

Potentiale von Trinkwasserkraftwerken im Land Salzburg

HARALD MOSER

DIPLOMARBEIT

WASSERWIRTSCHAFT UND UMWELT

INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HYDROLOGIE UND
KONSTRUKTIVEN WASSERBAU

EINGEREICHT BEI
AO.UNIV.PROF. DIPL.-ING. DR.NAT.TECHN. HELMUT MADER

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

APRIL 2010

© Copyright 2010 Harald Moser

Alle Rechte vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	vi
Danksagung	vii
Kurzfassung	viii
Abstract	ix
1 Energiewirtschaft und Klimaziele in Österreich	1
1.1 Ökostromtarife	1
1.2 Struktur der inländischen Energieerzeugung	2
1.2.1 Energiehandelsbilanz	3
1.3 Anteil der Kleinwasserkraft	4
1.4 Nationale und Internationale Klimaziele	5
1.4.1 Kyoto Protokoll	5
1.4.2 Klimaagenda 20-20-20	6
1.5 Vergleich fossiler Energieträger mit Wasserkraft	6
1.5.1 Beitrag der Kleinwasserkraft zu Klimazielen und CO_2 Bilanz	7
2 Technik eines Trinkwasserkraftwerks	11
2.1 Arten von Anlagen	11
2.2 Anlagenteile	12
2.2.1 Einlaufbauwerk	12
2.2.2 Druckleitungen und Materialien in der Trinkwasser- versorgung	13
2.2.3 Geeignete Materialien und Typen für den TW Kraft- leitungsbau	13
2.2.4 Krafthaus	15
2.2.5 Turbinen für Trinkwasserkraftwerke	15
2.2.6 Peltonturbine	15
2.2.7 Rückwärtslaufende Pump Turbine	18
2.2.8 Anwendungsbeispiele RLPT	18
2.2.9 Elektrotechnische Ausrüstung	18

2.2.10	Netzcharakteristik und spezielle Anforderungen bei der Einspeisung	20
3	Potentialstudie Trinkwasserkraftwerke Salzburg	21
3.1	Allgemeine Aufgabenstellung und Zielsetzung	22
3.2	Vorarbeiten und Mitarbeiter	22
3.2.1	Ähnliche Studien zu Wasserkraftpotentialen in Öster- reich	23
3.3	Allgemeines zu System und Schema	23
3.4	Auslegung von Trinkwasserkraftwerken	24
3.5	Datengrundlagen	25
3.5.1	Wasserrechte	25
3.5.2	Geographische Daten	25
3.5.3	Hydrographische Daten	26
3.5.4	Geologische und Hydrogeologische Daten	26
3.5.5	Bestehende Trinkwasserkraftwerke	27
3.5.6	Ausschlussgründe für Anlagen	27
3.5.7	Erhebung der Konsenswassermengen	28
3.5.8	Erhebung der Schüttungswassermengen	28
3.5.9	Erhebung der Fallhöhen und Leitungslängen	29
3.5.10	Erhebung der Netzanbindung	30
3.5.11	Vergleich mit Anlagen in der Schweiz	31
3.6	Aufbereitung und Bearbeitung der Daten	33
3.6.1	Allgemeines zu Struktur und Aufbau der Potentialbe- rechnung	33
3.6.2	Leistungsberechnung	34
3.6.3	Jahresarbeitsvermögen	36
3.6.4	Rohrdimensionierung	37
3.6.5	Kriterien zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit	42
3.7	Filterkriterien zur Auswahl wirtschaftlicher Anlagen	44
3.7.1	Auswahlschema, Flussdiagramm	44
3.7.2	Auswahlkriterien	45
3.7.3	Grenzen der Studie, Genauigkeit	45
3.8	Ergebnisse der Studie	47
3.8.1	Auflistung aller Datensätze	47
3.8.2	Ergebnisse Szenario: Konsenswassermenge	52
3.8.3	Ergebnisse Szenario: Schüttungswassermenge	56
3.8.4	Übersicht der Anlagen	56
3.8.5	Verteilung von Durchfluss und Fallhöhe	61
3.8.6	Anlagen pro Bezirk	62
3.8.7	Auswertung spezifischer Kenndaten	65
3.9	Wirtschaftlichkeitsanalysen der einzelnen Anlagen	68
3.9.1	Elemente der allgemeinen Analyse	68

4	Detailstudien	74
4.1	Trinkwasserkraftwerk Brandeben Bad Hofgastein	74
4.1.1	Randbedingungen und Vorgaben	74
4.1.2	Anlagenteile	75
4.1.3	Zusammenfassung und Beurteilung	78
4.2	Trinkwasserkraftwerk Löhnersbach Saalbach	80
4.2.1	Randbedingungen und Vorgaben	80
4.3	Ausbaustufe Löhnersbach I	80
4.3.1	Anlagenteile	80
4.3.2	Zusammenfassung und Beurteilung	83
4.4	Ausbaustufe Löhnersbach II	85
4.4.1	Anlagenteile	85
4.4.2	Zusammenfassung und Beurteilung	86
4.5	Trinkwasserkraftwerk Asten Bischofshofen	89
4.5.1	Randbedingungen und Vorgaben	89
4.5.2	Anlagenteile	89
4.5.3	Zusammenfassung und Beurteilung	91
4.6	Trinkwasserkraftwerk Rauris KW Kaltenbrunn	94
4.6.1	Zusammenfassung und Beurteilung	95
5	Inhalt der CD-ROM	98
6	Schlussbemerkungen	100
	Abbildungsverzeichnis	101
	Tabellenverzeichnis	102
	Literaturverzeichnis	104
	Glossar	106
7	Anhang Wirtschaftlichkeitsanalysen	107
8	Anhang Übersichtslageplan der Anlagen	140

Vorwort

Ökobilanz, CO₂ neutral, fossile Emissionsbegrenzung, Energieautarkie etc. – All diese Schlagwörter, leider oft missbräuchlich oder politisch instrumentalisiert verwendet, hört und liest man in Zeiten von Klimawandel und zur Neige gehenden fossilen Energiequellen fast täglich. Seit die zur Verfügung stehende Energie als knappes Gut zu betrachten ist und jede nur denkbare Alltagssituation auf ihren CO₂ Ausstoß hin beurteilt wird, propagiert man zumindest in Österreich Wasserkraft als Allheilmittel.

Das Problem zu lösen, das kann die Wasserkraft nicht, doch einen großen Beitrag dazu leistet sie allemal. Besonders die Kleinwasserkraft ist hier bei der dezentralen, nahe am Verbraucher liegenden Erzeugung, besonders wegen dem hohen Wachstumspotential der letzten Jahre nicht wegzudenken. In Summe können diese Anlagen versorgungssicher und wirtschaftlich rentabel einen Beitrag zur Lösung der Energieproblematik leisten.

Trinkwasserkraftwerke, eine wiederentdeckte Methode Fallhöhen der meist bestehenden Wasserversorgungsanlagen zu nutzen, stehen nicht nur durch eine hervorragende Energie- und Ökobilanz aus den anderen Möglichkeiten alternativer Energiegewinnung hervor, sondern sind wegen der hohen Wirkungsgrade, der bewehrten Turbinentechnologie, dem Doppelnutzen aus Versorgung sowie Energiegewinnung und der relativ geringen Initialinvestitionskosten im höchsten Grade wirtschaftlich und aus Sicht der Ökobilanz nicht zu übertreffen.

Die Nichtnutzung potentiell verfügbarer und wirtschaftlich sinnvoll erschließbarer Primärenergie ist als volkswirtschaftlicher Verlust und als verpasste Chance zu sehen, der zukünftig sich noch verschärfenden Energieproblematik entgegenzutreten.

Es wird auch in Zukunft an der Politik liegen, innovative, saubere Energieerzeugung finanziell, durch Investitionsprogramme und angemessene Einspeisetarife sowie durch Schaffung von attraktiven Rahmenbedingungen im Bereich Energiewirtschaft und Umweltschutz, zu fördern und einen Investitionsanreiz zu schaffen. Nur dann kann die Kleinwasserkraft einen Beitrag zu gesetzten Zielen wie Stromimportunabhängigkeit, Kyoto oder Klimaagenda 2020 leisten.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank geht an Herrn Professor Helmut Mader, der mir ermöglicht hat, als junger Student an einem interessanten und anspruchsvollen Projekt zu arbeiten. Herr DI Michael Tauber und Prof. Mader sind mir mit Ihrem Fachwissen, Rat sowie Tat jederzeit zur Seite gestanden und haben mich mit Ihrer Ruhe und Gelassenheit, sowie der lösungsorientierten und unkomplizierten Herangehensweise motiviert und den Erfolg dieses Projektes garantiert.

Ohne meine sehr geschätzte Kollegin Frau Julia Kraml, die mir Tag und Nacht über Monate hinweg in endlosen Gesprächen bei Problemen jeder Art zur Seiten gestanden ist, wäre diese Diplomarbeit wohl nie in dieser Zeit und in dieser Qualität entstanden.

Herr Ing. Alfred Moser, welcher mir alle nur möglichen Ressourcen zur Verfügung und Kontakte hergestellt sowie Wege geebnet hat, wodurch vieles einfacher und unkomplizierter abgewickelt werden konnte. Weiters möchte ich die Herren David Leitner und Johannes Eder erwähnen, die meine Programmierkenntnisse maßgeblich erweitert haben.

Firmen und Behörden, die dieses Projekt unterstützt haben:

- Ingenieurbüro Moser GmbH
- A. Abel GmbH
- Tiroler Röhren- und Metallwerke AG
- Pipelife Austria GmbH & Co KG
- Bezirkshauptmannschaft St. Johann im Pongau

Kurzfassung

Die folgende Arbeit klärt kurz die Frage was ein Trinkwasserkraftwerk ist und welche Anwendungsgebiete es für diese Anlagen gibt. Weiters wird überblicksartig auf verschiedene einsetzbare Turbinenarten und Elektrotechnik sowie Netzeinspeisung bzw. Inselbetrieb eingegangen.

Die politischen und wirtschaftlichen Randbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene sowie Klimaziele wie Kyoto oder Klimaagenda 2020 werden kurz angeschnitten und es wird versucht, einen Vergleich der hier errechneten Potentiale mit kalorischen Energieträgern herzustellen; die Einsparung an klimawirksamen Treibhausemissionen durch den Ausbau von Kleinwasserkraft darzustellen.

Die über 4000 wasserrechtlich bewilligten Quellen im Land Salzburg stellen auf den ersten Blick ein großes Potential dar, jedoch werden bei solch allgemeinen Betrachtungen gerne Kosten und Randbedingungen außer acht gelassen. Hier wurde versucht ein Konzept zu entwickeln, Daten zu filtern und ein Potential an wirtschaftlichen Anlagen auszuweisen. Eine Auswahl bzw. Beurteilung erfolgt u.a. anhand der Hauptkostenfaktoren und den spezifischen Kosten. Die als rentabel erachteten Kraftwerke wurden genauer untersucht, planlich-kordinativ dargestellt und Bezirken zugeordnet.

Schlussendlich wurden Detailstudien von 4 Projekten erstellt und deren Realisierbarkeit genauer erörtert.

Abstract

The following thesis illustrates the function and types of power plants, integrated in water supply systems. Moreover it gives an overview of the different types of suitable water turbines and the electrical engineering for supplying power to the public electrical grid as well as a stand alone grid.

Austrians energy policy is compared with the national and international political and economical boundary conditions. There are plans of action to counter the global climate change and the contribution of small scale power plants.

In Salzburg there are more than 4000 authorized rights on water sources. The task was to develop a system for filtering these facilities to acquire a technical and economical reasonable potential for this kind of water power plants and the produceable energy. The evaluation was based on the main cost factors and the specific investments. The most cost efficient power plants were analyzed. They are illustrated on a layout plan and allocated to specific regions. Finally 4 detailed studies were worked out to estimate their feasibility.

Kapitel 1

Energiewirtschaft und Klimaziele in Österreich

[4, 5, 14, 16]

1.1 Ökostromtarife

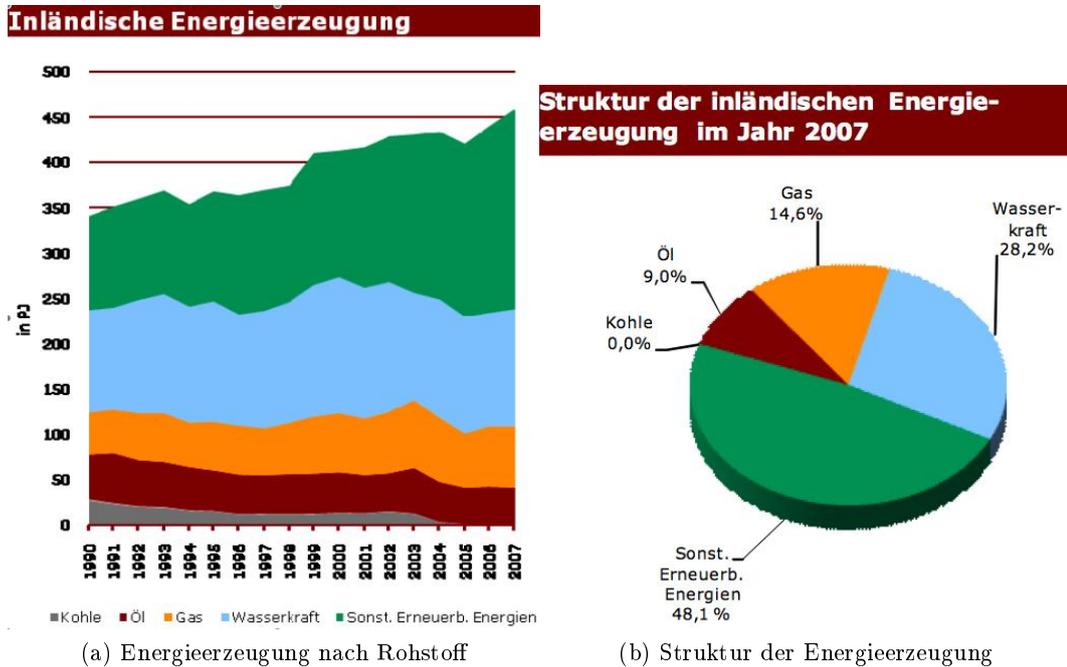
Das oft diskutierte derzeitige Ökostromgesetz unterscheidet Einspeisetarife nach Alter bzw. Zustand der Anlagen um einen Anreiz für Revitalisierungen sowie Neubau von Kraftwerken zu schaffen. Tarife werden grundsätzlich für 15 Jahre garantiert, wobei eine Ausstiegsmöglichkeit bei für Betreiber günstigere Marktpreislagen besteht. Weiters besteht eine erzeugungsabhängige progressiv gestaffelte kleiner werdende Tarifvergütung, wobei Neuanlagen gegenüber revitalisierten Kraftwerken höher eingestuft werden. Nicht revitalisierte Kraftwerke in schlechtem Zustand werden seit 2008 nicht mehr gefördert.

In Abb. 1.1 eine Auflistung derzeit gültiger Tarife.

Kleinwasserkraft ^{*)}		
*) Geförderte Tarife für bestehende Kleinwasserkraftanlagen ohne entsprechender Investitionen zur Revitalisierung oder Neuerrichtung sind gemäß Ökostromgesetz mit Jahresende 2008 ausgelaufen.		
	a)	b)
	Errichtung nach 2007	Errichtung nach 2007
a) nach Investitionen mit mindestens 15 % Stromertragssteigerung	Vertragsabschluss	Vertragsabschluss
	2009	2009
b) Neubau bzw. mindestens 50 % Stromertragssteigerung	(15 Jahre)	(15 Jahre)
erste 1.000.000 kWh	5,94	6,23
nächste 4.000.000 kWh	4,56	4,99
nächste 10.000.000 kWh	3,79	4,15
nächste 10.000.000 kWh	3,42	3,92
25.000.000 kWh übersteigend	3,29	3,76

[Einspeisetarif abgestuft nach jährlich eingespeisten Strommengen]

Abbildung 1.1: Ökostromtarife 2009¹

Abbildung 1.2: Inländische Energieerzeugung 2007²

1.2 Struktur der inländischen Energieerzeugung

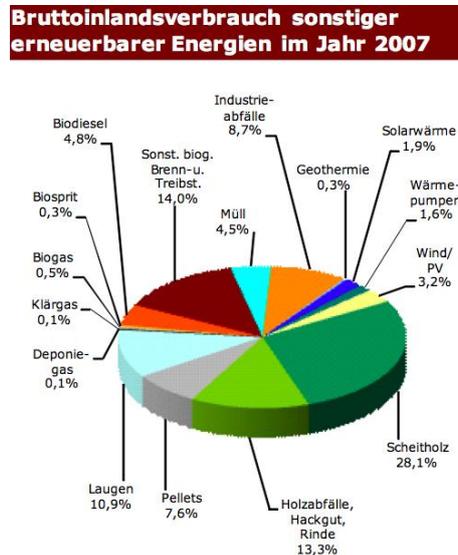
Die Struktur der österreichischen Energieerzeugung ist geprägt von einem grundsätzlich sehr hohen Anteil an erneuerbaren Energieträgern sowie starken Rückgang bei Kohlekraftwerken. Die inländische Förderung und Verfeuerung wurde 2005 eingestellt.

Derzeit stammen 76,4 % der gesamten inländischen erzeugten Energie aus erneuerbaren Energiequellen. In Abb. 1.2a, 1.2b und 1.3 sind die Anteile und der Bruttoinlandsverbrauch erneuerbarer Energieträger, welcher aufgrund der geringen Handelsvolumen auch als Schätzung der Inlandserzeugung gesehen werden kann, dargestellt. Allerdings trägt die gesamte im Land erzeugte Energie, im Jahre 2007 von 458,9 PJ, nur 32,3 % zur Deckung des Bruttoinlandsverbrauches bei, obwohl die Primärenergieerzeugung im genannten Jahr um 4,3 % gestiegen ist.

¹Quelle: Energie-Control GmbH, Februar 2009

²Quelle: Energiestat 2009, siehe [4]

³Quelle: Energiestat 2009, siehe [4]

Abbildung 1.3: Energieverbrauch abhängig vom BIP³

1.2.1 Energiehandelsbilanz

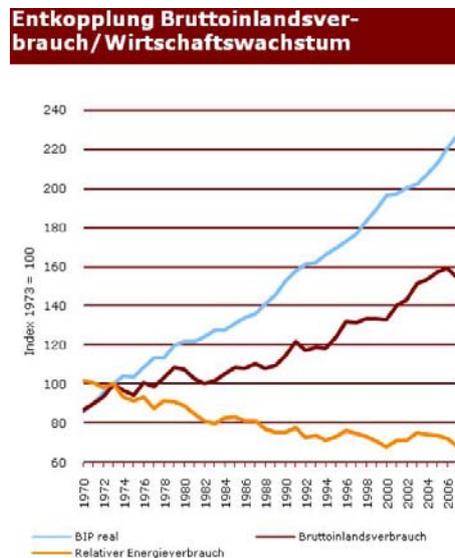
Der Bruttoinlandsverbrauch, welcher 2007 bei ca. 1.421 PJ lag, wird immer im Verhältnis zur wirtschaftlichen Entwicklung gesehen. Trotz einer Steigerung des BIP in Österreich von 1973 bis 2007 von 127 %, liegt der Verbrauch nur 54 % über dem des Referenzjahres 1973; der relative Energieverbrauch hat sich also um 32 % verringert.

Damit liegt Österreich bei dem Bruttoinlandsverbrauch 2006 im Mittelfeld der OECD Staaten.

Ein Großteil der Energie muss also importiert werden. Hier dominieren vor allem Öl, Gas, Kohle, mit konstant steigendem Trend in den letzten Jahren bei allen Energieträgern. Auch die Exporte an Energie steigen ständig und erreichten ein bisheriges Maximum in Jahre 2007 von 268 PJ. Exportiert werden Öl, Gas, Elektrische Energie (meist Regelenergie aus Speicherkraftwerken) und geringe Mengen an erneuerbarer Energie.

Österreich ist folglich in allen energietechnischen Bereichen stark importabhängig. Dies spiegelt sich auch in Abb. 1.4 in der Entwicklung der Nettoimporttangente wieder, welche für das Jahr 2007 eine Abhängigkeit von 68,8 % zeigt. Dies liegt weit über dem Durchschnitt der EU(27) von ca. 53 %. Hier könnte ein Ausbau der Wasserkraft zumindest im Strombereich wieder zu einer Nettostromimportunabhängigkeit führen.

Für eine Gesamtbilanz und Übersicht siehe Energieflussbild 2007 Abb. 1.7.

Abbildung 1.4: Energieverbrauch abhängig vom BIP⁴

1.3 Anteil der Kleinwasserkraft

[15] und ⁵

In Österreich werden ca. 38 TWh Strom aus Wasserkraft produziert, was ca. 58 % des inländischen Stromverbrauchs deckt. Der Anteil der Kleinwasserkraft (< 10 MW) beträgt ca. 5,5 TWh, also ca. 14 Prozent der gesamten Wasserkraft. Kleinwasserkraft produziert daher ca. 8 % des Gesamtstromverbrauchs.

In Österreich besteht nach einer aktuellen Studie der Firma *Pöyry Energy GmbH* ein Gesamtpotenzial an Wasserkraft zur Stromerzeugung von ca. 57 TWh. Davon wird allerdings bereits ein großer Teil genutzt. Das noch theoretisch mögliche ausbaufähige technisch-wirtschaftliche Wasserkraftpotenzial liegt bei ca. 18 TWh. Allerdings sind davon aus ökologischen Gründen nur ca. 13 TWh auch tatsächlich realisierbar. Bis 2020 können nach Schätzungen der *e-control* 7 TWh von den möglichen 13 TWh durch neue Anlagen erzeugt werden. Im Bereich der Kleinwasserkraft liegen davon rund 2 TWh.

⁴Quelle: Energiestatus 2009, siehe [4]

⁵www.kleinwasserkraft.at

1.4 Nationale und Internationale Klimaziele

1.4.1 Kyoto Protokoll

[16]

Das Kyoto Protokoll gibt Grenzwerte für die Emission anthropogener Treibhausgase vor. Betrachtet wird eine Zeitreihe ausgehend von dem Bezugsjahr 1990, ist für Österreich eine Reduktion des Ausstoßes um 13 % bis 2012 vorgesehen. Mit einem Ausstoß von 88 Mio t CO_2 -Äquivalenten ist zwar ein leicht rückläufiger Trend zu verzeichnen, dem Ziel kommt man damit aber nicht wirklich näher. Die trendgebenden Kohlendioxidemissionen haben von 2006 auf 2007 zwar um 4,4 % abgenommen, im Vergleich zum Basisjahr 1990 ist allerdings ein Anstieg um 19,5 % zu verzeichnen. Verursacht werden die Emissionen größtenteils durch Industrie und Verkehr, aber auch Kleinverbraucher und Energieerzeugung sowie Landwirtschaft haben einen Anteil daran. Österreich wird die vorgegebenen Werte wie in Abb. 1.5 ersichtlich nicht einhalten können und ist verpflichtet sich in Form von Zertifikaten freizukaufen.

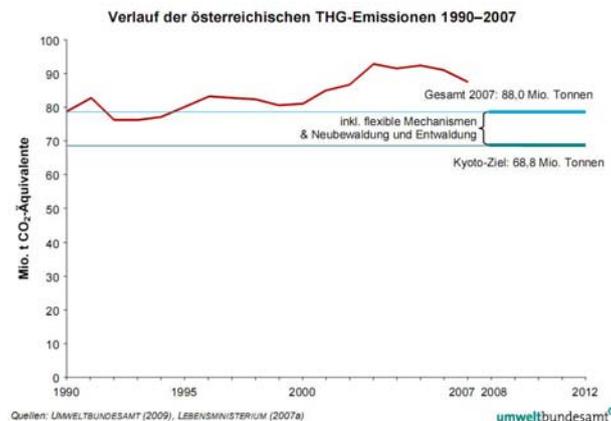


Abbildung 1.5: Kyoto Zielerreichung Österreich

1.4.2 Klimaagenda 20-20-20

[16]

Ziel der EU ist es bis 2020 die Treibhausgas-Emissionen um 20 % zu reduzieren. Dieser Zielwert kann auf 30 % angehoben werden, falls sich andere Industriestaaten einschließlich der USA sich zu ähnlichen Reduktionen verpflichten und Schwellenländer wie China und Indien ebenfalls ihren Beitrag leisten. Weiters soll der Anteil erneuerbarer Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch in der EU auf 20 % angehoben und die Energieeffizienz um 20 % gesteigert werden.

Für Österreich ist im Klima- und Energiepaket bis 2020 eine Emissionsminderung zum Basisjahr 2005, ohne Emissionshandel, von 16 % und eine Erhöhung der erneuerbaren Energie am Bruttoinlandsverbrauch von 34 % vorgesehen.

Aufgrund des hohen Anteils erneuerbarer Energiequellen wird es in Österreich vergleichbar mit anderen, in diesem Sektor weniger entwickelten, Ländern schwierig werden dieses Ziel mit Eigenenergieproduktion ohne massiven Einsatz finanzieller Mittel zu erreichen. Entsprechende durchaus realistische Szenarien und Pläne um diese Vorgaben zu erreichen sind allerdings schon vorhanden.

1.5 Vergleich fossiler Energieträger mit Wasserkraft

[14]

Grundsätzlich ist zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern zu unterscheiden. Nicht alle Erzeugungsanlagen wie z.B. Wasserkraftwerke emittieren im Betrieb CO_2 , sind allerdings in Bau und Abbruch sehr energieintensiv, wodurch ein gewisser Anteil bezogen auf die Gesamtlebenszeit anzusetzen ist, siehe Tab. 1.1. Verglichen werden hier Werte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln und der TU München.

Tabelle 1.1: Spezifische CO_2 -Emissionen erneuerbarer Energien durch Bau und Herstellung

Studie Einheit	DLR g/kWh_{el}	EWI g/kWh_{el}	TUM g/kWh_{el}
Wasser	13 - 15	14,89	35,00
Wind (on/offshore)	11/9	37,91/39,2	27/23
Fotovoltaik	104,00	235,44	210,00
Geothermie	41,00	9,78	5,00
Solarthermie	14,00		
Biomasse	27 - 86	2,55	64,00
Biogas	-580*	-456,27*	
Deponiegas		5,53	
Klärgas		5,31	
Grubengas		2,94	

* vermiedene Methanemissionen

1.5.1 Beitrag der Kleinwasserkraft zu Klimazielen und CO_2 Bilanz

[6, 8, 14]

Im folgenden Text bezeichnet der CO_2 Ausstoß immer alle treibhauswirksamen Gase, entsprechend der Definition für CO_2 -Äquivalente laut Kyoto-Protokoll.

Ein Vergleich von Wasserkraft mit kalorischen Kraftwerkstypen ist wegen der unterschiedlichen Art der Energiegewinnung bzw. des Rohstoffes grundsätzlich schwierig.

International üblich, zur Beurteilung von Wasserkraftwerken im Kraftwerkspark, ist der Vergleich der Wirkungsgrade bzw. des Thermischen Wärmeäquivalents. Bei der Äquivalenzmethode wird hierbei das Wärmeäquivalent der elektrischen Energie im Verbrauch von 3,6 bzw. 4,5 MJ/kWh angesetzt, die Substitutionsmethode geht von der alternativen Erzeugung der Energie aus Wasserkraft durch kalorische Energie aus; es wird der theoretische Heizöleinsatz in Wärmekraftwerken angesetzt, mittlerer Wirkungsgrad von 40 %, wodurch pro erzeugter elektrischer kWh 9 MJ an Energie erforderlich sind.

Zur Beurteilung des Beitrags der Wasserkraft zur Minderung des Ausstoßes an CO_2 und dadurch zur Erreichung von notwendigen Klimazielen, zu denen sich auch Österreich verpflichtet, hat aber aus verschiedensten Gründen sicher nicht erreichen wird, sind einige wichtige Faktoren zu beachten. Es gibt in diesem Fall keine einheitliche Methode zur Ermittlung, deshalb wurden verschiedene Studien aus Deutschland und der Schweiz herangezogen.

gen, welche bezogen auf den jeweiligen Kraftwerkspark die Substitution von verschiedenen alternativen Energiequellen beurteilen.

Für eine exakte Berechnung der Reduktion des Ausstoßes an treibhauswirksamen Gasen wäre eine genaue Analyse des Kraftwerksparks, der entsprechenden Emissionen, der gesamten Betriebs- und Netzcharakteristik und der Regelenenergie erforderlich. Allerdings wurden in Österreich noch keine Studien in diesem Bereich publiziert, dies wäre allerdings dringend notwendig.

Grundsätzlich werden durch alternative Energiequellen wie zum Beispiel:

Wasserkraft	Solarthermie
Windkraft	Biomasse
Photovoltaik	Biogas
Geothermie	Klärgas

nur konventionelle Grund- und Mittellastkraftwerke vor allem Braunkohle, Steinkohle und Erdgas ersetzt. Eine Ausnahme stellt die Photovoltaik dar, welche bedarfsorientiert zu den Spitzenzeiten sonnenstandsabhängig tagsüber Energie liefert.

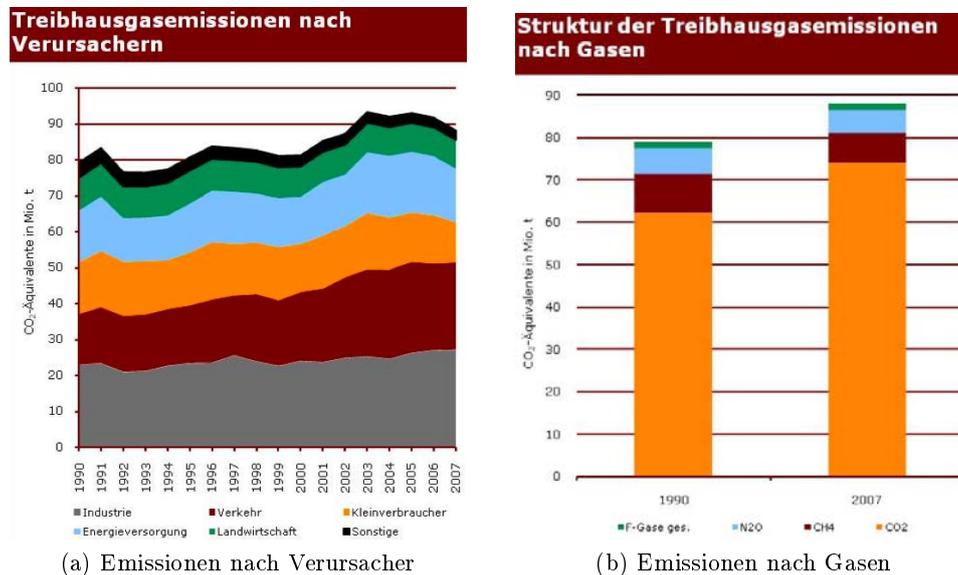
Allerdings muss auch bei so genannten umweltfreundlichen Energieerzeugungsanlagen die Emission durch Bau und Betrieb beachtet werden, siehe Tab. 1.1.

Da eine genaue Analyse aller Faktoren den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, können pauschaliert folgende Aussagen getroffen werden:

Die nicht stark regelbare Kleinwasserkraft ist eindeutig als Grundlast einzustufen und ersetzt somit ähnlich wie Geothermie auch nur diese. Insofern substituiert man dadurch nur vor allem Braunkohle-Grundlastkraftwerke. Da Österreich seit 2005 keine Energie mehr aus Kohlekraftwerke produziert, wird kein CO_2 von der Eigenerzeugung substituiert, wohl aber bei weiterem Ausbau der Anteil an erneuerbaren Energien weiter erhöht, was in den Zielen der Agenda 2020 vorgeschrieben ist.

Geht man rein von der Eigenproduktion aus und lässt den Stromimport außer acht, wird in Österreich bereits ein Großteil der Grundlast durch alternative Energiequellen, insbesondere Wasserkraft gedeckt. Ein weiterer Ausbau dieser ersetzt somit keine konventionellen Energieträger. Das Argument dadurch einen Beitrag zu Klimaschutzzielen zu leisten und sogar Strafzahlungen in Form von Klimazertifikaten zu vermindern oder zu verhindern kann nur bedingt als richtig anerkannt werden.

Trinkwasserkraftwerke können sicher einen Beitrag zur dezentralen Grundlastversorgung leisten. Aufgrund der im Schnitt geringen Engpassleistungen können dadurch entweder im Inselbetrieb Anlagenteile mit Energie versorgt, bzw. im Netzbetrieb bei den aktuell relativ hohen Ökostromtarifen oder Marktpreisen Erlöse durch Einspeisung erzielt werden. In den meisten Fällen

Abbildung 1.6: Treibhausgas Emissionen⁶

werden allerdings maximal die laufenden Pumpkosten im Netz, sowie andere Betriebskosten abgedeckt werden können. Durch zunehmende Eigenversorgung von in diesem Fall alpinen Regionen werden nicht nur Hochspannungsnetze geschont und Kosten reduziert, es ist auch ein wichtiger Schritt zur Energieautarkie einzelner Gemeinden, wie es aktuell die Gemeinde Güssing durch Verbindung von mehreren alternativen Energiequellen unter Beweis gestellt hat.

Zur Lösung der allgemeinen Klimaproblematik und zur Erreichung der Kyoto und Agenda 2020 Ziele werden allerdings noch viele andere Maßnahmen notwendig sein. Es ist nicht nur nötig neben Wasserkraft auch in andere alternative Energiequellen wie Windkraftwerke, Photovoltaik, Biomasse uvm. zu investieren, weiters muss auch in den Bereichen Verkehr und Industrie angesetzt werden. In Abb. 1.6a und 1.6b sind die Emissionen und Gase den Verursachern zugeteilt. Auch wird es wichtig sein endlich eine Trendwende im Energieverbrauch zu schaffen, die Zeiten des Nettostrom-Imports zu beenden und endlich auch in Österreich massiver als je zuvor in Forschung zu investieren.

Nur so können volkswirtschaftliche Verluste durch den Kauf von Klimazertifikaten im Ausmaß von geschätzten 1-4 Milliarden Euro, sowie andere Strafzahlungen verhindert werden.

⁶Quelle: Energiestat us 2009, siehe [4]

⁷<http://www.statistik.at>

Kapitel 2

Technik eines Trinkwasserkraftwerks

Ein Trinkwasserkraftwerk nutzt Fallhöhen- bzw. Druckdifferenzen in Wasserversorgungssystemen.

Besonders bei Quellaleitungen wird Energie in Druckunterbrechungsschächten vernichtet, um Schäden an Rohrleitungen und anderen Anlagenteilen zu verhindern.

Diese Arbeit behandelt rein die Anwendung in Trinkwassersystemen, diese Technik lässt sich aber natürlich auch in Abwasser- und Nutzwassersysteme integrieren.

2.1 Arten von Anlagen

Trinkwasserkraftwerke können auf verschiedenste Weise in das Versorgungsnetz integriert werden.

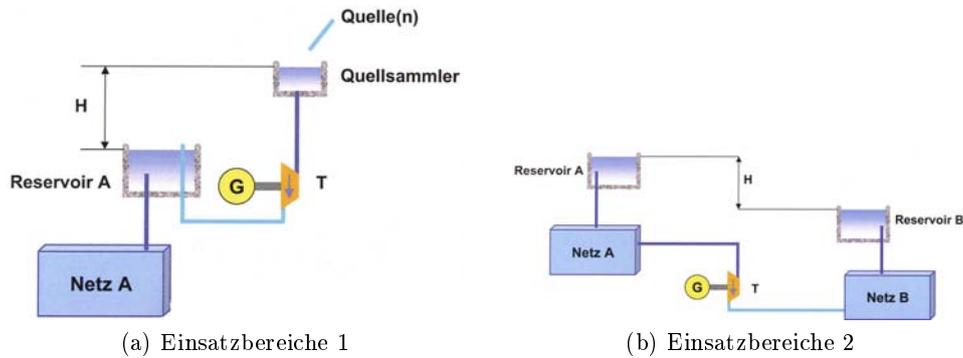
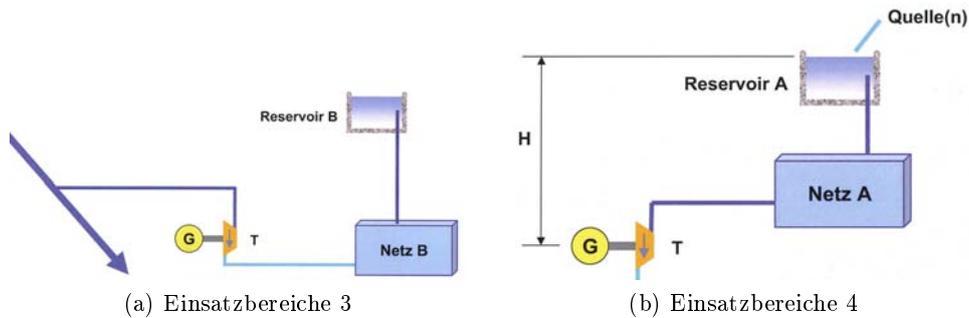
Abb. 2.1a auf der nächsten Seite zeigt die klassische Nutzung der Höhendifferenz einer Quellaleitung zwischen Quellsammelschacht und Hochbehälter. In Abb. 2.1b ist ein Notpumpwerk dargestellt. Die Druckdifferenz zwischen den Netzen wird energetisch genutzt, im Bedarfsfall kann aber auch eine Druckzone versorgt werden.

Weiters in Abb. 2.2a der Abbau des hohen Netzdrucks einer Verbandszuleitung auf den Druck des Versorgungssystems.

Der letzte Fall zeigt die Nutzung von Überschusswasser, hier wird der gesamte Netzdruck abgearbeitet und das Restwasser in den Vorfluter abgegeben. Bei all diesen Anwendungen ist bei der Planung darauf zu achten, dass die Versorgungssicherheit immer Priorität gegenüber der Energienutzung hat.

¹Quelle: Firmenunterlagen A. Abel GmbH

²Quelle: Firmenunterlagen A. Abel GmbH

Abbildung 2.1: Einsatzbereiche für Trinkwasserkraftwerke¹Abbildung 2.2: Einsatzbereiche für Trinkwasserkraftwerke²

2.2 Anlagenteile

2.2.1 Einlaufbauwerk

Im einfachsten Fall ist das Einlaufbauwerk der Quellsammelschacht einer Versorgungsanlage. Hier ist neben den Anforderungen für die Versorgung besonders auf die physikalischen Eigenschaften des Wassers und den Einlauf in die Druckleitung zu achten. Besonders wichtig ist ein ausreichender Sandfang um allfällige Schwebstoffe abzuscheiden und Schäden an der Turbine und anderen Anlagenteilen zu vermeiden. Weiters ist auf die CO_2 und O_2 Sättigung zu achten, um Gaseinschlüssen in den Rohrleitungen vorzubeugen und folgend erhöhte Verluste bzw. Gaskavitation zu verhindern. Chemisch aggressives Wasser sollte auch vermieden werden, da dies aber laut Wasserrechtsgesetz ohne Vorbehandlung nicht für die Versorgung zulässig ist, wird auf dieses Thema nicht speziell eingegangen.

2.2.2 Druckleitungen und Materialien in der Trinkwasserversorgung

[12]

Grundsätzlich sind alle Rohrmaterialien mit Trinkwassereignung zulässig welche also keine anthropogene Gefährdung darstellen. Anwendung finden zumeist Rohre aus Gusseisen, Stahl, Kunststoff, Stahlbeton und Spannbeton sowie verschiedenen Verbundwerkstoffen.

Die Wahl der Werkstoffe ist unter anderem abhängig von Festigkeit, Innendruck, Außendruck, Verbindungsart, Korrosionsverhalten, chemische Beständigkeit und der verfügbaren Durchmesser.

2.2.3 Geeignete Materialien und Typen für den TW Kraftleitungsbau

Dabei geht es in erster Linie um Druck und Druckstoßbeständigkeit der Rohrmaterialien sowie der Rohrverbindungen und Fittings. In den nächsten Punkten werden die in österreichischen Versorgungssystemen am meisten verwendeten Rohre beschrieben.

Kunststoff: PVC und PE

Besonders in bestehenden Systemen oft anzutreffen sind Kunststoffrohre aus weichmacherfreien Polyvinylchlorid (PVC-U). Dieses korrosionsfreie, chemisch sehr beständige, hydraulisch besonders glatte und gegenüber Metallerzeugnissen sehr kostengünstige Material wird aber zunehmend von Polyethylen (PE) ersetzt, welches im Prinzip die gleichen Vorteile bietet, aber Nachteile bei Dauerbeständigkeit und Sprödigkeit reduziert. Kunststoffrohre werden meist in Druckstufen bis max. 30 bar hergestellt, es bedarf deshalb besonders bei Quellaufleitungen mit größeren Höhendifferenzen an Druckreduzier-einrichtungen.

Für die Kraftwerksnutzung sind diese Rohre grundsätzlich problematisch, da ein Druckstoß nicht aufgenommen werden kann. Hier ist besonderes Augenmerk auf Turbinensteuerung zu legen.

Duktiles Gusseisen

Arten: Grauguss (GG), duktiles Gusseisen mit oder ohne Zementmörtel-
auskleidung (GGG, GGG-ZM).³ Im Trinkwasserbereich muss das korrosive, hauptsächlich aus Stahl und Kohlenstoff, mit geringen Anteilen an Schwefel, Phosphor, Magnesium und Mangan bestehende Material immer mit Zementmörtel ausgekleidet werden. Das hauptsächlich verwendete duktile Gusseisen unterscheidet sich vom Grauguss durch den niedrigeren Anteil an Koh-

³Nach DIN EN 1563 wird duktiler Guss als GJS (G = Guss, J = Iron, S = Spherical) bezeichnet

lenstoff, welcher das Material weniger spröde und damit in geringem Maße formänderungsfähig macht, dadurch Spannungsumlagerungen zulässt und in gewissem Umfang Sprödbrüche verhindert. Technisch und wirtschaftlich sinnvoll können Gussrohre bis ca. 60 bar hergestellt werden.

Stahl

Bei hohen und dynamischen Beanspruchungen werden meist Stahlrohre verwendet. Geringes Gewicht und eine hohe Beanspruchbarkeit durch ein E-Modul von im Mittel ca. 210 kN/mm^2 lassen bei moderaten Wandicken einen hohen Innendruck zu.

Rohre aus diesem sehr variablen Werkstoff sind in beinahe jeder Dimension und Druckstufe herstellbar, die Kosten für Produktion, Einbau und Wartung sind aber auch entsprechend hoch, besonders durch die aufwendige Verbindungstechnik und teilweise oberirdische Verlegung.

Im Trinkwasserbereich findet vor allem Edelstahl der Qualität 1.4301 Verwendung.

Druckstoßproblematik

Bei bestimmten Betriebs- bzw. Störfällen kann es zum Notschluss der Turbinenzuleitung und damit zu einem Druckstoß in der Zuleitung kommen.

Hier sind genaue, spezifisch auf das Gesamtsystem abgestimmte, Überlegungen und hydraulische Berechnungen in Kooperation mit dem Turbinenhersteller anzustellen.

Abhängig von den Verschlusszeiten der Wasserkraftmaschine kann eine überschlägige Schätzung laut Formel 2.1 angestellt werden:

$$\max h_d = \frac{3 * L * (Q_1 - Q_2)}{2 * g * A * dt} \quad (2.1)$$

L	Leitungslänge [m]
Q_1	Anfangs – Durchfluss $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$
Q_2	End – Durchfluss $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$
g	Gravitationskonstante $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$
A	Querschnittsfläche Rohrleitung $[\text{m}^2]$
dt	Verschlusszeit [sec]

Für den Gesamtdruck ist noch der Druck, resultierend aus der geodätischen Höhendifferenz zu addieren um ein Maximum am untersten Punkt der Rohrleitung zu erhalten.

2.2.4 Krafthaus

Bautechnische Anforderungen

Im Standardfall wird der Hochbehälter oder ein Druckreduzierschacht einer Versorgungsanlage als Krafthaus verwendet. Grundsätzlich ist neben den für die Versorgung notwendigen Aufschlusskriterien wie Zufahrt für Schwerlastfahrzeuge und einfacher Zugang für Wartungszwecke zwingend eine Kranbahn oder andere Hubeinrichtungen mit ausreichender Traglast für Einbau und Wartung der Anlagenteile notwendig.

Ausreichend Platz für die elektromaschinelle Ausrüstung und die erforderliche Bypass-Leitung sind ebenso vorzusehen. Die Positionierung der Turbine incl. Freihang oberhalb des Einlaufes in die Wasserkammer des Hochbehälters ist nicht zwangsweise nötig, hier kann eine Gegendruckturbine verwendet werden. Falls die Adaptierung des bestehenden Bauwerks nicht oder nur schwierig möglich ist, muss das Krafthaus ausgelagert werden.

2.2.5 Turbinen für Trinkwasserkraftwerke

Aufgrund der unterschiedlichen Systeme und Anforderungen sowie Variationen bei Durchfluss und Fallhöhe, finden hier mehrere Arten von Turbinen Anwendung. Grundsätzlich ist von eher geringen Durchflussleistungen und variablen Höhendifferenzen auszugehen. Es ist wichtig die Gegebenheiten des Netzes genau zu analysieren, um dann die passende Turbine auszuwählen. In den folgenden Punkten werden mögliche Turbinenarten kurz beschrieben.

In Abb. 2.3 auf der nächsten Seite eine grobe Übersicht der Einsatzbereiche von Turbinen abhängig von Durchfluss und Fallhöhe.

2.2.6 Peltonturbine

Eine Peltonturbine arbeitet vor allem mit kinetischer Energie und ist daher den Aktionsturbinen zuzuordnen. Bei diesen Freistrahlturbinen ist der Druck gleich dem Atmosphärendruck $p_1 = p_2 = 0$

Hier wird kinetische in mechanische Energie umgewandelt.

In Abb. 2.4a dargestellt, wird im Oberwasserspeicher am Weg zum Einlauf der Druckleitung ein Teil der potentiellen Energie in Druckenergie und auch teilweise in kinetische Energie umgewandelt. In der Druckleitung wird die Lageenergie fortschreitend in Druckenergie umgewandelt. An Ende der Druckleitung wird die an der Düse anstehende Druckenergie durch Einengung des Querschnitts und dadurch Erhöhung der Geschwindigkeit in kinetische Energie des Wasserstrahls umgewandelt. Der Strahl trifft auf die Schaufeln des Turbinenlaufrades und es findet die Umwandlung in mechani-

⁴Quelle: Produktunterlagen Fa. Häny AG

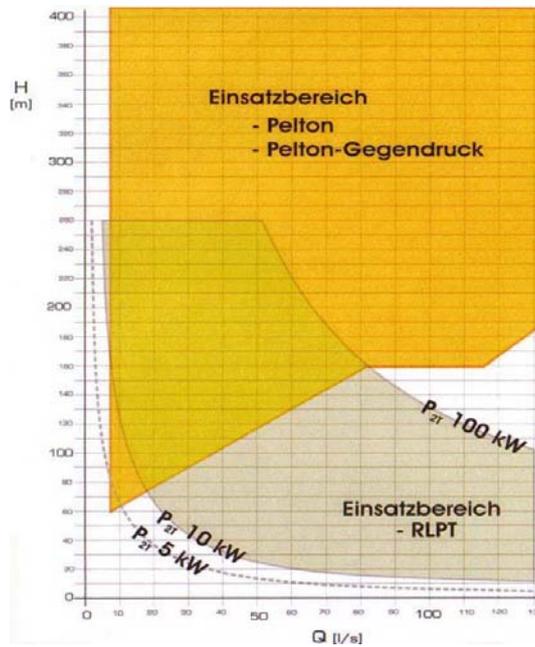
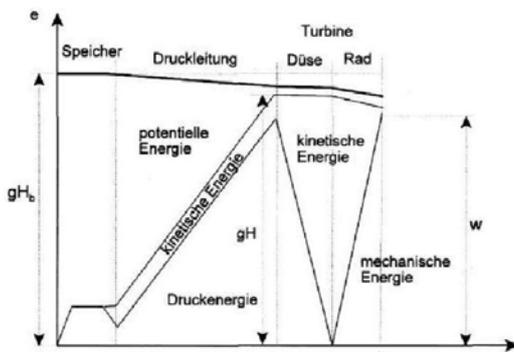


Abbildung 2.3: Einsatzbereiche von Kleinwasserkraft Turbinen⁴



(a) Energieumwandlung in einer Pelton Anlage

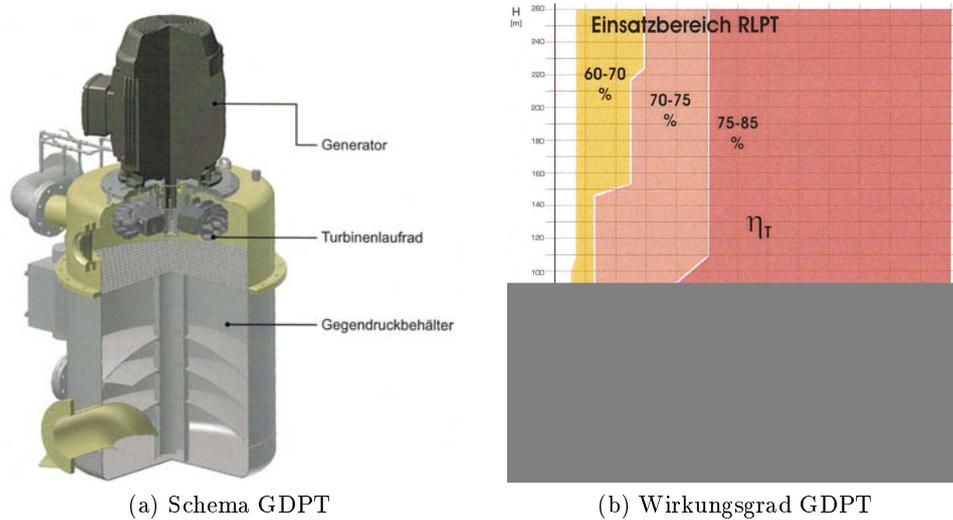


(b) Pelton Laufrad

Abbildung 2.4: Energieumwandlung und Laufrad⁵

sche Energie statt. Die Regelung erfolgt ausschließlich durch die Düsennadel, also Steuerung des Durchflusses und somit der Leistung.

⁵Quelle: siehe [18]

Abbildung 2.5: Gegedruck-Pelton Turbine⁶

Gegedruck-Pelton Turbine

Eine neue Entwicklung ist die Gegedruck Turbine, eine Pelton-Maschine in einem geschlossenem Drucksystem. Hier steht beim Auslauf ein höherer Druck als der Atmosphärendruck an, um nach der Turbine ein höheres Druckniveau (max. 10 bar) zu erreichen. Vorteile bestehen vor allem bei beengten Platzverhältnissen wo auf ein höher gelegenes Krafthaus verzichtet oder der benötigte Netzdruck wieder aufgebaut werden kann. Allerdings ist der Wirkungsgrad gegenüber der Standard Pelton-turbine etwas geringer, und die Kosten höher.

Schema und Wirkungsgrad sind in Abb. 2.5a und 2.5b dargestellt.

⁶Quelle: Firmenunterlagen A. Abel GmbH

2.2.7 Rückwärtslaufende Pump Turbine

Hier werden Kreiselpumpen rückwärts durchströmt, die Drehrichtung ändert sich und es wird ein nutzbares mechanische Moment an der Pumpenwelle erzeugt und Strom induziert. In der Anwendung ähnelt dieses Prinzip einer Francisturbine mit ungesteuerter Leiteinrichtung, der Betriebspunkt kann deshalb auch nicht variiert werden. Daher ist auf die Bemessung und Pumpenauswahl besonderes Augenmerk zu legen.

Anwendung finden einstufige Niederdruck- bis mehrstufige Hochdruckpumpen. Der Wirkungsgrad solcher Pumpen bewegt sich im Bereich von 60-85 % und kann durch spezielle Adaptierungsmaßnahmen an den Laufrädern ,im Vergleich zu handelsüblichen Pumpen, um 2-5 % erhöht werden.

Trotz des geringeren Wirkungsgrad ist diese Variante besonders bei kleineren Anlagen aufgrund der geringen Kosten für die Turbine interessant.

2.2.8 Anwendungsbeispiele RLPT

Anwendung 1 in Abb. 2.6a ist der Standardfall, die Pumpe wird als Turbine verwendet und direkt mit dem Generator gekoppelt.

Anwendung 2 kombiniert Pump- und Turbinenbetrieb für ein Notpumpwerk. Das Überschusswasser wird normalerweise turbinert, im Notfall kann aber auch eine Druckzone damit versorgt werden.

Anwendung 3 in Abb. 2.6b kombiniert eine Pumpe mit einer weiteren Turbine. Hier kann im Inselbetrieb eine Pumpe direkt über die Turbine, gesteuert über die gleiche Generatorwelle, betrieben werden.

Anwendung 4 vereint Turbine, Pumpe und Motor. Die Turbine erzeugt Energie und reduziert dadurch den nötigen Energieeinsatz für die Pumpe, welche aber auch ohne die Turbine betrieben werden kann.

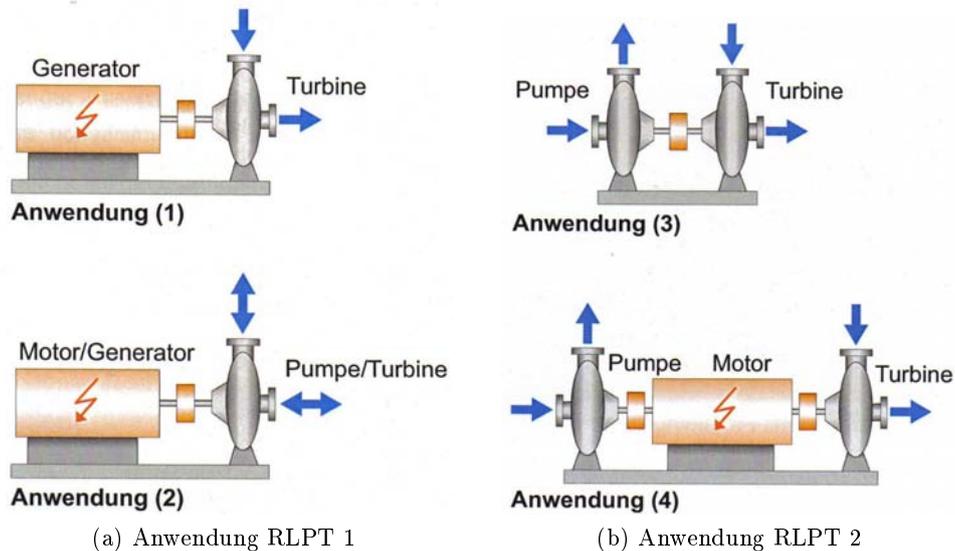
2.2.9 Elektrotechnische Ausrüstung

Generator

Ein Generator wandelt, direkt oder gekoppelt über ein Getriebe, kinetische in elektrische Energie um. Durch die Drehbewegung der Generatorwelle und folgend des Leiters durch ein Magnetfeld quer zu den Feldlinien erfolgt eine Ladungsverschiebung welche eine Potentialdifferenz hervorruft, also eine Spannung induziert.

In Kraftwerken kommen fast ausschließlich Drehstromgeneratoren zur Anwendung, da hier kein Rüttelmoment und folglich keine Vibrationen auftreten.

⁷Quelle: Firmenunterlagen A. Abel GmbH

Abbildung 2.6: Anwendungsbeispiele RLPT⁷

Synchrongenerator In praktisch allen Kraftwerken höherer Leistung werden Synchronmaschinen verwendet. Diese laufen nicht selbsttätig an, sondern müssen mechanisch hochgefahren und mit der Frequenz des Drehfeldes synchronisiert werden. Die Generatorerregung, also der Aufbau des Magnetfeldes erfolgt hier extern über Spulen oder intern über Dauermagnete. Synchronmaschinen liefern eine konstante Spannung bei konstanter Frequenz, bedürfen aufwendiger Drehzahlregelung und sind daher wartungsintensiv und teurer als asynchron laufende Generatoren. Allerdings stabilisieren sie die Netzfrequenz, sind für Inselbetrieb gut geeignet und können zusätzlich als Phasenschieber verwendet werden.

Asynchrongenerator Besonders bei Kleinkraftwerken < 150 kW werden Asynchronmaschinen verwendet, da hier ein Kostenvorteil gegenüber Synchrongeneratoren besteht. Vorteile bestehen in der einfachen, wartungsarmen Konstruktion und im geringeren Regelaufwand, da keine Netzsynchrisation erforderlich ist. Der Generator läuft zwar selbsttätig an, kann allerdings nicht sofort in ein Netz einspeisen sondern muss fremderregt werden. Dies geschieht entweder über Netzerregung wobei der Generator die zum magnetischen Feldaufbau nötige Blindleistung aus dem Netz entnimmt oder über Kondensatorerregung in einem Schwingkreis; in diesem Fall wird keine externe Blindleistung bezogen. Weiters sind Generatoren dieser Art aufgrund der Fremderregung nur schwer im Inselbetrieb einzusetzen.

Transformator

Transformatoren verbinden 2 Spannungsebenen bzw. führen diese ineinander über. Elektrische Energie mit bestimmter Eingangsspannung wird über die Primärspule in magnetische Energie umgewandelt, und dann über die Sekundärspule wieder in elektrische Energie mit festgelegter Ausgangsspannung transformiert. Die Umspannung auf eine höhere Netzebene erfolgt zumeist erst am Netzanschlusspunkt durch das Energieversorgungsunternehmen.

2.2.10 Netzcharakteristik und spezielle Anforderungen bei der Einspeisung

Netzebenen

Siehe Kapitel 3.5.10

Blindleistungskompensation und Übertragungsverluste

Besonders in Niederspannungs-Wechselstromnetzen tritt neben Wirkleistung auch Blindleistung auf. Bei induktiven Verbrauchern wie Transformatoren, Schaltnetzteilen oder Asynchronmotoren und kapazitiven Verbrauchern wie Kondensatormotoren wird Energie für Auf- und Abbau des magnetischen bzw. elektrischen Feldes vom Netz bezogen, aber auch wieder zurückgeliefert. Dieser Energiefluss pendelt zwischen Erzeuger und Verbraucher, trägt aber nichts zur Wirkleistung bei, verursacht Übertragungsverluste und ist daher unerwünscht.

Im Fall von netzernetzten Asynchrongeneratoren in Kleinkraftwerken welche Blindleistung aus dem Netz beziehen, ist daher eine Blindleistungskompensationsanlage vorzusehen. Die Bereitstellung der Scheinleistung am Ort des Verbrauchs, also im Kraftwerk, durch die Kompensationsanlage, entlastet somit das Netz.

Eine Regelung eines Elektronetzes ist über Synchrongeneratoren gut möglich. Eine übererregte Synchronmaschine wirkt wie ein Kondensator, eine untererregte wie eine Drossel. Sie wird deshalb auch als Phasenschieber zur Erzeugung von Blindleistung und somit zur Spannungshaltung in den Netzen eingesetzt.

Kapitel 3

Potentialstudie Trinkwasserkraftwerke Salzburg

Das Amt der Landesregierung Salzburg hat im Rahmen der Erhebung von ungenutzten bzw. revitalisierbaren Wasserkraftpotentialen eine Studie an der Universität für Bodenkultur in Auftrag gegeben. Die Gesamtstudie umfasst folgende Potentialerhebungen und Bewertungen:

- Trinkwasserkraftwerke
- Nutzung von Beschneigungsteichen als Pumpspeicherkraftwerke
- Revitalisierung von bestehenden Flusskraftwerken

Auftraggeber:

Amt der Salzburger Landesregierung

Dipl.-Ing. Theo Steidl

Leiter des Referates Allgemeine Wasserwirtschaft

und des Wasserbautechnischen Sachverständigendienstes

Michael-Pacher-Straße 36

A-5020 Salzburg

Auftragnehmer:

Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Helmut Mader

Muthgasse 18

A-1190 Wien

Bearbeitung Trinkwasserkraftwerke:
Moser Harald
Universität für Bodenkultur
Muthgasse 18
A-1190 Wien

3.1 Allgemeine Aufgabenstellung und Zielsetzung

Diese Diplomarbeit befasst sich mit den Potentialen von Trinkwasserkraftwerken im Bundesland Salzburg.

Die hier bearbeitete Studie soll folgende Punkte klären beziehungsweise folgende Ergebnisse liefern:

- Bestandsaufnahme und Analyse der bestehenden Trinkwasserkraftwerke
- Erhebung des theoretisch nutzbaren Fallhöhen-Potentials
- Spezifizierung und Analyse der Kriterien ausbaufähiger Anlagen
- Erstellung und Auswertung eines Klassifizierungssystems zur Filterung wirtschaftlicher Anlagen
- Ausweisung des lukrierbaren Energiepotentials von Trinkwasserkraftwerken im Land Salzburg und den einzelnen Bezirken
- Beurteilung der Netzanbindung zur Einspeisung ins öffentliche Elektro-Netz
- Allgemeine wirtschaftliche Beurteilung der Einzelanlagen
- Ausarbeitung von detaillierten Machbarkeitsstudien ausgewählter Projekte

3.2 Vorarbeiten und Mitarbeiter

Die Grundlagenarbeiten zu dieser Studie wurden im Zuge der Bakkalaureatsarbeit [11] *Ausbaufähiges Potential für neue Konzepte von Wasserkraftanlagen in Salzburg* an der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Diese Arbeit beschäftigt sich vor allem mit der Filterung und Vorauswahl der nutzbaren Quellen. Es wurden Recherchen zur grundlegenden technischen Realisierbarkeit durchgeführt, sowie Referenzprojekte, vor allem in der Schweiz, erhoben und beurteilt. Weiters enthält die Arbeit eine Abschätzung des Potentials an Leistung und Jahresarbeitsvermögen, sowie eine Auflistung von bestehenden Trinkwasserkraftwerken in Salzburg.

3.2.1 Ähnliche Studien zu Wasserkraftpotentialen in Österreich

Das Potential von Lauf- und teilweise auch Speicherkraftwerken in Österreich wurde schon in vielen Studien behandelt. Besonders ist hier die aktuelle Publikation, *Ausbaupotential für die Wasserkraft in Österreich* [15] zu nennen. Studien über Trinkwasserkraftpotentiale sind in Österreich nur wenige vorhanden. Für Tirol wurde nach Auskunft von Dipl.-Ing. Siegfried Ploner, *Wasser Tirol* Geschäftsführer, bereits 1992 eine entsprechende nicht veröffentlichte Studie durchgeführt, welche ein Potential von weniger als 5 % ausweist.

Das Land Kärnten führt ebenfalls gerade eine Potentialstudie zu Trinkwasserkraftwerken durch, Ergebnisse daraus sind aber noch nicht bekannt.

In der Schweiz sind Anlagen dieser Art großteils ausgebaut und deren Potential bereits gut ausgewiesen. Diese Arbeit bezieht sich u.a. auf folgende Studie: [2]

3.3 Allgemeines zu System und Schema

Das in Abb. 3.1 auf der nächsten Seite dargestellte simple Standardschema eines Versorgungsgebietes zeigt die wichtigsten Anlagenteile sowie deren Anordnung. Im einfachsten Fall wird die Fallhöhe ΔH zwischen Quellsammelschacht und Hochbehälter genutzt, um Energie zu erzeugen.

Die Prioritäten zwischen Versorgungssicherheit und Energieerzeugung sind abzuwägen und technisch entsprechend umzusetzen.

Da die Anlage Wasser zumindest in ausreichender Menge, Qualität mit genügend Versorgungsdruck liefern muss, sind die unterschiedlichen Gegebenheiten zu beachten. Kein Versorgungsgebiet sieht gleich aus. Deshalb kann auch kein Patentrezept für die Planung von Trinkwasserkraftwerken ausgearbeitet werden. Folglich ist auch jede generalisierte und systematische aufgrund von Geoinformationsdaten durchgeführte Potentialerhebung fehlerhaft, da nur das grundsätzliche Fallhöhenpotential berechnet werden kann. Die gesamten örtlichen Gegebenheiten und Eigenheiten des Versorgungssystems werden dabei aber vernachlässigt.

Unsicherheiten bestehen in folgenden Punkten:

- Schüttungsverhalten der Quelle
- Höhenlage des Hochbehälters
- Höhenlage des Quellsammelschachtes
- Lage und Höhe der zu versorgenden Druckzonen
- Nächstgelegene verfügbare Netzanbindung

Um ein Potential an tatsächlich ausbaubaren Anlagen im Hinblick auf deren Realisierung abzuschätzen, muss jedes Projekt detailliert betrachtet werden. Die Landesregierung Kärnten erhebt derzeit in Zusammenarbeit mit Planern solche Detailpotentiale. Dies wäre auch in Salzburg sinnvoll.

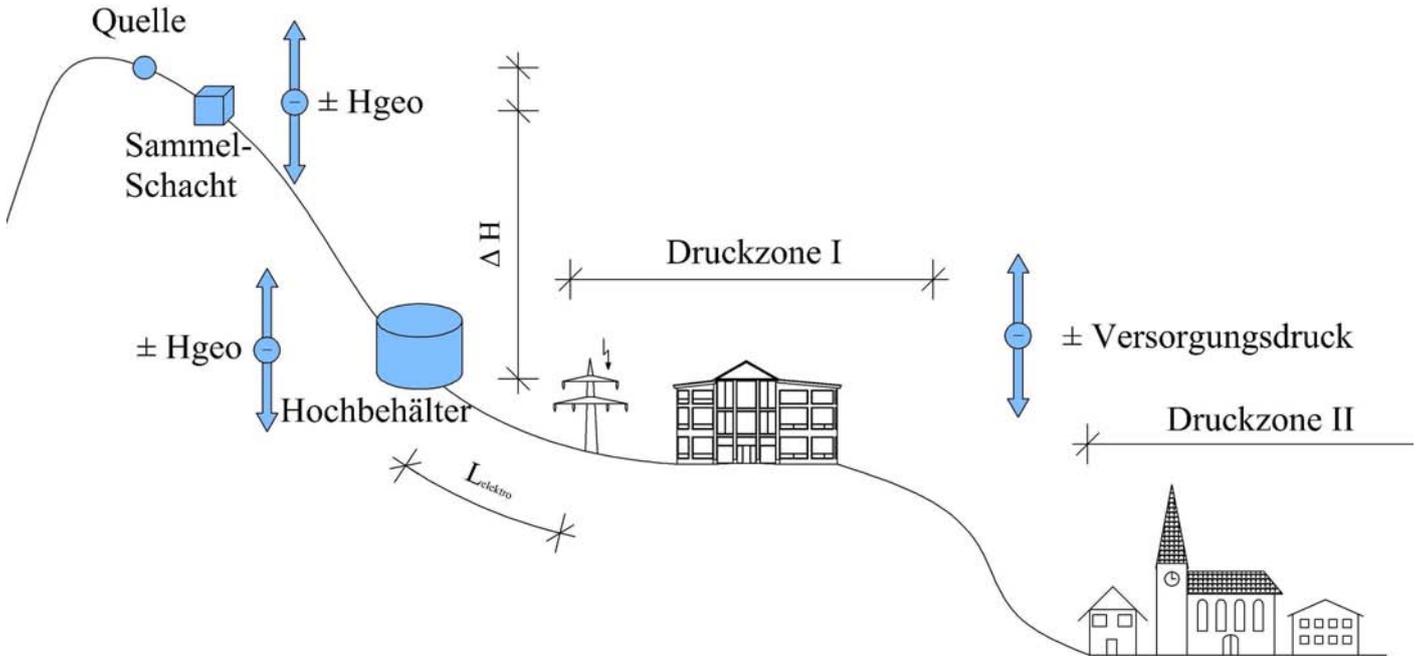


Abbildung 3.1: Schema Versorgung

3.4 Auslegung von Trinkwasserkraftwerken

Bei Anlagen dieser Art sind 2 Hauptszenarien zu unterscheiden bzw. 2 Bedürfnisse abzuwägen. Einerseits muss unter allen Umständen die Versorgungssicherheit gewährleistet sein, andererseits soll natürlich bei der Energieproduktion ein Maximum erzielt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass in dieser Studie das Arbeitsvermögen von bestehenden Wasserversorgungsanlagen anhand von geschätzten Daten bzw. Vergleichsdaten hochgerechnet oder rückgerechnet wurde. Hierbei wurde der Versorgungssicherheit absolute Priorität zugewiesen, besonders im Falle des Ausbauszenarios auf die Konsenswassermenge. Deshalb wurden die Kraftwerke auch auf eine Wassermenge, die geschätzt 330 Tage des Jahres vorhanden ist, bemessen. Details siehe Punkt 3.6.3 auf Seite 36.

Bei Konzeption einer Neuanlage ist jedoch zu empfehlen den Ausbaugrad entsprechend der Richtwerte von Flusskraftwerken, sprich auf den 60 - 100 tägigen Durchfluss des Jahres festzulegen und die elektromaschinelle Aus-

rüstung entsprechend zu dimensionieren.

Wie in Abb. 3.2 ersichtlich, muss ein Kompromiss zwischen Wasserkraftnutzung und Trinkwasser-Versorgungssicherheit gefunden werden. Bei Nutzung der Konsenswassermenge ist zwar ein Ausbau auf einen Durchfluss, vorhanden an mehr als 300 Tagen möglich, ein Großteil des Energiepotentials bleibt aber ungenutzt, die Verlustwassermenge ist also sehr hoch. Durch eine gut regelbare Turbine welche auch bei schwankendem Durchfluss gute Wirkungsgrade erzielt, kann jedoch die Energieerzeugung den Betriebsfällen angepasst werden.

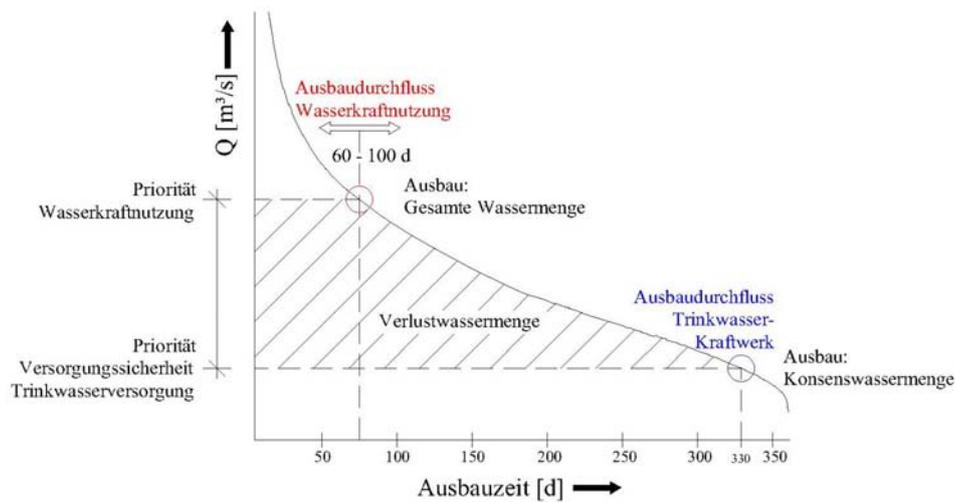


Abbildung 3.2: Ausbaugrad einer Wasserkraftanlage

3.5 Datengrundlagen

3.5.1 Wasserrechte

Um einen Überblick über alle wasserrechtlich bewilligten sowie im Wasserbuch ersichtlich gemachten Anlagen und Quellen zu bekommen, wurde von der Landesregierung Salzburg Fachabteilung Wasserwirtschaft eine Datenbank zur Verfügung gestellt, welche unter anderem eine Zuordnung aller ca. 4600 erfassten Quellen zu Anlagenname, Konsensmenge, Postzahl, Wasserberechtigter sowie teilweise Schüttungsmenge herstellt.

3.5.2 Geographische Daten

Lage und Höheninformationen von Quellen, Anlageteilen, Leitungstrassen, potentiellen Kraftwerksstandorten sowie Elektronetzen, wurden primär aus dem online verfügbaren Geoinformationssystem *SAGIS*¹ aber auch aus den

¹ <http://www.salzburg.gv.at/landkarten.htm>

Softwarepaketen *AustrianMap 3D West*², *World Wind*³ und *Google Earth*⁴, wie auch aus diversen analogen geologischen und hydrogeologischen Kartenwerken, Blattsnitten und Katastarlageplänen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, bezogen.

3.5.3 Hydrographische Daten

Die Schüttungsdaten der Einzelquellen wurden bezogen von folgenden Ressourcen:

- Messstellen des Hydrographischen Dienstes der Landesregierung Salzburg⁵
- Hydrographischen Jahrbuch
- EHyd⁶

3.5.4 Geologische und Hydrogeologische Daten

Die Einordnung in geologische Zonen wurde grob nach den minerogenetischen Zonen laut SAGIS durchgeführt. Auch eine grobe hydrogeologische Klassifizierung der Quellgebiete wurde soweit Daten online vorhanden waren vorgenommen.

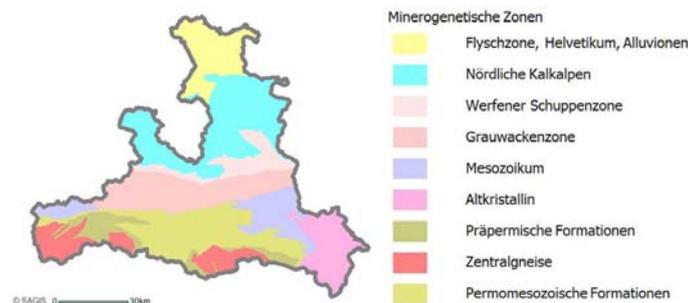


Abbildung 3.3: Minerogenetische Zonen⁷

²<http://www.bev.gv.at>

³<http://worldwind.arc.nasa.gov>

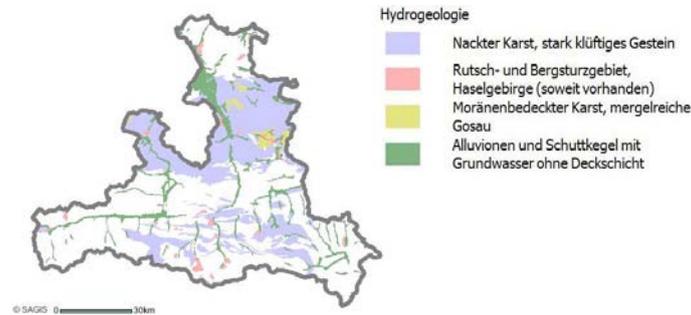
⁴<http://earth.google.com>

⁵<http://www.salzburg.gv.at/themen/nuw/wassererangelegenheiten/wasser/wasserkreislauf/hydrographie.htm>

⁶http://gis.lebensministerium.at/eHYD/frames/index.php?PHPSESSID=133584b79d244372a2fab2ad640331bb&gui_id=eHYD

⁷Quelle: Sagis

⁸Quelle: Sagis

Abbildung 3.4: Hydrogeologische Zonen⁸

3.5.5 Bestehende Trinkwasserkraftwerke

Folgende Anlagen wurden in einer Vorstudie [11] erhoben, hier übernommen und als Datengrundlage verwendet.

Diese sind im Wasserbuch direkt als Trinkwasserkraftwerke gekennzeichnet und konnten problemlos als solche identifiziert werden. Allerdings wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, da hierbei sowohl Mischformen in Kombination mit einer Flusskraftwerksnutzungen, als auch Abarbeitung von Nutzwasser nicht enthalten sind. Die Einreichprojekte wurden aus der Urkundensammlung des Wasserbuchs auf den einzelnen Bezirkshauptmannschaften eingesehen und vorhandene Kenndaten der Kraftwerke, soweit in den doch sehr alten Projekten noch auffindbar, ermittelt.

Trinkwasserkraftwerk	Wasserbuch- Postzahl	Leistung [KW]
Kurz – GD Golling Pass Lueg	1200357	9
Kaindl/Hölln – Werfen	1402592	21
Bad Hofgastein	1404053	121
Spitzzy/Karalmquellen – Hinterthal	1603090	105
Hofer – GD Hollersbach im Pinzgau	1600657	6
Mühlbach – GD Bramberg	1600340	80
Floderbach – Grubhof St. Martin bei Lofer	1600198	28
Fürstenbrunnquelle – Grödig	1100083 / 1100140	133
Gesamtleistung		502

Abbildung 3.5: Bestehende Trinkwasserkraftwerke in Salzburg

3.5.6 Ausschlussgründe für Anlagen

- Bestehendes Trinkwasserkraftwerk mit aufrehtem Wasserrecht
- Bestehende andere Wasserkraftnutzung mit aufrehtem Wasserrecht
- Bestehende Nutzung als Speicher, Teich oder Fischzuchtanlage mit aufrehtem Wasserrecht

- Konsenswassermenge des bestehenden Wasserrechts von $< 5 \frac{l}{s}$
- Geschätzte Leistung von $\leq 5 \text{ KW}$
- Anlage nicht im Geoinformationssystem vorhanden
- Keine nutzbare bzw. ausreichende Höhendifferenz für eine Wasserkraftnutzung
- Wenn Kraftleitung durch das Versorgungsnetz führt
- Bei Schüttungen von $Q < 8 \frac{l}{s}$ und Fallhöhen von $H > 260 \text{ m}$ ist zur Zeit eine Energieerzeugung mit Pelton-Turbinen aufgrund des zu großen Strahlkreisdurchmessers für eine relativ geringe Durchflussmenge technisch nicht sinnvoll. Rückwärtslaufende Pumpturbinen können hier aufgrund der zu großen Druckhöhe auch nicht eingesetzt werden.

Ein genaues Ablaufschema findet sich in Abb. 3.9 auf Seite 46.

3.5.7 Erhebung der Konsenswassermengen

Die Konsenswassermengen wurden aus einer Datenbank aller der Behörde bekannten, bestehenden Trinkwasserversorgungsanlagen, zur Verfügung gestellt von der Landesregierung Salzburg, ermittelt. Die Datenbank *Wasserrechte.mdb* ist der Arbeit im Anhang beigelegt, siehe Kapitel 5 Anhang CD. Wasserbuch Postzahlen der Versorgungsanlagen wurden aus dem Datensatz *Urkunden2Versorgung* entnommen und mit dem Datensatz *Quellen2Konsens* den Konsenswassermengen zugeordnet. Aufgrund der Struktur der Datenbank konnte leider weder ein Masterkey mit Abfragen, noch ein Datenbank-Join erzeugt werden, um das Handling zu erleichtern.

3.5.8 Erhebung der Schüttungswassermengen

Um eine Prognose der gesamten möglichen Leistung zu erstellen, müssten die gesamten Schüttungsmengen der einzelnen Quellen erhoben und analysiert werden. Da diese Daten nur in Ausnahmefällen von der Fachabteilung Wasserwirtschaft gemessen werden und das Messstellennetz nicht dicht genug ist um eine allgemeine Korrelation zwischen Schüttungsverhalten und hydrogeologischen Schichten herzustellen, ist die Angabe des Potentials für die Schüttungswassermenge aller Quellen sowie eine Hochrechnung von Konsens auf Schüttungspotential sowohl wegen den hydrogeologischen als auch den strukturellen Unterschieden im Versorgungsnetz, wie in Kapitel 3.3 erläutert, nicht möglich. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor dabei sind die starken Abfluss- Schwankungen, insbesondere in Karstgebieten, wo es nicht nur zu fluktuierenden, sondern in niederschlagsarmen Zeiten sogar zu intermittierenden Schüttungsmengen kommen kann.

Die in der Studie verwendeten Schüttungsmengen stammen aus Messungen des hydrographischen Dienstes im Abstand von 3 Monaten über langjährige Reihen von teilweise mehr als 10 Jahren. Daten siehe Datei *Wasserrechte.mdb* Kapitel 5 Anhang CD. Obwohl eine Reihe von Messungen in kürzeren Abständen genauere Aussagen zulassen würden, sind alle relevanten längerfristigen Vorgänge im Abflussregime nachzuvollziehen. Lediglich kurze Starkregenereignisse, vor allem in Karstgebieten, werden in diesen Daten nicht wiedergespiegelt, sind aber für eine Energienutzung bei welcher auf konstante Durchflüsse bemessen wird nicht direkt relevant. Bei den Detailstudien wurde zusätzlich noch auf Messdaten der Wasserverbände bzw. der Betreiber zurückgegriffen.

3.5.9 Erhebung der Fallhöhen und Leitungslängen

Fallhöhen wurden grundsätzlich von der Quelle bis zum Talboden bestimmt. Die Werte sind daher teilweise als zu hoch anzusehen, da die Abarbeitung der Druckhöhe meist im Hochbehälter der Wasserversorgungsanlage passiert, welcher in Österreich im alpinen bzw. subalpinen Gelände im Regelfall meist ca. 30 bis 60 Höhenmeter über dem Versorgungsgebiet liegt, um einen ausreichenden Versorgungsdruck zu gewährleisten. Dies ist allerdings von Anlage zu Anlage unterschiedlich und kommt auf die örtlichen geographischen und morphologischen Gegebenheiten des zu versorgenden Gebietes, die Lage der Verbraucher und des Hydraulischen Systems des Netzes an. Um einen allgemeinen Bezug für alle potentiellen Anlagen zu schaffen, wurde daher der Talboden als Referenz gewählt. Dazu wurde eine realistische Leitungstrasse und daraus resultierende Leitungslänge aufgrund der Geländestruktur, allerdings ungeachtet von Widmung und Besitzverhältnissen festgelegt. Weiters wurde im Falle mehrerer Quellaustritte der jeweils tiefst gelegene gewählt. Der Bezug auf den Quellsammelschacht als oberster Punkt der Druckhöhe wäre zwar sinnvoller, war aber hier nicht möglich, da die Lage der Anlagenteile nicht für alle Versorgungsanlagen bekannt und auch nicht zentral über ein Geoinformationssystem bezogen werden können. Für Kraftwerke, welche alle nachfolgend erläuterten Filterkriterien erfüllen, wurde weiters ein virtueller Kraftwerksstandort mit Augenmerk auf die Lage der nächsten Einspeisungsmöglichkeit in das Elektronetz, festgelegt.

Verwendet wurde ausschließlich das Geoinformationssystem *SAGIS*⁹ des Landes Salzburg.

Schichtenlinien, verfügbar mit einer Genauigkeit von 10 m wurden auf 5 m genau geschätzt.

⁹<http://www.salzburg.gv.at/landkarten.htm>

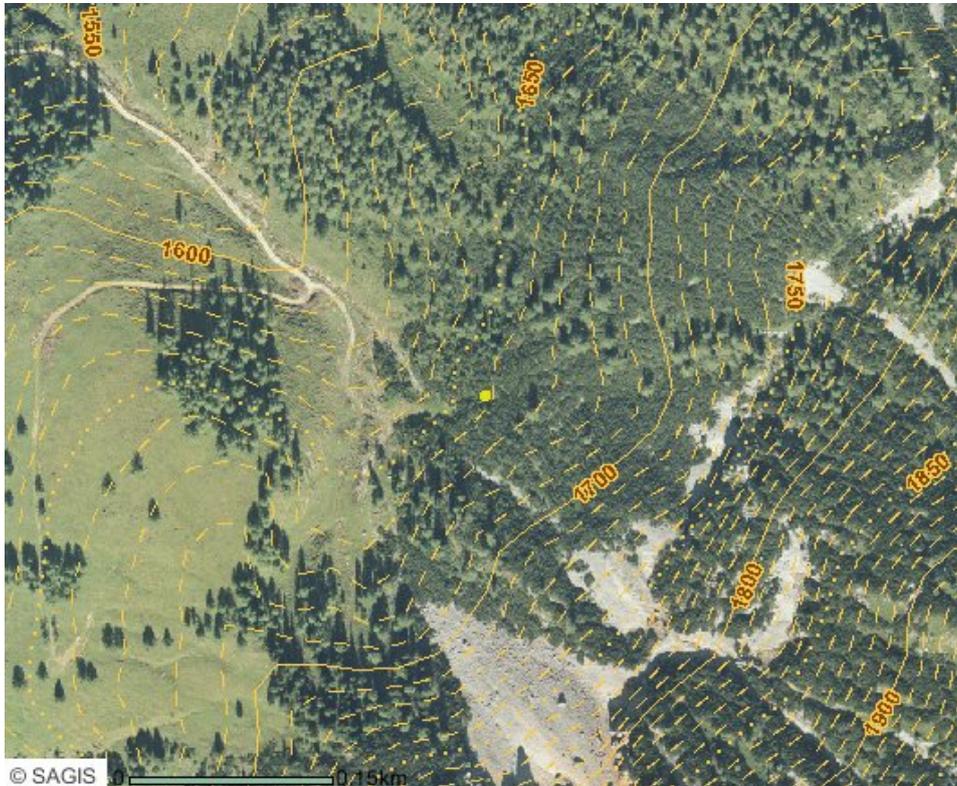


Abbildung 3.6: Beispiel eines Lageplans mit Quellstandort M 1:5000¹⁰

3.5.10 Erhebung der Netzanbindung

Hier ist besonders die Netzebene, welche einen Teil des Netzes durch ein Spannungsniveau abgrenzt, zu beachten. Das österreichische Stromnetz besteht aus einem Übertragungs- (Netzebene 1 und 2) und Verteilernetz (Netzebene 3 bis 7) [9], und ¹¹.

1. Höchstspannungsebene (380 kV und 220 kV, einschließlich 380/220-kV-Umspannung)
2. Umspannung von Höchst- zu Hochspannung
3. Hochspannung (110 kV, einschließlich Anlagen mit einer Betriebsspannung zwischen 36 kV und 110 kV)
4. Umspannung von Hoch- zu Mittelspannung
5. Mittelspannung (mit einer Betriebsspannung zwischen 1 kV bis einschließlich 36 kV sowie Zwischenumspannungen)

¹⁰Sagis

¹¹<http://www.veoe.at/192.html>

6. Umspannung von Mittel- zu Niederspannung

7. Niederspannung (1 kV und darunter)

Da Trinkwasserkraftwerke eindeutig der Kleinwasserkraft zuzuordnen sind und nur in Ausnahmefällen Leistungen >1 MW abgeben, ist sowohl die Einspeisung in das Übertragungs-, aber auch bei entsprechender Umspannung in das Verteilungsnetz möglich. Hier spielen vor allem Kosten der Anbindung definiert durch den Abstand zum nächstgelegenen Einspeisepunkt und der Umspannung auf die gewünschte Spannungsebene eine Rolle.

Bei dieser Studie wurde die Netzanbindung mit dem Geoinformationssystem *SAGIS*¹² bestimmt, welches Leitungen der Bezeichnung Hoch- Mittel- und Niederspannung enthält. Für Anlagen, welche einer genaueren Betrachtung unterzogen werden, wurde die Entfernung vom Standort des Krafthauses bis zu den 2 nächstgelegenen Stromleitungen bestimmt. Die Umspannung auf die entsprechende Netzspannung wird mit einer Pauschale für den Transformator berücksichtigt. Bei den Detailstudien wurden projektspezifisch genaue Informationen zu Netzanschluss und Einspeisung eingeholt.

3.5.11 Vergleich mit Anlagen in der Schweiz

[2]

Der Vergleich mit den 49 in Abb. 3.7 aufgelisteten Trinkwasserkraftwerken ist durchaus sinnvoll, da in der Schweiz diese Technologie schon seit Jahrzehnten in erheblich größerem Umfang verwendet wird als in Österreich oder anderen Ländern, welche ähnliche Techniken nutzen. Der Mittelwert der jährlichen virtuellen Volllast-Stunden wird daher als Basis für die Berechnung des Jahresarbeitsvermögens für den Fall der Nutzung der gesamten Schüttungswassermenge herangezogen.

Bei Nutzung der wasserrechtlich bewilligten und zugesicherten Konsenswassermenge werden die Volllast-Stunden laut Abb. 3.7 angesetzt. Die Volllast-Stunden werden wie folgt berechnet:

$$Volllast - Stunde = \frac{Jahresarbeitsvermoegen}{Ausbauleistung} \quad (3.1)$$

$$\left[\frac{kWh/a}{kW} \right] = \left[\frac{h}{a} \right]$$

¹²<http://www.salzburg.gv.at/landkarten.htm>

¹³Quelle: [2]

Anlage	Kanton	Leistung	Jahresarbeitsvermögen	Virtuelle Volllaststunden	
Bezeichnung/Gemeinde		[kW]	[MWh/a]	[h/a]	
Bern	Bern	105	500	4762	
Blumenstein		640	2900	4531	
Frutigen		120	680	5667	
Achseten		4	12	3000	
Brienzwiler 1		130	750	5769	
Brienzwiler		8	40	5000	
Meiringen		100	671	6710	
Hasliberg		6	7	1167	
Engi		12	77	6417	
Elm		300	1300	4333	
Leuggelbach	Glarus	20	150	7500	
Lenzerheide 1		6	40	6667	
Lenzerheide 2		40	280	7000	
Lenzerheide 3		30	120	4000	
Lenzerheide 4		5	12	2400	
Lenzerheide 5		8,5	35	4118	
Lenzerheide 6		17	85	5000	
Falera		45	220	4889	
Disentis		100	670	6700	
Samedan		64	336	5250	
Fuldera	Graubünden	24	145	6042	
Sta. Maria 1		1	1	1000	
Sta. Maria 2		32	220	6875	
Müstair		18	120	6667	
Sent		143	1300	9091	
Tschlin		360	1000	2778	
Soglio		55	360	6545	
Vitznau		Luzern	4	24	6000
Stans			75	490	6533
Sarnen		Nidwalden	18	100	5556
Giswil	148		550	3716	
Lungern	Obwalden	26	168	6462	
Mels 1		23	150	6522	
Mels 2	St. Gallen	11	33	3000	
Grabs		110	380	3455	
Buchs		2056	6850	3332	
Küssnacht 1		30	120	4000	
Küssnacht 2	Schwyz	37	130	3514	
Giubiasco		Ticino	55	200	3636
Sonzier	Vaud		1660	6600	3976
Le Sépey 1		14	84	6000	
Le Sépey 2		44	266	6045	
Leysin		250	1800	7200	
Martigny-Ville 1	Wallis	950	5500	5789	
Martigny-Ville 2		51	150	2941	
Brig 1		90	400	4444	
Brig 2		420	2100	5000	
Visp		50	176	3520	
Baltschieder		300	1250	4167	
Mittelwert				4994	

Abbildung 3.7: Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz¹³

3.6 Aufbereitung und Bearbeitung der Daten

3.6.1 Allgemeines zu Struktur und Aufbau der Potentialberechnung

Verwendete Software und Liste wichtiger Dateien

Ein Großteil der Berechnung und Auswertung wurde in Microsoft Excel 2003 durchgeführt. Für die Auswertung der geographischen und koordinatenbezogenen Daten wurde Autocad 2006 verwendet. Die Programmierung und erweiterte Automatisierung sowie der Datenaustausch mit anderen Softwarepaketen und Entwicklerumgebungen wurde in Microsoft Visual Basic 6.5 (Visual Basic for Applications) realisiert.

Dateistruktur: Um sicherzustellen, dass alle Makros und Filter richtig ausgeführt werden, müssen die Daten der beigelegten CD in folgende Ordnerstruktur kopiert werden: D:\BOKU\Diplomarbeit\

Eine Liste der Dateien und weitere Informationen finden sich im Kapitel 5, Anhang CD.

Die Haupt Datei *TWKW Potentiale Wasserrechte.xls*, welche dieser Arbeit beigelegt ist, enthält alle relevanten Datensätze bzw. sind diese über externe Quellen verlinkt und daher zumindest indirekt enthalten.

Beschreibung der wichtigsten Inhalte eines Datensatzes einer Wasserversorgungsanlage (in der Reihenfolge der Darstellung in vorgenannter Datei):

- Anlagenname und Typ laut Wasserbuch
- Konsenswassermenge
- Abschätzung der Wirtschaftlichkeit
- Schüttungswassermenge
- Wasserbuch Postzahl
- Höhen der Anlagenteile bzw. des Talbodens
- Fallhöhen
- Geschätzte Leistung aus Konsens- und Schüttungswassermenge
- Geschätztes Jahresarbeitsvermögen aus Konsens- und Schüttungswassermenge
- Leitungslängen von der Quelle bis zum geplanten Krafthaus
- Rohrdimensionierung, Kosten und Abschreibungszeiten der Rohrleitungen für das Ausbauszenario Konsenswassermenge und Schüttungswassermenge

- Nächstgelegene Möglichkeit der Einspeisung bzw. Netzanbindung sowie geschätzte Leitungslängen und Kosten
- Lage der geplanten Kraftwerksstandorte
- Geologie und Hydrogeologie
- Wasserbuchauszug
- Darstellung der Filterkriterien
- Lage der Quellen
- Zuweisung möglicher Turbinentypen
- Kosten der elektromaschinellen Ausrüstung
- Geschätzte Gesamtherstellungskosten, spezifische Kosten und daraus resultierende Amortisationszeiten

3.6.2 Leistungsberechnung

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Leistung eines Kraftwerks sind Durchfluss, Fallhöhe.

Physikalische Betrachtung: Lageenergie wird in der Turbine in kinetische und folgend im Generator in elektrische Energie umgewandelt.

$$\text{Potentielle Energie : } E_{pot} = m * g * H$$

$$\text{Kinetische Energie : } E_{kin} = \frac{m * v^2}{2}$$

Überschlägige Leistungsberechnung von Wasserkraftanlagen [1]:

$$P = 7,8 - 8 * Q * H \quad (3.2)$$

Die Leistung der Kraftwerke wurde wie folgt berechnet:
Leistungsabgabe der Turbine:

$$P = \rho * g * Q_a * H_a * \eta_{ges} \quad (3.3)$$

$$[W] = \left[\frac{kg}{m^3} \right] * \left[\frac{m}{s^2} \right] * \left[\frac{m^3}{s} \right] * [m] * [-]$$

P Leistungsabgabe der Turbine [W]

ρ Dichte des Wassers $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

g Gravitationskonstante $\left[\frac{m}{s^2} \right]$

Q_a Ausbaudurchfluss $\left[\frac{m^3}{s} \right]$

H_a Ausbaufallhöhe [m]
 η_{ges} Gesamtwirkungsgrad der elektromaschinellen Ausrüstung [-]

Einzelwirkungsgrade:

η_T Turbinenwirkungsgrad
 η_{Gen} Generatorwirkungsgrad
 η_{Getr} Getriebewirkungsgrad
 η_{Trafo} Transformatorenwirkungsgrad

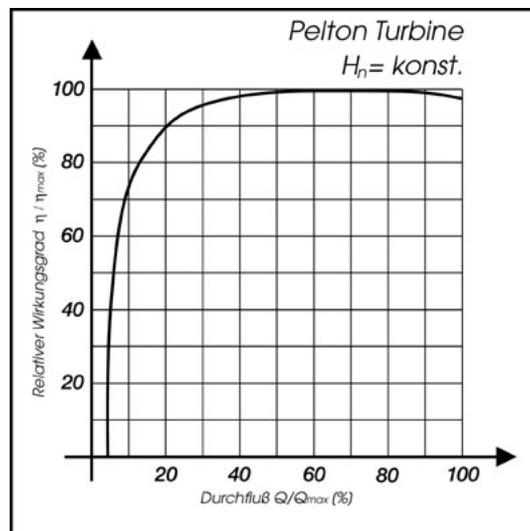


Abbildung 3.8: Wirkungsgrad einer Pelton-Turbine¹⁴

Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{ges} = \eta_T * \eta_{Gen} * \eta_{Getr} * \eta_{Trafo} \quad (3.4)$$

Allgemeines Beispiel der Wirkungsgrade für Trinkwasserkraftwerke (mit Pelton-Turbine):

$$\begin{array}{rcl} \eta_T & = & 0,90 \\ \eta_{Gen} & = & 0,95 \\ \eta_{Getr} & = & 0,93; \text{ bei Pelton meist nicht noetig} \\ \eta_{Trafo} & = & 0,95 \\ \hline \eta_{ges} & = & 0,76 \text{ -- } 0,81 \end{array}$$

¹⁴Quelle: <http://www.rs-saarburg.bildung-rp.de/MN/wasser/peltonu.html>

Aufgrund von Schwankungen der Auslastung durch fluktuierende Schüttungswassermengen und Schwankungen im Betrieb, wurde nach eingehenden Überlegungen, in Absprache mit Prof. Mader und nach Auskunft von Betreibern von Trinkwasserkraftwerken ein konstanter Wirkungsgrad von $\eta_{ges} = 0,8$ der Leistungsberechnung zugrunde gelegt.

3.6.3 Jahresarbeitsvermögen

Das Jahresarbeitsvermögen (JAV) wurde hier sowohl aus Mangel an exakten Abflussdaten, als auch deswegen, weil nicht für jede Anlage eine exakte Dimensionierung der Turbine durchgeführt wurde, relativ einfach durch den Ansatz von virtuellen Volllast-Stunden pro Jahr berechnet.

Bei der Detailstudie des Trinkwasserkraftwerks Brandeben in Bad Hofgastein wurde das Jahresarbeitsvermögen aufgrund von mehrjährigen monatlich gemessenen Schüttungsdaten und den daraus resultierenden Veränderung der Leistung aufgrund der schwankenden Auslastung der Turbine und folgenden Wirkungsgradänderungen exakt berechnet, was aber nur zu gering anderen jährlichen Arbeitsvermögen, im Vergleich zu dem Ansatz der virtuellen Volllast- Stunden, führte.

JAV Szenario Konsenswassermenge

Die Konsenswassermenge, bemessen auf den tatsächlichen bzw. zukünftigen tatsächlichen Wasserbedarf des jeweiligen Versorgungsgebietes, ist behördlich zugesichert und im Wasserbuch eingetragen. Es wird davon ausgegangen, dass die Konsenswassermenge trotz teilweise stark schwankender Quellschüttungen mindestens der Niederwasserschüttung entspricht und somit über das gesamte Jahr vorhanden ist. In den letzten Jahren wird auch zunehmend von den Behörden eine Messreihe der Quellschüttung in Niederwasserzeiten, meist in den Wintermonaten gefordert, um die Verfügbarkeit und damit Versorgungssicherheit zu garantieren. Weiters können dadurch auch Probleme bei Baubewilligungen, erteilt auf Basis der Aufschlussbedingungen wie u.a. auch die ausreichende Verfügbarkeit von Trinkwasser, verhindert werden.

Die gesamte, aus der Quelle strömende Wassermenge wird bis zum Quellsammelschacht abgeleitet. Das überschüssige Wasser, über eine Drosselblende oder andere Steuerungseinrichtungen im Hochbehälter abgetrennt, wird in den meisten Fällen nahe des Quellgebietes dem nächsten Vorfluter zugeführt, und somit nur die Konsenswassermenge ins Tal abgeleitet bzw. dem nächstgelegenen Hochbehälter zugeführt.

Aufgrund dieser Voraussetzungen¹⁵ kann ein konstanter Abfluss über das gesamte Jahr hinweg angenommen werden. Zur Sicherheit, und für den Fall ausgeprägter Trockenperioden in den Sommer- und Wintermonaten werden überschlägig *330 Volllast-Tage/Jahr* der Berechnung zugrunde gelegt.

¹⁵ Absprache mit Prof. Mader

Dies bedeutet natürlich kein Trockenfallen der Quelle an den restlichen 35 Tagen des Jahres, deckt aber jedenfalls die Schwankungen bei Unterschreitung der zugesicherten Wassermenge ab.

Volllast – Stunden : 7920 $\left[\frac{h}{a}\right]$

$$JAV_{Konsens} = 7920 * P$$

$$[kWh] = [h] * [kW]$$

JAV Szenario Schüttungswassermenge

Zugrunde gelegt wurden, wie in Abb. 3.7 auf Seite 32 dargestellt, 49 bestehende Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz.

Aufgrund der größeren Ausbauleistung sinken natürlich die Volllaststunden und somit die Auslastung der Turbine. Hier liegt die Priorität bei der Energiegewinnung.

Volllast – Stunden : 4994 $\left[\frac{h}{a}\right]$

$$JAV_{Schuettung} = 4994 * P$$

$$[kWh] = [h] * [kW]$$

3.6.4 Rohrdimensionierung

Rohrmaterial und Preisbasis

Für die Kraftleitung werden duktile Gussrohre PN 40/60 verwendet. Zum Vergleich der Differenz für den Kraftausbau wurden PE-Rohre PN 16 mit entsprechender Druckreduzierung angesetzt.

Die Rohrpreise beziehen sich auf aktuelle spezifische Angebote bzw. Preislisten. Zwischenwerte wurden interpoliert bzw. geschätzt. Bei den Rohrpreisen wurden bereits handelsübliche Rabatte und Zuschläge für Formstücke beachtet. Kosten für den Leitungsbau wurden teilweise Ausschreibungen entnommen, prozentuell gestaffelt von den Rohrkosten geschätzt und Zwischenwerte interpoliert.

Allgemeines:

Die Rohrhydraulik für die Druckrohrleitungen wurde gemäß dem Quadratischen Widerstandsgesetz, den Formeln nach Darcy-Weisbach berechnet [10, 17].

Rauhigkeiten

Die Rauhigkeit ist hier einerseits durch die äquivalente Sandrauhigkeit k_s , andererseits durch die betriebliche Rauhigkeit kb definiert. In die Berechnung geht diese als relative Rauhigkeit im Bezug zum Rohrdurchmesser: k/d ein.

Übliche Werte für Rauigkeiten:

Tabelle 3.1: Rohrrauigkeiten

Rohrrauigkeiten			
mm	PE	Guss	Leistungsart
ks	0,003	0,1	
kb		0,1	Transportleitung
kb		0,4	Ortsnetz

Bei der Rohrdimensionierung wurde ein Mittelwert von $kb = 0,4$ für die gesamte Berechnung verwendet.

Reynoldszahl

Unterscheidung zwischen laminarer und turbulenter Strömung [17].

Umschlag von laminarer zu turbulenter Strömung bei:

$$Re_{krit} = 2300 - 2800$$

Definition der Rohrhydraulik:

$$Re_{krit} = 2320$$

$$Re = \frac{v_m * d}{\nu} \quad (3.5)$$

Rohrreibungswiderstand

[17]

1. Laminar $\lambda = f(Re, k)$

Bei laminarer Strömung berechnet sich der Rohrreibungswiderstand folgendermaßen:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (3.6)$$

2. Turbulent

- (a) Glatter Bereich nach Prandtl

$$\lambda = f(Re)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \left(\frac{Re\sqrt{\lambda}}{2,51} \right) \quad (3.7)$$

(b) Rauer Bereich nach Colebrook

$$\lambda = f(k/d)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \left(\frac{3,71 d}{k} \right) \quad (3.8)$$

(c) Übergangsbereich nach Colebrook

$$\lambda = f(Re, k/d)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 d} \right) \quad (3.9)$$

Berechnung der Verlusthöhe

[17]

$$I = \frac{hv}{l} \quad (3.10)$$

$$hv = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (3.11)$$

Zulässige Rohrreibungsverluste bzw. zulässige Rohrreibungsgefälle

[2]

Als erster Ansatz wurden 8 bestehende Schweizer Trinkwasserkraftwerke betrachtet und der Mittelwert der Gesamtverlusthöhe, bezogen auf die geodätische Fallhöhe, von 6,6 % als Richtwert herangezogen. Aufgrund der teilweise großen Leitungslängen, der unterschiedlichen Durchmesser und den massiven Kostenunterschieden der Rohrleitung bei höheren Druckstufen wurden die Verluste variabel abgestuft.

Einen Bezug zur Fallhöhe stellt die Maßzahl $\frac{dH}{dL} = \frac{\text{Bruttofallhoehe}}{\text{schieferLeitungslaenge}}$ her.

Darstellung von $\frac{dH}{dL}$ und zulässigen Reibungsgefälle I_{zul}

$$\frac{dH}{dL} \leq 0,18 \quad I_{zul} = 6 \% \text{ von } dH \quad (3.12)$$

$$0,18 > \frac{dH}{dL} \leq 0,22 \quad I_{zul} = 7 \% \text{ von } dH \quad (3.13)$$

$$\frac{dH}{dL} > 0,22 \quad I_{zul} = 5 \% \text{ von } dH \quad (3.14)$$

Diese zulässigen Reibungsgefälle wurden iterativ ermittelt und liefern im Bezug auf ein sinnvolles Verhältnis von Rohrdurchmesser, abgestimmt auf die

Leitungslänge, und damit die Gesamtkosten, sowie im Hinblick auf Fließgeschwindigkeiten, welche sich im Bereich um ca. $1,5 \frac{m}{s}$ bewegen sollten, gute Ergebnisse. Allerdings ist eine Vorgabe von zulässigen Reibungsverlusten, Fließgeschwindigkeit u.ä. nicht direkt möglich, da auf die Verwendung von handelsüblichen Rohrdurchmessern geachtet werden muss, auch bei großen Rohrdurchmessern wie bei dem Ausbau auf die Konsenswassermengen, da sonst unverhältnismäßig hohe Kosten für Sonderanfertigungen entstehen würden.

Berechnungsvorgang Die Rohrdimensionierung wurde für die Ausbauszenarien Konsenswassermenge und Schüttungwassermenge in jeweils mehreren Schritten durchgeführt. Zur Vereinfachung wurde die Bemessung mit dem Normdurchmesser durchgeführt, welcher sich auf den Außendurchmesser bezieht, die Wandstärke also vernachlässigt.

Die Berechnung wurde für Szenario Konsens- und Schüttungwassermenge jeweils für beide Rohrmaterialien durchgeführt.

- Berechnung des zulässigen Rohrreibungsgefälles I_{zul}
- Berechnung des Rohrdurchmessers
 $T, \nu, Q, I_{zul}, k \Rightarrow D, v$
- Rundung der erhaltenen Rohrdurchmesser auf handelsübliche Rohrquerschnitte¹⁶
 Die Berechnung erfolgt gerundet auf 25 mm. Falls dieser Durchmesser nicht handelsüblich ist, wird dieser laut Tab. 3.2 bzw. 3.3 aufgerundet oder abgerundet.
- Mit einem handelsüblichen Rohrdurchmesser wird die Berechnung jetzt angepasst:
 $T, \nu, Q, DN, k \Rightarrow I_{vorh}, v$
- Berechnung des tatsächlichen Reibungsverlustes h_v vorhanden laut Formel 3.11
- Ausweisung des tatsächlichen Reibungsverlustes für die duktilen Gussrohre
- Rundung der erhaltenen Durchmesser auf handelsübliche Rohrquerschnitte, Material: Duktiles Gusseisen zur späteren wirtschaftlichen Betrachtung.

¹⁶Rohrdurchmesser laut aktuellen Daten von Pipelife Austria GmbH und Tiroler Röhren- und Metallwerke AG

Tabelle 3.2: Rundungsvorgaben für PVC Rohre

DN gerechnet	DN gerundet
≤ 75	75
100	110
150	160
175	180
275	280
300	315
325	315
350	355
375	400
425	400

Tabelle 3.3: Rundungsvorgaben für GGG Rohre

DN gerechnet	DN gerundet
≤ 80	80
175	200
225	250
275	300
325	350
375	400
425	450
475	500
525	500
575	550
625	600
675	650
725	700
775	750
825	800
875	850
925	900
975	950
1025	1000

Unterschiede in der Rohrdimensionierung für Schüttungsmengen zum Szenario Konsenswassermenge Aufgrund der größeren Durchflüsse, sind meist keine PE-Rohre in handelsüblichen Durchmessern mehr verfügbar. In diesem Fall wird nur das duktile Gussrohr zu verwendet. Ansonsten läuft die hydraulische Berechnung gleich wie bei oben genanntem Schema ab.

Die gesamte Rohrhydraulik wird in dem Excel Sheet *TWKW Potentiale Wasserrechte*, Datei siehe Kapitel 5 mit mehreren kombinierten Makro-Anweisungen automatisch nach oben genannten Abläufen und Richtlinien durchgeführt. In Fällen, wo die automatische Berechnung keine zufriedenstellenden Ergebnisse im Bezug auf technische Realisierbarkeit oder wirtschaftliche Gesichtspunkte lieferte, wurde die Kalkulation händisch adaptiert.

Aufgrund der generalisierten Ansätze für die große Anzahl an Anlagen sind die Ergebnisse durchaus Schwankungen unterworfen und dienen nur zur Abschätzung der Rohrkosten.

Nettofallhöhen Die Nettofallhöhe eines Trinkwasserkraftwerks setzt sich zusammen aus der Bruttofallhöhe abzüglich der Rohrreibungsverluste. Diese wurden wiederum gemittelt aus den Einzelverlusten h_{v_i} der Szenarien Konsenswassermenge und Schüttungswassermenge. Dies ist in diesem Fall zulässig, da die Differenz der Verlusthöhen bei den untersuchten Anlagen max. 5 % beträgt.

Leitungslängen Die Leitungslängen wurden, wie in Kapitel 3.5.9 beschrieben, ermittelt und als Sicherheit, da die Trassierung nur anhand von Orthophotos durchgeführt wurde um 20 % erhöht. Die Umrechnung von der Horizontalprojektion auf die wahre Länge wurde einfach durch Leitungslänge und Fallhöhe hergestellt.

$$\sqrt{\text{Horizontalprojizierte Leitungslänge}^2 + \text{Bruttofallhöhe}^2} \quad (3.15)$$

3.6.5 Kriterien zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

Die Hauptkostenfaktoren eines Trinkwasserkraftwerks sind vor allem die elektromaschinelle Ausrüstung und die Rohrleitungen. Der Leitungsbau ist als maßgebendes Kriterium zu sehen, da die Kosten im Gegensatz zur elektromaschinellen Ausrüstung sehr stark schwanken. Die Lage der Anlage bzw. des Krafthauses und die direkt davon abhängige Veränderung der Kosten für die Rohrleitungen incl. Erdbau entscheiden unmittelbar über die Rentabilität bzw. Abschreibungszeit eines Kleinkraftwerks dieser Bauart.

Abschreibungszeiten von Rohrleitungen

Es wurde hier eine statische Amortisationszeit mit den Kostenfaktoren Gesamtherstellungskosten der Rohrleitung und den Erlösen aus der Einspeisung zum aktuellen Ökostromtarif zugrunde gelegt.

Beachtung von Druckzonen und Druckunterbrechungen PE-Rohre wurden einheitlich mit der Druckstufe PN 16 gewählt. Hier ist natürlich eine Druckunterbrechung erforderlich. Alle 150 Höhenmeter ist daher ein Druckunterbrecherschacht in Fertigteilbauweise vorgesehen. Diese Ausbauvariante ist natürlich nicht für die Kraftnutzung geeignet, sondern nur als Vergleichswert bzw. Referenzkostenfaktor zu betrachten.

Duktile Gussrohre wurden entsprechend den zulässigen Druckstufen längenbezogen abgestuft. Vom Einlaufbauwerk abwärts verwendete Rohre:

0	-	400	m	GGG PN 40
400	-	600	m	GGG PN 63
600	-	1000	m	GGG PN 100

Fallhöhen > 1000 m kommen in dieser Studie nicht vor und werden daher nicht berücksichtigt. Rohre höherer Druckstufe als PN 100 sind Sonderanfertigungen mit entsprechend hohen Kosten.

Folgende Abschreibungszeiten wurden berechnet:

- Differenz Guss – PE [a]
- Neue Gusseisen Leitung [a]
- alte Leitung: Voraussetzung: $H_{man} \leq 100$ m
(in diesem Fall entstehen keine Kosten für den Leitungsbau)

Szenario L 1: Neubau der Rohrleitung

Im Falle einer komplett neu geplanten Anlage, bzw. falls die bestehende Quellaufleitung neu oder noch im gutem Zustand ist, muss mit den vollen Kosten für den Rohrleitungsbau kalkuliert werden.

Szenario L 2: Differenz zwischen Guss und PE-Rohrleitung

In vielen Fällen besteht ein altes Rohrleitungsnetz, welches in absehbarer Zeit erneuert werden muss. Von 1960 bis 1980 wurden in Salzburg sehr viele Trinkwasserversorgungsanlagen gebaut oder erweitert. Diese sind es, welche in den nächsten Jahren saniert bzw. erneuert werden müssen. Unter dieser Voraussetzung sind nur die Mehrkosten für den Ausbau als Kraftleitung,

sprich Rohre mit hoher Druckstufe anzusetzen. Es wurde damit kalkuliert, dass die allfällige Sanierung mit PE-Rohren PN 16, wie dem Stand der Technik entsprechend, durchgeführt wird.

Szenario L 3: Verwendung der bestehenden Leitung

Bei Druckhöhe von ≤ 100 m kann durchaus bei entsprechender Steuerung der Turbine zur Vermeidung von Druckstößen, welche einem alten Leitungsnetz nicht zuträglich wären, die bestehende Quellaufleitung als Kraftleitung verwendet werden.

Spezifische Kosten und Maßzahlen

- Abschreibungszeiten von Rohrleitungen
- Abschreibungszeiten für die elektromaschinelle Ausrüstung
- €/kW und €/kWh für Rohrleitungen
- €/KW und €/kWh für elektromaschinelle Ausrüstung
- €/KW und €/kWh für Gesamtherstellungskosten bzw. Adaptierung des bestehenden Trinkwasserversorgungssystems

3.7 Filterkriterien zur Auswahl wirtschaftlicher Anlagen

3.7.1 Auswahlschema, Flussdiagramm

Ablaufschema der Auswahl von Anlagen laut Abb. 3.9 auf Seite 46.

3.7.2 Auswahlkriterien

- Konsens: ≥ 5 l/s
- Leistung: ≥ 5 KW
- Szenario L 1: Neubau der Rohrleitung:
- Szenario L 2: Differenz zwischen Guss- und PE-Rohrleitung: ≤ 25 Jahre
- Szenario L 3: Verwendung der bestehenden Leitung:

3.7.3 Grenzen der Studie, Genauigkeit

Bemerkungen dazu wurden im Laufe dieser Arbeit schon erwähnt, sollen aber hier noch einmal zusammengefasst werden.

Ein klassisches Trinkwasserkraftwerk arbeitet die Druckhöhe zwischen Quellsammelschacht bzw. Einlaufbauwerk und Hochbehälter bzw. Druckreduzierschacht oder Zwischenschacht ab.

Der Allgemeine Teil der Studie weist nur die Potentiale an Fallhöhen aus. Die Fallhöhen beziehen sich auf geodätische Höhen von Quelle und Talboden. Die Struktur und das hydraulische System sowie genaue Lage und Höhe der Anlagenteile wird nicht beachtet, siehe Kapitel 3.3.

Genaue Schüttungsdaten für ein Ausbauszenario auf die gesamte nutzbare Wassermenge sind nur in Einzelfällen vorhanden, deshalb wird die Konsenswassermenge zur Berechnung herangezogen.

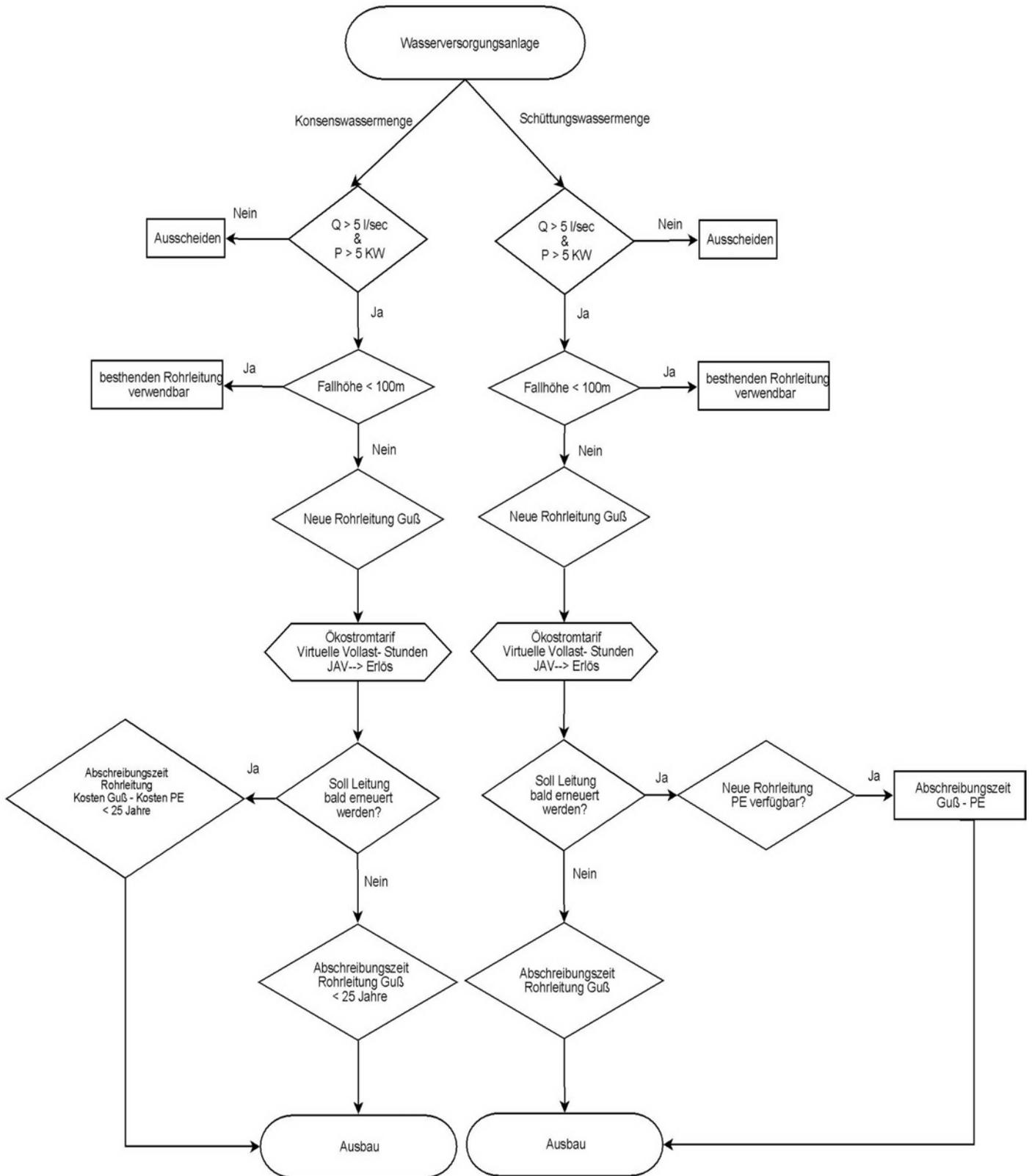


Abbildung 3.9: Flussdiagramm zur Darstellung der Auswahlkriterien

3.8 Ergebnisse der Studie

3.8.1 Auflistung aller Datensätze

Tabelle 3.4: Zuordnung von Anlagen Name und fortlaufender Nummer

Nummer	Anlagen - Name laut Wasserbuch
1	GD Zell am See- Bruck, Wölflerquelle - Wölflerquelle
2	WV Obere Enns, Marbachquellen - Marbachquellen
3	WG Strobl - Kaltwasserquellen 1 u. 2
4	WG Dorf Saalbach - Löhnersbachquellen
5	WV Plainfeld, Wasserschiene - Plainfeldquellen
6	WV Mariapfarr-St.Andrä-Zinsbrücke - Granitzelquellgruppe
7	GD Schwarzach, TWA - Stollenquellen
8	GD Bad Gastein, TWA - Schachenquellen
9	GD Bad Hofgastein, TWA - Lahngangquellen
10	WV Hölln, Wasserschiene - Höllnquelle Nord und Süd
11	WG Filzmoos - Kaltenbrunnquellen (Kaltenbachquelle)
12	GD Mittersill TWA - Lachalmquellen
13	Zementwerk Leube - Nutzwasser Leube - Bergwasser aus Untertagebau
14	GD Golling TWA - HB Paß-Lueg - Paß Lueg Quelle 1
15	WV Gasteinertal, Wasserschiene - Brandebenquelle Nord + Süd
16	WG Rauris, TWA - Fuchslochquelle
17	Lumpi, Müller, Saalbacher Faßl - Quelle
18	WG Obertauern - Plattenkarquellen 1 bis 7
19	WG Hinterglemm - Stiegeralmquelle 2
20	GD Zell am See, TWA Ort - Finsterkendlquellen
21	WV Gasteinertal, Wasserschiene - Himmelwandquelle
22	Wintersteller, Fischteich in Eben - Quelle - Hangentwässerung
23	WG Oberweißburg, TWA - Quelle
24	WG Lenzing - Quelle Ost
25	GD Bad Gastein, TWA - Gruppe Evianquelle - Evianquelle
26	Stadt Salzburg, TWA - Gersbergquellen - QG Alter Stollen
27	GD Bad Hofgastein, TWA - Grubquellen
28	GD Werfen, TWA - Reichhofquelle
29	GD St.Martin- L., TWA - Strohwohnquelle
30	GD Hüttau, TWA - Mühlbauernquelle
31	TWA Gut Brandlhof - westliche Quelle
32	A10, Katschbergtunnel - Quelle
33	GD Bischofshofen ÖBB Bahnhof Bischofshofen - Moosbergquelle A
34	GD Leogang, TWA - HB Ullach - Kösselquellen
35	WG Bramberg Hochquellenleitung - Letzenbichlquelle 1
36	WG Annaberg - Gratzenmühlquelle

Nummer	Anlagen - Name laut Wasserbuch
37	WG Piesendorf WG Niedernsill, Bamerquellen - Bamerhauptquelle
38	WG Wörth - Brandauquelle
39	WG Uttendorf - Gassnerquellen I bis IV
40	WG Kuchl - Maximilianquelle
41	SSK, Schotterwerk Flachau - Quellen
42	GD Radstadt, TWA - Mitterhagquellen 1 bis 5
43	GD Werfen, TWA - Grundackerquelle
44	WG Schaidberg - Kesselspitzquelle
45	WG St.Michael i.Lg., TWA - Kramaterquellen (Kranabeterquellen)
46	WG Gseng-Rußbachsaag - Gseng-Quelle
47	WG Werfenweng, TWA - Klausgrabenquelle
48	GD Mühlbach, TWA - Quelle 4
49	GD Hüttschlag, TWA - Brunnbodenquelle
50	ÖBF, KW Jagdhaus Torrenerjoch - Quelle
51	GD Bad Gastein, TWA - Kohlgrubenquelle
52	WG Wagrain, TWA - Lehenquelle
53	Schneeanlage Radstadt-Altenmarkt - Quellen der ÖBF
54	WG Laubichl - Quelle
55	WG Stuhlfelden, TWA - Reisigrabenquelle
56	WG St.Michael i.Lg., TWA - Grottbachquellen
57	Breitfuß, Fischteiche Hechergut - Quellen
58	GD Mauterndorf, TWA - Zallinquelle
59	WG Obertauern - Hundsfeldquellen 1 bis 6
60	SAG, TWA Unterlend - Klammquelle
61	WG Großarl-Süd - Karmaisquelle
62	WG Großarl-Süd - Hochbruckquelle
63	WG Abtenau - Greimelhofquelle
64	WG Klotzenberg - Quellen 1 und 2
65	Lüftenegger, Tamsweg 91 - Quelle 1
66	WG Thalgau - Elsenhubquelle 1
67	Fischzuchtanlage Kreuzstein, Mondsee WVA - Sekundärquelle
68	GD Wald, TWA Ort - Tannbrunnquelle
69	WG Hemerach - Quelle
70	GD Taxenbach, TWA Ort - Große Quelle
71	Schneeanlage Liebenauerlift - Teich - Quellen
72	WG Wagrain, TWA - Brandeckquellen
73	GD Leogang, TWA - HB Reiterbauer - Rotenbrunnquellen
74	WG Thalgau - Schustermoos-Quelle
75	GD Werfen, TWA - Windbichlquellen
76	WG Wagrain, TWA - Vierteckquelle
77	WG Tiefbrunnau - Schwarzangerlquelle
78	GD Eugendorf, TWA - Rappenwandquelle

Nummer	Anlagen - Name laut Wasserbuch
79	WG Rigaus - Knollhofquellen
80	WG Markt Neukirchen - Blauseequellen
81	Lüftenegger, Tamsweg 91 - Quelle 4
82	WG Zauchensee, TWA - Ochsenbrandquelle 5
83	GD Fusch- Glstr., TWA - Roschitzquelle
84	WG Hinterglemm - Hintermaisquelle I
85	GD Tamsweg, TWA - Gruppe Lessachquellen
86	GD St.Michael, TWA Katschberg - Höferbergquellgruppe
87	WG Rigaus - Stroblhofquelle
88	A10, Tauerntunnel Südportal TWA - Quellen
89	GD St.Veit, TWA - Kleinschwarzachquelle
90	GD Schwarzach, TWA - Kontrollgangquellen
91	GD Lofer TWA - Paß Strub Quellen
92	GD St.Gilgen, TWA - Auerlochquellen
93	WG Filzmoos - Stützlbrunn- bzw. Rettensteinquelle
94	WG Lamm - Quelle
95	GD Bad Gastein, TWA - Scholzquelle
96	Rettenbacher, Ramsauer, Steuer 1 u.2 - Quelle
97	WG St.Michael i.Lg., TWA - Gruppe Haslachquellen- Steinbruchqu. - Haslachqu.
98	GD Obertrum, TWA - Stollenquellen (Spielberggrabenquellen)
99	WG St.Michael i.Lg., TWA - Gruppe Haslachquellen- Steinbruchqu. - Steinbruchqu.
100	WG Puch, TWA - UV-HS Oswald - Oswaldquelle 2
101	WG Berndorf - Quellen Eisping
102	GD Mühlbach, TWA - Rupertistollenquelle
103	WG Filzmoos - Vikariquelle
104	GD Lofer TWA - Exenbachquelle
105	GD St.Martin- L., TWA - Hamerauquelle
106	GD Koppl, TWA - Schernthonquelle
107	WG Krispl-Gaissau - Mörtlbach-Quellen
108	Ortner, Forstau 3 - Quelle
109	GD Rußbach TWA - Rinnbachquellen 1 und 2
110	WG Uttendorf - Manlitzquelle
111	WG Anthering, TWA - Traintingquellen
112	GD Fuschl, TWA - Füßlmühlquelle
113	Zinkl, Fischteich Madreit - Quellen
114	GD Kleinarl, TWA - Angerhausquelle
115	WG Anthering, TWA - Huppingquellen
116	GD Mühlbach, TWA - Quellen 1 u. 2
117	Riedlsperger, Fischteiche - Quellen
118	WG Filzmoos - Meeräuglquelle
119	WG Neumarkt - UV Sommerholz - Sommerholzquellen
120	GD Golling TWA - HB Wasserfallqu. - Wasserfallquellen Golling

Nummer	Anlagen - Name laut Wasserbuch
121	WG Wagrain, TWA - Hofquellen
122	WG Lungötz - Quellen I - III
123	WG Oberdorf-Unterdorf - Langholzquelle
124	GD Seekirchen, TWA u. NWA - Augerquellgruppe NWA - Obere Augerquellen
125	WG Erka-Haunharting-Weng - Quelle
126	GD Seekirchen, TWA u. NWA - Augerquellgruppe NWA - Untere Augerquelle
127	GROHAG, Parkplatz Piffkar - Quelle Piffkar
128	Imlau Stiftung, Herrngut Imlau - Grundquelle
129	GD Forstau, TWA - Guppe Fagereckquellen
130	WG Neumarkt - Sommererquellen
131	Lederer, St.Georgen - Fischteich - Quelle 2
132	Linortner, Strobl (Teich) - Quelle
133	GD Mauterndorf, TWA - Wasserfallquellgruppe
134	Bogensperger- Kollmann, Mariapfarr - Quellen
135	Seitlinger, Weißpriach (5 Fischteiche) - Quelle 1
136	Seitlinger, Weißpriach (5 Fischteiche) - Quelle 2
137	WG Weißenbach - Stadlmannquelle
138	Muckenhammer, Fischteich - 2 Quellen
139	WG Obertauern - Quellstollen
140	Kongregation d. Barmh. Schwestern - Moarhausquelle
141	WG Schleedorf - Tiefsteinquellen
142	Moser, Fischzuchtanlage Wals-Siezenheim - Quellen
143	WV Mariapfarr-St.Andrä-Zinsbrücke - WS WV Mariapfarr - Quelle
144	Bogensperger, Maria Pfarr - Quelle
145	Macheiner, Seetal 24 - Quellgruppe
146	Huber, Wals-Siezenheim - Quelle
147	C. Doppler Klinik, Nutzwasser - Quellen
148	Schweinberger Bade- Fischteich - Quellgerinne
149	GD Elixhausen, TWA - Waldquelle
150	WG Maria Alm - Zwieseleckquellen
151	Rußegger, Angerer, Teichanlage Scheffau 28 u.26 - Quellen
152	Stadt Salzburg, TWA - Gniglerbergquellen - Residenzquelle I und II
153	Leitner, Schönaustraße 6 - Quelle
154	Magg, Fischzucht Kehlbach - Quelle bzw. Gerinne
155	WG Köstendorf - Franzenbauerquellgruppe
156	Saller, Unterberg 13 - Quellen
157	WG Hinterglemm - Holzknechtstättenquelle I
158	Bahnhof Salzburg, TWA - Gampentalquellgruppe
159	Seepark St.Martin, Badeteich - Quelle
160	Aigner, Schellgaden15 - Quellen
161	Mayr, Fell 39 - Quellen
162	WG St.Georgen, TWA - Krögner Quelle

Nummer	Anlagen - Name laut Wasserbuch
163	Stiegler, KW am Walchhofgraben - Stiegler, KW I - Fischteich 6 - Quelle VI
164	E-Werk Bad Hofgastein - KW Zwischenwerk - Quellen
165	GD Bad Gastein, TWA - Patschgquelle
166	GD Saalfelden, TWA - Friedlbrunn-Quelle
167	Stiegler, KW am Walchhofgraben - Stiegler, KW I - Gruppe 4- 10 - Quelle VIII
168	Weißbacher, Leitner, Schwand 19, 20 - Quelle
169	Stadt Salzburg, TWA - Grundwasseranreicherungsanlage - Fürstenbrunnquelle
170	Stiegler, KW am Walchhofgraben, KW I - Gruppe 1, 2, 3, 7 - Fischt 1 - Quelle I
171	Stiegler, KW am Walchhofgraben, KW I - Gruppe 1, 2, 3, 7 - Fischt 1 - Quelle II
172	Stiegler, KW am Walchhofgraben, KW I - Gruppe 1, 2, 3, 7 - Fischt 2 - Quelle III
173	Stiegler, KW am Walchhofgraben, KW I - Gruppe 1, 2, 3, 7 - Fischt 2 - Quelle IV
174	Nebestollen des Lamprechtsofenhöhlensystems - DAV, Lamprechtshöhle
175	Jägergraben-Quelle
176	Donnersbach-Quelle - WG Reith-Gensbrunn
177	Markt-Quelle - WG Markt Neukirchen
178	Rothenwand-Quelle - WG Rothenwand
179	Bahnwächter- und Straßenwärterhaus
180	Vordergflöll-Quelle - Lohfeyer- Vitzthum

3.8.2 Ergebnisse Szenario: Konsenswassermenge

Das Gesamtpotential für genanntes Szenario ist der Tab. 3.5 zu entnehmen.

Tabelle 3.5: Potentialauswertung Konsens

Kraftwerkspotentiale Szenario Konsenswassermenge			
Bezirk	Anzahl Anlagen	Installierte Gesamtleistung [kW]	JAV [MWh]
Pinzgau	16	513	4.059
Pongau	23	744	5.889
Lungau	4	179	1.415
Flachgau	8	98	775
Tennengau	8	164	1.299
Erfasstes Potential	59	1697	13.438
Bestehende Anlagen	8	500	2.497
Mögliches Gesamtpotential	67	2197	15.935

Abb. 3.12 zeigt die berechnete Leistung der betrachteten Anlagen für das Ausbauszenario Konsenswassermenge. In Abb. 3.10 und 3.11 sind sowohl prozentuell als auch absolut die Kraftwerke ersichtlich, welche ausgebaut werden müssen, um ein gewisses Leistungspotential zu lukrieren. Bei Ausbau von 7 % der hier aufgeführten Anlagen wird bereits 25 % der möglichen Gesamtleistung erzeugt. Bei Realisierung von 9 Kraftwerken bzw. 15 % wären es bereits 50 % der möglichen Gesamtleistung.

Tabelle 3.6: Prozentuelle und absolute Ausbaupotentiale

Leistungs- Quartile [%]	Anzahl auszubauender Anlagen	Auszubauende Anlagen [%]
25	4	7
50	9	15
75	20	34
X_{25-50}	5	8
X_{50-75}	11	19

Gefilterte Datensätze

Folgende Anlagen in Tab. 3.7 entsprechen den in Kapitel 3.7.2 auf Seite 45 genannten Filterkriterien und können laut Tab. 3.4 auf Seite 47 zugeordnet

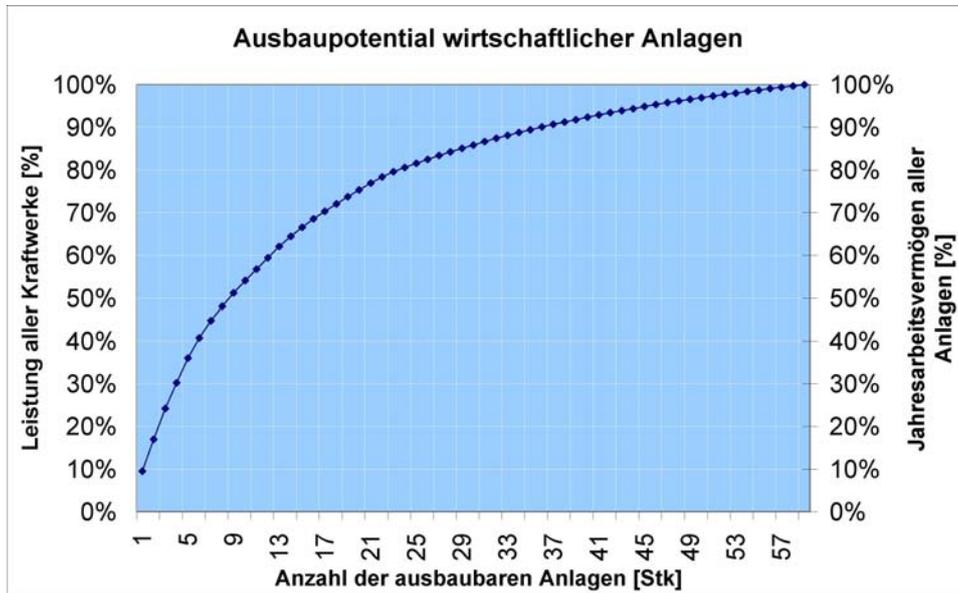


Abbildung 3.10: Potential - Leistung, absolut

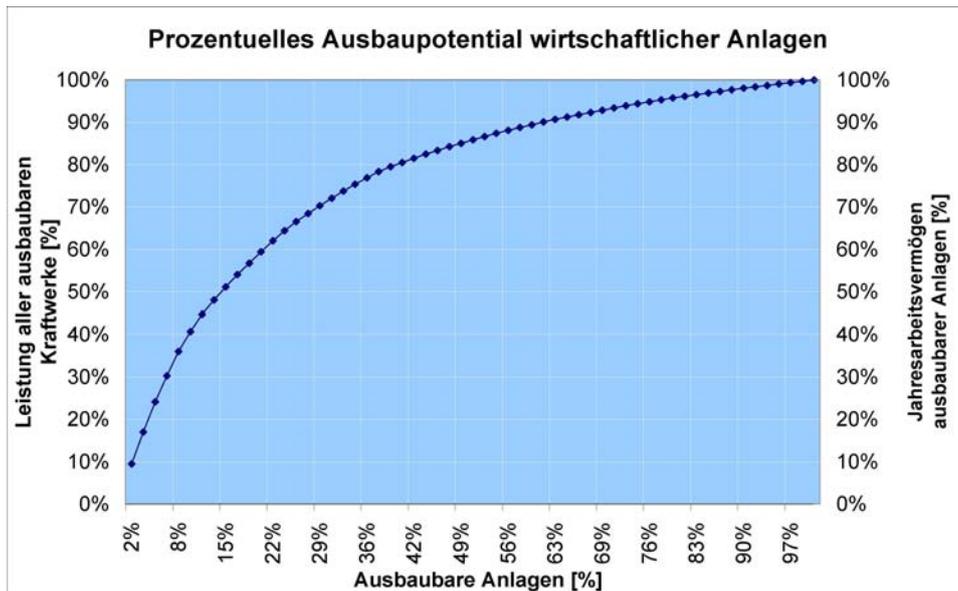


Abbildung 3.11: Potential - Leistung, prozentuell

werden. Eine genauere Betrachtung der aufgelisteten Anlagen finden sich im Anhang Kapitel 7 ab Seite 107.

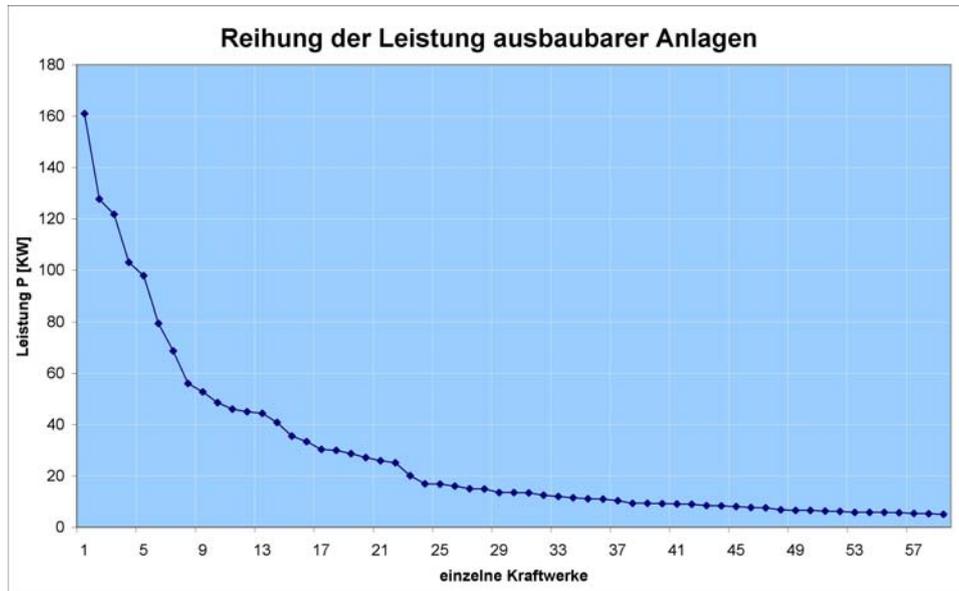


Abbildung 3.12: Potential - Leistungsverteilung

Tabelle 3.7: Gefilterte Anlagen: Konsenswassermenge

Nummer	Wasserbuch- Postzahl
1	1603131
2	1403682
3	1300371
4	1600336
5	1304156
6	1500577/1501190/1501038
7	1403805/1400721
8	1400625
9	1400702/1400844
10	1402322
11	1403101
12	1600316
14	1200357
15	1403514
16	1601055
17	1602957
18	1401545
19	1601513
20	1600195
24	1601341
27	1400844/1400702

Nummer	Wasserbuch Postzahl
28	1402220
29	1601783/1600313
33	1400634
34	1601183
35	1600353
36	1200350
37	1603163
41	1403506
43	1401305
48	1401331
50	1200427
51	1404282
52	1401488
54	1402390
59	1401545
63	1200349
64	1201633
65	1500613
66	1301266
74	1301266
77	1301813
79	1200993
80	1600306
82	1403794
83	1601391
84	1601513
85	1500321
89	1400708
90	1400721/1403805
91	1600276
92	1300353
96	1200666
98	1300947
101	1301334
103	1403101
108	1404248
109	1200672
116	1401331

3.8.3 Ergebnisse Szenario: Schüttungswassermenge

Die hier dargestellten Anlagen beziehen sich auf Abschreibungszeiten der Rohrleitung ≤ 80 Jahre um hier keine, bei genauerer Betrachtung doch wirtschaftlichen, Anlagen auszuschließen.

Tabelle 3.8: Potentialauswertung Schüttung

Kraftwerkspotentiale Szenario Schüttungswassermenge			
Bezirk	Anzahl Anlagen	Installierte Gesamtleistung [kW]	JAV [MWh]
Pinzgau	3	753	3.758
Pongau	3	2.211	11.043
Lungau	1	194	971
Flachgau	2	29	147
Tennengau	0	0	0
Erfasstes Potential	9	3.188	15.919

Gefilterte Datensätze

Tabelle 3.9: Gefilterte Anlagen: Schüttungswassermenge

Nummer	Wasserbuch Postzahl
1	1603131
2	1403682
3	1300371
4	1600336
6	1500577/1501190/1501038
10	1402322
28	1402220
74	1301266
174	1602176

3.8.4 Übersicht der Anlagen

Folgend in Abb. 3.13 auf der nächsten Seite sind die potentiell wirtschaftlichen Anlagen in einem Lageplan, farblich nach Bezirk sowie nach Ausbauleistung unterschieden, dargestellt. Dieser Plan findet sich auch im Anhang in größerem Maßstab, siehe Anhang Kapitel 8 auf Seite 140.

In den Abbildungen 3.14, 3.15, und 3.16 auf den folgenden Seiten sind die

genauen Ausscheidungskriterien für jede einzelne Anlage ersichtlich. Hier ist dargestellt warum welche Anlage in welchem Szenario die gesetzten Kriterien laut Ablaufschema Abb. 3.9 auf Seite 46 erfüllt oder eben ausscheidet.

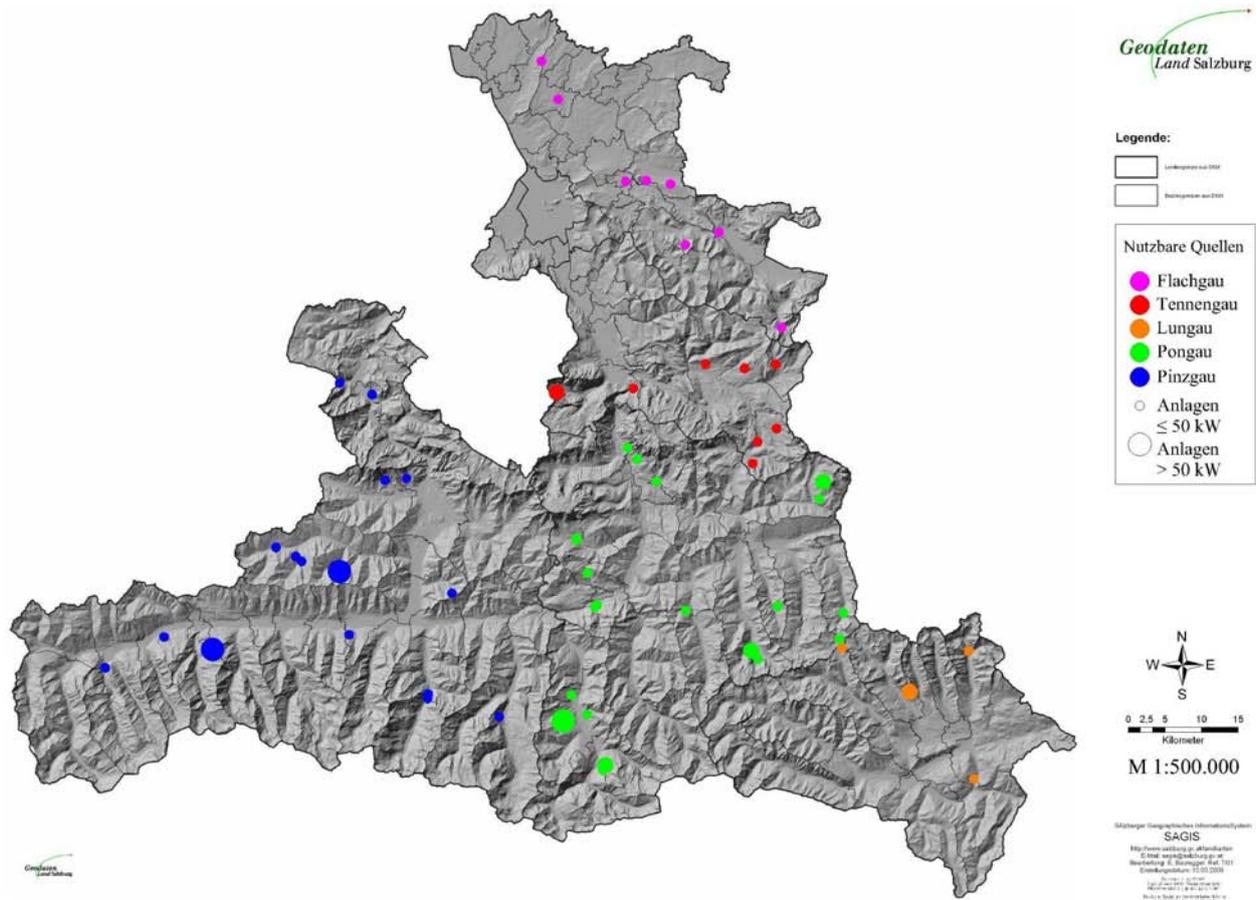


Abbildung 3.13: Lageplan mit Darstellung der potentiellen Anlagen im Land Salzburg (ohne Maßstab)

Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass für den Ausbaufall auf Schüttungswassermenge auch Anlagen mit einer Abschreibungszeit für Rohrleitungen von bis zu 80 Jahren grundsätzlich als realisierbar erachtet werden und im Gesamtpotential laut Tab. 3.9 enthalten sind, wohingegen sich die Abbildungen 3.14 bis 3.16 auf Abschreibungszeiten von ≤ 25 Jahren beziehen.

Wasserrechtlich bewilligte Quellen bzw. Anlagen	Potentiell realisierbare Anlagen	Keine Turbine verfügbar	Konsens [l/sec]	Leistung [KW]	Abschreibungszeit Konsens Diff Guß-PE	Abschreibungszeit Konsens Guß	Abschreibungszeit Schüttung Diff Guß-PE	Abschreibungszeit Schüttung Guß
4635	180	Ausscheidungskriterien / Anzahl der ausbaubaren Anlagen						
Bestehendes Kraftwerk, andere Nutzung, zu geringe Fallhöhe		≥	≥	≤	≤	≤	≤	≤
51		5	5	25	25	25	25	25
Nummer der Anlage laut Zuordnung	24	172	62	90	49	7	5	
1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
3	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
4	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
5	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
6	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
7	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
8	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
9	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
10	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
11	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
12	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
13	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
14	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
15	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
16	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
17	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
18	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
19	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
20	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
21	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
22	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
23	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
24	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
25	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
26	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
27	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
28	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
29	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
30	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
31	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
32	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
33	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
34	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
35	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
36	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
37	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
38	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
39	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
40	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
41	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
42	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
43	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
44	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
45	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
46	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
47	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
48	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
49	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
50	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
51	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
52	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
53	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
54	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
55	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
56	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
57	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
58	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
59	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
60	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden

Abbildung 3.14: Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 1/3

Nummer der Anlage laut Zuordnung	Keine Turbine verfügbar	Konsens [l/sec]	Leistung [KW]	Abschreibungszeit Konsens Diff Guß- PE	Abschreibungszeit Konsens Guß	Abschreibungszeit Schüttung Diff Guß- PE	Abschreibungszeit Schüttung Guß
	Ausscheidungskriterien / Anzahl der ausbaubaren Anlagen						
		≥	≥	≤	≤	≤	≤
		5	5	25	25	25	25
61	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
62	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
63	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
64	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
65	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
66	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
67	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
68	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
69	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
70	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
71	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
72	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
73	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
74	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein
75	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
76	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
77	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
78	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
79	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
80	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
81	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
82	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
83	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
84	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
85	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
86	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
87	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
88	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
89	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
90	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ausgeschieden	Ausgeschieden
91	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
92	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
93	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
94	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
95	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
96	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
97	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
98	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
99	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
100	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
101	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
102	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
103	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
104	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
105	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
106	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
107	Ausscheiden	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
108	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
109	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
110	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
111	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
112	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
113	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
114	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
115	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
116	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
117	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
118	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
119	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
120	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein

Abbildung 3.15: Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 2/3

Nummer der Anlage laut Zuordnung	Keine Turbine verfügbar	Konsens [l/sec]	Leistung [KW]	Abschreibungszeit Konsens Diff Guß- PE	Abschreibungszeit Konsens Guß	Abschreibungszeit Schüttung Diff Guß- PE	Abschreibungszeit Schüttung Guß
	Ausscheidungskriterien / Anzahl der ausbaubaren Anlagen						
		≥	≥	≤	≤	≤	≤
		5	5	25	25	25	25
121	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
122	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
123	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
124	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
125	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
126	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden
127	Ausscheiden	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
128	Ja	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
129	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
130	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
131	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
132	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
133	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
134	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
135	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
136	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
137	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
138	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
139	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
140	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
141	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
142	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
143	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
144	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
145	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
146	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
147	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
148	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
149	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
150	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
151	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
152	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
153	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
154	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
155	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
156	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
157	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
158	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
159	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
160	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
161	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
162	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
163	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
164	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
165	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
166	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
167	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
168	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
169	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
170	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
171	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
172	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
173	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
174	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
175	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
176	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
177	Ja	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
178	Ja	Nein	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
179	Ja	Ja	Nein	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden	Ausgeschieden
180	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Abbildung 3.16: Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 2/3

3.8.5 Verteilung von Durchfluss und Fallhöhe

Folgende Abb. 3.17 zeigt Anlagen zugeordnet zu Durchfluss, Nettofallhöhe und Turbinenart mit geschätzter Leistung bei angenommenen Gesamtwirkungsgrad von durchschnittlich 80 %. Der Einsatzbereich von Peltonturbinen ist nach oben hin hier nicht genau begrenzt und muss bei Anlagen mit größerer Fallhöhe untersucht werden.

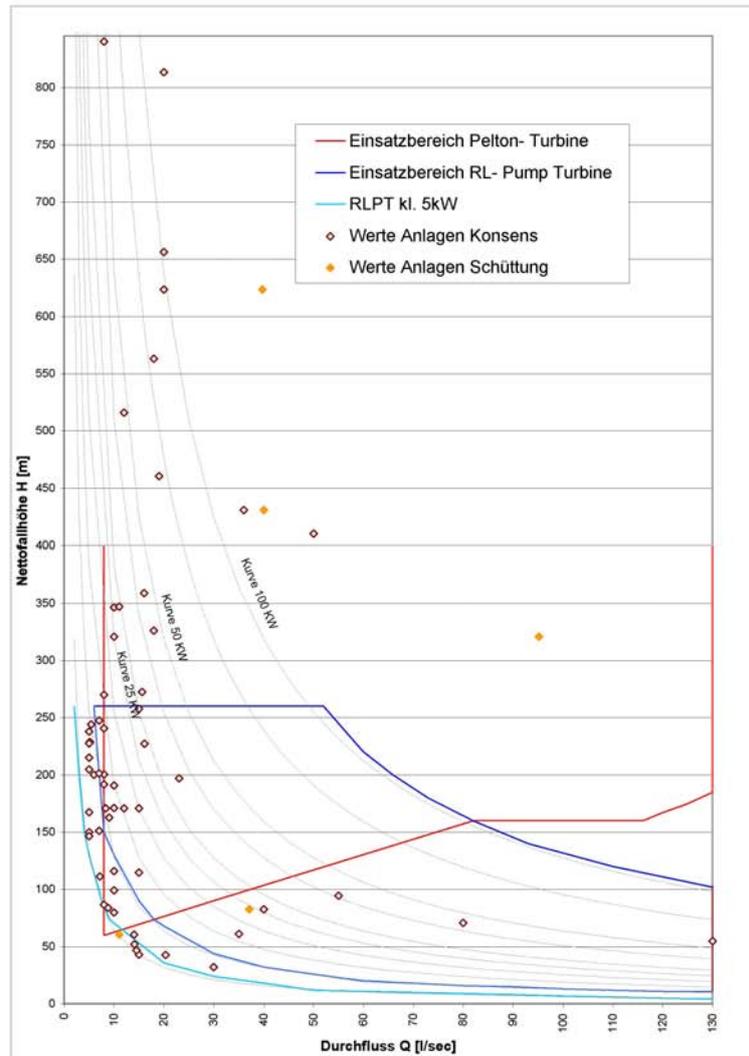


Abbildung 3.17: Verteilung von Durchfluss und Fallhöhe der potentiellen Anlagen

3.8.6 Anlagen pro Bezirk

Die folgenden Diagramme zeigen die Verteilung der Anlagen, für das Ausbauszenario Konsenswassermenge, auf Salzburgs Bezirke.

Abb. 3.18 und 3.19 zeigen Anzahl und Verteilung von Leistung und prozentuelle Aufteilung, zugeordnet zu Bezirken. Weiters zeigen Abb. 3.20 bis

3.23 die Einteilung in Klassen nach geschätzter Engpassleistung. Wie oben ersichtlich, ist im Pongau und Pinzgau, nicht zuletzt durch die morphologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten, das größte Ausbaupotential vorhanden. Allgemein stehen einige große, mehreren kleinen Anlagen gegenüber. Kraftwerke im Bereich von 5-25 kW sind am häufigsten, die größte Anlage liegt bei 161 kW. Näheres zu Verteilung und Gesamtpotential siehe Kapitel 3.8.2 auf Seite 52.

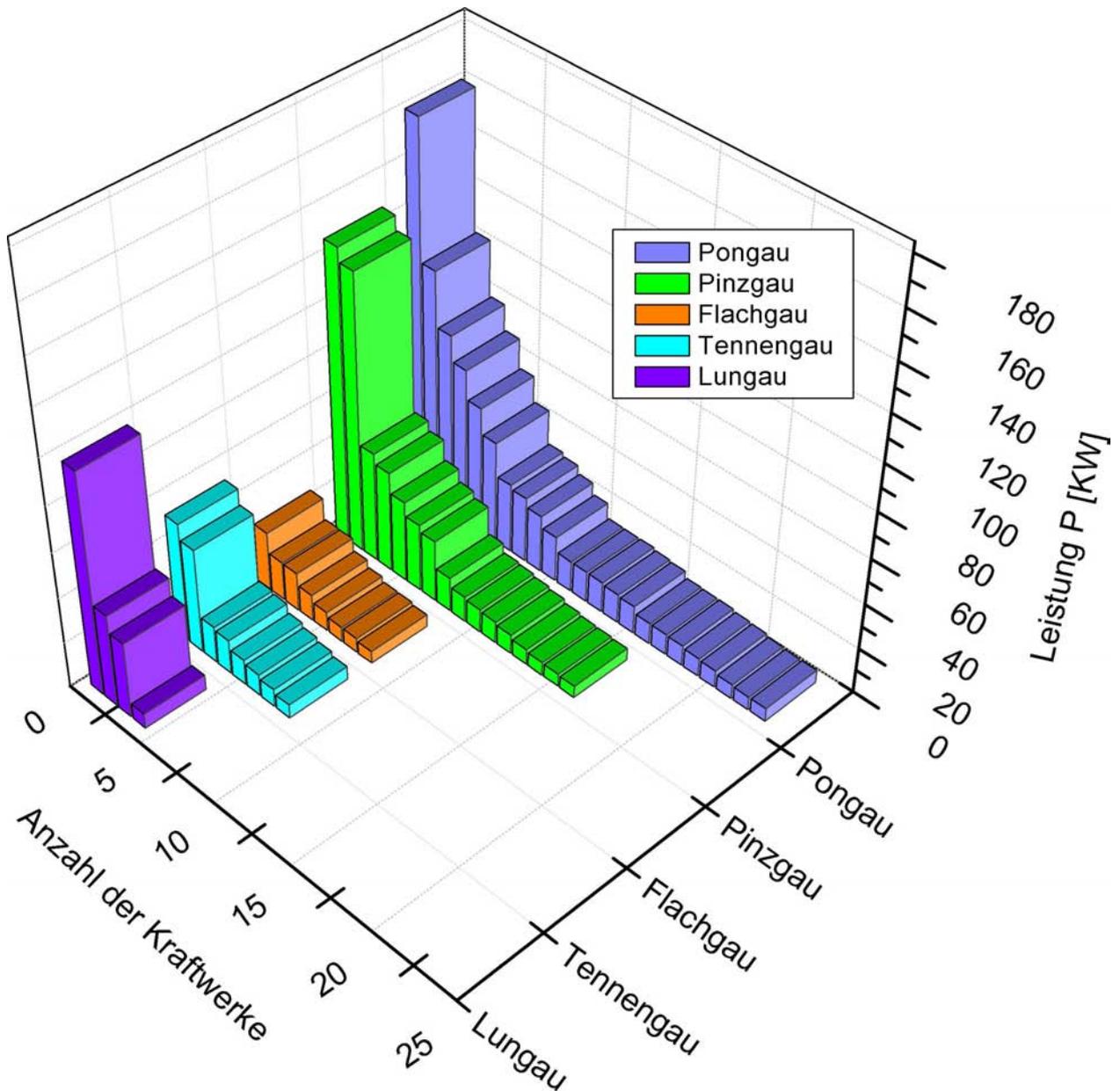


Abbildung 3.18: Verteilung der Anlagen pro Bezirk sortiert nach Engpassleistung



Abbildung 3.19: Verteilung der Anlagen pro Bezirk 2

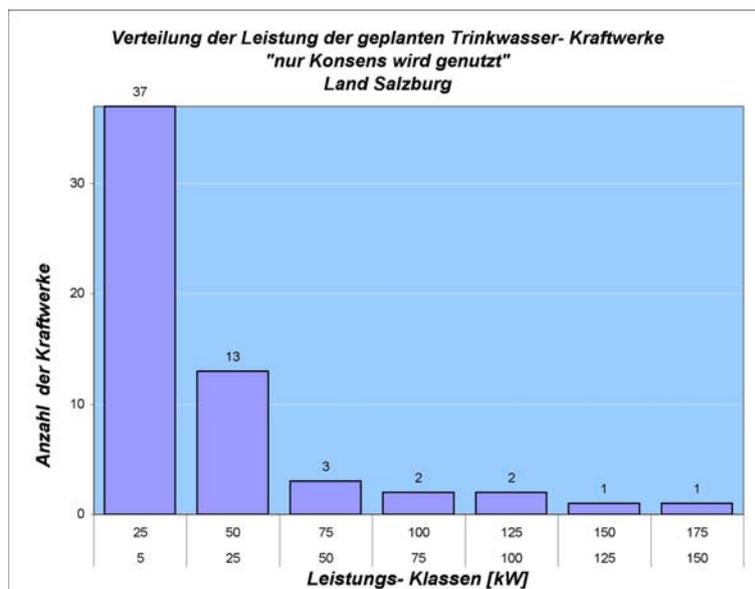
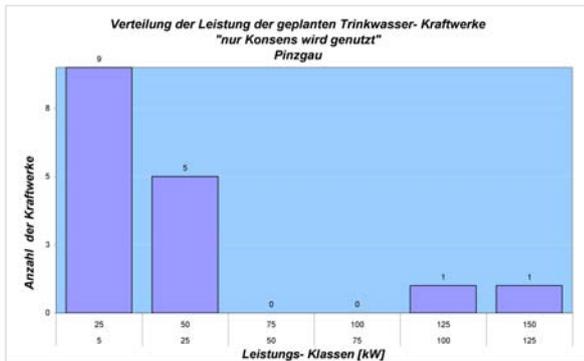
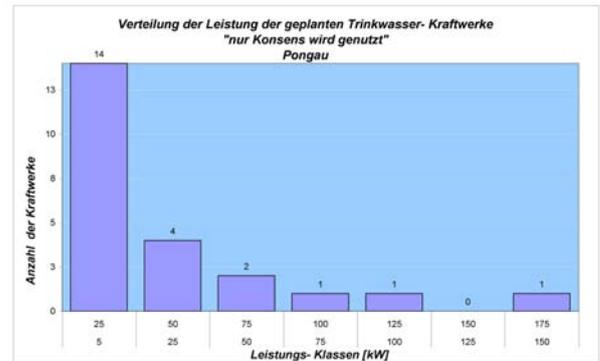


Abbildung 3.20: Potentielle Anlagen im Land Salzburg

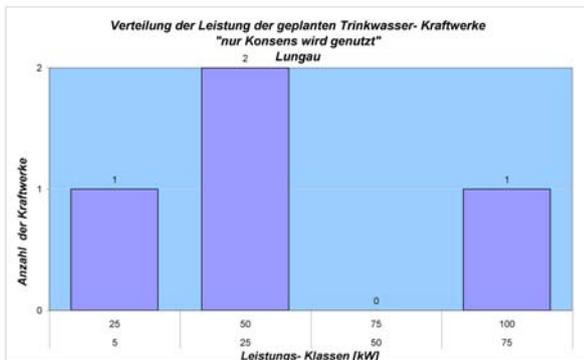


(a) Potentielle Anlagen Pinzgau

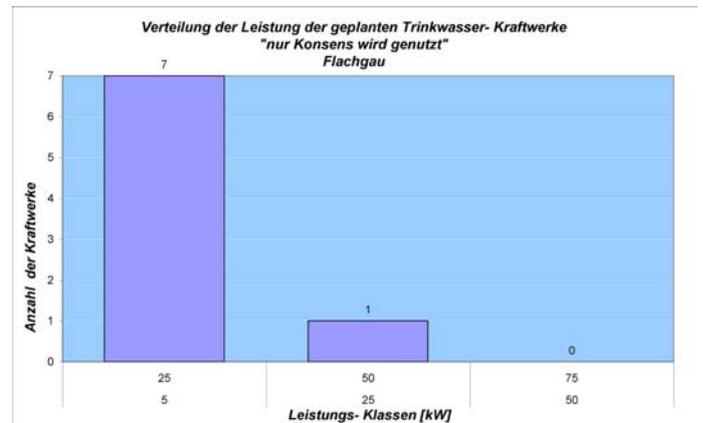


(b) Potentielle Anlagen Pongau

Abbildung 3.21: Anlagen Pinzgau und Pongau



(a) Potentielle Anlagen Lungau



(b) Potentielle Anlagen Flachgau

Abbildung 3.22: Anlagen Lungau und Flachgau

3.8.7 Auswertung spezifischer Kenndaten

In Abb. 3.10 sind Mittelwerte spezifischer Kennzahlen dargestellt. Diese beziehen sich auf alle gefilterten und damit als grundsätzlich realisierbar und wirtschaftlich erachteten Anlagen.

Die wichtigsten Maßzahlen zur Beurteilung eines Kraftwerksprojektes sind wie auch hier angeführt vor allem spezifische Gesamtinvestitionskosten pro kW und pro kWh.

Bei Kraftwerken dieser Art mit geringen Durchflussmengen, daraus resul-

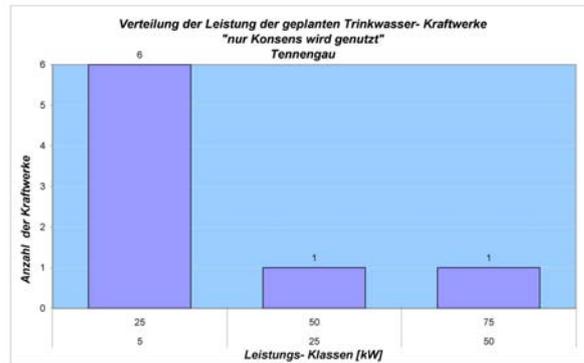


Abbildung 3.23: Potentielle Anlagen Tennengau

tierenden relativ geringen Leistungen und Arbeitsvermögen aber durchaus großen Fallhöhen ist besonderes Augenmerk auf diese Kennzahlen zu legen. Die Kosten für die elektromaschinelle Ausrüstung incl. geschätzten Adaptierungsmaßnahmen der Bauwerke sind nur geringen Schwankungen unterworfen, können relativ gut anhand der maximalen Leistung angeschätzt werden und bewegen sich im Bereich von 4.000 €/kW.

Größere Unsicherheiten bergen die anderen 2 Hauptkostenfaktoren, welche direkt die Wirtschaftlichkeit beeinflussen. Eine zu lange Druckrohrleitung, egal ob aus technischen oder rechtlichen Gründen notwendig, oder ein zu weit entfernter Netzanschlusspunkt können ein auf den ersten Blick vielversprechendes Projekt schnell zu Fall bringen. Deshalb muss sowohl ein Vorprojekt als auch die folgende eigentliche Planung in hoher Detailgenauigkeit mit Beachtung aller möglichen Randbedingungen durchgeführt werden.

Zur Netzanbindung ist allerdings anzumerken, dass trotz schlechter Netzstruktur und immer problematischer werdenden Kapazitätsengpässen die Einspeisung niedriger Leistungen unter 1 MW, wie bei Trinkwasserkraftwerken anzunehmen, auch in Zukunft kein Problem darzustellen scheint. Die Einspeisung in niedrige Netzebenen, welche auch in wenig besiedelten Gebieten sowie exponierteren Lagen relativ gut ausgebaut sind, ist in den meisten Fällen ohne zu große Elektroleitungsbaumaßnahmen und damit geringen Kosten möglich.

Das sehr hohe Maximum der Gesamtkosten pro kW erklärt sich in diesem Fall durch den weit entfernten nächsten Netzanschlusspunkt im Vergleich zur niedrigen erzielbaren Leistung.

Die Gesamtamortisationszeiten, allerdings ohne Wartung, bewegen sich im Mittel bei ca. 19 Jahren und sind damit im Vergleich zu anderen Wasserkraftanlagen sehr niedrig. Abschreibungszeiten incl. Wartungsarbeiten finden sich

projektspezifisch in den Wirtschaftlichkeitsanalysen, beschrieben im folgenden Kapitel.

Tabelle 3.10: Spezifischer Kenndaten, Szenario: Konsens

Spezifische Kenndaten				
	Mittel	Max	Min	
Konsenswassermenge	17	130	5	[l/s]
Nettofallhöhe	235	840	32	[m]
Leistung	29	161	5	[kW]
Jahresarbeitsvermögen	228.000	1.275.000	40.000	[kWh]
Abschreibungszeit Guss – PE	6	23	1	[a]
elektromaschinelle Ausrüstung	4.100	6.000	2.800	[€/kW]
Netzanbindung	2.000	36.600	100	[€/kW]
Gesamtamortisation Guss – PE	19	96	7	[a]
Gesamtkosten Guss – PE	9.000	48.000	4.000	[€/kW]
Gesamtkosten Guss – PE	1,16	6,01	0,45	[€/kWh]

3.9 Wirtschaftlichkeitsanalysen der einzelnen Anlagen

Eine Allgemeine Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde für alle Anlagen dieser Studie durchgeführt. Die Datenblätter der als wirtschaftlich erachteten Kraftwerke finden sich im Anhang Kapitel 7 ab Seite 107.

3.9.1 Elemente der allgemeinen Analyse

Die Datenblätter, Beispiel siehe Abb. 3.25 auf Seite 71, geben eine kompakte Übersicht einer Anlage und sind auf die Beurteilung der spezifischen Kosten pro kW und pro kWh ausgelegt, welche eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zulassen.

Diese allgemeinen Analysen enthalten Anlagenname und Nummer laut Zuordnung, Wasserbuch Postzahl sowie Bezirk, Gemeinde und Lage der genutzten Quelle in BMN Koordinaten. Die angegebene Nettofallhöhe bezieht sich auf Verluste durch Rohrreibung laut Kapitel 3.6.4.

Weiters wird der Ausbauzustand von Konsens- und Schüttungswassermenge, soweit beide Szenarien untersucht wurden, dargestellt. Der Ausbauzustand definiert sich durch Bemessungsdurchfluss, Leistung und Jahresarbeitsvermögen. Bei dem Konsensausbau ist weiters noch die Rohrleitung von Bedeutung; falls eine Druckhöhe ≤ 10 bar herrscht, kann grundsätzlich die bestehende Rohrleitung genutzt werden, da angenommen werden kann, dass eine Rohrleitung \geq PN 10 verbaut ist. Andernfalls ist die Leitung zu erneuern. Bei Nutzung der Schüttungswassermenge ist eine Erneuerung der Druckrohrleitung jedenfalls erforderlich.

Die Investitionsbewertung ausgedrückt durch spezifische Kosten €/kW und €/kWh bezieht sich auf Gesamtinvestitionskosten als Differenzbetrag zur Instandsetzung. Darin enthalten ist die gesamte elektromaschinelle Ausrüstung laut Durchfluss, Fallhöhe und der gewählten Turbinenart, incl. Netzanschluss und Pauschalkosten für die Adaptierung der Bauwerke. Die Rohrleitung ist als Differenzbetrag von einer Leitung hoher Druckstufe zum Standardrohrbau, nötig für die Trinkwasserversorgung, in der Rechnung enthalten. Bestimmt werden also die zusätzlichen Kosten für den Kraftwerksausbau.

In dieser allgemeinen Betrachtung sind Kosten für Wartung und Instandhaltung nicht enthalten, sollten jedoch bei genauerer Betrachtung eingerechnet werden.

Abschreibungszeiten anhand der spezifischen Kosten

Bei allen Anlagen wird von der Einspeisung der gesamten erzeugten Energie zum aktuellen Ökostromtarif von 6,23 c/kWh¹⁷ ausgegangen. In den Diagrammen 3.26 und 3.27 auf den folgenden Seiten kann aufgrund von spezifischen Kosten und Einspeisetarifen bzw. anhand von Tarif, spezifischen Investitionskosten und Kreditzinsen die Amortisationszeit abgeschätzt werden. Das Diagramm liefert, egal ob man von Kosten und Tarif oder von Tarif und Kosten auf die Amortisationszeit schließt, immer die gleichen Werte. Die doppelte Definition dient lediglich der Veranschaulichung.

Hier werden, abweichend von den Detailstudien, die Betriebs- und Wartungskosten auf die Gesamtinvestition bezogen und mit 1,5 % auf 35 Jahre Kalkulationszeit festgelegt. Die spezifischen Kosten werden verzinst und mit den Wartungskosten auf Gesamtkosten hochgerechnet. Diese Aufwendungen, verzinst mit einem Kreditzinssatz von 4,5 % abzüglich den Erlösen aus Einspeisetarifen, berechnet aus Leistung und Volllaststunden für das jeweilige Ausbauszenario, ergibt laut Zinsrechnung die Rückzahlungszeit bzw. Gesamtamortisationszeit. Diese Isolinien wurden im Diagramm aufgetragen und liefern somit eine schnelle Übersicht der Wirtschaftlichkeit einer geplanten Anlage.

Die beiden Diagramme unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Ansätze für die virtuellen Volllaststunden und daraus resultierenden Erlösen aus Einspeisung.

¹⁷e-Control gültig ab Februar 2009

Kapitalzinssätze

In den allgemeinen Wirtschaftlichkeitsanalysen und Detailstudien wurden fixe Kreditzinsen von 4,5 % über einen Durchrechnungszeitraum von 35 - 50 Jahren angesetzt. Bei derzeitiger Wirtschaftslage und Fremdkapitalzinsen von 2 % und darunter erscheint dies zwar hoch, betrachtet man jedoch die lange Berechnungsperiode, sind diese durchaus realistisch. Neben Gesprächen mit Salzburger Banken, wurde der Euroland Leitzins sowie der 3-Monats Euribor, welcher zur Festlegung der Kreditzinsen dient, zugrunde gelegt.

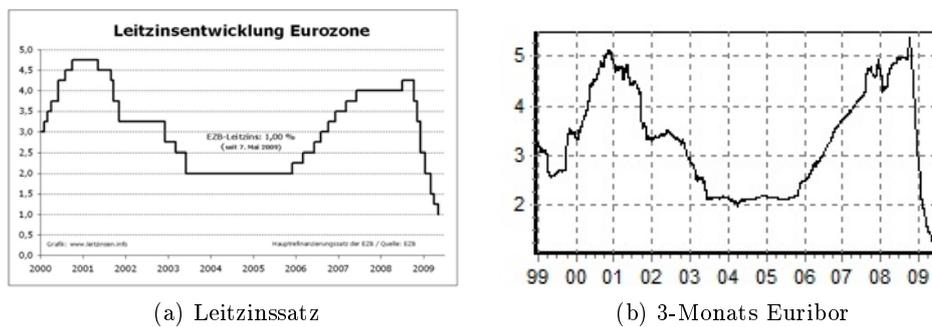


Abbildung 3.24: Zinssätze¹⁸

¹⁸Quelle: <http://www.leitzinsen.info/>

KRAFTWERKS- DETAILS				
Anlagen Name				
WV Obere Enns, Marbachquellen - Marbachquellen				
Nr. laut Zuordnung		2		
Wasserbuch- Postzahl		1403682		
Bezirk / Zuständigkeit		Gemeinde		
St. Johann/Pg		Flachau		
Lage der Quelle (BMN)	RW	455966,22	HW	234637,73
Nettofallhöhe		55,0 [m]		
Ausbauzustand		Konsenswassermenge		
Bemessungs- Durchfluß		130,0	[l/sec]	
Geschätzte Leistung		56	[KW]	
Jahresarbeitsvermögen		444.218	[kWh/a]	
Rohrleitung		Nutzung best. Rohrleitung möglich		
Investitionsbewertung / spezifische Kosten				
Differenzkosten zu Instandsetzung				
[€/KW]	4631	[€/kWh]	0,58	
Ausbauzustand		Schüttungswassermenge		
Bemessungs- Durchfluß		512,7	[l/sec]	
Geschätzte Leistung		221	[KW]	
Jahresarbeitsvermögen		1.104.775	[kWh/a]	
Rohrleitung		Neue Rohrleitung nötig		
Investitionsbewertung / spezifische Kosten				
Differenzkosten zu Instandsetzung				
€/KW	4373	€/kWh	0,88	



ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER		
Kalkulations- Zeit	35	[a]
Kredit Zinssatz	4,5	[%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920	[h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994	[h/a]

Abbildung 3.25: Beispiel einer allgemeinen Wirtschaftlichkeitsanalyse

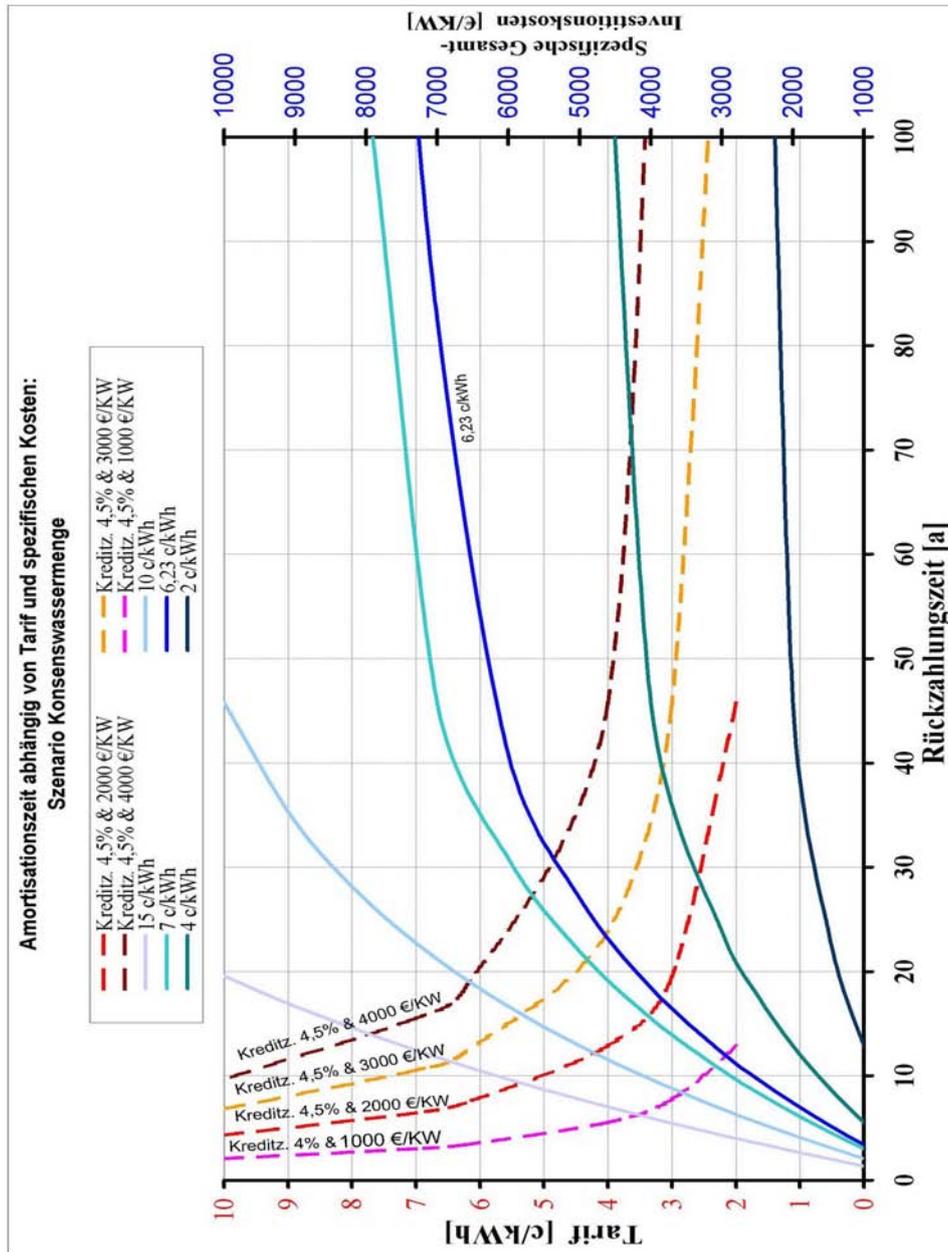


Abbildung 3.26: Spezifische Amortisationszeiten von Anlagen: Konsens

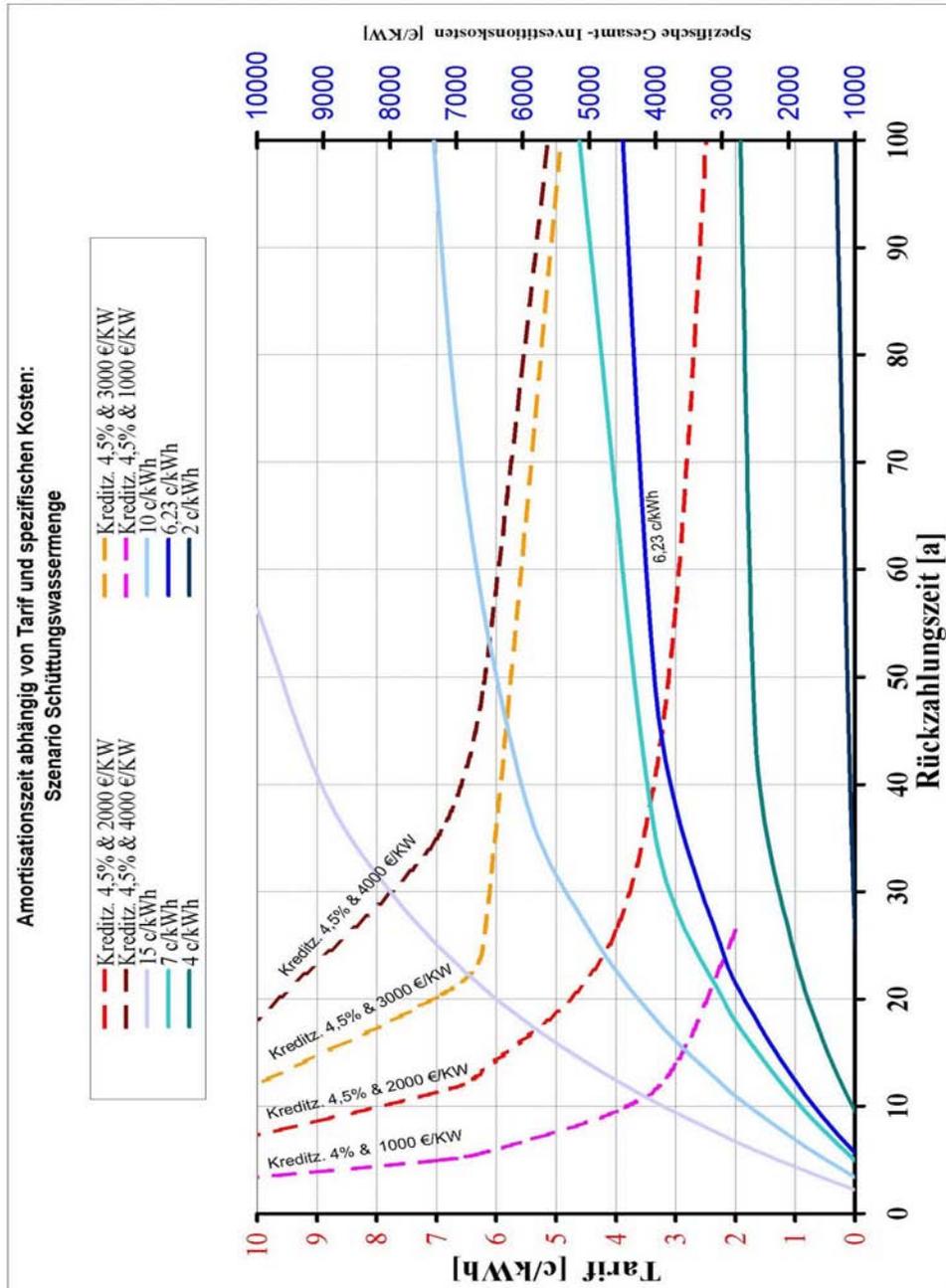


Abbildung 3.27: Spezifische Amortisationszeiten von Anlagen: Schüttung

Kapitel 4

Detailstudien

Die Datenblätter der Detailstudien enthalten grundsätzlich die gleichen Informationen wie die allgemeinen Wirtschaftlichkeitsanalysen, allerdings viel detaillierter. Es wird mit geschätzten Gesamtinvestitionskosten kalkuliert, welche bereits Betriebs- und Wartungskosten enthalten.

Weiters wird eine Erneuerung der elektromaschinellen Ausrüstung im Laufe von 25 Jahren, der Rohrleitung im Laufe von 50 Jahren zugrunde gelegt.

4.1 Trinkwasserkraftwerk Brandeben Bad Hofgastein

4.1.1 Randbedingungen und Vorgaben

Das Elektrizitätswerk Bad Hofgastein plant in Kooperation mit dem Wasserverband Gasteinertal die zweite Trinkwasserkraftwerksanlage im Verbandsgebiet. Die gesamte Schüttungsmenge der Brandebenquellen Nord und Süd wird bis zum Quellsammelschacht auf einer Höhe von 1169 m ü.A. abgeleitet und hier in die Kraftleitung eingespeist. Die Abarbeitung erfolgt im bestehenden Hochbehälter Nord, 987 m ü.A.

Der Wasserverband plant eine der Teilquellen neu zu fassen. In diesem Fall wäre es sinnvoll, falls dadurch eine merkliche Erhöhung der Wassermenge auftritt, die Schüttung zumindest über ein Jahr hinweg zu messen um die Bemessung der Anlagenteile, besonders der Turbine, zu optimieren.

Für die Kraftwerksnutzung ist die Änderung des Wasserrechts, eine Konsenserhöhung auf die gesamte Schüttungswassermenge nötig.

4.1.2 Anlagenteile

Quellsammelschacht

Bei der eventuellen Neufassung einer der Quellen ist zu überlegen, auch den Quellsammelschacht zu erneuern. Da der Sammelschacht für hohe Schüttungsmengen unterdimensioniert ist und nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entspricht, sollte dieser neu gebaut werden. Ein ausreichend großer Schacht mit einer Trockenkammer und Beruhigungsstrecken um Turbulenzen beim Einlauf in die Druckrohrleitung zu verhindern, ist dringend zu empfehlen.

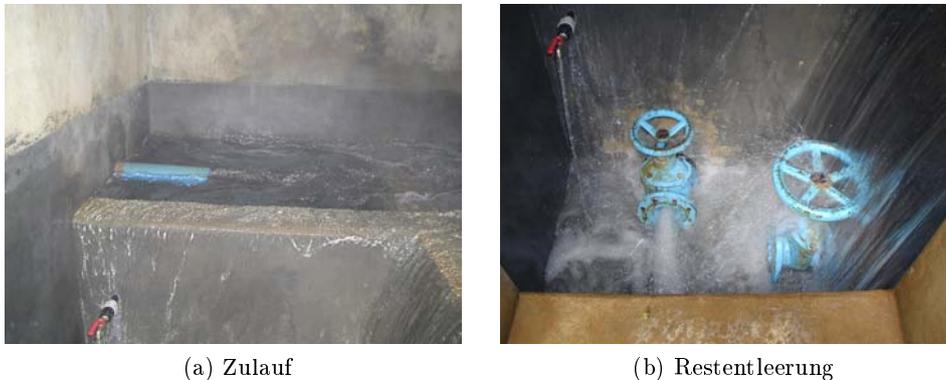


Abbildung 4.1: Quellsammelschacht Brandeben

Rohrleitung

Die bestehende Rohrleitung soll im Zuge der Sanierungsmaßnahmen und Umbauarbeiten für die Kraftnutzung erneuert werden. Es wird eine Gussrohrleitung DN 200 PN 25 vorgeschlagen, um die Reibungsverluste niedrig zu halten. Abhängig von den Verschlusszeiten der Turbine und der Steuerung muss in einem Detailprojekt noch eine Druckstoßuntersuchung durchgeführt und die Druckstufe eventuell erhöht werden. Auch die relativ groß gewählte Rohrdimension ist dem tatsächlichen zukünftigen Schüttungsverhalten und den Randbedingungen des Versorgungsnetzes, in Absprache mit dem Wasserverband zu diskutieren und anzupassen.

Für die Gesamtkosten wurden nur die Mehrkosten für den Kraftleitungsbau, im Vergleich zur sowieso geplanten Erneuerung der Ableitung, herangezogen.

Hochbehälter - Krafthaus

Auch der Hochbehälter wird in den nächsten Jahren saniert und umgebaut. Rohrleitungen und Fittings werden ausgetauscht, die Wasserkammer innen beschichtet oder neu verfließt und nicht benötigte Anlagenteile, wie das WC

im Erdgeschoß, entfernt. Platz für die Turbine ist im Bauwerk genug vorhanden, nur die Kranbahn ist zu erneuern oder zu verstärken, um genügend Traglast für Einbau und Wartung der Turbine zu gewährleisten.



(a) Zulauf zur Wasserkammer



(b) Zulaufleitung Hochbehälter

Abbildung 4.2: Hochbehälter Nord Bad Hofgastein

Turbine

Die Bemessung der Turbine erfolgte anhand einer 2-jährigen Reihe von Schüttungsmessungen laut Tab 4.1, wodurch die Ausbauwassermenge optimal festgelegt werden kann und dadurch der Wirkungsgrad erhöht wird.

Tabelle 4.1: Schüttung der Brandebenquellen Nord und Süd

Datum	Schüttung [l/s]	Datum	Schüttung [l/s]
Jän.06	18,4	Jän.07	16,0
Feb.06	15,7	Feb.07	14,5
Mär.06	12,0	Mär.07	14,3
Apr.06	19,7	Apr.07	29,0
Mai.06	43,5	Mai.07	47,2
Jun.06	35,8	Jun.07	32,0
Jul.06	25,0	Jul.07	25,0
Aug.06	26,6	Aug.07	26,0
Sep.06	23,1	Sep.07	31,2
Okt.06	23,2	Okt.07	33,0
Nov.06	19,2	Nov.07	22,7
Dez.06	14,4	Dez.07	20,2

Aufgrund eines Angebotes der elektromaschinellen Ausrüstung der Firma A. Abel GmbH wird hier eine Pelton-Turbine mit vertikaler Achse vorgeschlagen. Der Einlauf in die Wasserkammer ist aufgrund der baulichen Gegebenheiten problemlos möglich. Der Einsatz einer Gegendruck Turbine ist deshalb nicht erforderlich. Das Jahresarbeitsvermögen wurde vom Turbinenhersteller nicht angegeben und deshalb aufgrund der in Tabelle 4.1 angeführten Schüttungsdaten abgeschätzt. Die monatlich bestimmten Abflussdaten wurden mit dem Gesamtwirkungsgrad von 80 % (geringeres η um Schwankungen im Betrieb zu berücksichtigen) hochgerechnet und gemittelt. Die exakten Daten finden sich im Datenblatt 4.3 auf Seite 79.

Elektrotechnik und Netzanbindung

Nach Gesprächen mit Mitarbeitern des Elektrizitätswerks Bad Hofgastein soll hier, abweichend von den anderen Projekten, ein Synchrongenerator verwendet werden, der erzeugte Strom wird ins Netz eingespeist. Dies bedeutet zwar höhere Investitionskosten, bringt aber Vorteile bei der Netzsteuerung. Die genaue preisliche Abschätzung der Kosten für die elektrotechnische Ausrüstung sowie der Netzanbindung ist in diesem Planungsstadium schwierig und muss in einem Detailprojekt genau bearbeitet werden. Probleme mit Blindleistung sind hier aufgrund der Wahl des Generators nicht zu erwarten.

4.1.3 Zusammenfassung und Beurteilung

Aufgrund der guten Erfahrungen des Wasserverbandes mit Anlagen dieser Art hinsichtlich sowohl der geringen Investitionskosten im Vergleich zu anderen Wasserkraftanlagen als auch der niedrigen Wartungskosten und langen Lebenszeit soll das Kraftwerk in den nächsten Jahren realisiert werden.

Da Anlagenteile wie Rohrleitung und Hochbehälter in absehbarer Zeit jedenfalls erneuert werden, reduzieren sich die zusätzlichen Kosten für die Wasserkraftnutzung der Anlage.

Bei geschätzten zusätzlichen Investitionskosten von ca. 216.000 € und 5.000 €/kW, ist diese Anlage durchaus als wirtschaftlich zu betrachten. Weiters ist darauf hinzuweisen, dass hier relativ hohen Kosten für die elektromaschinelle Ausrüstung zugrunde gelegt wurden, welche sich jedoch nur auf ein Firmenangebot beziehen.

Weitere Details siehe Datenblatt Kraftwerk Brandeben Abb. 4.3 auf der nächsten Seite.

KRAFTWERK DETAILSTUDIE				
Anlagen Name				
WV Gasteinertal KW Brandeben				
Wasserbuch- Postzahl		1403514		
Bezirk / Zuständigkeit		Gemeinde		
St. Johann/Pg		Bad Hofgastein		
Nutzung der Fallhöhe				
von:	Quellsammelschacht	bis:	HB Nord	
ca.	1169 m.ü.A.	ca.	987 m.ü.A.	
Lage Einlaufbauwerk (BMN)	RW	431400,36	HW	228603,65
Lage Krafthaus (BMN)	RW	431626,68	HW	228241,65
Geodätische Höhendifferenz			182	[m]
Nettofallhöhe			170	[m]



Ausbauzustand		Schüttungswassermenge	
Bemessungs- Durchfluß		13 - 45	[l/sec]
Geschätzte Leistung		19 - 68	[KW]
Jahresarbeitsvermögen		284.000	[kWh/a]
Rohrleitung (Neubau)		DN 200 PN 25 Guß	
Leitungslänge		741	[m]
Turbine		Pelton, Achse vertikal	
η ges (elektromaschinell)		85,0	[%]
Geschätzte Investitionskosten für Kraftwasserbau			
Druckrohrleitung (Neubau: zus. Kosten für Kraftleitung)		39.000	[€]
Elektromaschinelle Ausrüstung		172.000	[€]
Netzanbindung		5.000	[€]
Summe		216.000	[€]
[€/KW]	5.000	[€/kWh]	0,76
Geschätzter jährlicher Erlös		17.700	[€/a]
Statische Amortisationszeit (ohne Wartung)		12	[a]
Geschätzte Gesamtinvestitionskosten in Kalkulationszeit			
Gesamtinvestitionskosten		420.000	[€]
Ges. Amortisationszeit: 100% Fremdkapital		76	[a]
Ges. Amortisationszeit: 100% Eigenkapital		24	[a]
ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Betriebs- & Wartungs- Kosten elektromaschinell		4,0	[% für 25 a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten Rohrleitung		2,0	[% für 50 a]
Kredit Zinssatz		4,0	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft <small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>		6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden		4994	[h/a]

Abbildung 4.3: Datenblatt Detailstudie Kraftwerk Brandeben

4.2 Trinkwasserkraftwerk Löhnersbach Saalbach

4.2.1 Randbedingungen und Vorgaben

Die Wassergenossenschaft Dorf plant in Saalbach ein Trinkwasserkraftwerk bei der Ableitung der Löhnersbachquellen. Hierbei ist ein 2-stufiger Ausbau denkbar, behandelt in den Szenarien I & II. In beiden Ausbaustufen soll die Konsenswassermenge von $36 \frac{l}{s}$ genutzt werden. Da schon eine Quellableitung mit hoher Druckstufe besteht, reduzieren sich natürlich die Kosten. Ein Ziel dieses Projektes ist es zumindest die Energie für die im Versorgungsnetz nötigen Pumpvorgänge zu erzeugen, bzw. durch Einspeisung die Kosten zu erwirtschaften.

4.3 Ausbaustufe Löhnersbach I

Dieser Teil des Projektes soll in den nächsten Jahren genauer untersucht und auch realisiert werden. Diese Ausbaustufe, welche die Fallhöhe zwischen Quellsammelschacht und Druckunterbrechung 1 nutzt, wird voraussichtlich eine Engpassleistung von ca. 75 kW erzeugen.

4.3.1 Anlagenteile

Die Daten stammen aus einer Ortsbegehung sowie aus den Ausführungsplänen des Versorgungssystems [7]

Quellsammelschacht und Ableitung

Im Quellsammelschacht auf einer Höhe von 1537 m ü. A. sammelt sich das Wasser der Einzelfassungen der Quellen 2 - 4. Die Quelle 1 wird weiter unten beigeleitet und führt ebenfalls weiter in den Druckunterbrecherschacht 1. Der Druckhöhenunterschied durch die spätere Beileitung wird hier vernachlässigt. Die Ableitung erfolgt über ein Druckrohr aus Gusseisen DN 150 PN 40 und ist von der Druckstufe völlig ausreichend für eine Kraftwerksnutzung.

Druckunterbrecherschacht 1

Der Druckunterbrecher-Schacht auf 1182 m ü.A. vernichtet zur Zeit den Druck der Ableitung. Die elektromaschinelle Ausrüstung findet je nach Bauweise voraussichtlich problemlos Platz in dem Bauwerk und es sind nur geringe Umbaumaßnahmen für die Installation der elektromaschinellen Ausrüstung nötig.

Turbine

Aufgrund eines Angebotes der elektromaschinellen Ausrüstung der Firma A. Abel GmbH wird hier eine Pelton-Turbine mit vertikaler Achse vorgeschla-



(a) Außenansicht



(b) Zulaufleitung

Abbildung 4.4: Anlagenteile Löhnersbach Ausbaustufe 1: Druckunterbrecherschacht 1

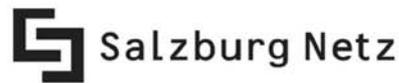
gen. Die Montage könnte hier aufgrund begrenzten Platzangebotes beim Abstieg in die Schiebekammer ein Problem darstellen und muss noch gesondert, je nach gewählter Turbine, geprüft werden. Bei der hier gewählten Pelton-turbine wäre der Einbau ohne Umbauarbeiten nicht möglich. Die geschätzten 75 kW Leistung erzeugen voraussichtlich ein Jahresarbeitsvermögen von ca. 594000 kWh bei einem Gesamtwirkungsgrad von ca. 82 %. Die exakten Daten finden sich im Datenblatt 4.6 auf Seite 84.

Elektrotechnik und Netzanbindung

Bei dieser Ausbaustufe wurde ein Asynchron-Drehstromgenerator im Netzbetrieb vorgesehen. Die Anbindung an das Netz der Salzburg AG erfolgt laut Auskunft des EVU am nächsten technisch möglichen Anschlusspunkt an den 400 V Niederspannungsverteiler in der Trafostation Jausern Ramern. Das ca. 1100 m lange Anschlusskabel bis zur Übergabestation, auf dem Grundstück 1635/2 KG 57314, ist neu zu verlegen. Weiters ist hier ein Trafotausch von 50 kVA auf 100 bzw. 160 kVA vorzunehmen. Überschlägige Kosten dafür sind in den geschätzten Gesamtherstellungskosten bereits enthalten.

Die genaue preisliche Abschätzung der Kosten für die elektrotechnische Ausrüstung sowie der Netzanbindung ist in diesem Planungsstadium schwierig und muss in einem Detailprojekt genau bearbeitet werden.

Die Einspeisebestätigung mit weiteren Hinweisen zu Anschlussdetails, Normen, Richtlinien und elektrotechnischen Spezifikationen finden sich in Abb. 4.5 auf der nächsten Seite.

**Fax/E-Mail**

An Wassergenossenschaft Dorf
5753 Saalbach

mailto:

Seite(n)
inkl. Deckblatt 1

Salzburg Netz GmbH

Bayerhamerstraße 16
5020 Salzburg
+43/662/8884-0
+43/662/8884-2205
Zeichen Grg
Mitarbeiter Ing. David Grubinger
Durchwahl 2211
Fax-Durchwahl 170-2211
david.grubinger@salzburgnetz.at
11.05.2009

Einspeisebestätigung
Wasserkraftwerk Lohnersbach Stufe1 in Jausern/Saalbach

Die Salzburg Netz GmbH bestätigt hiermit, dass die erzeugte elektrische Energie mit 75 kW Engpassleistung des Wasserkraftwerks Lohnersbach Stufe 1 in Jausern ins Verteilernetz übernommen werden kann. Die Anlage befindet sich auf dem Grundstück 1583 der KG 57314 Saalbach. Als technisch geeigneter Anschlusspunkt wird der Niederspannungsverteiler (400 V) in der Trafostation Jausern Ramern (Ordnungszahl 8495) am Grundstück 1635/2 festgelegt. Die Energie wird über ein neu zu verlegendes Anschlusskabel mit ca. 1100 m Länge zum technisch geeigneten Anschlusspunkt geliefert. Die Übergabestelle/Eigentumsgrenze mit der Übergabe-Zählung ist neben dem Niederspannungsverteiler der Trafostation Jausern Ramern zu situieren. Ein Trafotausch (von 50 kVA auf 100 oder 160 kVA) ist erforderlich, und muss auf Ihre Kosten durchgeführt werden. Wir empfehlen das Anschlusskabel mit 980 V zu betreiben.

Die Energieeinspeisung erfolgt 3-phasig aus einem Asynchrongenerator.

Für Erzeugungsanlagen, die in das Netz der Salzburg AG einspeisen, gelten folgende Richtlinien:

- Die „Allgemeinen Bedingungen für den Zugang zum Verteilernetz der Salzburg AG“.
- Die technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Übertragungs- und Verteilernetzen der Elektrizitäts- Control Kommission www.e-control.at :
Die TOR Teil D2 „Richtlinie für die Beurteilung von Netzzrückwirkungen“.
Die TOR Teil D3 „Tonfrequenz-Rundsteuerung“.
Die TOR Teil D4 „Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilnetzen“
- Die „Richtlinien für den Anschluss von Blindleistungs- Kompensationsanlagen im Niederspannungsnetz der Salzburg AG“ www.salzburgnetz.at
- Die „Richtlinien für den Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen mit dem Netz der Salzburg AG“ www.salzburgnetz.at

Die Einspeisung der elektrischen Energie erfolgt mit einem Leistungsfaktor $\cos \varphi \approx 0,95-0,99$ (Lieferung von Blindleistung ins Netz). Die Installation einer Kompensationsanlage ist erforderlich. Beim Einsatz eines 100-kW-Asynchrongenerators sind etwa 80-90 kVA Kompensationsleistung erforderlich.

Ein Netzzugangsvertrag ist unabhängig von dieser Einspeisebestätigung zu erstellen.

Diese Einspeisungsbestätigung ist 12 Wochen lang ab dem Datum der Ausstellung gültig. Wird uns innerhalb dieses Zeitraumes der positive Baubescheid übermittelt, so verlängert sich die Gültigkeit der Einspeisebestätigung bis zum Datum der Fertigstellung laut Baubescheids. Sollte im Baubescheid kein Fertigstellungsdatum festgelegt sein, so gilt die Einspeisebestätigung längstens 2 Jahre ab Ausstellungsdatum.

Freundliche Grüße
Salzburg Netz GmbH
Ein Unternehmen der Salzburg AG
Elektrische Netze
i.A. David Grubinger

Salzburg Netz GmbH – Ein Unternehmen der Salzburg AG

Firmensitz: Bayerhamerstraße 16 · 5020 Salzburg Österreich · Tel. +43/662/8884-0 · Fax +43/662/8884-2205 · office@salzburgnetz.at · www.salzburgnetz.at
DVR: 0027 685 · UID: ATU 61848219 · Offenlegung nach §14 HGB: Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Salzburg · Landesgericht Salzburg ·
Firmenbuch: FN 265000g · Bankverbindung: Raiffeisenverband Salzburg Konto-Nr. 59220 BLZ 35000

Abbildung 4.5: Einspeisebestätigung EVU, Lohnersbach I

4.3.2 Zusammenfassung und Beurteilung

Bei geschätzten zusätzlichen Investitionskosten für von ca. 261.000 € und 3.500 €/kW, ist diese Anlage eindeutig als wirtschaftlich zu betrachten. Die geringen spezifischen Kosten pro KW ergeben sich vor allem durch die bestehende Rohrleitung hoher Druckstufe.

Die Kosten für die elektromaschinelle Ausrüstung beziehen sich nur auf das Angebot einer Firma und sind daher durchaus als veränderlich zu betrachten. Weitere Details siehe Datenblatt Löhnersbach I Abb. 4.6 auf der nächsten Seite.

KRAFTWERK DETAILSTUDIE				
Anlagen Name				
WG Dorf Saalbach - Löhnersbachquellen: Ausbaustufe 1				
Wasserbuch- Postzahl		1600336		
Bezirk / Zuständigkeit		Gemeinde		
Zell am See		Saalbach- Hinterglemm		
Nutzung der Fallhöhe				
von:	Quellsammelschacht	bis:	Druckunterbrecherschacht 1	
ca.	1537,2 m.ü.A.	ca.	1182,5 m.ü.A.	
Lage Einlaufbauwerk (BMN)	RW	398988,98	HW	245195,23
Lage Krafthaus (BMN)	RW	398809,19	HW	246285,55
Geodätische Höhendifferenz			354,7	[m]
Nettofallhöhe			261,0	[m]



Ausbauzustand		Konsenswassermenge	
Bemessungs- Durchfluß		36,0	[l/sec]
Geschätzte Leistung		75	[KW]
Jahresarbeitsvermögen		594.000	[kWh/a]
Rohrleitung (<i>Bestand</i>)		DN 150 PN 40 Guß	
Leitungslänge		1765	[m]
Turbine		Pelton, Achse vertikal	
η_{ges} (elektromaschinell)		82	[%]
Geschätzte Investitionskosten für Kraftwasserbau			
Druckrohrleitung	(Bestand)	0	[€]
Elektromaschinelle Ausrüstung		158.000	[€]
Netzanbindung		103.000	[€]
Summe		261.000	[€]
[€/KW]	3.500	[€/kWh]	0,44
Geschätzter jährlicher Erlös		37.000	[€/a]
Statische Amortisationszeit (ohne Wartung)		7	[a]
Geschätzte Gesamtinvestitionskosten in Kalkulationszeit			
Gesamtinvestitionskosten		320.000	[€]
Ges. Amortisationszeit: 100% Fremdkapital		11	[a]
Ges. Amortisationszeit: 100% Eigenkapital		9	[a]
ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Betriebs- & Wartungs- Kosten elektromaschinell		4,0	[% für 25 a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten Rohrleitung		2,0	[% für 50 a]
Kredit Zinssatz		4,0	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)		6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden		7920	[h/a]

Abbildung 4.6: Datenblatt Detailstudie Löhnersbach Szenario 1

4.4 Ausbaustufe Löhnersbach II

Die zweite Ausbaustufe nutzt die Fallhöhe vom 2. Druckreduzierschacht bis zum Übergabeschacht Jausern.

4.4.1 Anlagenteile

[7]

Druckunterbrecherschacht 2 und Ableitung

Der Druckunterbrecherschacht 2 auf einer Höhe von 1095 m ü.A. dient sozusagen als Einlaufbauwerk. Hier sind nur geringe Maßnahmen nötig für die Kraftwerksnutzung.

Die Ableitung erfolgt teils durch eine Gussrohrleitung DN 200 PN 40, teils durch PVC DN 200 PN 10 und ist von der Druckstufe völlig ausreichend.

Der Übergang der beiden Leitungen ist aus den Plänen nicht eindeutig ersichtlich und wird mit 50 % der Gesamtlänge angenommen. Der in PVC ausgeführte Teil der Leitung ist jedenfalls durch Guss zu ersetzen.

Übergabeschacht Jausern

Der Übergabeschacht auf 948 m ü.A. dient hier als Krafthaus. Die elektromaschinelle Ausrüstung findet je nach Bauweise voraussichtlich problemlos in dem Bauwerk Platz und es sind nur geringe Umbaumaßnahmen für die Installation der elektromaschinellen Ausrüstung nötig.

Turbine

Die Montage könnte hier aufgrund begrenzten Platzangebotes beim Abstieg in die Schiebekammer ein Problem darstellen und muss noch gesondert, je nach gewählter Turbine, geprüft werden. Bei der hier ausgewählten Pelton-turbine wäre der Einbau ohne Umbauarbeiten nicht möglich. Die geschätzten 35 kW Engpassleistung erzeugen voraussichtlich ein Jahresarbeitsvermögen von 280000 kWh bei einem Gesamtwirkungsgrad von ca. 81 %. Die exakten Daten finden sich im Datenblatt, Abb. 4.9 auf Seite 88.

Elektrotechnik und Netzanbindung

Auch bei dieser Ausbaustufe wurde ein Asynchron-Drehstromgenerator im Netzbetrieb vorgesehen. Die Anbindung an das Netz der Salzburg AG erfolgt laut Auskunft des EVU am nächsten technisch möglichen Anschlusspunkt durch das bestehende Anschlusskabel bei dem Kabelverteiler K707852 am Grundstück 1738/5 KG 57314. Die genaue preisliche Abschätzung der Kosten für die elektrotechnische Ausrüstung sowie der Netzanbindung ist in diesem Planungsstadium schwierig und muss in einem Detailprojekt genau



(a) Außenansicht



(b) Zulaufleitung

Abbildung 4.7: Anlagenteile Löhnersbach Ausbaustufe 2: Übergabeschacht Jausern

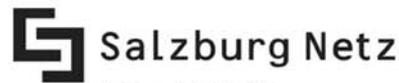
bearbeitet werden.

Die Einspeisebestätigung mit weiteren Hinweisen zu Anschlussdetails, Normen, Richtlinien und elektrotechnischen Spezifikationen finden sich in Abb. 4.8 auf der nächsten Seite.

4.4.2 Zusammenfassung und Beurteilung

Bei geschätzten zusätzlichen Investitionskosten für von ca. 207.000 € und 5.900 €/kW, ist diese Anlage durchaus noch als wirtschaftlich zu betrachten, besonders wenn das Projekt aus Eigenkapitalmitteln finanziert werden kann. Die spezifischen Kosten pro kW sind im Durchschnitt der anderen wirtschaftlichen Anlagen.

Die Kosten für die elektromaschinelle Ausrüstung beziehen sich nur auf das Angebot einer Firma und sind daher durchaus als veränderlich zu betrachten. Weitere Details siehe Datenblatt Löhnersbach I Abb. 4.9 auf Seite 88.

**Fax/E-Mail**

An Wassergenossenschaft Dorf
5753 Saalbach

mailto:

Seite(n)
inkl. Deckblatt 1

Salzburg Netz GmbH

Bayerhamerstraße 16
5020 Salzburg
+43/662/8884-0
+43/662/8884-2205
Zeichen Grg
Mitarbeiter Ing. David Grubinger
Durchwahl 2211
Fax-Durchwahl 170-2211
david.grubinger@salzburgnetz.at

11.05.2009

Einspeisebestätigung
Wasserkraftwerk Löhnersbach Stufe 2 in Jausern/Saalbach

Die Salzburg Netz GmbH bestätigt hiermit, dass die erzeugte elektrische Energie mit max. 35 kW Engpassleistung des Wasserkraftwerks Löhnersbach Stufe 2 in Jausern ins Verteilernetz übernommen werden kann. Die Anlage befindet sich auf dem Grundstück 1716 der KG 57314 Saalbach. Als technisch geeigneter Anschlusspunkt wird der Kabelverteiler K707852 am Grundstück 1738/5 festgelegt. Die Energie wird über das bestehende Anschlusskabel zum technisch geeigneten Anschlusspunkt geliefert. Die Einspeisung erfolgt in den Niederspannungs-Strang 8330-ST1 der Trafostation Jausern Wirt. Die Energieeinspeisung erfolgt 3-phasig aus einem Asynchrongenerator. Bei voller Einspeisung kann in Ihrer Kundenanlage die zulässige obere Spannungsgrenze 440 V+10% gemäß ÖVE ÖNorm EN 50160 überschritten werden.

Für Erzeugungsanlagen, die in das Netz der Salzburg AG einspeisen, gelten folgende Richtlinien:

- Die „Allgemeinen Bedingungen für den Zugang zum Verteilernetz der Salzburg AG“.
- Die technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Übertragungs- und Verteilernetzen der Elektrizitäts- Control Kommission www.e-control.at :
Die TOR Teil D2 „Richtlinie für die Beurteilung von Netzzrückwirkungen“.
Die TOR Teil D3 „Tonfrequenz-Rundsteuerung“.
Die TOR Teil D4 „Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen“
- Die „Richtlinien für den Anschluss von Blindleistungs- Kompensationsanlagen im Niederspannungsnetz der Salzburg AG“. www.salzburgnetz.at
- Die „Richtlinien für den Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen mit dem Netz der Salzburg AG“. www.salzburgnetz.at

Die Einspeisung der elektrischen Energie erfolgt mit einem Leistungsfaktor $\cos \varphi \approx 0,97-0,99$ (Lieferung von Blindleistung ins Netz). Die Installation einer Kompensationsanlage ist erforderlich. Beim Einsatz eines 45-kW-Asynchrongenerators sind etwa 37 kVA Kompensationsleistung erforderlich. Die Regelung der Kompensationsanlage muss die Betriebsspannung als Regelkriterium mitberücksichtigen, um zu verhindern dass in benachbarten Kundenanlagen unzulässig hohe Spannungen auftreten.

Ein Netzzugangsvertrag ist unabhängig von dieser Einspeisebestätigung zu erstellen. Diese Einspeisebestätigung ist 12 Wochen lang ab dem Datum der Ausstellung gültig. Wird uns innerhalb dieses Zeitraumes der positive Baubescheid übermittelt, so verlängert sich die Gültigkeit der Einspeisebestätigung bis zum Datum der Fertigstellung laut Baubescheids. Sollte im Baubescheid kein Fertigstellungsdatum festgelegt sein, so gilt die Einspeisebestätigung längstens 2 Jahre ab Ausstellungsdatum.

Freundliche Grüße
Salzburg Netz GmbH
Elektrische Netze
i.A. David Grubinger

Salzburg Netz GmbH – Ein Unternehmen der Salzburg AG

Firmensitz: Bayerhamerstraße 16 · 5020 Salzburg Österreich · Tel. +43/662/8884-0 · Fax +43/662/8884-2205 · office@salzburgnetz.at · www.salzburgnetz.at
DVR: 0027 685 · UID: ATU 61848219 · Offenlegung nach §14 HGB: Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Salzburg · Landesgericht Salzburg · Firmenbuch: FN 265000g · Bankverbindung: Raiffeisenverband Salzburg Konto-Nr. 59220 BLZ 35000

Abbildung 4.8: Einspeisebestätigung EVU, Löhnersbach II

KRAFTWERK DETAILSTUDIE				
Anlagen Name				
WG Dorf Saalbach - Löhnersbachquellen: Ausbaustufe 2				
Wasserbuch- Postzahl		1600336		
Bezirk / Zuständigkeit		Gemeinde		
Zell am See		Saalbach- Hinterglemm		
Nutzung der Fallhöhe				
von: Druckunterbrecherschacht 2		bis: Übergabeschacht Jausern		
ca. 1095,6 m.ü.A.		ca. 948 m.ü.A.		
Lage Einlaufbauwerk (BMN)	RW	399738,97	HW	246873,04
Lage Krafthaus (BMN)	RW	400586,09	HW	248596,03
Geodätische Höhendifferenz			147,6	[m]
Nettofallhöhe			123,0	[m]



Ausbauzustand		Konsenswassermenge	
Bemessungs- Durchfluß		36,0	[l/sec]
Geschätzte Leistung		35	[KW]
Jahresarbeitsvermögen		280.000	[kWh/a]
Rohrleitung (<i>Bestand</i>)		DN 150 PN 40 Guß / DN 200 PVC	
Leitungslänge		2050	[m]
Turbine		Pelton, Achse vertikal	
η_{ges} (elektromaschinell)		81	[%]
Geschätzte Investitionskosten für Kraftwasserbau			
Druckrohrleitung (Teilweise Bestand)		54.000	[€]
Elektromaschinelle Ausrüstung		148.000	[€]
Netzanbindung		5.000	[€]
Summe		207.000	[€]
[€/KW]	5.900	[€/kWh]	0,74
Geschätzter jährlicher Erlös		17.400	[€/a]
Statische Amortisationszeit (ohne Wartung)		12	[a]

Geschätzte Gesamtinvestitionskosten in Kalkulationszeit		
Gesamtinvestitionskosten	400.000	[€]
Ges. Amortisationszeit: 100% Fremdkapital	64	[a]
Ges. Amortisationszeit: 100% Eigenkapital	23	[a]

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER		
Betriebs- & Wartungs- Kosten elektromaschinell	4,0	[% für 25 a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten Rohrleitung	2,0	[% für 50 a]
Kredit Zinssatz	4,0	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden	7920	[h/a]

Abbildung 4.9: Datenblatt Detailstudie Löhnersbach Szenario 2

4.5 Trinkwasserkraftwerk Asten Bischofshofen

Auf Wunsch der Gemeinde Bischofshofen wurden genauere Überlegungen zu einem Trinkwasserkraftwerk im Bereich des bestehenden Versorgungsgebietes angestellt. Nach Gesprächen mit Herrn Gewolf, Wassermeister der Stadtgemeinde Bischofshofen, wurde ein möglicher Standort ausgewählt. In der Katastralgemeinde 55501 Bischofshofen soll die Druckhöhe zwischen dem Druckunterbrechungsschacht 3 und dem Hochbehälter Asten abgearbeitet werden.

4.5.1 Randbedingungen und Vorgaben

Versorgungsanlage Hölln, Quelle

Die Gruppenwasserverbandsanlage Hölln speist mit ihren 3 gefassten Quellen folgende Anlagen bzw. Versorgungsgebiete:

- Stadtgemeinde Bischofshofen
- Marktgemeinde Werfen, Versorgungsgebiet Werfen/Imlau
- Gemeinde Pfarrwerfen
- Wassergenossenschaft Reitsam

Die Höllnquellen wurden in zwei linksufrig des Höllnbaches situierten Quellstollen (1 und 2) und einer rechtsufrig etwas weiter bachabwärts situierten Quelle (Quelle 3) gefasst.

Zur Vorbemessung der Anlagenteile zwecks Wasserkraftnutzung wurde das gesamte Maß der Wassernutzung der Höllnquellen von 50 $\frac{l}{s}$ herangezogen.

4.5.2 Anlagenteile

Druckunterbrecherschacht 3

¹ Der Schacht wurde in Ortbetonbauweise ausgeführt und ist über eine versperrbare Schachtabdeckung zugänglich. Der Anschlussflansch ist aus Edelstahl. Auch hier ist eine Ansaugstelle für die Feuerwehr eingebaut. Der über dem Schacht liegende Anschlussstutzen ist mit einem separaten Schloss gesichert. Der Überlauf in den unterhalb liegenden Graben ist an der Ausmündung mit einer funktionstüchtigen Froschklappe ausgestattet. Der Unterbrecherschacht 3 befand sich am Tag der Überprüfung sowohl baulich als auch hygienisch in einem sauberen und weitgehend funktionsfähigen Zustand.

¹ Auszüge aus dem Überprüfungsbefund der Gruppenwasserversorgungsanlage des Wasserverbandes Hölln gemäß § 134 Wasserrechtsgesetz 1959, vom 8. Februar 2008

Für die Nutzung als Einlaufbauwerk des geplanten Trinkwasserkraftwerks Asten sind diverse Umbaumaßnahmen vorzusehen. Vor allem geht es um einen turbulenzfreien Einlauf in die Druckrohrleitung und diverse Steuerungseinrichtungen der Turbine. Eine genaue Beurteilung dieser Maßnahmen sollte in einem Detailprojekt vorgenommen werden.

Rohrleitung

Die Ableitung zum Hochbehälter wurde in PVC DN 125 PN 10 ausgeführt. Im Zuge der Erneuerung und Sanierung der Trinkwasserversorgungsanlage ist ein Austausch der Rohrleitung durchaus denkbar. Es wird eine Druckrohrleitung PE oder Guss DN 200 \geq PN16 vorgeschlagen. Das Problem eines Druckstoßes bei dieser geringen Druckstufe wurde durch die Wahl der Turbine gelöst. Für die Gesamtkosten wurden nur die Mehrkosten für den Kraftleitungsbau, im Vergleich zur Erneuerung der Ableitung, herangezogen.

Hochbehälter

² Der Hochbehälter Asten befindet sich knapp unterhalb der neuen Ozon Entkeimungsanlage des Gruppenwasserverbandes Hölln auf einer Seehöhe von ca. 618 m ü.A. an der orographisch linken Talseite der Salzach. Der Behälter ist über eine versperrbare und ordnungsgemäß abgedichtete Eingangstüre erreichbar. Die beiden Wasserkammern sind brillenförmig angeordnet und weisen einen gemeinsamen Nutzinhalt von 1400 m³ auf. Der gesamte Behälter ist verfließt und befindet sich in einwandfreiem Zustand. Sämtliche Lüftungsöffnungen sind mit unverrottbaren, feinmaschigen Insektenschutzgittern versehen. Die Überlauf- und Resistentleerungsleitung ist an der Mündung mit einer Froschklappe gesichert. Überwasser fällt aufgrund der Behälterzulaufsteuerung nicht an.

Der Hochbehälter ist für die die Nutzung als Krafthaus durchaus geeignet und es bedarf voraussichtlich nur geringer Umbaumaßnahmen um die gesamte elektromaschinelle Ausrüstung unterzubringen.

Eine genaue Beurteilung der Maßnahmen sollte jedoch wie schon beim Einlaufbauwerk erwähnt in einem Detailprojekt vorgenommen werden.

Turbine

Aufgrund von Durchfluss und Fallhöhe sind hier 2 Varianten denkbar. Für die Vorstudie wurde eine rückwärtslaufende Pumpturbine eingeplant. Bei einer

² Auszüge aus dem Überprüfungsbefund der Gruppenwasserversorgungsanlage des Wasserverbandes Hölln gemäß § 134 Wasserrechtsgesetz 1959, vom 8. Februar 2008

geringeren Verlusthöhe, z.B. durch eine größere Rohrdimension wäre auch die Verwendung einer Pelton-turbine möglich. Diese wäre in der Anschaffung zwar fast doppelt so teuer, hätte aber dafür einen wesentlich höheren Wirkungsgrad.

Die Pumpe-turbine gibt bei einem Gesamtwirkungsgrad von 65,8 % eine geschätzte elektrische Leistung von 19,2 kW ab. Mit dem Ansatz von virtuellen Volllaststunden bei dem Ausbau auf die Konsenswassermenge wie in Punkt 3.6.3 auf Seite 36 beschrieben, ergibt sich ein Jahresarbeitsvermögen von ca. 152.000 kWh.

Die exakten Daten finden sich im Datenblatt 4.11 auf Seite 93.

Elektrotechnik und Netzanbindung

Es wurde ein Asynchron Drehstromgenerator vorgesehen, welcher die Energie ans Netz liefert.

Die Anfrage bei dem lokalen Netzbetreiber, der Salzburg AG, ergab zwei geeignete Netzanschlusspunkte:

- Kabelverteilerkasten K502846 auf Grundstück 492/13 KG55501 (gegenüber Hochbehälter)
- Niederspannungsverteiler Trafostation Bischofshofen Asten

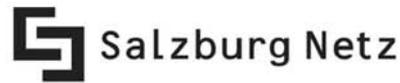
Die Einspeisung erfolgt dann in den Niederspannungsstrang 6112 ST2 der Trafostation Asten. Das Anschlusskabel ist im jedem Fall neu zu verlegen, überschlägige Kosten dafür sind in den geschätzten Gesamtherstellungskosten bereits enthalten.

Die genaue preisliche Abschätzung der Kosten für die elektrotechnische Ausrüstung sowie der Netzanbindung ist in diesem Planungsstadium schwierig und muss in einem Detailprojekt genau bearbeitet werden.

Die Einspeisebestätigung mit weiteren Hinweisen zu Anschlussdetails, Normen, Richtlinien und elektrotechnischen Spezifikationen finden sich in Abb. 4.10 auf der nächsten Seite.

4.5.3 Zusammenfassung und Beurteilung

Bei geschätzten zusätzlichen Investitionskosten für von ca. 121.000 € und 6.300 €/kW, ist diese Anlage durchaus als wirtschaftlich zu betrachten, obwohl die spezifischen Kosten pro kW wegen der relativ geringen Leistung doch sehr hoch erscheinen. Die Kosten für die elektromaschinelle Ausrüstung beziehen sich nur auf das Angebot einer Firma und sind daher durchaus als veränderlich zu betrachten. Weitere Details siehe Datenblatt Kraftwerk Brandeben Abb. 4.11 auf Seite 93



Salzburg Netz GmbH

Fax/E-Mail

An Wasserverband Hölln
5500 Bischofshofen

mailto:

Seite(n)
inkl. Deckblatt 1

Bayerhamerstraße 16
5020 Salzburg
+43/662/8884-0
+43/662/8884-2205
Zeichen Grg
Mitarbeiter Ing. David Grubinger
Durchwahl 2211
Fax-Durchwahl 170-2211
david.grubinger@salzburgnetz.at

Einspeisebestätigung

**Wasserkraftwerk Hochbehälter Hölln am Gainfeldweg in
Bischofshofen**

11.05.2009

Die Salzburg Netz GmbH bestätigt hiermit, dass die erzeugte elektrische Energie mit 19,2 kW Engpassleistung des Wasserkraftwerks beim Hochbehälter Hölln am Gainfeldweg in Bischofshofen ins Verteilernetz übernommen werden kann. Die Anlage befindet sich auf dem Grundstück 490/3 der KG 55501 Bischofshofen. Als technisch geeigneter Anschlusspunkt wird der Kabelverteilerkasten K502846 am Grundstück 492/13 oder der Niederspannungsverteiler in der Trafostation Bischofshofen Asten festgelegt. Die Einspeisung erfolgt in den Niederspannungs-Strang 6112-ST2 der Trafostation Bischofshofen Asten. Die Energie wird über ein neu zu verlegendes Anschlusskabel zum technisch geeigneten Anschlusspunkt geliefert.

Die Energieeinspeisung erfolgt 3-phasig aus einem Asynchrongenerator.

Für Erzeugungsanlagen, die in das Netz der Salzburg AG einspeisen, gelten folgende Richtlinien:

- Die „Allgemeinen Bedingungen für den Zugang zum Verteilernetz der Salzburg AG“.
- Die technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Übertragungs- und Verteilernetzen der Elektrizitäts- Control Kommission www.e-control.at :
Die TOR Teil D2 „Richtlinie für die Beurteilung von Netzzrückwirkungen“.
Die TOR Teil D3 „Tonfrequenz-Rundsteuerung“.
Die TOR Teil D4 „Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen“
- Die „Richtlinien für den Anschluss von Blindleistungs- Kompensationsanlagen im Niederspannungsnetz der Salzburg AG“. www.salzburgnetz.at
- Die „Richtlinien für den Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen mit dem Netz der Salzburg AG“. www.salzburgnetz.at

Die Einspeisung der elektrischen Energie erfolgt mit einem Leistungsfaktor $\cos \varphi \approx 0,95-0,98$ (Lieferung von Blindleistung ins Netz). Die Installation einer Kompensationsanlage ist erforderlich. Beim Einsatz eines 30-kW-Asynchrongenerators sind etwa 30 kVA Kompensationsleistung erforderlich.

Ein Netzzugangsvertrag ist unabhängig von dieser Einspeisebestätigung zu erstellen.

Diese Einspeisungsbestätigung ist 12 Wochen lang ab dem Datum der Ausstellung gültig.

Wird uns innerhalb dieses Zeitraumes der positive Baubescheid übermittelt, so verlängert sich die Gültigkeit der Einspeisebestätigung bis zum Datum der Fertigstellung laut Baubescheids.

Sollte im Baubescheid kein Fertigstellungsdatum festgelegt sein, so gilt die

Einspeisebestätigung längstens 2 Jahre ab Ausstellungsdatum.

Freundliche Grüße

Salzburg Netz GmbH
Ein Unternehmen der Salzburg AG
Elektrische Netze
i.A. David Grubinger

Salzburg Netz GmbH – Ein Unternehmen der Salzburg AG

Firmensitz: Bayerhamerstraße 16 · 5020 Salzburg Österreich · Tel. +43/662/8884-0 · Fax +43/662/8884-2205 · office@salzburgnetz.at · www.salzburgnetz.at
DVR: 0027 685 · UID: ATU 61848219 · Offenlegung nach §14 HGB: Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Salzburg · Landesgericht Salzburg ·
Firmenbuch: FN 265000g · Bankverbindung: Raiffeisenverband Salzburg Konto-Nr. 59220 BLZ 35000

Abbildung 4.10: Einspeisebestätigung EVU, KW Asten

KRAFTWERK DETAILSTUDIE				
Anlagen Name				
WV Hölln TWKW Asten				
Wasserbuch- Postzahl	1402322			
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde			
St. Johann/Pg	Werfen			
Nutzung der Fallhöhe				
von: Druckunterbrecherschacht 3	bis:	HB Asten		
ca. 700 m.ü.A.	ca.	618 m.ü.A.		
Lage Einlaufbauwerk (BMN) RW	440717,82	HW	253276,12	
Lage Krafthaus (BMN) RW	442435,37	HW	251131,11	
Geodätische Höhendifferenz			82,0	[m]
Nettofallhöhe			60,0	[m]



Ausbauzustand		Konsenswassermenge	
Bemessungs- Durchfluß		50,0	[l/sec]
Geschätzte Leistung		19,2	[KW]
Jahresarbeitsvermögen		152.000	[kWh/a]
Rohrleitung (Neubau)		PVC/Guß DN 200	
Leitungslänge		950	[m]
Turbine		Pump- Turbine	
η_{ges} (elektromaschinell)		65,8	[%]
Geschätzte Investitionskosten für Kraftwasserbau			
Druckrohrleitung (Neubau: zus. Kosten für Kraftleitung)		50.000	[€]
Elektromaschinelle Ausrüstung		62.000	[€]
Netzanbindung		9.000	[€]
Summe		121.000	[€]
[€/KW]	6.300	[€/kWh]	0,80
Geschätzter jährlicher Erlös		9.500	[€/a]
Statische Amortisationszeit (ohne Wartung)		13	[a]

Geschätzte Gesamtinvestitionskosten in Kalkulationszeit		
Gesamtinvestitionskosten	220.000	[€]
Ges. Amortisationszeit: 100% Fremdkapital	66	[a]
Ges. Amortisationszeit: 100% Eigenkapital	23	[a]

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER		
Betriebs- & Wartungs- Kosten ^{elektromaschinell}	4,0	[% für 25 a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten ^{Rohrleitung}	2,0	[% für 50 a]
Kredit Zinssatz	4,0	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft <small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden	7920	[h/a]

Abbildung 4.11: Datenblatt Detailstudie Bischofshofen

4.6 Trinkwasserkraftwerk Rauris KW Kaltenbrunn

Die Gemeinde Rauris will im Zuge der fossilen Energiewende zunehmend die im Tal benötigte Energie selbst erzeugen. Neben schon bestehenden Laufkraftwerken sollen nun auch die Trinkwasserversorgungsanlagen zur Energieerzeugung genutzt werden.

Bei dieser Detailstudie wurde das Potential anhand der von den Rauriser Hochalmbahnen AG zur Verfügung gestellten Unterlagen bestimmt. Relevante Fallhöhen sowie entsprechende Schüttungsdaten sind nur entlang der Ableitung des Quellgebietes Kram bis zu den Hochbehältern gegeben. Aufgrund der geringen zugesicherten Konsenswassermenge ist es hier sinnvoll die gesamte Schüttungswassermenge zu nutzen, diese Variante wird auch hier untersucht. Folgendes Netzschema laut Abb. 4.12 und Schüttungsdaten wurden zur Verfügung gestellt, siehe Tab. 4.2 auf der nächsten Seite.

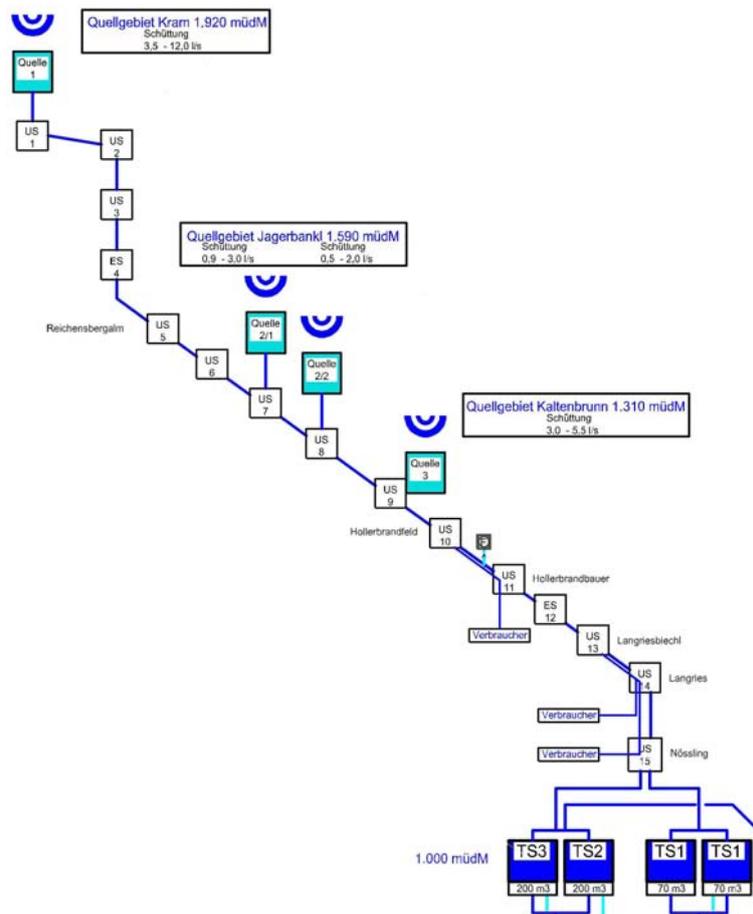


Abbildung 4.12: Schemaplan des untersuchten Versorgungsgebietes

Quellgebiet Kram		Quellgebiet Jagerbankl I	
Schüttung [d]	[l/sec]	Schüttung [d]	[l/sec]
100	4	100	0,2
100	6	100	1
160	10	160	2

Quellgebiet Jagerbankl II		Quellgebiet Kaltenbrunn	
Schüttung [d]	[l/sec]	Schüttung [d]	[l/sec]
100	1	100	3
100	2	100	4
160	3	160	5,5

Tabelle 4.2: Schüttungsdaten Quellen Rauris

Aufgrund der Struktur des Versorgungsnetzes und der unterschiedlichen Schüttungswassermenge, wurde folgende Variante vorgeschlagen:

Die Quellen Kram, Jagerbankl I & II werden bis Kaltenbrunn, auf einer Höhe von ca. 1310 m ü.A. abgeleitet und hier in eine Kraftleitung eingespeist. Als Krafthaus dient einer der Hochbehälter auf einer Höhe von ca. 1000 m ü.A. Es sind sowohl Umbauarbeiten als auch eventuell ein Neubau des Einlaufbauwerks notwendig, aber auch der Hochbehälter muss für diese Art der Nutzung adaptiert werden.

Durch die Ableitung der Einzelquellen bis Kaltenbrunn werden hohe Kosten für den Leitungsbau gespart, es geht aber dadurch auch nutzbare Fallhöhe verloren. Aufgrund der hohen Leitungskosten und der im Verhältnis relativ geringen Schüttung, erscheint dies aber als durchaus sinnvoll.

4.6.1 Zusammenfassung und Beurteilung

Bei grob geschätzten 27 kW an elektrischer Engpassleistung und den im Vergleich dazu sehr hohen Kosten für elektromaschinelle Ausrüstung, Leitungsbau und Umbau der Anlagenteile, ergeben sich geschätzte zusätzliche Investitionskosten für von ca. 295.000 € und 10.900 €/kW. Daher ist diese Anlage leider nicht als wirtschaftlich zu betrachten.

Bei Zugrundelegung des aktuellen Ökostromtarifs für Einspeisung und unter Vernachlässigung der gesamten Wartungs- und Fremdkapital-Kosten würde sich eine ungefähre statische Amortisationszeit von 34 Jahren ergeben. Bei Beachtung der Wartungskosten und allfälliger Kreditzinsen ist die Wirtschaftlichkeit eindeutig nicht mehr gegeben.

Details siehe Abb. 4.13 auf Seite 97

Selbst bei geringeren Kosten für die Turbine ist das Projekt nicht zwangsweise wirtschaftlich, sollte aber falls Interesse für die Errichtung besteht allenfalls untersucht werden.

KRAFTWERK DETAILSTUDIE				
Anlagen Name				
WG Rauris KW Kaltenbrunn				
Wasserbuch- Postzahl	214642			
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde			
Zell am See	Rauris			
Nutzung der Fallhöhe				
von:	Schacht Kaltenbrunn	bis:	Hochbehälter	
ca.	1305 m.ü.A.	ca.	1000 m.ü.A.	
Lage Einlaufbauwerk (BMN)	RW	426000,46	HW	231735,35
Lage Krafthaus	(BMN) RW		HW	
Geodätische Höhendifferenz				305 [m]
Nettofallhöhe				290 [m]



Ausbauzustand		Schüttungswassermenge	
Bemessungs- Durchfluß		20,5	[l/sec]
Geschätzte Leistung		27,1	[KW]
Jahresarbeitsvermögen		139.000	[kWh/a]
Rohrleitung (Neubau)		DN 150 PN 40 Guß	
Leitungslänge		1370	[m]
Turbine			Pelton
η_{ges} (elektromaschinell)		80,0	[%]
Geschätzte Investitionskosten für Kraftwasserbau			
Druckrohrleitung (Neubau: zus. Kosten für Kraftleitung)		158.000	[€]
Elektromaschinelle Ausrüstung		132.000	[€]
Netzanbindung		5.000	[€]
Summe		295.000	[€]
[€/KW]	10.900	[€/kWh]	2,12
Geschätzter jährlicher Erlös		8.700	[€/a]
Statische Amortisationszeit (ohne Wartung)		34	[a]

Geschätzte Gesamtinvestitionskosten in Kalkulationszeit		
Gesamtinvestitionskosten	580.000	[€]
Ges. Amortisationszeit: 100% Fremdkapital	unwirtsch. → ∞	[a]
Ges. Amortisationszeit: 100% Eigenkapital	67	[a]

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER		
Betriebs- & Wartungs- Kosten elektromaschinell	4,0	[% für 25 a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten Rohrleitung	2,0	[% für 50 a]
Kredit Zinssatz	4,0	[%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23	[c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden	4994	[h/a]

Abbildung 4.13: Datenblatt Detailstudie Rauris

Kapitel 5

Inhalt der CD-ROM

Format: CD-ROM, Single Layer, ISO9660-Format

Um die Funktion aller Makros sicherzustellen, müssen die Dateien in folgende Dateistruktur eingebunden werden:

D:\BOKU\Diplomarbeit

Hauptdateien der Studie

Pfad: /Kraftwerkspotentiale

TWKW_Potentiale_Wasserrechte.xls Berechnung und Filter

TWKW_Potentiale_Wasserrechte.xls Datenbank Wasserrechte

Wasserbuchauszuege

Pfad: /Kraftwerkspotentiale/WB Auszuege

*.pdf Wasserbuchauszüge der Anlagen

Wirtschaftlichkeitsanalysen Excel

Pfad: /Kraftwerkspotentiale/Wirtschaftlichkeit/Wirtschaftlichkeit

*.xls Datenblätter Wirtschaftlichkeit

Lagepläne Quellen

Pfad: /Kraftwerkspotentiale/GIS_Übersichtspläne/ÜLA_Quellen

*.jpg Übersichtslagepläne der Quellen

CAD Dateien (Acad 2000 kompatibel)

Pfad: /Kraftwerkspotentiale/GIS_Übersichtspläne

Schummerung mit Gemeindegrenzen_Sbg_M1_200.000.dwg Lageplan
der gefilterten Anlagen

Projekt.dvb Makro für Koordinatenimport

LaTeX Dateien, Text Potentialstudie

Pfad: /Text Diplomarbeit

*.tex Textdateien (MiKTeX 2.7)

*.pdf Potentialstudie

Bilddateien für LaTeX Dokument

Pfad: /Text Diplomarbeit/Bilder

*.jpg Bilddateien

Kapitel 6

Schlussbemerkungen

Die Literaturangaben beziehen sich auf Quellen, welche für die Erstellung des gesamten Projektes herangezogen wurden. Da diese hier publizierte Studie nicht die ganze erbrachte Arbeit direkt umfasst, wurde auch nicht auf jede angeführte Literatur dezidiert im Text verwiesen.

Quellen von Grafiken und Tabellen wurden grundsätzlich mit Fußnoten angegeben. Falls keine Quellangabe vorhanden ist, wurde das Objekt selbst erstellt.

Abbildungsverzeichnis

1.1	Ökostromtarife 2009 ¹	1
1.2	Inländische Energieerzeugung 2007 ²	2
1.3	Energieverbrauch abhängig vom BIP ³	3
1.4	Energieverbrauch abhängig vom BIP ⁴	4
1.5	Kyoto Zielerreichung Österreich	5
1.6	Treibhausgas Emissionen ⁵	9
1.7	Energieflussbild Österreich 2007 ⁶	10
2.1	Einsatzbereiche für Trinkwasserkraftwerke ⁷	12
2.2	Einsatzbereiche für Trinkwasserkraftwerke ⁸	12
2.3	Einsatzbereiche von Kleinwasserkraft Turbinen ⁹	16
2.4	Energieumwandlung und Laufrad ¹⁰	16
2.5	Gegedruck-Pelton Turbine ¹¹	17
2.6	Anwendungsbeispiele RLPT ¹²	19
3.1	Schema Versorgung	24
3.2	Ausbaugrad einer Wasserkraftanlage	25
3.3	Minerogenetische Zonen ¹³	26
3.4	Hydrogeologische Zonen ¹⁴	27
3.5	Bestehende Trinkwasserkraftwerke in Salzburg	27
3.6	Beispiel eines Lageplans mit Quellstandort M 1:5000 ¹⁵	30
3.7	Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz ¹⁶	32
3.8	Wirkungsgrad einer Pelton-Turbine ¹⁷	35
3.9	Flussdiagramm zur Darstellung der Auswahlkriterien	46
3.10	Potential - Leistung, absolut	53
3.11	Potential - Leistung, prozentuell	53
3.12	Potential - Leistungsverteilung	54
3.13	Lageplan mit Darstellung der potentiellen Anlagen im Land Salzburg (ohne Maßstab)	57
3.14	Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 1/3	58
3.15	Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 2/3	59
3.16	Darstellung der Ausscheidung von Anlagen 2/3	60
3.17	Verteilung von Durchfluss und Fallhöhe der potentiellen Anlagen	62

3.18	Verteilung der Anlagen pro Bezirk sortiert nach Engpassleistung	63
3.19	Verteilung der Anlagen pro Bezirk 2	64
3.20	Potentielle Anlagen im Land Salzburg	64
3.21	Anlagen Pinzgau und Pongau	65
3.22	Anlagen Lungau und Flachgau	65
3.23	Potentielle Anlagen Tennengau	66
3.24	Zinssätze ¹⁸	70
3.25	Beispiel einer allgemeinen Wirtschaftlichkeitsanalyse	71
3.26	Spezifische Amortisationszeiten von Anlagen: Konsens	72
3.27	Spezifische Amortisationszeiten von Anlagen: Schüttung	73
4.1	Quellsammelschacht Brandeben	75
4.2	Hochbehälter Nord Bad Hofgastein	76
4.3	Datenblatt Detailstudie Kraftwerk Brandeben	79
4.4	Anlagenteile Löhnersbach Ausbaustufe 1: Druckunterbrecher- schacht 1	81
4.5	Einspeisebestätigung EVU, Löhnersbach I	82
4.6	Datenblatt Detailstudie Löhnersbach Szenario 1	84
4.7	Anlagenteile Löhnersbach Ausbaustufe 2: Übergabeschacht Jau- sern	86
4.8	Einspeisebestätigung EVU, Löhnersbach II	87
4.9	Datenblatt Detailstudie Löhnersbach Szenario 2	88
4.10	Einspeisebestätigung EVU, KW Asten	92
4.11	Datenblatt Detailstudie Bischofshofen	93
4.12	Schemaplan des untersuchten Versorgungsgebietes	94
4.13	Datenblatt Detailstudie Rauris	97

Tabellenverzeichnis

1.1	Spezifische CO_2 -Emissionen erneuerbarer Energien durch Bau und Herstellung	7
3.1	Rohrrauhigkeiten	38
3.2	Rundungsvorgaben für PVC Rohre	41
3.3	Rundungsvorgaben für GGG Rohre	41
3.4	Zuordnung von Anlagen Name und fortlaufender Nummer . .	47
3.5	Potentialauswertung Konsens	52
3.6	Prozentuelle und absolute Ausbaupotentiale	52
3.7	Gefilterte Anlagen: Konsenswassermenge	54
3.8	Potentialauswertung Schüttung	56
3.9	Gefilterte Anlagen: Schüttungswassermenge	56
3.10	Spezifischer Kenndaten, Szenario: Konsens	67
4.1	Schüttung der Brandebenquellen Nord und Süd	77
4.2	Schüttungsdaten Quellen Rauris	95

Literaturverzeichnis

- [1] Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Helmut Mader, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Bernhard Pelikan: *Kleinwasserkraftwerke Projektierung und Entwurf*. Vorlesungsskript zu LVA Nr. 816.314, WS 2006/2007, Juni
- [2] Arbeitsgemeinschaft Trinkwasserkraftwerke: *Trinkwasserkraftwerke, Technische Anlagendokumentation*. Bundesamt für Energiewirtschaft Bern unter Mitarbeit des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Biel und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1997.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit, 11055 Berlin: *Erneuerbare Energie in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung*. 2008.
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Stubenring 1, 1011 Wien: *Energiestatus Österreich 2009*. 2009.
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: *Energiebericht 2003*. BMWA, 2003.
- [6] Dipl.-Ing. Dr. Otto Pirker: *Energiewasserwirtschaft und Energietarifpolitik*. Vorlesungsskript Universität für Bodenkultur Wien, VO 816.307 WS 2006/2007.
- [7] Dipl.-Ing. Michael Putre: *Detailprojekt: Wasserversorgungsanlage Saalbach, Erschließung der Löhnersbachquellen*.
- [8] Dr. Daniel Lübbert: *CO₂ Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich*. Techn. Ber., Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste, 2007.
- [9] EVN Netz GmbH: *Allgemeine Bedingungen für den Zugang zum Verteilernetz der EVN Netz GmbH*. Techn. Ber., EVN Netz GmbH, 2008.
- [10] Gerhard Bollrich: *Technische Hydromechanik 1, 6. Auflage*. Huss Medien GmbH, Verlag Bauwesen, 2007.

- [11] Guger Leopold, Rieger Robert: *Ausbaufähiges Potential für neue Konzepte von Wasserkraftanlagen in Salzburg*. Techn. Ber., Universität für Bodenkultur Wien, 2008.
- [12] Johann Mutschmann, Fritz Stimmelmayer: *Taschenbuch der Wasserversorgung, 14. Auflage*. Vieweg Verlag, 2006.
- [13] K.-H. Grote und J. Feldhusen: *Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, 21. Auflage*.
- [14] Marian Klobasa, Dr. Mario Ragwitz : *Gutachten zur CO₂ - Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien*. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung Karlsruhe, 2005.
- [15] Pöyry Energy GmbH: *Wasserkraftpotentialstudie Österreich*. Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs, 2008.
- [16] Umweltbundesamt GmbH Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich : *Klimaschutzbericht 2009*. 2009.
- [17] Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Willibald Loiskandl: *Hydraulik I*. Vorlesungsskript zu Hydraulik und Hydromechanik, Universität für Bodenkultur Wien.
- [18] Valentin Crastan: *Elektrische Energieversorgung 2, 2. Auflage*. Springer Verlag, 2003.

Glossar

BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMN	Bundesmeldenetz
eHyd	elektronische Hydrographische Daten; Online-portal Lebensministerium
EVU	Elektroversorgungsunternehmen
GDPT	Gegendruck Pelton-Turbine
JAV	Jahresarbeitsvermögen
PE	Polyethylen
PFA	Zulässiger Betriebsruck [bar]
PJ	Peta Joule
PN	Nenndruck [bar]
PVC	Polyvinylchlorid
RLPT	Rückwärtslaufende Pump-Turbine
Sagis	Salzburger Geographisches Informationssystem

Kapitel 7

Anhang Wirtschaftlichkeitsanalysen

Datenblätter der Wirtschaftlichkeitsanalysen und folgend, Diagramme für Amortisationszeiten

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Zell am See Bruck, Wölfierquelle - Wölfierquelle	
Nr. laut Zuordnung	1
Wasserbuch- Postzahl	1603131
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Fusch a.d.g.
Lage der Quelle (BMN) RW	411868,06 HW 228672,31
Nettofallhöhe	70,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	80,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	44 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	351.928 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3725 [€/kWh] 0,47

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	240,6 [l/sec]
Geschätzte Leistung	134 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	667.485 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3051 [€/kWh] 0,61



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WV Obere Enns, Marbachquellen - Marbachquellen	
Nr. laut Zuordnung	2
Wasserbuch- Postzahl	1403682
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Flachau
Lage der Quelle (BMN) RW	455966,22 HW 234637,73
Nettofallhöhe	55,0 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	130,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	56 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	444.218 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4631 [€/kWh] 0,58

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	512,7 [l/sec]
Geschätzte Leistung	221 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	1.104.775 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4373 [€/kWh] 0,88



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

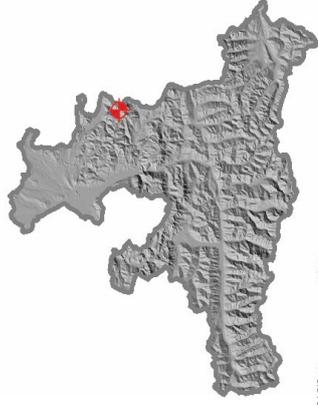
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Strobl - Kaltwasserquellen 1 u. 2	3
Nr. laut Zuordnung	1300371
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Strobl
Bezirk / Zuständigkeit	Salzburg Umgebung
Lage der Quelle (BMN) RW	460103,52 HW 279027,92
Nettofallhöhe	82,7 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	40,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	26 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	205.592 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9203 [€/kWh] 1,16

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	37,1 [l/sec]
Geschätzte Leistung	24 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	120.337 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9519 [€/kWh] 1,91



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Dorf Saalbach - Löhnersbachquellen	4
Nr. laut Zuordnung	1600336
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Saalbach- Hinterglemm
Bezirk / Zuständigkeit	Zell am See
Lage der Quelle (BMN) RW	399768,24 HW 245548,28
Nettofallhöhe	430,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	36,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	122 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	963.971 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4886 [€/kWh] 0,62

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	40,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	135 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	675.461 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4769 [€/kWh] 0,95



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

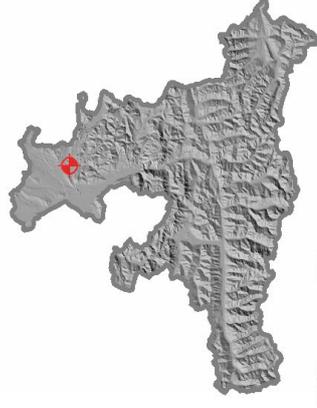
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WV Plainfeld, Wasserschiene - Plainfeldquellen	
Nr. laut Zuordnung	5
Wasserbuch- Postzahl	1304156
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Plainfeld
Salzburg Umgebung	
Lage der Quelle (BMN) RW	438829,84 HW 299097,75
Nettofallhöhe	61,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	35,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	17 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	132.979 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5735 [€/kWh] 0,72

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WV Mariapfarr-St.Andrä-Zinsbrücke - Granitzelquellgruppe	
Nr. laut Zuordnung	6
Wasserbuch- Postzahl	1500577/1501190/1501038
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Mariapfarr
Tamsweg	
Lage der Quelle (BMN) RW	477621,89 HW 228993,90
Nettofallhöhe	623,7 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	20,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	98 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	775.289 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3599 [€/kWh] 0,45

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	39,7 [l/sec]
Geschätzte Leistung	194 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	970.924 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4068 [€/kWh] 0,81



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Schwarzbach, TWA - Stollenquellen	
Nr. laut Zuordnung	7
Wasserbuch- Postzahl	1403805/1400721
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Schwarzbach
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	434613,88 HW 240579,14
Nettollahöhe	359,0 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	16,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	45 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	357.014 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4255 [€/kWh] 0,54

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Bad Gastein, TWA - Schachenquellen	
Nr. laut Zuordnung	8
Wasserbuch- Postzahl	1400625
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bad Gastein
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	436084,88 HW 218910,06
Nettollahöhe	563,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	18,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	80 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	630.048 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4500 [€/kWh] 0,57

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Bad Hofgastein, TWA - Lahngangquellen	
Nr. laut Zuordnung	9
Wasserbuch- Postzahl	1400702/1400844
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bad Hofgastein
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	430281.00 HW 224959,36
Nettofallhöhe	656,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	20,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	103 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	816.007 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3939 [€/kWh] 0,50

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WV Hölln, Wasserschiene - Höllnquelle Nord und Süd	
Nr. laut Zuordnung	10
Wasserbuch- Postzahl	1402322
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Werfen
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	437258,45 HW 254833,44
Nettofallhöhe	410,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	50,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	161 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	1.274.796 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4580 [€/kWh] 0,58

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	543,7 [l/sec]
Geschätzte Leistung	1750 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	8.741.316 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4920 [€/kWh] 0,99



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Filzmoos - Kaltenbrunnquellen (Kaltenbachquelle)	
Nr. laut Zuordnung	11
Wasserbuch- Postzahl	1403101
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Filzmoos
Lage der Quelle (BMN) RW	465822,34 HW 257851,52
Nettofallhöhe	460,7 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	19,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	69 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	544.044 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4046 [€/kWh] 0,51

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

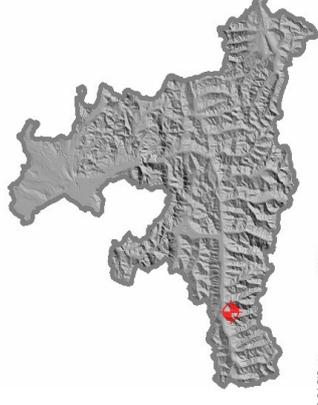
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Mittersill TWA - Lachalmquellen	
Nr. laut Zuordnung	12
Wasserbuch- Postzahl	1600316
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Mittersill
Lage der Quelle (BMN) RW	382427,83 HW 234805,60
Nettofallhöhe	813,5 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	20,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	128 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	1.011.263 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	4496 [€/kWh] 0,57

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Golling TWA - HB Paß-Lueg - Paß Lueg Quelle 1	
Nr. laut Zuordnung	14
Wasserbuch- Postzahl	1200357
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Golling Hallein
Lage der Quelle (BMN) RW	439877.66 HW 270611.97
Nettofallhöhe	170,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	12,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	16 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	127.418 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5808 [€/kWh] 0,73

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WV Gasteinertal, Wasserschiene - Brandebenquelle Nord + Süd	
Nr. laut Zuordnung	15
Wasserbuch- Postzahl	1403514
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bad Hofgastein St. Johann/Pg
Lage der Quelle (BMN) RW	431402.12 HW 228529.70
Nettofallhöhe	170,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	15,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	20 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	159.219 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6212 [€/kWh] 0,78

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

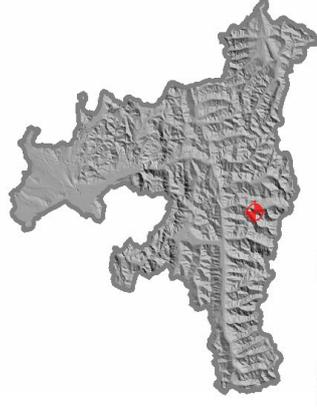
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Rauris, TWA - Fuchslochquelle	
Nr. laut Zuordnung	16
Wasserbuch- Postzahl	1601055
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Rauris
Lage der Quelle (BMN) RW	421564,95 HW 225538,68
Nettofallhöhe	346,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	27 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	215.407 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5809 [€/kWh] 0,73

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Lumpi, Müller, Saalbacher Faßl - Quelle	
Nr. laut Zuordnung	17
Wasserbuch- Postzahl	1602957
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Saalbach- Hinterglemm
Lage der Quelle (BMN) RW	391072,43 HW 248833,73
Nettofallhöhe	52,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	14,1 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	45.678 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7705 [€/kWh] 0,97

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Obertaern - Plattenkarquellen 1 bis 7	
Nr. laut Zuordnung	18
Wasserbuch- Postzahl	1401545
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Tweng
Lage der Quelle (BMN) RW	468372.43 HW 234972.63
Nettofallhöhe	272,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	15,6 [l/sec]
Geschätzte Leistung	33 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	264.371 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5294 [€/kWh] 0,67

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Hinterglemm - Stiegeralmquelle 2	
Nr. laut Zuordnung	19
Wasserbuch- Postzahl	1601513
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Saalbach- Hinterglemm
Lage der Quelle (BMN) RW	394594.96 HW 246908.85
Nettofallhöhe	170,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,3 [l/sec]
Geschätzte Leistung	11 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	88.134 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6630 [€/kWh] 0,84

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Zell am See, TWA Ort - Finsterkendlquellen	
Nr. laut Zuordnung	20
Wasserbuch- Postzahl	1600195
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Zell am See
Lage der Quelle (BMN) RW	415107.48 HW 242544.62
Nettofallhöhe	516,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	12,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	49 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	384.978 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5384 [€/kWh] 0,68

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Lenzing - Quelle Ost	
Nr. laut Zuordnung	24
Wasserbuch- Postzahl	1601341
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Saalfelden
Lage der Quelle (BMN) RW	408889,99 HW 258354,94
Nettofallhöhe	347,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	11,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	30 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	237.334 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6054 [€/kWh] 0,76

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Bad Hofgastein, TWA - Grubquellen	
Nr. laut Zuordnung	27
Wasserbuch- Postzahl	1400844/1400702
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bad Hofgastein
Lage der Quelle (BMN) RW	433576.83 HW 225862.81
Nettollahöhe	171,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	13 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	106.320 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9414 [€/kWh] 1,19

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Werfen, TWA - Reichhofquelle	
Nr. laut Zuordnung	28
Wasserbuch- Postzahl	1402220
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Pfarrwerfen
Lage der Quelle (BMN) RW	440398.82 HW 260895.17
Nettollahöhe	320,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	25 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	199.403 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	5262 [€/kWh] 0,66

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	95,2 [l/sec]
Geschätzte Leistung	240 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	1.196.990 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3461 [€/kWh] 0,69



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD St.Martin_L., TWA - Strohwolinquelle	
Nr. laut Zuordnung	29
Wasserbuch- Postzahl	1601783/1600313
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde St. Martin
Lage der Quelle (BMN) RW	404212.64 HW 269791.38
Nettofallhöhe	86,5 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	5 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	43.036 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	15058 [€/kWh] 1,90

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Bischofshofen_ÖBB Bahnhof Bischofshofen - Moosbergquelle A	
Nr. laut Zuordnung	33
Wasserbuch- Postzahl	1400634
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bischofshofen
Lage der Quelle (BMN) RW	440436.57 HW 254719.63
Nettofallhöhe	228,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,1 [l/sec]
Geschätzte Leistung	9 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	72.839 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7148 [€/kWh] 0,90

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Leogang, TWA - HB Uillach - Kösselquellen	
Nr. laut Zuordnung	34
Wasserbuch- Postzahl	1601183
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Leogang
Lage der Quelle (BMN) RW	405959,11 HW 258096,58
Nettofallhöhe	197,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	23,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	36 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	281.834 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	8761 [€/kWh] 1,11

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Bramberg Hochquellenleitung - Letzenbichlquelle 1	
Nr. laut Zuordnung	35
Wasserbuch- Postzahl	1600353
Bezirk / Zuständigkeit Zell am See	Gemeinde Bramberg
Lage der Quelle (BMN) RW	375800,47 HW 236532,37
Nettofallhöhe	151,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	7,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	8 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	65.777 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6978 [€/kWh] 0,88

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Annaberg - Grätzenmühlquelle	36
Nr. laut Zuordnung	1200350
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Annaberg
Bezirk / Zuständigkeit	Hallein
Lage der Quelle (BMN) RW	456821,38 HW 263262,13
Nettollahöhe	99,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	8 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	61.633 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7538 [€/kWh] 0,95

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Piesendorf WG Niedersill, Bamerquellen - Bamerhauptquelle	37
Nr. laut Zuordnung	1603163
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Piesendorf
Bezirk / Zuständigkeit	Zell am See
Lage der Quelle (BMN) RW	401067,71 HW 236837,75
Nettollahöhe	240,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	15 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	119.738 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6627 [€/kWh] 0,84

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS	
Anlagen Name	
SSK, Schotterwerk Flachau - Quellen	
Nr. laut Zuordnung	41
Wasserbuch- Postzahl	1403506
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Flachau
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	456896.60 HW 233477.55
Nettofallhöhe	32,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	30,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	8 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	60.135 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9159 [€/kWh] 1,16

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Kalkulations- Zeit	35 [a]		
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]		
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]		
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]		
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>			
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]		
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]		

KRAFTWERKS- DETAILS	
Anlagen Name	
GD Werfen, TWA - Grundackerquelle	
Nr. laut Zuordnung	43
Wasserbuch- Postzahl	1401305
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Werfen
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	439071.56 HW 262484.48
Nettofallhöhe	247,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	7,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	14 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	107.748 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6681 [€/kWh] 0,84

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Kalkulations- Zeit	35 [a]		
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]		
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]		
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]		
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>			
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]		
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]		

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	GD Mühlbach, TWA - Quelle 4
Wasserbuch- Postzahl	1401331
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Mühlbach
Lage der Quelle (BMN) RW	432123.00 HW
Nettofallhöhe	114,7 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	15,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	14 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	106.977 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7762 [€/kWh] 0,98

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	ÖBF, KW Jagdhaus Torrenerjoch - Quelle
Wasserbuch- Postzahl	1200427
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Golling
Lage der Quelle (BMN) RW	429383.37 HW
Nettofallhöhe	840,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	53 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	417.907 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	8046 [€/kWh] 1,02

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Bad Gastein, TWA - Köhlgrubenquelle	
Nr. laut Zuordnung	51
Wasserbuch- Postzahl	1404282
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Bad Gastein
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	435728,49 HW 218198,13
Nettofallhöhe	227,7 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	9 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	70.755 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9078 [€/kWh] 1,15

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Wagrain, TWA - Lehenquelle	
Nr. laut Zuordnung	52
Wasserbuch- Postzahl	1401488
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Wagrain
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	447027,94 HW 240156,69
Nettofallhöhe	200,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	13 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	99.651 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7276 [€/kWh] 0,92

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Laubichl - Quelle	
Nr. laut Zuordnung	54
Wasserbuch- Postzahl	1402390
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Werfenweng
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	443031.70 HW 257914.54
Nettofallhöhe	257,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	15,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	30 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	240.438 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6627 [€/kWh] 0,84

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Obertauern - Hundsfeldquellen 1 bis 6	
Nr. laut Zuordnung	59
Wasserbuch- Postzahl	1401545
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Untertauern
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	468028.51 HW 236263.58
Nettofallhöhe	227,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	16,1 [l/sec]
Geschätzte Leistung	29 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	227.584 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	6299 [€/kWh] 0,80

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS	
Anlagen Name	
WG Abtenau - Greimelhofquelle	
Nr. laut Zuordnung	63
Wasserbuch- Postzahl	1200349
Bezirk / Zuständigkeit Hallein	Gemeinde Abtenau
Lage der Quelle (BMN) RW	455059,19 HW 273373,31
Nettofallhöhe	326,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	18,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	46 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	364.950 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	1,1386 [€/kWh]
	1,44

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Kalkulations- Zeit	35 [a]		
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]		
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]		
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]		
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>			
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]		
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]		

KRAFTWERKS- DETAILS	
Anlagen Name	
WG Klotzenberg - Quellen 1 und 2	
Nr. laut Zuordnung	64
Wasserbuch- Postzahl	1201633
Bezirk / Zuständigkeit Hallein	Gemeinde Annaberg-Lungötz
Lage der Quelle (BMN) RW	456165,93 HW 260298,05
Nettofallhöhe	200,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	6,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	9 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	74.655 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	7589 [€/kWh]
	0,96

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

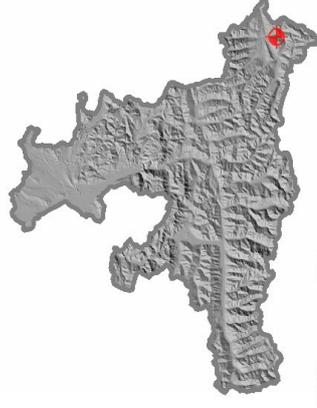
ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER			
Kalkulations- Zeit	35 [a]		
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]		
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]		
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]		
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>			
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]		
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]		

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	65
Wasserbuch- Postzahl	1500613
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Tamsweg
Lage der Quelle (BMN) RW	486350,82 HW 216990,97
Nettofallhöhe	167,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	7 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	52.076 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9817 [€/kWh] 1,24

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	66
Wasserbuch- Postzahl	1301266
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Thalgau
Lage der Quelle (BMN) RW	444942,75 HW 298749,45
Nettofallhöhe	162,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	9,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	11 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	91.071 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9402 [€/kWh] 1,19

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Thalgau - Schustermoos-Quelle	
Nr. laut Zuordnung	74
Wasserbuch- Postzahl	1301266
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Thalgau
Lage der Quelle (BMN) RW	441637.86 HW 299246.32
Nettofallhöhe	60,5 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	14,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	7 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	52.620 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	11930 [€/kWh] 1,51

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	11,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	5 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	26.185 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	17461 [€/kWh] 3,50



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Tiefbrunnau - Schwarzangerlquelle	
Nr. laut Zuordnung	77
Wasserbuch- Postzahl	1301813
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Faistenau
Lage der Quelle (BMN) RW	446971.11 HW 290385.44
Nettofallhöhe	270,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	17 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	134.338 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9339 [€/kWh] 1,18

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€ / kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

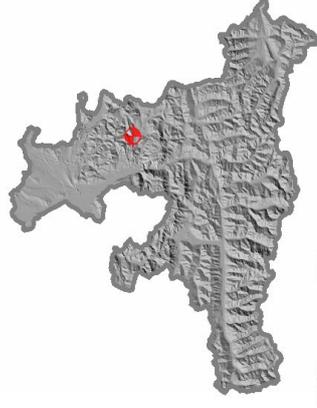
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Rigaus - Knollhofquellen	
Nr. laut Zuordnung	79
Wasserbuch- Postzahl	1200993
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Abtenau
Lage der Quelle (BMN) RW	449730,22 HW 273982,60
Nettofallhöhe	201,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	7,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	11 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	87.629 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	8554 [€/kWh] 1,08

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Markt Neukirchen - Blauseequellen	
Nr. laut Zuordnung	80
Wasserbuch- Postzahl	1600306
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Neukirchen
Lage der Quelle (BMN) RW	367752,28 HW 232276,35
Nettofallhöhe	42,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	20,3 [l/sec]
Geschätzte Leistung	7 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	53.996 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	13233 [€/kWh] 1,67

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Zauchensee, TWA - Ochsenbrandquelle 5	
Nr. laut Zuordnung	82
Wasserbuch- Postzahl	1403794
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Altenmarkt
Lage der Quelle (BMN) RW	459586.06 HW 240742.68
Nettofallhöhe	205,0 [m]

Ausbauzustand	Konsenswasseremenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	8 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	63.707 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	19008 [€/kWh] 2.40

Ausbauzustand	Schüttungswasseremenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Fusch_Glstr., TWA - Roschitzquelle	
Nr. laut Zuordnung	83
Wasserbuch- Postzahl	1601391
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Fusch
Lage der Quelle (BMN) RW	411784.06 HW 228036.19
Nettofallhöhe	238,0 [m]

Ausbauzustand	Konsenswasseremenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	9 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	73.969 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	10549 [€/kWh] 1.33

Ausbauzustand	Schüttungswasseremenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Hinterglemm - Hintermaisquelle I	
Nr. laut Zuordnung	84
Wasserbuch- Postzahl	1601513
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Saalbach- Hinterglemm
Zell am See	
Lage der Quelle (BMN) RW	393756,30 HW 247604,26
Nettofallhöhe	244,0 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,4 [l/sec]
Geschätzte Leistung	10 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	81.901 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	8389 [€/kWh] 1,06

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Tamsweg, TWA - Gruppe Lessachquellen	
Nr. laut Zuordnung	85
Wasserbuch- Postzahl	1500321
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Tamsweg
Lage der Quelle (BMN) RW	485663,75 HW 234602,69
Nettofallhöhe	94,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	55,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	41 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	323.435 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	9944 [€/kWh] 1,26

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD St.Veit, TWA - Kleinschwarzachquelle	
Nr. laut Zuordnung	89
Wasserbuch- Postzahl	1400708
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde
St. Johann/Pg	St. Veit
Lage der Quelle (BMN) RW	433606,97 HW 245319,39
Nettofallhöhe	191,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	12 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	95.386 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	10635 [€/kWh] 1,34

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Schwarzach, TWA - Kontrollgangquellen	
Nr. laut Zuordnung	90
Wasserbuch- Postzahl	1400721/1403805
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde
St. Johann/Pg	St. Veit
Lage der Quelle (BMN) RW	434903,04 HW 240944,19
Nettofallhöhe	111,4 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	7,1 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	49.295 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	11052 [€/kWh] 1,40

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

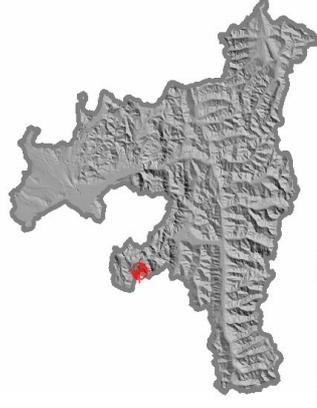
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Lofer TWA - Paß Strub Quellen	
Nr. laut Zuordnung	91
Wasserbuch- Postzahl	1600276
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Lofer
Lage der Quelle (BMN) RW	399783,31 HW 271372,14
Nettollahöhe	43,2 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	15,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	5 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	40.248 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	18335 [€/kWh] 2,32

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD St.Gilgen, TWA - Auerlochquellen	
Nr. laut Zuordnung	92
Wasserbuch- Postzahl	1300353
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde St. Gilgen
Lage der Quelle (BMN) RW	451565,30 HW 292066,75
Nettollahöhe	79,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	49.673 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	13359 [€/kWh] 1,69

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Rettenbacher, Ramsauer, Steuer 1 u.2 - Quelle	96
Nr. laut Zuordnung	1200666
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Annaberg
Bezirk / Zuständigkeit	Hallein
Lage der Quelle (BMN) RW	459423.64 HW 265094.41
Nettofallhöhe	190,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	15 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	118.627 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	12247 [€/kWh] 1,55

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Obertrum, TWA - Stollenquellen (Spielberggrabenquellen)	98
Nr. laut Zuordnung	1300947
Wasserbuch- Postzahl	Gemeinde Obertrum
Bezirk / Zuständigkeit	Salzburg Umgebung
Lage der Quelle (BMN) RW	429599,31 HW 310414,01
Nettofallhöhe	46,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	14,5 [l/sec]
Geschätzte Leistung	5 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	42.158 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	11252 [€/kWh] 1,42

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

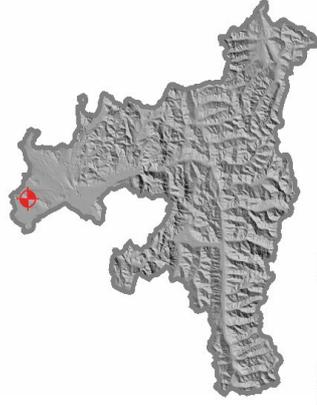
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Berndorf - Quellen Eisping	
Nr. laut Zuordnung	101
Wasserbuch- Postzahl	1301334
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Berndorf
Salzburg Umgebung	
Lage der Quelle (BMN) RW	427326,72 HW 315662,47
Nettofallhöhe	215,1 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	8 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	66.836 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	10044 [€/kWh] 1,27

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

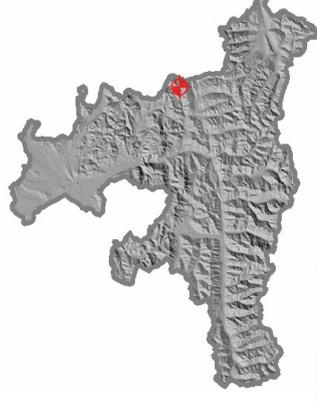
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
WG Filzmoos - Vikariquelle	
Nr. laut Zuordnung	103
Wasserbuch- Postzahl	1403101
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Filzmoos
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	465304,46 HW 255517,69
Nettofallhöhe	83,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	8,8 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	45.844 [kWh/a]
Rohrleitung	Nutzung best. Rohrleitung möglich
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	15006 [€/kWh] 1,89

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

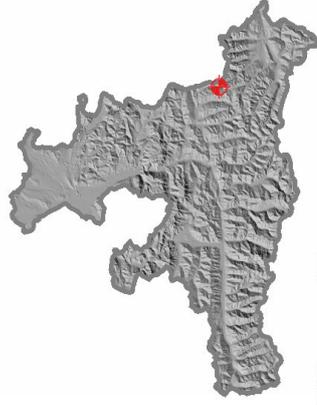
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	108
Wasserbuch- Postzahl	1404248
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Forstau
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	468568,97 HW 239843,02
Nettofallhöhe	115,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	10,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	9 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	72.016 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	47594 [€/kWh] 6,01

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
GD Rußbach TWA - Rinnbachquellen 1 und 2	
Nr. laut Zuordnung	109
Wasserbuch- Postzahl	1200672
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Rußbach
Hallein	
Lage der Quelle (BMN) RW	459293,50 HW 273941,72
Nettofallhöhe	149,9 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	46.584 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	12821 [€/kWh] 1,62

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	[l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	€/kWh



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]
Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft	6,23 [c/kWh]
<small>(e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)</small>	
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	116
Wasserbuch- Postzahl	1401331
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Mühlbach
St. Johann/Pg	
Lage der Quelle (BMN) RW	432119,93 HW
Nettofallhöhe	146,6 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	5,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	6 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	45.572 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	1,4780 [€/kWh]

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	0 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	0 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	1,87 [€/kWh]



© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

KRAFTWERKS- DETAILS

Anlagen Name	
Nr. laut Zuordnung	174
Wasserbuch- Postzahl	1602176
Bezirk / Zuständigkeit	Gemeinde Zell am See
St. Martin	
Lage der Quelle (BMN) RW	405214,05 HW
Nettofallhöhe	202,8 [m]

Ausbauzustand	Konsenswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	2,0 [l/sec]
Geschätzte Leistung	3 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	26.787 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	1,1009 [€/kWh]

Ausbauzustand	Schüttungswassermenge
Bemessungs- Durchfluß	303,9 [l/sec]
Geschätzte Leistung	484 [KW]
Jahresarbeitsvermögen	2.415.183 [kWh/a]
Rohrleitung	Neue Rohrleitung nötig
Investitionsberwertung / spezifische Kosten	
Differenzkosten zu Instandsetzung	
€/KW	3,224 [€/kWh]



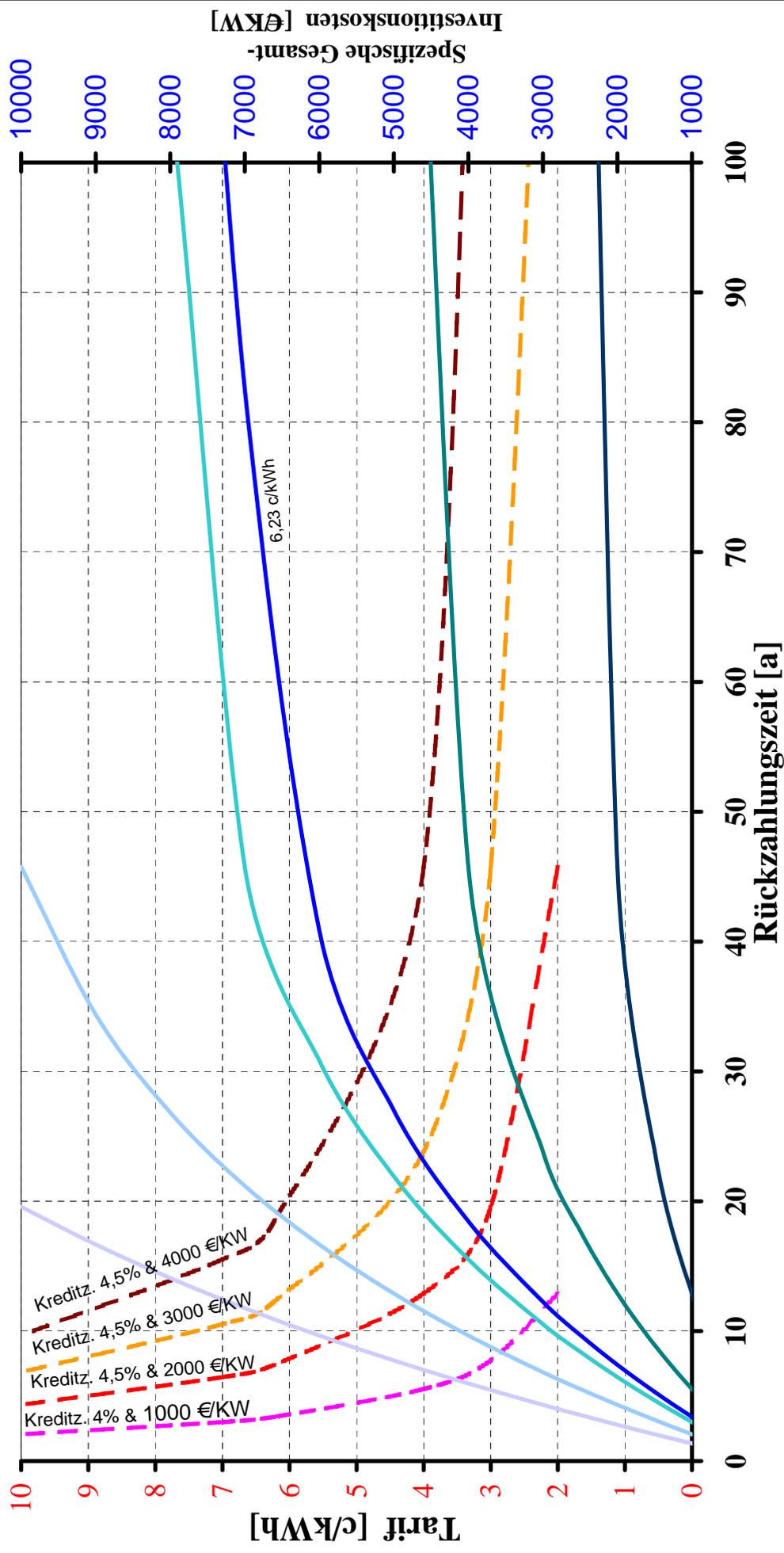
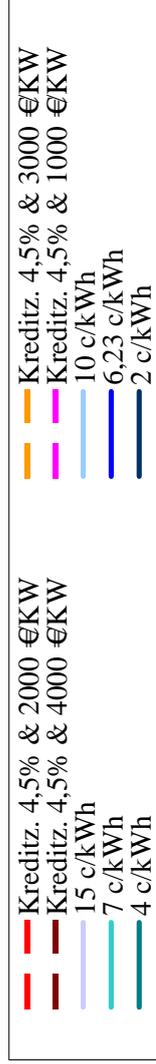
© SAGIS 0 30km

ALLGEMEINE BERECHNUNGS- PARAMETER

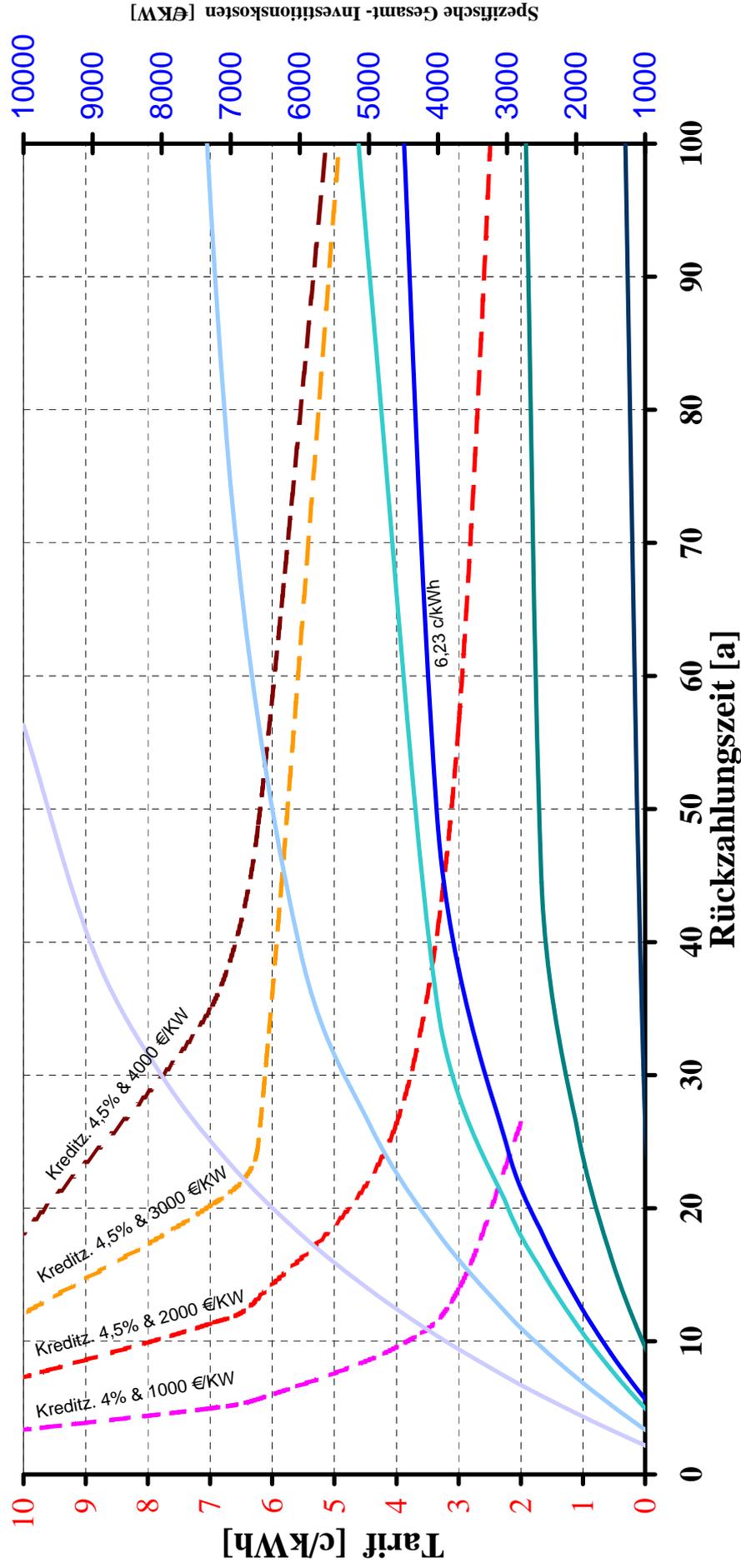
Kalkulations- Zeit	35 [a]
Kredit Zinssatz	4,5 [%/a]
Betriebs- & Wartungs- Kosten	1,5 [%/a]

Ökostrom- Tarif Kleinwasserkraft (e-Control, gültig ab Februar 2009; Neuanlagen)	6,23 [c/kWh]
Virtuelle- Vollaststunden: Konsens	7920 [h/a]
Virtuelle- Vollaststunden: Schüttung	4994 [h/a]

Amortisationszeit abhängig von Tarif und spezifischen Kosten: Szenario Konsenswassermenge



**Amortisationszeit abhängig von Tarif und spezifischen Kosten:
Szenario Schüttungswassermenge**



Kapitel 8

Anhang Übersichtslageplan der Anlagen

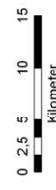
Dargestellt sind die Quellstandorte der potentiell als wirtschaftlich erachteten Anlagen unterschieden nach Bezirk und Leistung.

Legende:

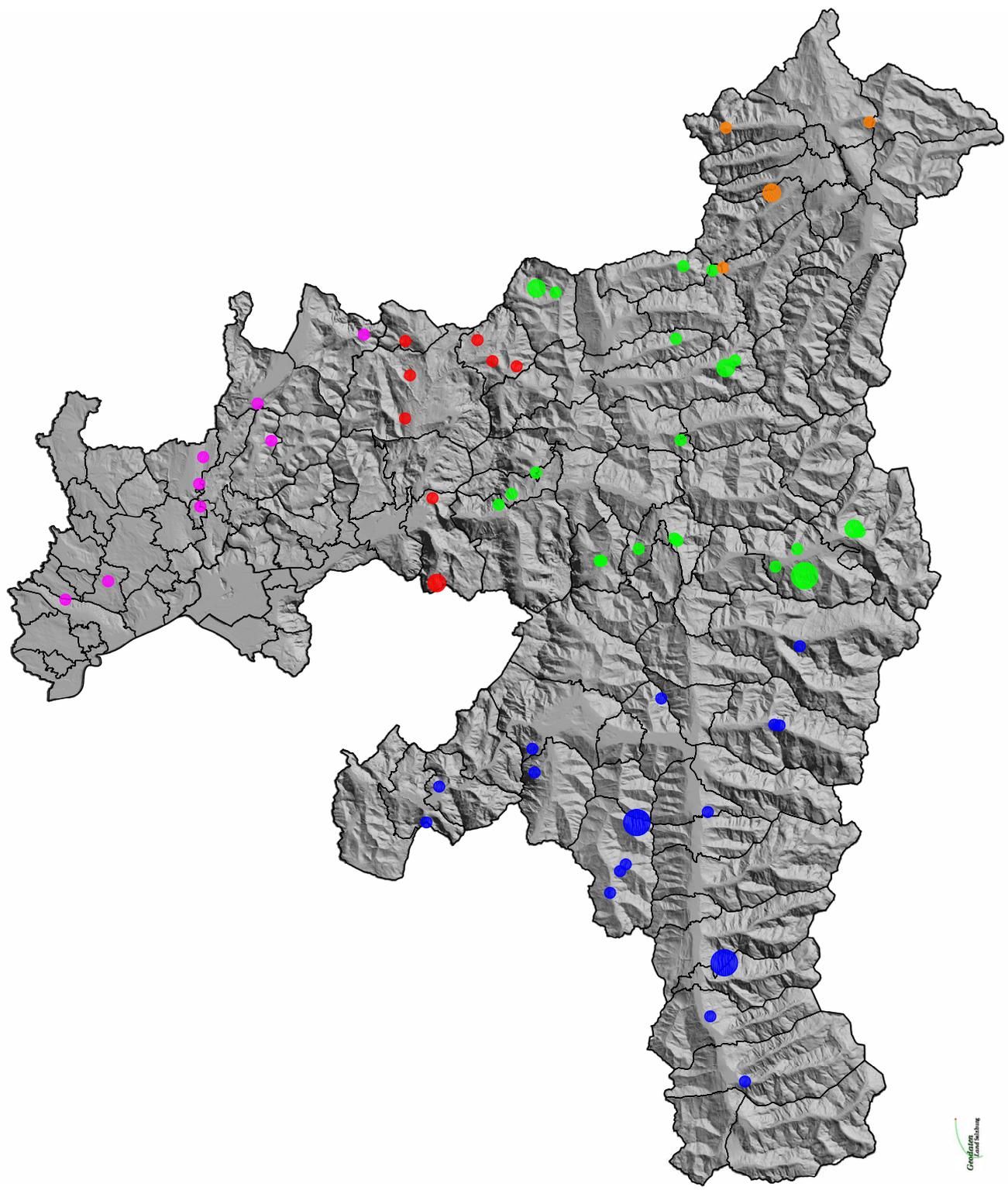
-  Landesgrenze nach DMM
-  Bezirksgrenzen nach DMM

Nutzbare Quellen

-  Flachgau
-  Tennengau
-  Lungau
-  Pongau
-  Pinzgau
-  Anlagen ≤ 50 kW
-  Anlagen > 50 kW



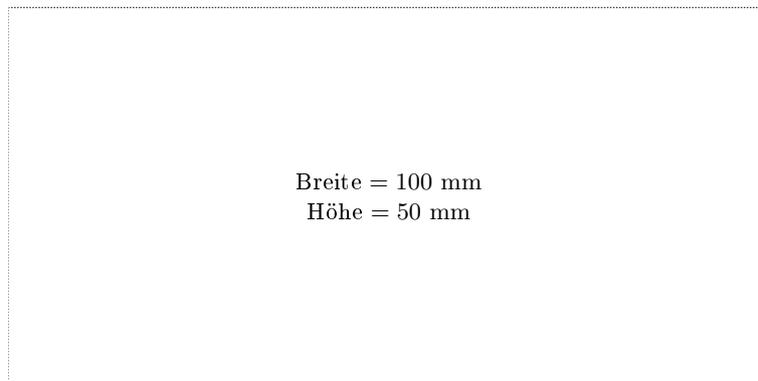
M 1:500.000



Salzburger Geographisches Informationssystem
SAGIS
 http://www.salzburg.gis.at
 E-Mail: sagis@salzburg.gis.at
 Bearbeitung: E. Baumgärtner, Ref. 7/01
 Erstellungsdatum: 10.03.2009
 Copyright: © 2009 Geographisches Informationssystem
 DMM ist ein eingetragenes Warenzeichen der
 Österreichischen Bundesregierung

Messbox zur Druckkontrolle

— Druckgröße kontrollieren! —



— Diese Seite nach dem Druck entfernen! —