UW Kanal		
Bau		
Zufahrtsstrasse asphaltiert L = 100 m	100'000	
UW Kanal L = 50 m	100'000	
Auslaufbauwerk	20'000	
Baugrubenaushub Zentrale	60'000	
Deponie Aushubmaterial	60'000	
Schalung	120'000	
Beton	150'000	
Armierung	150'000	
Dachkonstruktion	100'000	
Zusatz- / Detailarbeiten	50'000	
Entwässerung / Umgebungsarbeiten	100'000	
Installation Tief- und Hochbau 15%	150'000	
Tore, Türen, Fenster	120'000	
Inneneinrichtungen (Handwerkerarbeiten)	120'000	
Total Bau Zentrale		1'400'000
Stahlwasserbau		
Rückschlagklappe UW-Kanal	50'000	
Dambalken UW Kanal	50'000	
Kugelschieber (2 Stück)	600'000	
Total Stahlwasserbau Zentrale		700'000
Elektromechanik		
Maschinengruppen (2 Turbinen/Generatoren)	4'800'000	
Transformatoren und Schutz	1'000'000	
Eigenbedarf / Mittel- und Niederspannung	500'000	
Zentralenkanal	600'000	
Elektrische Installationen	200'000	
Steuerung/ Regelung, Leittechnik	600'000	
Energieableitung und Netzeinspeisung (100m a ~4'000.-/m)	400'000	
Total Elektromechanik Zentrale		8'100'000
Total Zentrale		10'200'000
KW Alpbach Süd		
Kostenzusammenzug		
Fassung (Bau und Stahlwasserbau)		4'600'000
Druckleitung (Tiefbau und Druckleitung)		7'000'000
Zentrale (Bau und Stahlwasserbau)		2'100'000
Zentrale Elektromechanische Ausrüstung		8'100'000
Total Baukosten		21'800'000
Unvorhergesehenes 20% der Baukosten		
Ökologische Ersatzmassnahmen		1'000'000
Planung, UVB, Umweltbaubegleitung 17% der Baukosten		3'710'000
Aufwand Bauherrschaft 5% der Baukosten		1'090'000
Bauzinsen 3%		650'000
Gebühren, Entschädigungen, Land und Rechte 5%		1'090'000
Total Allgemeynkosten (total 30 % von Kosten Bau + EM)		7'540'000
Total Anlagekosten KW Alpbach Süd		33'700'000
Aufschlüsselung nach Gewerken und Leistungen		
Baumeister und Leitungsbau		11'960'000
Stahlwasserbau		1'740'000
Elektromechanik		8'100'000
Unvorhergesehenes		4'360'000
Allgemeinkosten		7'540'000

Anhang 2: Gesamttabelle Anlagenkennzahlen, Leistung, Energie, Gestehungskosten, KEV.

Nutzungs- und Anlagenvarianten am Alpbach - Nutzvolumina gemäss Geoplan 2017 - Fallhöhen und Kosten gemäss IUB, 2010, 2013 und 2017											Diskontsatz (WACC) [%]		5		4		Voll- und Doppel- nutzung: Kosten inkl. Abgeltung 3.260 bzw. 3.093 [Mio. CHF]	5		4					
											Wasserzins [CHF/kW-brutto]		110		110			110		110					
											Aufwand Betrieb und Unterhalt [%]		2		1.5		Lauzeit [Jahre]	60		80		80		80	
Nutzungs-varianten	Anlagenkonzept	Kote Fassung [m ü.M.]	Kote Laufrad [m ü.M.]	Bruttofallhöhe H_B	Ausbau-durchfluss Q_A [m ³ /s]	Gefällsverlust ΔZ_R	Nettofallhöhe H_N	Wir-kungs-grad η	Leistung nominal bei Q_A [MW]	Mittlere Netto-leistung [MW]	Nutzvolumen pro Jahr [m ³]	Energie pro Jahr [kWh]	Anlage-kosten [Mio CHF]	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]	Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]		Gestehungskosten pro Jahre [Rp./kWh]	KEV total [Rp./kWh]	Wasser-zins [CHF/a]					
V1	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.2	39'045'000	45'490'305	52.67	10.0	9.8	8.4	8.1	55.93	10.3	8.5	10.05	698'751			
V2	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.8	35'815'000	41'727'116	52.67	10.7	10.5	9.0	8.7	55.93	11.1	9.2	10.12	640'946			
D1.1	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.2	38'825'000	45'233'988	52.67	10.0	9.8	8.4	8.2	55.76	10.3	8.5	10.05	694'813			
D1.2	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	4.5	20	503	0.85	18.9	5.1	38'645'000	45'024'275	52.67	10.1	9.8	8.5	8.2	55.76	10.3	8.6	10.06	691'592			
D2.1	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.7	35'585'000	41'459'149	52.67	10.8	10.6	9.1	8.8	55.76	11.1	9.2	10.13	636'830			
D2.2	EWA / Pöyry	987.8	464.8	523	5.0	20	503	0.85	21.0	4.7	35'405'000	41'249'436	52.67	10.8	10.6	9.1	8.8	55.76	11.1	9.2	10.14	633'609			
K1	KWAS/ITECO	730	486	244	5.5	12	232	0.85	10.6	3.2	52'810'000	28'378'510	33.70	10.2	10.0	8.6	8.3				10.67	440'921			
K2	KWAS/ITECO	730	486	244	5.5	12	232	0.85	10.6	3.4	55'290'000	29'711'187	33.70	9.8	9.6	8.3	8.0				10.61	461'627			