

Evaluierung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Kleinwasserkraftanlagen in Österreich anhand des Beispiels „Sulzenquelle“ im Zillertal

Masterarbeit

von

Augustinus Trauttmansdorff – Weinsberg B.Sc.



eingereicht am

Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
der

Montanuniversität Leoben

Leoben, Mai, 2018

Aufgabenstellung

Herrn **Augustinus Trauttmansdorff – Weinsberg, BSc** wird das Thema

Evaluierung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Kleinwasserkraftanlagen in Österreich anhand des Beispiels „Sulzenquelle“ im Zillertal

zur Bearbeitung in einer Masterarbeit gestellt.

Das Ziel der Masterarbeit ist die Bereitstellung einer Entscheidungsgrundlage für den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes im Hochgebirge des Zillertals auf Basis einer ökonomischen Betrachtung.

Im ersten Abschnitt der Masterarbeit sind die theoretischen Grundlagen zur Bearbeitung der beschriebenen Themenstellung herauszuarbeiten. Hierzu sind die Rahmenbedingungen für Kleinwasserkraft in Österreich, einerseits aus technologischer Sicht, andererseits hinsichtlich der Vergütungsmöglichkeiten am Strommarkt, zu untersuchen. Ebenso sind die Grundlagen zur Investitionsrechnung und Risikobetrachtung aus der Fachliteratur auszuarbeiten sowie das zu betrachtende Fallbeispiel darzulegen.

Den Schwerpunkt des empirischen Teils bildet die Durchführung einer Investitionsrechnung auf Basis der ermittelten Rahmenbedingungen. Zur Untersuchung der Robustheit der Ergebnisse sind diese im Anschluss einer Sensitivitäts- und Risikoanalyse zu unterziehen. Grundlage für die Berücksichtigung aller wichtigen Anspruchsgruppen bildet eine vorab durchzuführende Stakeholderanalyse.

Leoben, im November 2017


o.Univ.Prof. Dr. Hubert Biedermann

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Leoben, 22.05.2018



(Augustinus Trauttmansdorff -
Weinsberg)

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Es wird ausdrücklich festgehalten, dass die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Danksagung

An dieser Stelle möchte mich bei O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Hubert Biedermann, Leiter des Lehrstuhls für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben für die Möglichkeit bedanken, meine Masterarbeit auf seinem Lehrstuhl verfassen zu dürfen.

Des Weiteren bedanke ich mich bei meinem Betreuer Johann Jungwirth M.Sc. für die exzellente Betreuung dieser Arbeit. Für die konstruktive Kritik und die zahlreichen Anregungen möchte ich mich herzlich bedanken.

Ein Besonderer Dank gilt meiner Familie und Freunden.

Insbesondere Carl Arco, ohne dessen Hilfe ich in den schwierigen Zeiten meines Studiums schon längst aufgegeben hätte und es niemals soweit geschafft hätte, diese Danksagung nun verfassen zu können.

Kurzfassung

Das im hinteren Zillertal gelegene Bergsteigerdorf Ginzling bezieht seit fast hundert Jahren sein Trinkwasser aus der dorfeigenen Quelle. Der seit 2003 vorgeschriebene Höchstwert an Arsen im Trinkwasser von 10 µg/l wird jedoch signifikant überschritten. Somit sieht sich die Wassergenossenschaft Ginzling gezwungen nach Alternativmöglichkeiten der Trinkwasserversorgung zu suchen. Als beste Möglichkeit wurde die Sulzenquelle im Floitental bewertet.

Diese befindet sich im Besitz der Familie Trauttmansdorff, welche schon seit einiger Zeit plant die eigenen Liegenschaften im Floitental mittels Kleinwasserkraftwerk zu elektrifizieren. Dies war bis jetzt nicht bewilligungsfähig, da sich das Floitental im Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm befindet.

Das Trinkwasserprojekt der Wassergenossenschaft ermöglicht durch die notwendigen Bauarbeiten eine gleichzeitige Realisierung der Energieerzeugung.

Im Zuge dieser Masterarbeit soll nun die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Kleinwasserkraftwerkprojektes Sulzenquelle analysiert und evaluiert werden.

Dazu werden nach umfassender theoretischer Literaturrecherche und Projektbeschreibung eine SWOT-Analyse und ein Stakeholdermapping durchgeführt. Anschließend erfolgt eine Investitionsrechnung inklusive Risiko- und Sensitivitätsanalyse.

Die Ergebnisse werden im letzten Schritt bewertet um daraus eine Handlungsempfehlung abzugeben.

Abstract

It has been almost a hundred years since now that the village of Ginzling, located in Tyrol, uses its own spring for the supply of drinking water. Nevertheless, the maximum value of 10 µg/l of arsenic in drinking water, mandatory in Austria since 2003, is exceeded significantly.

Therefore, the Water Cooperative of Ginzling is in need to come up with alternative solutions for the drinking water supply of Ginzling. The spring called "Sulzenquelle", close to the village at the "Floiental" has been evaluated to be the best option.

The spring is owned by the family of Trauttmansdorff, who have already planned to utilize its water by building a small scale hydro power plant to electrify their properties, located high in the mountains of the "Floiental".

As the "Floiental" is situated in the natural reserve "Zillertaler Hauptkamm", approval by the authorities for constructing a small scale hydro power plant has been impossible.

But through the necessary building works of the drinking water supply project by the Water Cooperative of Ginzling, the power plant can now be realised simultaneously.

This Master Thesis evaluates the economic potential of this small scale hydro power plant project.

After a comprehensive literature research and project description a Swot-Analysis and Stakeholder Mapping will be conducted, followed by capital budgeting and a risk- and sensitivity analysis.

In a final step the results will be assessed, and a recommendation will be given whether the small scale hydro power plant should be realized.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung und Forschungsfrage	1
1.2	Methodische Vorgehensweise	2
1.3	Aufgabenstellung	3
1.3.1	Aufgabenstellung im Zuge der theoretischen Betrachtung	3
1.3.2	Aufgabenstellung im Zuge der praktischen Betrachtung.....	4
2	Theoretische Grundlagen	6
2.1	Wasserkraft in Österreich.....	6
2.1.1	Stromerzeugung Österreich	6
2.1.2	Bedeutung der Wasserkraft für Österreich	11
2.2	Strommarkt Österreich	15
2.2.1	Liberalisierung des europäischen Strommarktes	15
2.2.2	Grundprinzip des österreichischen Strommarkts	18
2.2.3	Strompreis in Österreich.....	22
2.2.4	Die österreichische Strombörse	26
2.2.5	Vergütungsmöglichkeiten für Kleinwasserkraftwerke in Österreich..	27
2.2.6	Ökostromvergütung.....	28
2.3	Anlagenkomponenten und Kraftwerksdimensionierung von Kleinwasserkraftwerken.....	32
2.3.1	Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerke	35
2.3.2	Turbinenarten.....	35
2.3.3	Anlagekomponenten	37
2.3.4	Anlagendimensionierung von Kleinwasserkraftanlagen.....	40
2.4	Kleinwasserkraftwerk - Projekt „Sulzenquelle“	41
2.4.1	Sulzenbach: Quelle eines potentiellen Wasserkraftwerkes.....	42
2.4.2	Naturpark und Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm.....	43
2.4.3	Trinkwasserproblem der Gemeinde Ginzling.....	44
2.4.4	Sulzenquelle im Floitental	46
2.4.5	Trinkwasseruntersuchung der Sulzenquelle	48
2.4.6	Gesamtprojekt Sulzenquelle.....	53
2.4.7	Rechtliche Rahmenbedingungen	54
2.4.8	Trinkwasserverkauf an die Gemeinde Ginzling.....	57
2.4.9	Zukunftsprojekte.....	58
2.5	Betrachtung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit	62

2.5.1	SWOT-Analyse	62
2.5.2	Stakeholder Mapping	64
2.5.3	Wirtschaftlichkeitsberechnung	67
2.5.4	Datenerhebung	68
2.5.5	Investitionsrechnung	70
2.5.6	Risikoanalyse	80
2.5.7	Monte Carlo Simulation	83
3	Ergebnisse	86
3.1	SWOT-Analyse	86
3.1.1	Externe Analyse	86
3.1.2	Interne Analyse	89
3.1.3	Strategische Handlungsoptionen	91
3.2	Stakeholder Mapping	93
3.2.1	Ermittelte Anspruchsgruppen	94
3.2.2	Relevanz der Anspruchsgruppen	94
3.2.3	Gegenüberstellung von Erwartungen, Ambitionen und Nutzversprechen	95
3.2.4	Strategien und Maßnahmen	98
3.3	Investitionsrechnung - Kleinwasserkraftwerk Sulzenquelle	101
3.3.1	Anlagendimensionierung und Investitionskosten	101
3.3.2	Parametergrößen	102
3.3.3	Parameter der Monte Carlo Simulation	104
3.3.4	Variante 1	106
3.3.5	Variante 2	109
3.3.6	Variante 3	111
3.3.7	Variante 4	112
4	Zusammenfassung und Ausblick	115

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise	2
Abbildung 2: Gliederung der Bearbeitungsphase	3
Abbildung 3: Theoretische Grundlagen	4
Abbildung 4: Gesamte Versorgung; Bruttostromerzeugung.....	7
Abbildung 5: Österreichs Stromimport und Stromexport.....	8
Abbildung 6: Stromerzeugungsmix im Vergleich	9
Abbildung 7: Bruttoinlandsverbrauch im Vergleich (2015)	9
Abbildung 8: Anzahl Wasserkraftwerke in Österreich (2016).....	11
Abbildung 9: Kumulierte Engpasseleistung Wasserkraftwerke in Österreich	12
Abbildung 10: Typische Tagesganglinie des Leistungsbedarfes und deren Deckung durch Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerke.....	14
Abbildung 11: Leistungsbilanz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs; Komponenten der Verwendung.....	14
Abbildung 12: Leistungsbilanz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs, Komponenten der Aufbringung	15
Abbildung 13: Unbundeling von Erzeugung, Übertragung und Verteilung und Vertrieb	16
Abbildung 14: Liberalisierung und Monopol des Strommarktes	17
Abbildung 15: Funktionen der E-Control.....	18
Abbildung 16: Verträge und Datenflüsse zwischen Marktteilnehmer	20
Abbildung 17: Leistungs-Frequenz-Regelung.....	21
Abbildung 18: Zusammensetzung des Strompreises.....	23
Abbildung 19: Zusammensetzung der Strompreise in Österreich	25
Abbildung 20: Anteil der Steuern und Abgaben am Strompreis	25
Abbildung 21: Haushaltsstrompreise im europäischen Vergleich.....	26
Abbildung 22: Spotpreis für Grundlast in (EUR/MWh) an der EPEX Spot SE in Paris	27
Abbildung 23: Das Ökostrom Fördersystem	29
Abbildung 24: OeMAG Investitionsförderung.....	30
Abbildung 25: Entwicklung der durchschnittlichen Einspeisetarife	32
Abbildung 26: Aufbau eines Wasserkraftwerks.....	33
Abbildung 27: Kraftwerkstypen	33
Abbildung 28: Unterteilungskriterien Wasserkraft	34
Abbildung 29: Skizze eines Hockdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes	35
Abbildung 30: Wirkungsgradverlauf unterschiedlicher Turbinenarten	37

Abbildung 31: Standort Floitental.....	42
Abbildung 32: Ruhegebiet - Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen	43
Abbildung 33: Einzugsgebiet Sulzenquelle	47
Abbildung 34: Abflussmengen Sulzenalmquelle	48
Abbildung 35: Sulzenalmquelle mit Wehr	49
Abbildung 36: Sulzenquellen mit der Salzeingabestelle (rotes X) und Messstellen der Markierungsversuche.....	51
Abbildung 37: Elektrische Leitfähigkeit; erster Markierungsversuch	52
Abbildung 38: Elektrische Leitfähigkeit; zweiter Markierungsversuch	52
Abbildung 39: Wasserkraftwerke im Zillertal	54
Abbildung 40: Flussfassung Floitenbach der Verbund Hydro GmbH	55
Abbildung 41: Trassenverlauf Druckrohrleitung/ Kabel	56
Abbildung 42: Sulzenquelle, Bachkörper und Floitenbach	57
Abbildung 43: Liegenschaften Floitental	59
Abbildung 44: Alphütte Sulzenalm.....	60
Abbildung 45: Franzeshütte und Bischofshütte.....	61
Abbildung 46: Kuhstall Floitengrund	62
Abbildung 47: Ablauf der SWOT-Analyse	63
Abbildung 48: SWOT-Analyse	64
Abbildung 49: Stakeholder Mapping	66
Abbildung 50: Beurteilungssystematik für Wasserkraftanlagen	67
Abbildung 51: Kleinwasserkraft – Abschätzung der Betriebskosten je Engpassleistung	69
Abbildung 52: Investitionsrechenverfahren	70
Abbildung 53: Bestimmung des internen Zinsfußes.....	76
Abbildung 54: Spezifische Investitionskosten	78
Abbildung 55: Levelized Costs of Electricity	79
Abbildung 56: Ergebnisse Sensitivitätsanalyse.....	81
Abbildung 57: Ergebnisgraph einer Risikoanalyse.....	82
Abbildung 58: Dreiecksverteilung der Investitionskosten	84
Abbildung 59: Matrix Stakeholder Mapping	95
Abbildung 60: Allgemeine Eingabeparameter.....	102
Abbildung 61: Parameter Stromerlöse.....	103
Abbildung 62: Jahresumsatz aus Pacht und Trinkwasser.....	103
Abbildung 63: Abschreibung auf 25 Jahre	103
Abbildung 64: Gewinn- und Verlustrechnung (Jahr 4)	104
Abbildung 65: Cash-Flow Rechnung (Jahr 4)	104
Abbildung 66: Variante 1: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion.....	107
Abbildung 67: Variante 1: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert	107

Abbildung 68: Variante 1: Summenkurve Kapitalwert	108
Abbildung 69: Variante 1: Tornado Diagramm	108
Abbildung 70: Variante 1: Sensitivitätsanalyse	109
Abbildung 71: Variante 2: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion.....	110
Abbildung 72: Variante 2: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert	110
Abbildung 73: Variante 3: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion.....	111
Abbildung 74: Variante 3: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert	112
Abbildung 75: Variante 4: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion.....	113
Abbildung 76: Variante 4: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert	114
Abbildung 77: NPV: Investitionsrechnung & Risikoanalyse.....	115
Abbildung 78: Spezifische Investitionskosten	116
Abbildung 79: LCOE der Varianten 1-4	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Ökostromkosten für einen Haushalt	30
Tabelle 2: Durchschnittliche Nutzungsdauer von Anlageteilen bei Wasserkraftanlagen	38
Tabelle 3: ARGE - Umwelt GmbH, Arsenparametermessung.....	45
Tabelle 4: Volumenstrommessungen Sulzenalmquelle	48
Tabelle 5: Messung der Trinkwasserqualität Sulzenquelle	50
Tabelle 6: Cash - Flow Rechnung	73
Tabelle 7: Gewinn und Verlustrechnung	73
Tabelle 8: Projektgrößen	101
Tabelle 9: Gesamtinvestitionskosten	102
Tabelle 10: Parameter Monte Carlo Simulation	105

Abkürzungsverzeichnis

ca.	circa
EG	Europäische Gemeinschaft
EUR	Euro
et al.	et alteri oder et alii = und andere
f.	folgende Seite
ff.	folgende Seiten
G	Giga 10^9
Hrsg.	Herausgeber
k	kilo 10^3
l	Liter
m ³	Kubikmeter
M	Mega 10^6
MT	Mitteltemperatur
o.V.	ohne Verfasserangabe
S.	Seite
SWOT	Strengths Opportunities Weaknesses Threats
µg	Mikrogramm
vgl.	Vergleiche
Wh	Wattstunden (entspricht 3600 J)
z.B.	zum Beispiel
zit. nach	zitiert nach

1 Einleitung

Das Bergsteigerdorf Ginzling im Zillertal bezieht sein Trinkwasser seit 1928 aus der sogenannten Pfarrer- und Fürstenquelle¹. Im Jahre 1998 wurde die „EG-Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ erlassen². Diese Richtlinie wurde 2001 durch die „Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung TWV)“ in nationales Recht umgesetzt. Bis zum 1. Dezember 2003 war die Höchstkonzentration von Arsen im Trinkwasser auf einen maximal erlaubten Wert von 50 µg/l festgelegt, welcher dann auf 10 µg/l herabgesetzt wurde³. Die Arsenkonzentration der Ginzlinger Quellen überschreitet nach Messungen diesen Grenzwert um mindestens 5 µg/l⁴. Somit sieht sich die Wassergenossenschaft Ginzling gezwungen, Alternativen zur Trinkwasserversorgung zu analysieren und zu evaluieren. Die Sulzenquelle, im Besitz der Familie Trauttmansdorff, wurde als die beste Option bewertet. Als Synergie entsteht dadurch für die Familie Trauttmansdorff das Potential zur Realisierung eines Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes. Die Realisierung dieses Projektes mit der im Floitengrund gelegen Sulzenquelle wäre ohne Trinkwasserverkauf an die Gemeinde nicht möglich gewesen, da das Floitental Naturschutzgebiet und Ruhegebiet ist. Durch die nun veränderten Rahmenbedingungen muss mittels Ausnahmegenehmigung im Naturschutzgebiet eine Rohrleitung für die Trinkwasserversorgung verlegt werden. Im Zuge der Bereitstellung des Trinkwassers bekommt die Familie Trauttmansdorff den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes genehmigt, da die hierfür anfallenden Bauarbeiten gleichzeitig mit dem Trinkwasserprojekt realisiert werden können. Die genaue Ausführung der Projektentstehung und der Problemstellung wird im Kapitel 2.4 betrachtet und analysiert.

In der Einleitung wird folgend auf die Zielsetzung und Forschungsfrage, die methodische Vorgehensweise sowie die Aufgabenstellung eingegangen.

1.1 Zielsetzung und Forschungsfrage

Mittels der vorliegenden Arbeit soll die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit für den Bau des Kleinwasserkraftwerkes „Sulzenquelle“ im Zuge einer Marktanalyse, SWOT-Analyse, Stakeholder Mapping und Wirtschaftlichkeitsberechnung inklusive Risiko- und Sensitivitätsanalyse bewertet werden. Ziel ist eine klare Handlungsempfehlung abzugeben zu können, um nach ausführlicher Analyse und Abwägung des Risikos die ökonomische Rentabilität des Baues eines Kleinwasserkraftwerkes zu hinterfragen.

¹ Vgl. Amt der Tiroler Landesregierung (2018), S. 2

² Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

³ Siehe Trinkwasserverordnung Österreich BGBl. Nr. 304/2001

⁴ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2009) S. 3

1.2 Methodische Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise um eine fundierte Handlungsempfehlung für oder gegen den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes abzugeben ist in Abbildung 1 visualisiert. Die Vorlaufphase beschreibt den Prozess der Projektentstehung durch die Trinkwasserproblematik der Wassergenossenschaft Ginzling bis hin zur konkreten Aufgabenstellung der Masterarbeit.

Die Bearbeitungsphase beschreibt die Strukturierung und Vorgehensweise der Masterarbeit bis hin zur Fertigstellung und Abgabe.

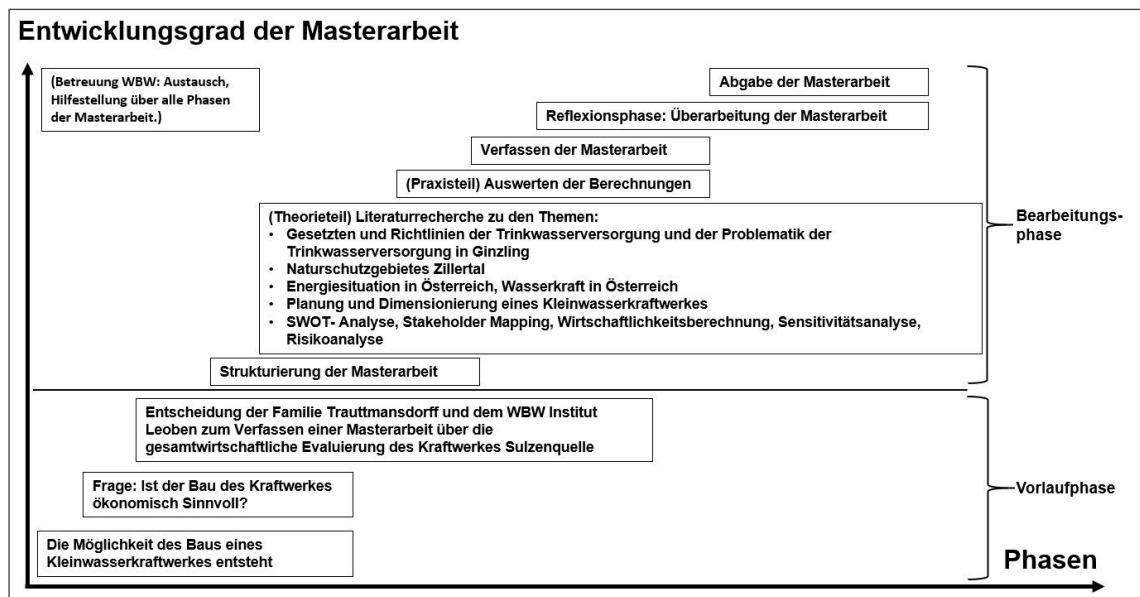


Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise

Die genaue Vorgehensweise der Bearbeitungsphase und der damit verbundenen Hinführung zur Investitionsentscheidung ist in Abbildung 2 dargestellt.

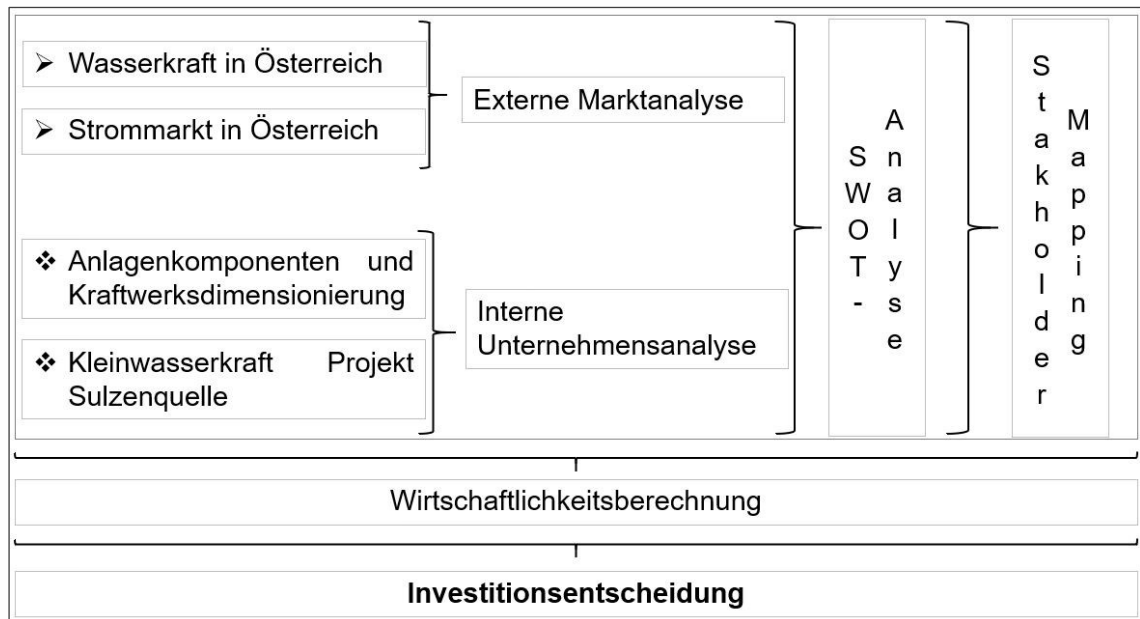


Abbildung 2: Gliederung der Bearbeitungsphase

1.3 Aufgabenstellung

Die in Abbildung 2 beschriebene Bearbeitungsphase gliedert sich wiederum in zwei Kernbereiche, der Aufgabenstellung im Zuge der theoretischen Betrachtung und die Aufgabenstellung im Zuge der praktischen Betrachtung.

1.3.1 Aufgabenstellung im Zuge der theoretischen Betrachtung

Die theoretische Betrachtung der Aufgabenstellung ist notwendig für eine fundierte Grundlage um die in Punkt 1.3.2 angeführte praktische Problemstellung strukturiert und ganzheitlich bearbeiten zu können. Des Weiteren soll mittels der Marktanalyse die Bedeutung und der Trend der Kleinwasserkraft in Österreich analysiert werden. Dafür werden Literaturrecherchen über alle in dieser Masterarbeit angeführten Themengebiete durchgeführt, welche sich in vier Hauptbestandteile gliedern. Diese Gliederung ist in Abbildung 3 angeführt.

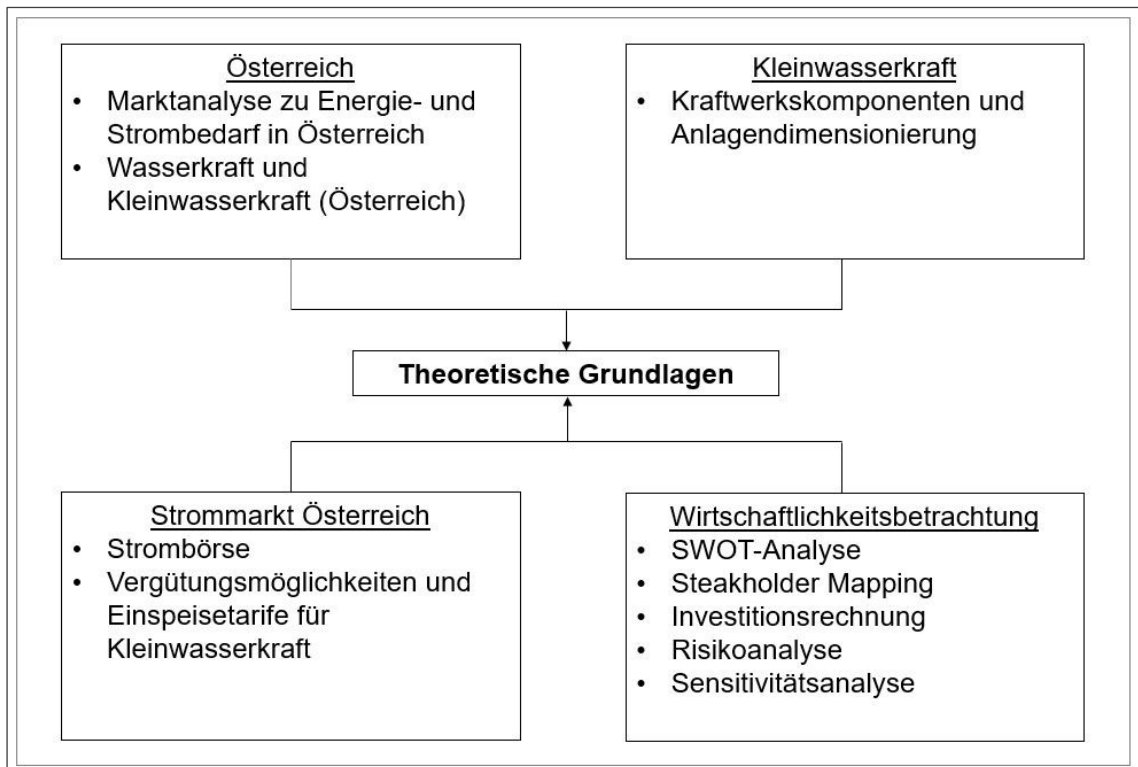


Abbildung 3: Theoretische Grundlagen

Des Weiteren wird auf das Kleinwasserkraftwerk Projekt „Sulzenquelle“ detaillierter eingegangen und die bereits vordefinierten Rahmenbedingungen erläutert. Diese Betrachtung dient dem allgemeinen Grundverständnis des Projektes und ist des Weiteren notwendig, um die im Kapitel 3 Ergebnisse angeführte produzierte Jahresstrommenge richtig berechnen zu können.

Anschließend erfolgt eine Literaturrecherche zur Bewertung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit eines Kleinwasserkraftwerk Projekts in Österreich. Hierfür werden die Management Tools SWOT-Analyse und Stakeholder Mapping angeführt. Sie dienen als erste Ableitung, ob Kleinwasserkraft in Österreich Potential aufweist und welche Anspruchsgruppen einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg dieser Unternehmung beitragen. Abschließend wird die durchzuführende Wirtschaftlichkeitsberechnung genauer beschrieben.

1.3.2 Aufgabenstellung im Zuge der praktischen Betrachtung

Die praktische Aufgabenstellung beinhaltet im Wesentlichen zwei Teile.

Der erste Teil beinhaltet die Ergebnisse der SWOT-Analyse und des Stakeholder Mappings. Diese Management Tools dienen als Hilfestellung für erste Ableitungen ob der Bau eines Kleinwasserkraftwerkes aus makroökonomischer Sicht sinnvoll erscheint und gibt Auskunft über die wichtigsten Anspruchsgruppen und deren Erwartungshaltung gegenüber des Kleinwasserkraftwerk Projektes „Sulzequelle“.

Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der aus der Kraftwerksdimensionierung resultierenden elektrischen Energieausbeute des Kleinwasserkraftwerkes zusätzlich einer Aufschlüsselung der Kostenübersicht und Abschreibungsdauer der einzelnen Komponenten angeführt. Diese Daten sind notwendig, da sie einen Hauptbestandteil der für die Investitionsrechnung einzugebenden Parameter darstellen.

Des Weiteren beinhaltet der zweite Teil die Berechnung und Bewertung der Wirtschaftlichkeit sowie die Analyse und Bewertung der Risikoanalyse. Die dafür benötigten Eingabeparameter werden, in der in Punkt 1.3.1 angeführten theoretischen Betrachtung recherchiert und festgelegt. Die Resultate der einzelnen Teilergebnisse werden in Kapitel 3 Ergebnisse anschließend angeführt. Ziel ist eine nachvollziehbare Entscheidungsfindung, ob der Bau des Kleinwasserkraftwerk Projektes in Betrachtung der Bewertung der Ergebnisse im Sinne einer gesamtökonomischen Betrachtung sinnvoll ist

2 Theoretische Grundlagen

In den theoretischen Grundlagen wird die Recherche zu den in Kapitel 1.3 beschriebenen Themengebieten angeführt. Diese umfassen fünf Hauptgebiete.

Im ersten Teil der theoretischen Grundlagen wird der Strombedarf Österreichs analysiert und auf die zukünftige Entwicklung des österreichischen Strommarktes eingegangen, welche in den Europäischen Klimazielen seine Rahmenbedingung findet. Des Weiteren wird der Anteil der Wasserkraft und Kleinwasserkraft am österreichischen Strommix betrachtet und es wird auf die Bedeutung der Wasserkraft in Österreich eingegangen. Außerdem werden die unterschiedlichen Technologien der Wasserkraft angeführt.

Der zweite Teil der theoretischen Grundlagen befasst sich mit den Zusammenhängen des österreichischen Strommarktes. Dazu wird zuerst die österreichische Strombörse betrachtet. Anschließend wird auf die Vergütungsmöglichkeiten und Fördertarife für Kleinwasserkraft in Österreich eingegangen.

Im dritten Teil werden die unterschiedlichen Wasserkraftwerkstypen analysiert, sowie auf die Kraftwerksdimensionierung und Anlagekomponenten eines Kleinwasserkraftwerkes eingegangen.

Der vierte Teil beschreibt das Kleinwasserkraftwerksprojekt „Sulzenquelle“ und geht des Weiteren auf potentielle Zukunftsprojekte ein.

Der letzte Teil bezieht sich auf die Betrachtung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit. Diese beinhaltet die Literaturrecherche zur SWOT-Analyse, Stakeholder Mapping, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Sensitivitätsanalyse und Risikoanalyse.

2.1 Wasserkraft in Österreich

Für den Gesamtüberblick auf die Bedeutung der Wasserkraft in Österreich ist es hilfreich, zuerst den österreichischen Strombedarf und – mix zu betrachten.

Bevor auf die Bedeutung der Wasserkraft in Österreich detaillierter eingegangen wird, ist es für den Gesamtüberblick hilfreich, zuerst den österreichischen Strombedarf und Strommix zu betrachten.

2.1.1 Stromerzeugung Österreich

Österreichs Stromerzeugung ist in den letzten hundert Jahren rasant gewachsen. Wie in Abbildung 4 zu erkennen ist, betrug 1920 die Gesamtstromerzeugung 1.700 GWh, oder umgerechnet 2,6% der heutigen Stromerzeugung von ca. 67.000 GWh (2016). Nach der Jahrtausendwende wurde dieser starke Aufwärtstrend etwas abgebremst und es stellten sich Wachstumsraten im niedrigen einstelligen Bereich ein. Der Großteil am Strommix nimmt die Wasserkraft mit ca. 43.000 GWh Jahresproduktion ein, aufgeteilt auf 29.000

GWh Laufwasserkraft- und 19.000 GWh Speicherkraftwerke. Windenergie, Photovoltaik und Geothermie stehen mittlerweile für 9% der Gesamtstromproduktion. Die restlichen 28% entfallen auf Wärmekraftwerke.⁵ Abbildung 4 berücksichtigt auch die Problematik des interkontinentalen Stromhandels. Österreich exportiert und importiert Strom in seine Nachbarländer Deutschland, Italien, Schweiz, Tschechien, Ungarn und Slowenien.

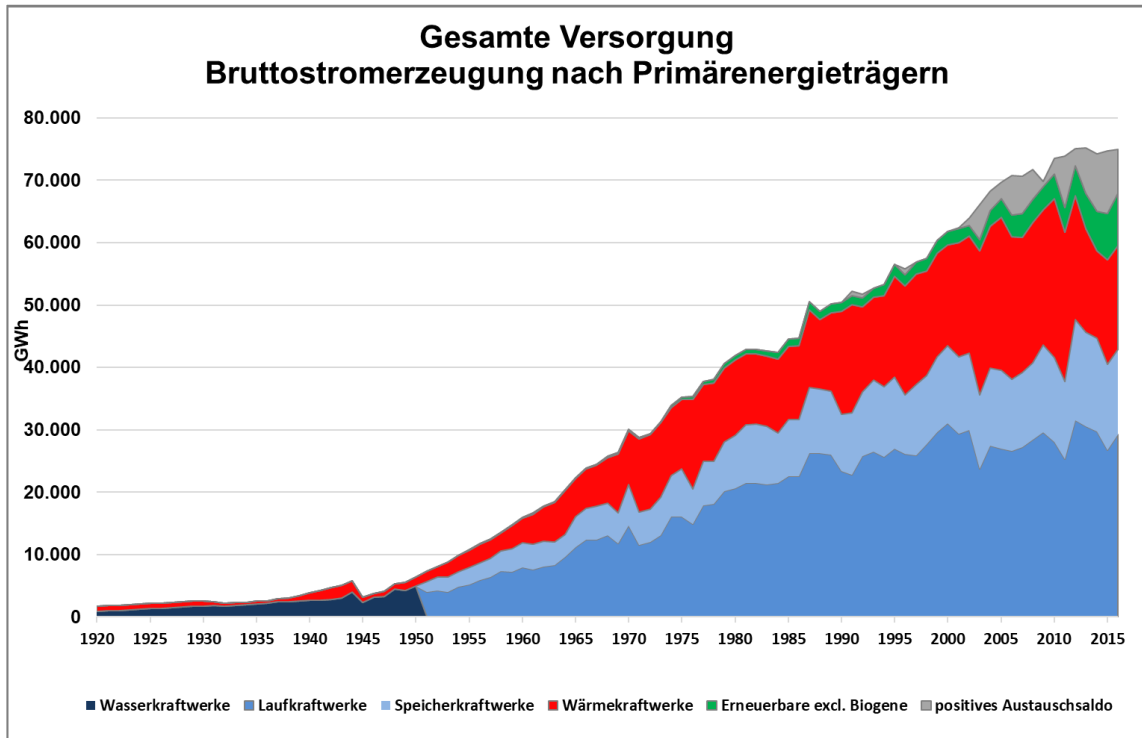


Abbildung 4: Gesamte Versorgung; Bruttostromerzeugung⁶

Die genaue Aufteilung des interkontinentalen Stromaustausches von Österreich mit seinen Nachbarländern ist in Abbildung 5 dargestellt.

⁵ Vgl. E Control, <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen> (Zugriff: 02.03.2018)

⁶ In Anlehnung an E Control, (2018)

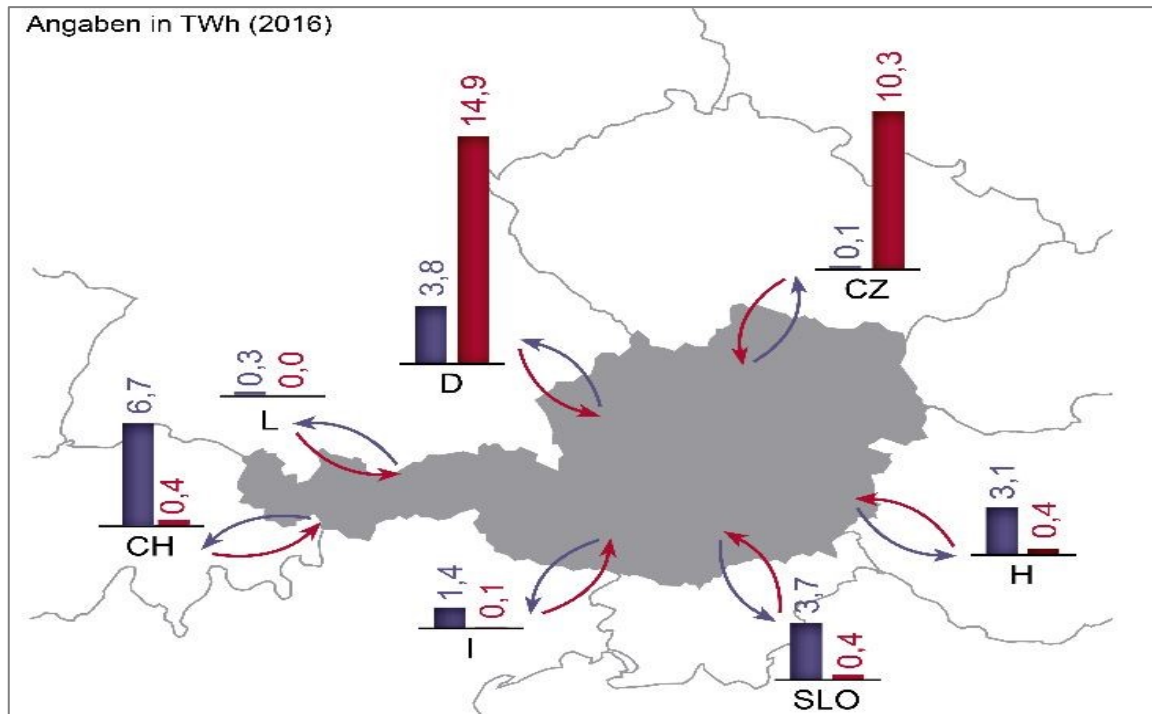


Abbildung 5: Österreichs Stromimport und Stromexport⁷

Das resultierende Austauschsaldo, sprich das Delta von Exporten und Importen war 1991 erstmals mit 765 GWh positiv. Seit 2001 importiert Österreich kontinuierlich mehr Strom als es exportiert. 2016 beliefen sich diese Zahlen auf 26.000 GWh Importe und 19.000 GWh Exporte. Dies ergibt eine positive Differenz von 7.000 GWh.⁸

Stromerzeugungsmix in Österreich

Mit einem Anteil erneuerbarer Energien an der Inlandsstromerzeugung von fast 80% nimmt Österreich im Europäischen Vergleich die Spitzenposition vor Schweden und Portugal ein.⁹ Abbildung 6 veranschaulicht die Aufteilung des Strommixes in Österreich, gegenübergestellt mit Deutschland und Europa.

⁷ Österreichsenergie (2016a)

⁸ Vgl. E Control, <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen> (Zugriff: 02.03.2018)

⁹ Vgl. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Energie in Österreich (2016), S. 17

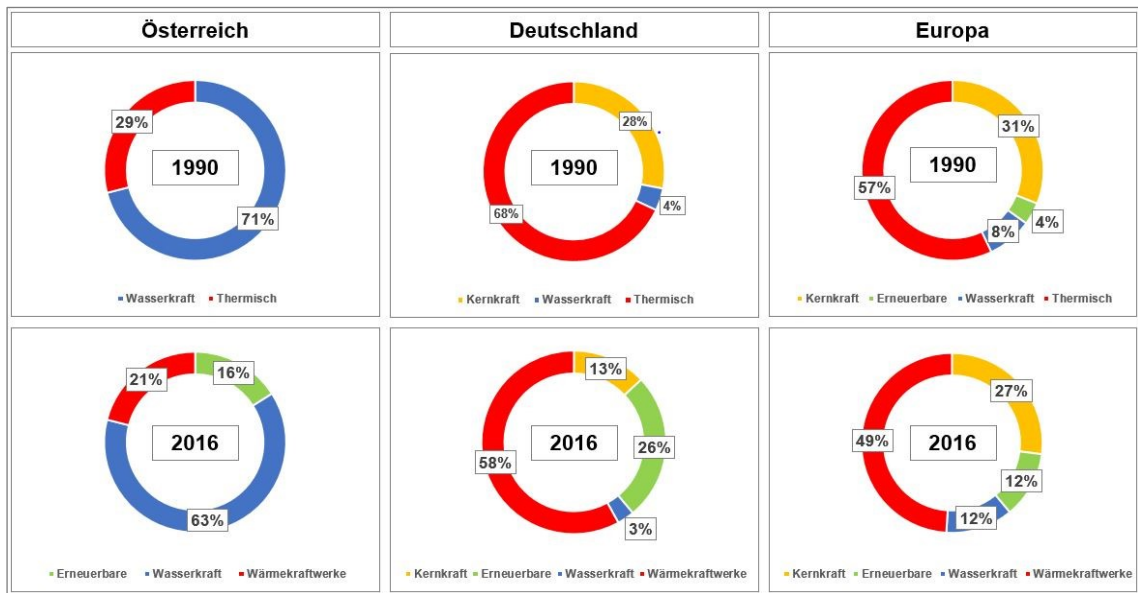


Abbildung 6: Stromerzeugungsmix im Vergleich¹⁰

Hier wird der, vor allem durch die Wasserkraft entstandene hohe Anteil an erneuerbaren Energien und der nicht vorhandene Anteil an Kernenergie am österreichischen Strommix, sowie der stetige Trend zum Ausbau an erneuerbaren Energien in der Europäischen Union, deutlich.

Ein weiterer Aspekt ist der Anteil der erneuerbaren Energien in Bezug auf den Bruttoinlandsenergieverbrauch. Siehe Abbildung 7.

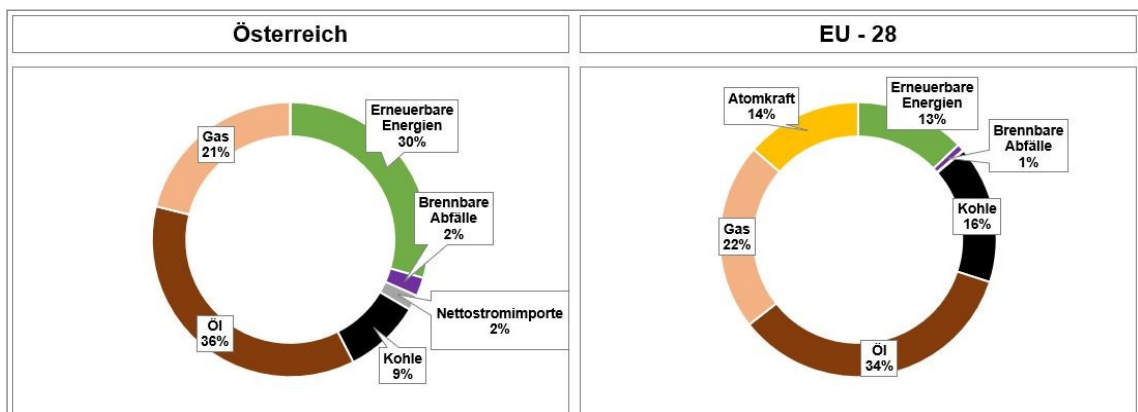


Abbildung 7: Bruttoinlandsverbrauch im Vergleich (2015)¹¹

Der Energieträgermix Österreichs basiert auf einer diversifizierten Energieversorgung mit einem Anteil Erneuerbaren Energien von ca. 30% und liegt damit weit höher als der EU Schnitt von 13%. Die Kategorie Erneuerbare Energien in der oben angeführten

¹⁰ In Anlehnung an Österreichsenergie, Daten und Fakten (2016a)

¹¹ In Anlehnung an Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Energie in Österreich (2016), S. 10

Abbildung 7 beinhaltet folgende Energieträger: Biogene Brenn- und Treibstoffe, Biodiesel und Bioethanol, Wasserkraft, Wind, Photovoltaik, Brennholz und Umgebungswärme. Wasserkraft nimmt einen Anteil von 34% des Erneuerbaren- und 10% des Gesamtbruttoinlandverbrauches ein.

Klimaziele: Das Pariser Abkommen

Der 12. Dezember 2015 ist ein historisches Datum für den internationalen Klimaschutz. Erstmals wurde ein globales und rechtsverbindliches Vertragswerk mit Verpflichtung für alle teilnehmenden Staaten getroffen. Das Pariser Abkommen.

Die langfristigen Ziele des Abkommens beinhalten das klare Bekenntnis, die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad Celsius gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen und durch konsequente Klimapolitik dieses auf 1,5 Grad Celsius herabzusetzen. Ebenfalls soll der weltweite Höchststand der Treibhausgasemissionen schnellstmöglich erreicht werden und diese in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts sukzessive gesenkt werden. Um dieses Ziel erreichen zu können beinhaltet der europäische Beitrag eine Senkung der Treibhausgasemissionen von mindestens 40% bis 2030 gegenüber 1990.¹²

In einem Pressebericht des österreichischen Umweltbundesamtes von 2017 wird ersichtlich, dass diese ambitionierten EU Ziele nur schwer zu erreichen sein werden. *„Ergänzende längerfristige Projektionen zeigen, dass die derzeitigen Anstrengungen verstärkt werden müssen, um die EU-weiten Ziele für 2030 zu erreichen. Unter den derzeitigen politischen Rahmenbedingungen wird sich das Tempo der Emissionsreduktionen nach 2020 voraussichtlich verlangsamen und damit das Ziel aus dem Pariser Übereinkommen – eine Minderung der Emissionen um 40% bis 2030 gegenüber 1990 - nicht erreicht werden, so die Analysen der EEA. Auf EU-Ebene werden derzeit Verhandlungen über ein neues, verbindliches Klima- und Energiepaket mit dem Zeithorizont bis 2030 geführt, um dieses Ziel gemeinsam mit den Zielen der Energieunion zu erreichen.“*¹³

Dennoch ist ein klarer Trend in Richtung Reduktion der Treibhausgasemissionen zu erkennen.

In der neusten Ausgabe des Magazins der Österreichischen Kleinwasserkraft vom März 2018 ist in einem Interview mit der neuen Ministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus Elisabeth Köstinger folgendes nachzulesen: *„Nur wenige Industriestaaten nutzen erneuerbare Energien in einem ähnlich hohen Maß wie Österreich, der Erneuerbaren-Anteil im Stromsektor beträgt bereits über 70 Prozent. Die Kleinwasserkraft leistet dabei auf kosteneffiziente Weise einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der CO₂ – Emissionen sowie zur Erreichung unserer Ziele im Bereich erneuerbaren Energien. Auch in punkto Sicherstellung der Versorgungssicherheit ist die Wasserkraft in Österreich entscheidend. Wie Sie wissen, verfolgen wir das ambitionierte Ziel, den bilanziellen Anteil erneuerbarer Energien im Strombereich bis 2030 auf 100 Prozent zu steigern.“*

¹² Vgl. Helmut Hojesky, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2016), S.5 ff.

¹³ Vgl. Inge Zechmann, Pressestelle Umweltbundesamt (2017)

Dabei werden wir alle erneuerbaren Technologien brauchen, der Kleinwasserkraft wird eine große Bedeutung zukommen¹⁴.

Der oben beschriebene Trend in Richtung erneuerbarer Energieträger, wirkt sich positiv auf die Förderung von Kleinwasserkraft in Europa und Österreich aus und somit auch auf das Projekt Kleinwasserkraftwerk „Sulzenquelle“. Die detaillierte Analyse der Kleinwasserkraftförderung in Österreich wird in Kapitel 2.2.6 beschrieben.

2.1.2 Bedeutung der Wasserkraft für Österreich

Wie in Kapitel 2.1.1 bereits beschrieben belief sich die jährliche Stromproduktion 2016 auf ca. 67.000 GWh. Wasserkraftwerke sind mit einem Anteil von über 60% die bedeutendste Quelle für Strom in Österreich. Insgesamt erzeugen 3.012 Wasserkraftwerke mit einer Engpassleistung von 14.116 MW fast 43.000 GWh an umweltfreundlichen Strom.

Unter Engpassleistung einer Wasserkraftanlage, die international auch als maximale Leistung bezeichnet wird, versteht man die höchste, von der gesamten Anlage mit allen Maschinensätzen dauernd ausfahrbare elektrische Leistung, wobei vorausgesetzt wird, dass sowohl Durchfluss als auch Fallhöhe einen optimalen Wert aufweisen. Bei Laufwasserkraftanlagen entspricht diese häufig der Ausbauleistung¹⁵. Die größte Anzahl an Anlagen machen mit 2.539, oder 84% die Kraftwerke unter 1 MW Engpassleistung aus. Siehe Abbildung 8.

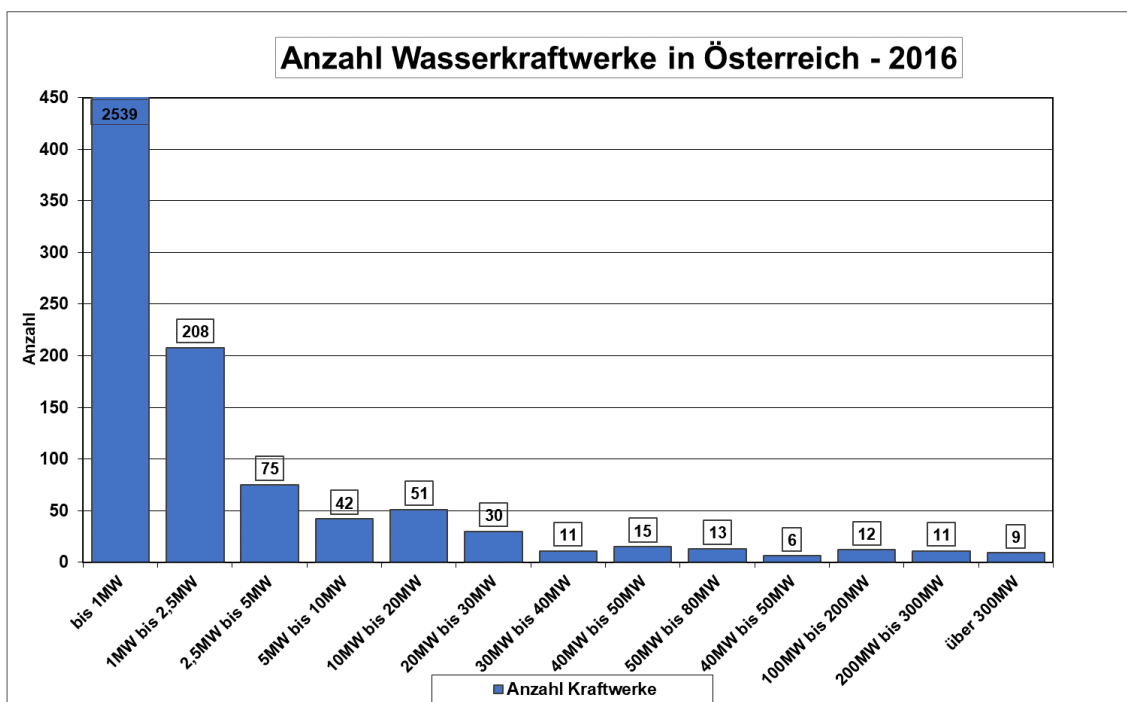


Abbildung 8: Anzahl Wasserkraftwerke in Österreich (2016)¹⁶

¹⁴ Vgl. Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V. (2018), S. 13

¹⁵ Vgl. Giesecke, J. et al. (2009), S. 32

¹⁶ In Anlehnung an E- Control, Bestandsstatistik (2016), S. 1

Kraftwerke welche eine Engpasseleistung kleiner als 10 MW aufweisen fallen in Österreich in die Kategorie Kleinwasserkraftwerke¹⁷. Die Anzahl der österreichischen Kleinwasserkraftwerke beziffert sich auf 2.854. Obwohl Kraftwerke mit einer Engpasseleistung von über 10 MW anteilmäßig nur 5,2% ausmachen, entspricht ihre kumulierte Leistung 90,2% der Gesamtleistung aller Wasserkraftwerke. Neun Kraftwerke über 300 MW decken fast 30% der gesamten Engpasseleistung. Siehe Abbildung 9.

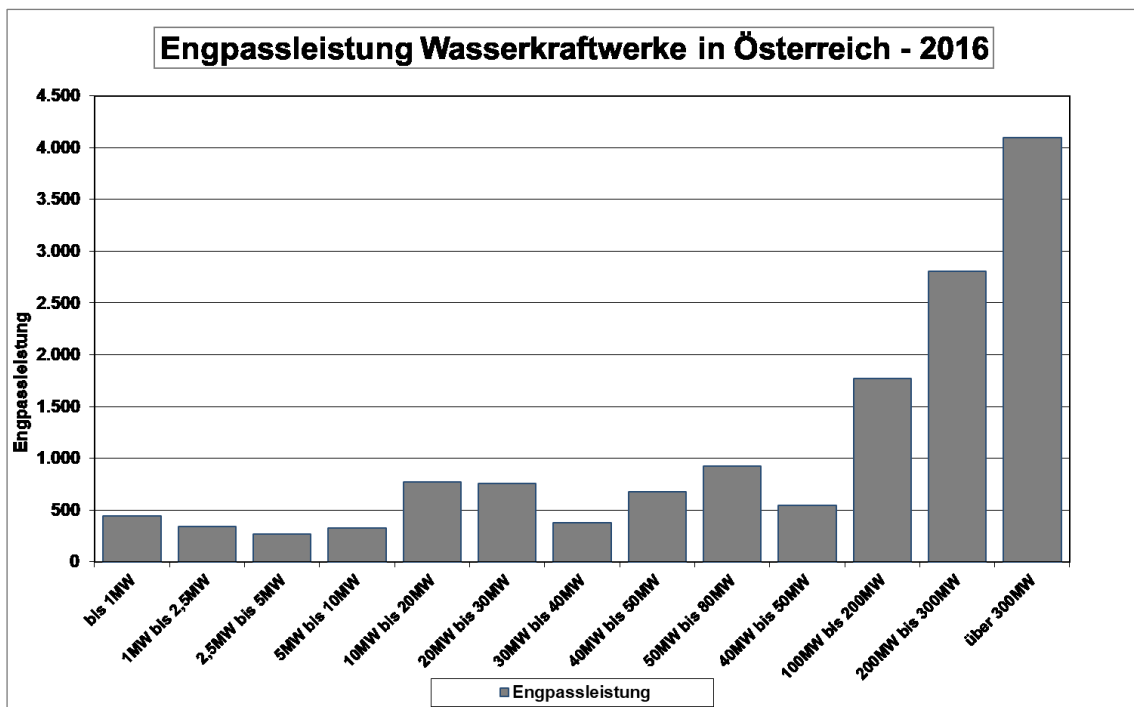


Abbildung 9: Kumulierte Engpasseleistung Wasserkraftwerke in Österreich¹⁸

Die Volllaststunden sind ein weiterer wichtiger Indikator für die tatsächliche Energieausbeute eines Kraftwerkes. Die Anzahl der Volllaststunden eines Kraftwerkes berechnet sich aus der Jahresausbeute an elektrischer Arbeit dividiert durch die elektrische Nennleistung¹⁹. Die theoretisch maximal erreichbaren Volllaststunden von 8760 betragen somit die Summe aller Stunden in einem Jahr.

Österreichische Kleinwasserkraftanlagen, sprich Anlagen mit einer Engpasseleistung von kleiner als 10 MW weisen einen Durchschnitt von 4.298 Volllaststunden auf. Das ergibt einen Volllastanteil von fast 65% und kommt dadurch zustande, dass Kleinwasserkraftwerke hauptsächlich aus Laufwasserkraftwerken bestehen, welche im Jahresschnitt zwischen 4000 und 6000 Stunden Volllast aufweisen und somit deutlich über dem Schnitt der Speicherkraftwerke liegen²⁰.

¹⁷ Vgl. Klinglmair, A.; Bliem, M. G. (2014), S. 17

¹⁸ In Anlehnung an E- Control, Bestandsstatistik (2016), S. 1

¹⁹ Vgl. Wesselak, V. (2013), S. 650

²⁰ Vgl. Heimerl, S. (2013), S. 24

Anteil der Kleinwasserkraft in Österreich

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben speisen derzeit rund 3.000 Kleinwasserkraftwerke mit einer Gesamtstrommenge von 6 TWh Strom in das öffentliche Netz ein. Bei einer Jahresstromproduktion von etwa 67.000 TWh deckt die Kleinwasserkraft mit 6 TWh etwa 10% des österreichischen Strombedarfes ab. Darüber hinaus haben Kleinwasserkraftanlagen einen hohen Stellenwert für die Energieversorgung, da sie mit einer hohen Anzahl an Volllaststunden gut für die Deckung der Grundlast geeignet sind.

Grundlastdeckung durch Laufwasserkraftwerke in Österreich

Da Strom außer in Pumpspeicherkraftwerken und Batterietechnologien noch nicht wirtschaftlich speicherbar ist muss das Stromangebot stets der Nachfrage entsprechen.

In der unten angeführten Abbildung 10 ist eine typische Tagesganglinie des Lastbedarfes und deren Deckung abgebildet. Die täglichen Schwankungen ergeben sich vor allem durch den Tagesrhythmus der einzelnen Haushalte, sowie durch die Witterungsverhältnisse.

Dieser schwankende Leistungsbedarf wird von Kraftwerken gedeckt, welche in drei Kategorien eingeteilt werden (Grund-, Mittel-, Spitzenlastkraftwerke).

Grundlastkraftwerke decken etwa 30% des Energiebedarfs und zeichnen sich vor allem durch eine gleichmäßige Leistungsbereitstellung und eine hohe Anzahl an Volllaststunden aus (< 5.500 h). Zu den Grundlastkraftwerken zählen in Europa Kohle-, Kernkraft-, und Laufwasserkraftwerke.

Mittellastkraftwerke decken ca. 40% des Energiebedarfs und sind in der Lage auf umfassende Nachfrageschwankungen zu reagieren. Zu ihnen zählen die Steinkohlestaub-, Öl-, Gas-, oder Speicherkraftwerke mit einem Jahreseinsatz von 1.500 bis 5.500 Volllaststunden.

Spitzenlastkraftwerke weisen Einsatzzeiten von 1.000 bis 1.500 Stunden pro Jahr auf und sind für die Abdeckung kurzfristiger Nachfrageschwankungen bzw. Spitzenbelastungen ausgelegt.²¹

²¹ Vgl. Giesecke, J. et al. (2009), S. 50 ff.

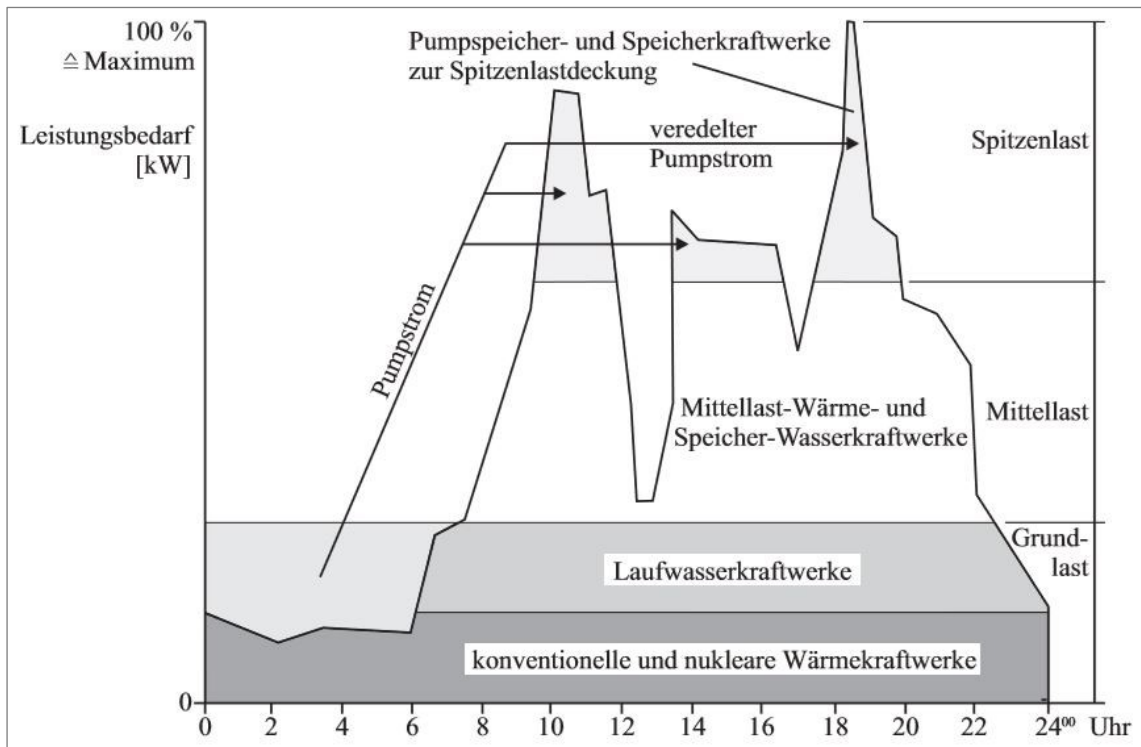


Abbildung 10: Typische Tagesganglinie des Leistungsbedarfes und deren Deckung durch Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerke²²

Weil in Österreich keine Atomenergie sowie verhältnismäßig wenig konventionelle Wärmekraftwerke wie Kohle zur Deckung der Grundlast zur Verfügung stehen wird, wird diese hauptsächlich von Laufwasserkraftwerken abgedeckt. Um eben dies besser zu veranschaulichen sind in Abbildung 11 die Komponenten der Verwendung und in Abbildung 12 die Komponenten der Aufbringung abgebildet und stellen die Leistungsbilanz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs im der ersten Juniwoche im Jahr 2016 dar.

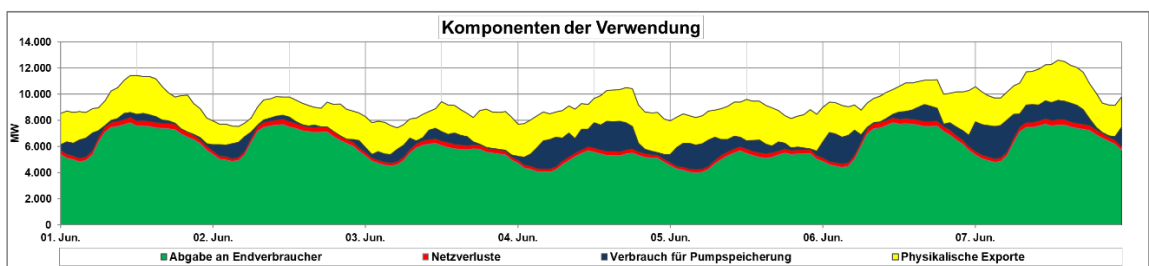


Abbildung 11: Leistungsbilanz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs; Komponenten der Verwendung²³

²² Giesecke, J. et al. (2009), S. 55

²³ In Anlehnung an E Control, (2018)

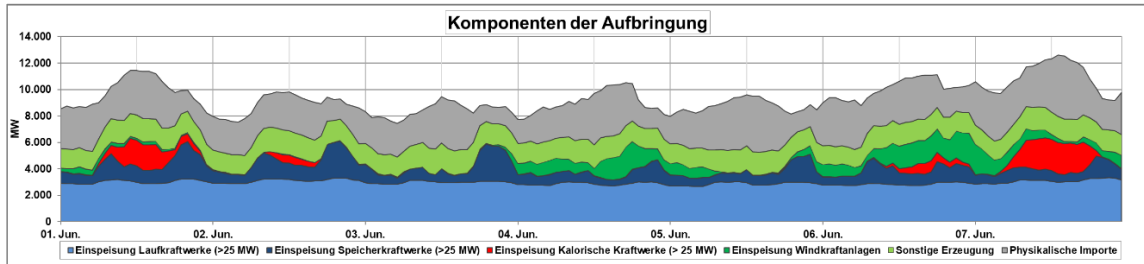


Abbildung 12: Leistungsbilanz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs, Komponenten der Aufbringung²⁴

Es wird ersichtlich, dass Laufwasserkraftwerke (inklusive Laufwasserkraftwerke kleiner 25 MW) einen Lastdeckungsgrad von über 30% aufweisen und somit für die Versorgungssicherheit des österreichischen Stromnetzes unabdingbar sind. Auch zeigt der hohe Anteil an der Gesamtstromproduktion und die Deckung der Grundlast durch Laufwasserkraftwerke die Wichtigkeit der Kleinwasserkraft für Österreich.

2.2 Strommarkt Österreich

Bevor auf den Strommarkt Österreich und auf die Vergütungsmöglichkeiten für die österreichische Kleinwasserkraft eingegangen wird, sollte die Ausgangsbasis am Strommarkt genauer betrachtet werden.

2.2.1 Liberalisierung des europäischen Strommarktes

Die Idee der Liberalisierung des europäischen Strom- und Gasmarktes entstand durch den internationalen Wettbewerbsgedanken Anfang der 1990er Jahre. In der Zeit zwischen 1996 und 2009 wurden drei Richtlinien zur Harmonisierung und Liberalisierung der EU verabschiedet. Durch diese Richtlinien wurden die Strom- und Gasmärkte der Mitgliedstaaten für neue Anbieter geöffnet. Gleichzeitig wurde dem Kunden die freie Wahl des Anbieters ermöglicht.²⁵ Es haben sich durch die Liberalisierungspolitik der europäischen Union vier wesentliche Elemente der Regulierung des europäischen Energiebinnenmarktes herausgebildet:

- die Entflechtung von vertikal integrierten Unternehmen
- Netzzugang für Dritte
- Grenzüberschreitender Handel
- Institutionelles Netzwerk von Regulierungs- und Kontrollinstanzen

Auf die einzelnen Punkte wird im Folgenden genauer eingegangen.

²⁴ In Anlehnung an E Control, (2018)

²⁵Vgl. Europäisches Parlament, www.europarl.europa.eu/atyourservice/de/displayFtu.html?ftuid=FTU_2.1.9.html (Zugriff: 19.03.2018)

Die Entflechtung der vertikal integrierten Unternehmen

Die Notwendigkeit der Entflechtung, auch „Unbundeling“ genannt, ist in der Besonderheit leistungsgebundener Industrien, wie es Strom und Gas sind, geschuldet. Der Inhaber des Leistungsnetzes hat eine natürliche Monopolstellung und könnte diese, sollte er noch andere Tätigkeiten, wie zum Beispiel den Bereich der Stromerzeugung ausüben, zu seinem Vorteil ausnutzen. Das „Unbundeling“ soll solche Diskriminierungen verhindern und sieht vor, dass in einem vertikal integrierten Unternehmen der Netzbetrieb von den Erzeugungs- und Versorgungstätigkeiten durch bestimmte Maßnahmen getrennt wird, wie Abbildung 13 bildlich darstellt. Dies beinhaltet eine buchhalterische, funktionelle und rechtliche Entflechtung, wodurch Netzbetreiber hinsichtlich Ihrer Organisation, Rechtsform und Entscheidungsgewalt voneinander getrennt werden sollen.²⁶

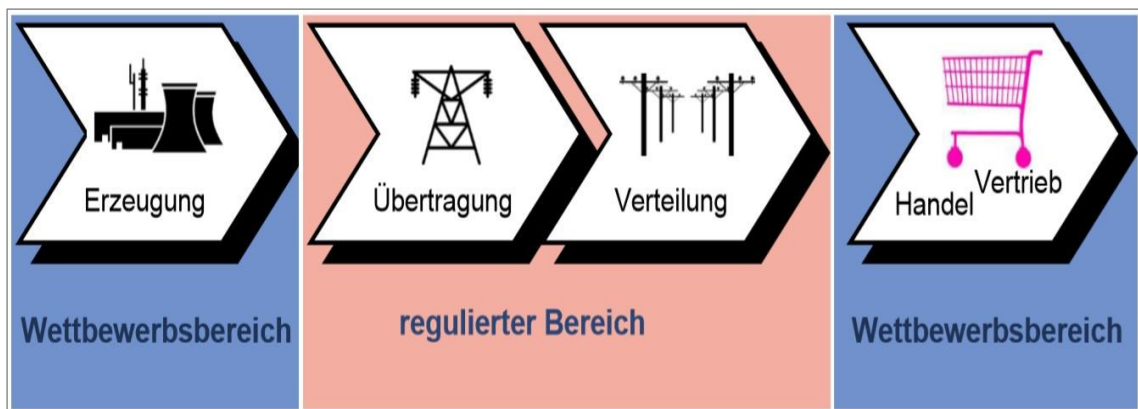


Abbildung 13: Unbundeling von Erzeugung, Übertragung und Verteilung und Vertrieb²⁷

Netzzugang für Dritte

Unter dem Begriff Netzzugang für Dritte versteht sich der diskriminierungsfreie Netzzugang und ist ein weiterer Bestandteil für die Liberalisierung des europäischen Strommarktes.

Die Notwendigkeit des Netzzugangs für weitere Wettbewerber ist ebenfalls der Monopolstellung der Leistungsnetzbetreiber geschuldet. Es würde für ein vertikal integriertes Energieunternehmen wirtschaftlich durchaus Sinn machen, den Netzzugang anderen Lieferanten zu verwehren und lediglich die eigene produzierte Energie an den Endverbraucher zu verkaufen. Durch die neue Regelung besteht das Monopol des Netzes zwar weiterhin, doch der Lieferant kann für den Konsumenten frei gewählt werden. Das bedeutet für den Endkunden nach wie vor die Zuständigkeit immer nur eines Netzbetreibers. Wer dieser ist, hängt von der jeweiligen Wohnadresse ab. Die Bedingungen der Verträge mit dem Netzbetreiber werden ausschließlich von der E-

²⁶ Vgl. E- Control, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/news/themen-archiv/sonstige-news/bericht-10-jahre-energiemarktliberalisierung> (Zugriff 19.03.2018)

²⁷ E-Control (2013), S. 4

Control Kommission genehmigt. Der Endkunde kann den Netzbetreiber also nicht frei wählen.

Anders ist es bei den Lieferanten geregelt. Der Lieferant kauft für seine Kunden den Strom (oder Gas) aus dem In- oder Ausland ein oder produziert diesen selbst. Die Preise für Strom/ Gas sind von Anbieter zu Anbieter unterschiedlich. Das Vertragsverhältnis zwischen Konsumenten mit Netzbetreiber und Lieferant ist an Abbildung 14 nochmals ersichtlich.²⁸

Dies ist insofern direkt für das Kraftwerksprojekt Sulzenquelle von Interesse, da es dadurch möglich ist, neben dem Eigenverbrauch die Überproduktion an Strom zu verkaufen.

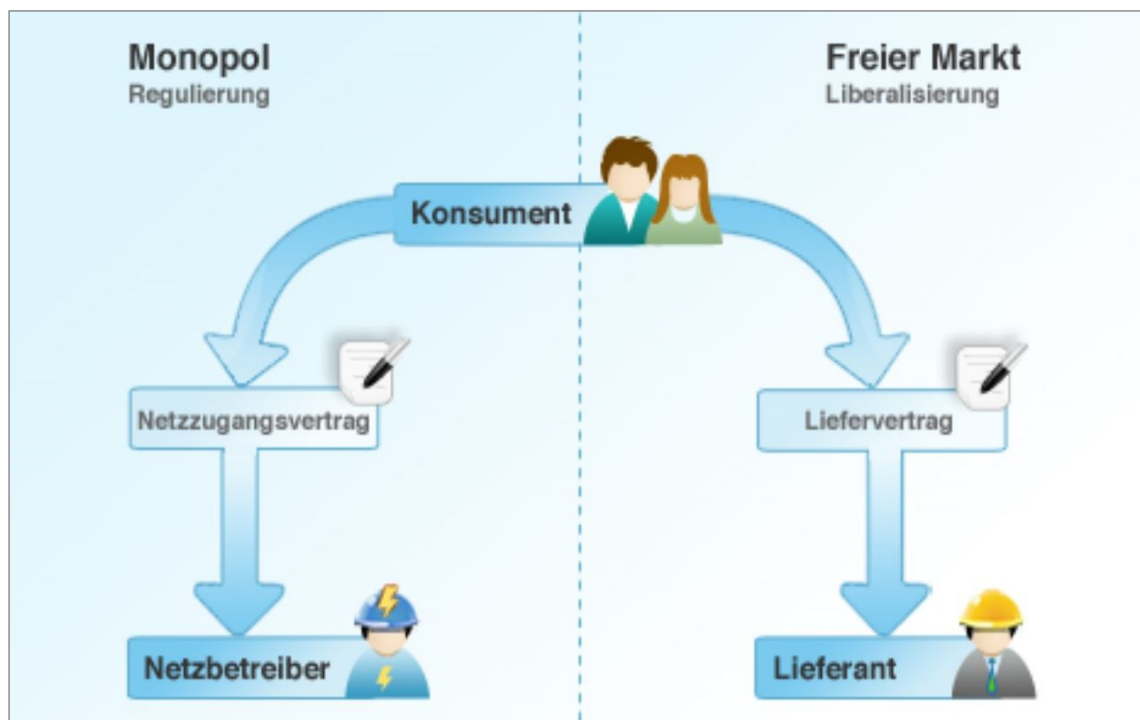


Abbildung 14: Liberalisierung und Monopol des Strommarktes²⁹

Grenzüberschreitender Handel

Ziel des grenzüberschreitenden Handels ist die Schaffung eines europäischen Energiebinnenmarktes. Hierfür bedarf es eines gemeinsamen Regelwerks für Fragen wie Engpassmanagement, Kapazitätsvergabe und Tarifgestaltung bei länderüberschreitenden Tarifgestaltungen.

²⁸ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/news/themen-archiv/sonstige-news/bericht-10-jahre-energiemarktliberalisierung> (Zugriff 19.03.2018)

²⁹ E-Control (2018d), S. 1

Institutionelles Netzwerk von Regulierungs- und Kontrollinstanzen

Die Kontrolle dieser Bestimmungen muss unter Aufsicht gestellt werden. Dafür sind Regulierungsbehörden der einzelnen Mitgliedsstaaten vorgesehen, die ihre Aufgabe unparteiisch und transparent sowie vollkommen unabhängig von Politik und Industrie ausüben haben.

In Österreich ist diese Regulierungsbehörde die E-Control, welche 2001 als Energie-Control GmbH gegründet wurde und 2011 in eine Anstalt öffentlichen Rechts umgewandelt wurde. Ihre Aufgabe ist die Einhaltung der rechtlichen Grundlagen, welche im Elektrizitätswirtschafts- und Elektrizitätsorganisationsgesetz (EIWOG) festgelegt sind und in Abbildung 15 nochmals visualisiert ist.^{30,31}

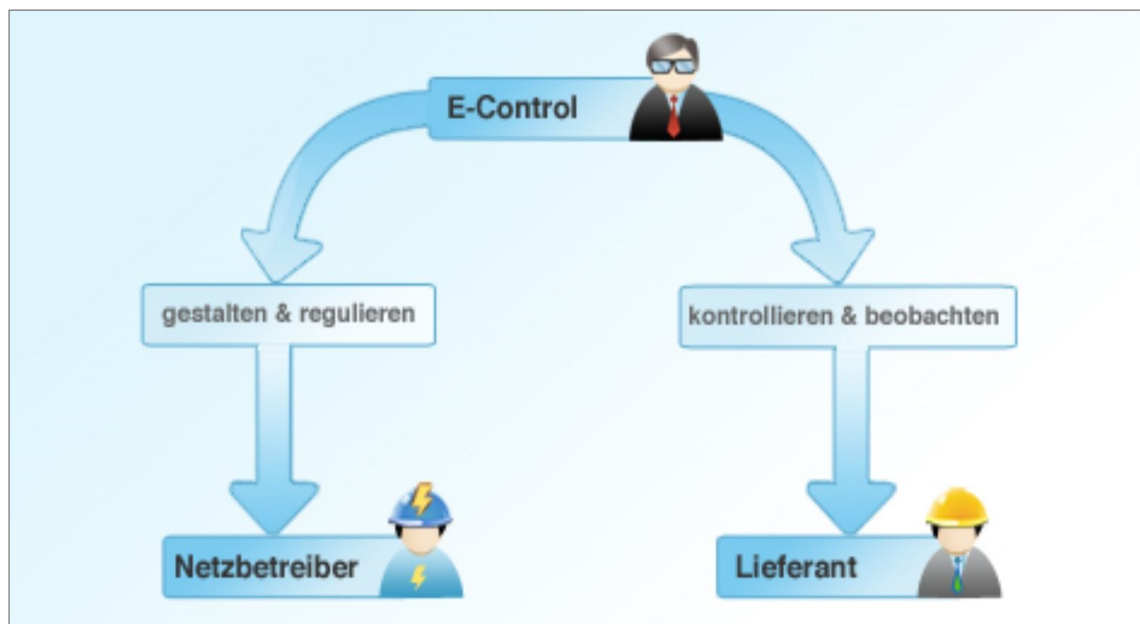


Abbildung 15: Funktionen der E-Control³²

2.2.2 Grundprinzip des österreichischen Strommarkts

Grundlage für das heutige österreichische Strommarktmodell ist die im vorherigen Kapitel 2.2.1 beschriebene Liberalisierung des europäischen Strommarktes. Dieses beruht auf den folgenden Grundprinzipien:

- Der Netzbetrieb ist von den anderen, sich im Wettbewerb befindenden Bereichen wie Erzeugung, Handel und Vertrieb, getrennt.
- Verteilnetzbetreiber sind für die Erfassung der Messdaten und die Verwaltung der Nutzerdaten, aber vor allem für den sicheren Netzbetrieb verantwortlich.

³⁰ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/news/themen-archiv/sonstige-news/bericht-10-jahre-energiemarktliberalisierung> (Zugriff 19.03.2018)

³¹ E-Control (2018a), S. 1

³² Vgl. E-Control, Auch ein freier Markt braucht Regeln. URL: <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strommarkt/marktaufischt> (Zugriff: 19.03.2018)

- Übertragungsnetzbetreiber sind für den Betrieb der Übertragungsnetze verantwortlich. Des Weiteren sind sie, in Ihrer Rolle als Regelzonenführer, zur Bereitstellung von Ausgleichsenergie zur Regelung von Erzeugung und Bedarf verpflichtet.
- Es wurde das Bilanzgruppensystem eingeführt. Somit können Verbraucher, Erzeuger, Lieferanten und Händler beliebige Geschäfte untereinander abwickeln. Bezieht ein Marktteilnehmer Strom aus dem Netz bzw. gibt diesen ab. Muss er Mitglied einer Bilanzgruppe sein. Dies gilt auch für den Verkauf bzw. Handel von Strom.
- Jeder Verbraucher oder Erzeuger muss einen Vertrag mit dem gewählten Netzbetreiber und mit einem Lieferanten bzw. Händler seiner Wahl anschließen.³³

Marktteilnehmer und Ihre Aufgaben

Die Liberalisierung der Energiemärkte hatte zur Folge, dass neue Marktteilnehmer und Rollen geschaffen wurden. Um das problemlose Funktionieren des Marktes und die Sicherheit der Stromversorgung zu gewährleisten, müssen die Aufgaben der einzelnen Teilnehmer genau definiert werden. Dies ist in Abbildung 16 angeführt, welche jedoch auf ersten Blick schwer zu verstehen ist. Es werden die einzelnen, noch nicht erwähnten Marktteilnehmer und deren Aufgaben folgend genauer erklärt.

³³ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/documents/20903/-/1490db94-6514-4edd-a007-e38f0c33276e> (Zugriff: 03.02.2018).

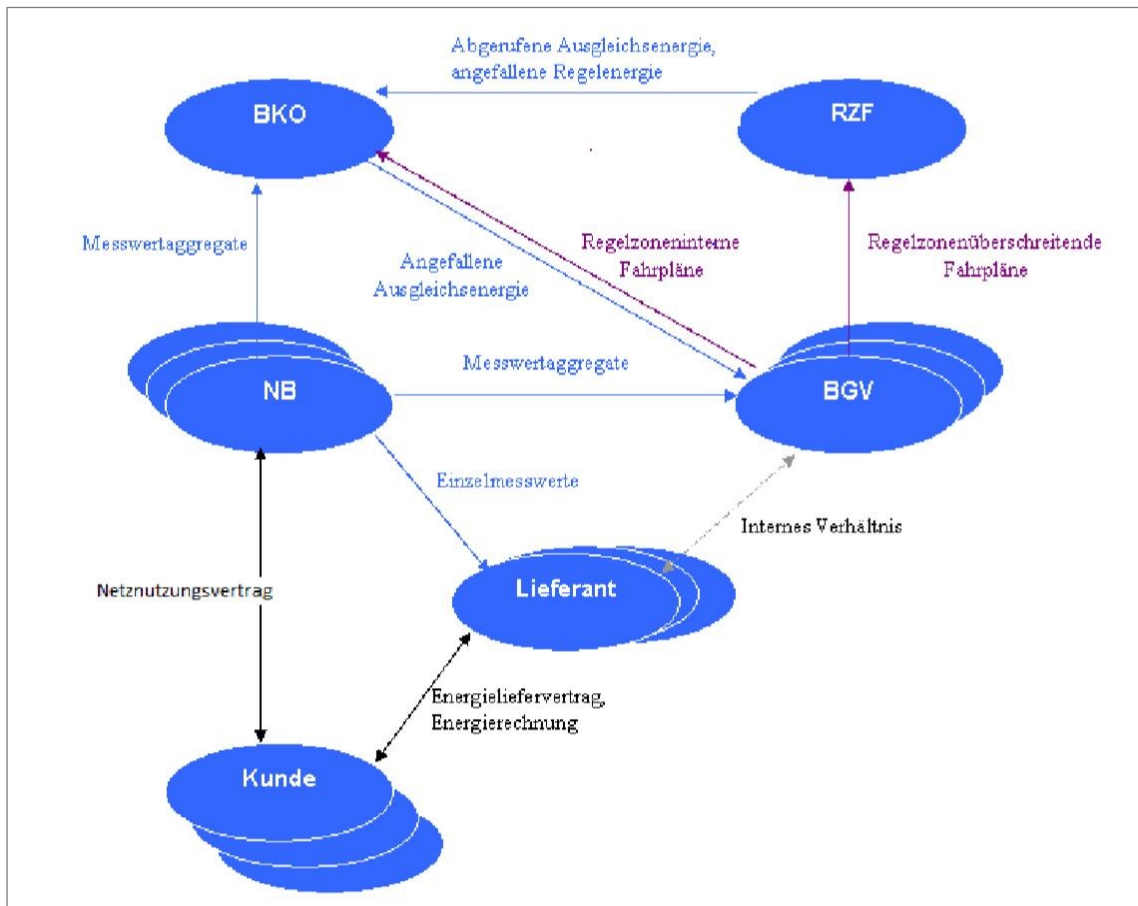


Abbildung 16: Verträge und Datenflüsse zwischen Marktteilnehmer³⁴

Regelzonenführer (RZF)

In Österreich gibt es nur eine Regelzone, welche von der Austrian Power Grid AG (APG) betrieben wird. Die Aufgaben des Regelzonenführers wurden oben bereits kurz angeführt. Der Regelzonenführer ist als Übertragungsnetzbetreiber dafür verantwortlich, dass die Einspeisungen und Entnahmen innerhalb der Regelzone stets im Gleichgewicht sind. Dies ist auf die technisch nicht realisierbare Speicherung von Strom in Übertragungs- und Verteilnetzen gegeben. Kurzfristige Abweichungen von Einspeisung und Entnahme führen zu Abweichungen der Nennfrequenz von 50 Hz. Diese Abweichung der Nennfrequenz muss schnellstmöglich durch zusätzliche Einspeisungen bzw. Entnahmen wieder hergestellt werden um Systemzusammenbrüche zu vermeiden. Diese Leistungs-Frequenz-Regelung zählt zu den Kernaufgaben eines Regelzonenführers zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

Dazu stehen dem Regelzonenführer folgende Regelenergieressourcen zur Verfügung:

- Primärregelung
- Sekundärregelung
- Tertiärregelung³⁵

³⁴ E-Control (2013), S. 6

³⁵ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/documents/20903/-/-/1490db94-6514-4edd-a007-e38f0c33276e> (Zugriff: 03.02.2018).

Eine graphische Darstellung dieser Regelmöglichkeiten ist in Abbildung 17 angeführt.

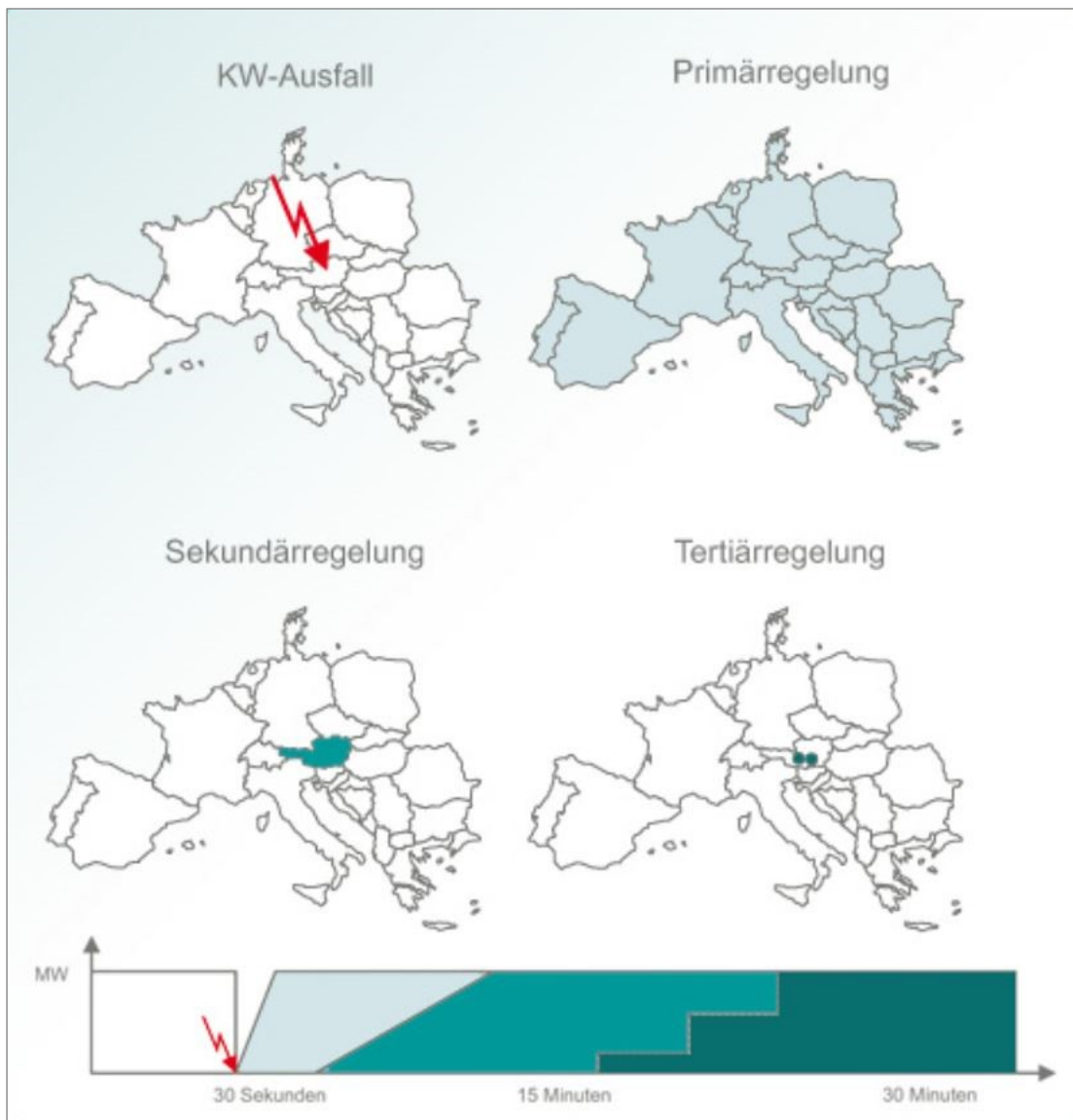


Abbildung 17: Leistungs-Frequenz-Regelung³⁶

Handelt es sich um ein kurzfristiges Leistungsdefizit oder kurzfristigen Leistungsüberschuss wird die Primärregelung aktiviert, um das Netzsystem zu stabilisieren. Definiert ist die Primärregelung als eine automatisch wirksam werdende Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen Erzeugung und Verbrauch bis höchstens 30 Sekunden nach Störungseintritt.

Dauert die Störung länger an, wird nach der Zeit von 30 Sekunden, bzw. bereits parallel zur Primärregelung die Sekundärregelung aktiviert um die Primärregelung zu entlasten. Die Wiederherstellung der Frequenz kann mehrere Minuten beanspruchen. Die Sekundärregelung kommt im Unterschied zur Primärregelung nur innerhalb einer Regelzone zum Einsatz, während die Primärregelung im gesamten Verbundnetz für Netzstabilität sorgt.

³⁶ E-Control (2013), S. 23

Dauert die Netzstörung noch länger an (mehr als 15 Minuten), kommt die Tertiärregelung zum Einsatz und löst die Sekundärregelung ab. Die Tertiärregelung wird automatisch oder manuell aktiviert. Es ist vorgesehen, dass die Tertiärregelung 15 Minuten nach Beginn der Störung ihren Beitrag zur Wiederherstellung der Netzfrequenz von 50 Hz leistet.³⁷

Die Bereitstellung dieser Regelenergie als Energieerzeuger kann eine Möglichkeit der Vergütung darstellen und wird in dem Kapitel Vergütungsmöglichkeiten genauer betrachtet.

Bilanzgruppenkoordinator

Der Bilanzgruppenkoordinator für die österreichische Regelzone ist die Austrian Power Clearing and Settlement AG (APCS). Aufgabe des Bilanzgruppenkoordinators ist die Funktion als Verrechnungsstelle auf Basis von Prognosen und Fahrplänen sowie tatsächlicher Werte die Ausgleichsenergie für die Teilnehmer des österreichischen Elektrizitätsmarktes.³⁸

Bilanzgruppenverantwortlicher

Der Bilanzgruppenverantwortliche autorisiert eine Bilanzgruppe.

Unter einer Bilanzgruppe werden die Lieferanten und Kunden zu einer virtuellen Gruppe zusammengefasst, innerhalb derer der Ausgleich zwischen Aufbringung (Bezugsfahrplänen der Einspeisung) und Abgabe (Lieferfahrpläne der Ausspeisung) erfolgt. Hierfür ist sowohl der Bilanzgruppenkoordinator als auch der Bilanzgruppenverantwortliche erforderlich.

Es muss sich jeder Marktteilnehmer einer Bilanzgruppe anschließen, aus welcher dieser seine Energie zieht bzw. liefert. Für jede Bilanzgruppe erfolgt der.³⁹

In Österreich gibt es mehrere Bilanzgruppen. Eine dieser Bilanzgruppen ist die Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG). Die Zugehörigkeit zur OeMAG ist Voraussetzung für die Tarif- oder Investitionssubventionierung von Ökostrom.⁴⁰ Diese werden im Kapitel 2.2.5 Vergütungsmöglichkeiten für Kleinwasserkraftwerke in Österreich genauer betrachtet.

2.2.3 Strompreis in Österreich

Für die Gesamtbetrachtung des österreichischen Strommarktes wird in diesem Kapitel der Strompreis für Haushalte genauer analysiert.

Der Strompreis setzt sich aus den folgenden drei Teilen zusammen:

³⁷ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/strom/strommarkt/regelreserve-und-ausgleichsenergie> (Zugriff: 19.03.2018)

³⁸ Vgl. Austrian Power Clearing and Settlement AG, <https://www.apcs.at/de/aufgaben> (Zugriff: 20.03.2018).

³⁹ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/industrie/strom/strommarkt/bilanzgruppe> (Zugriff: 19.03.2018)

⁴⁰ Vgl. OeMAG, <https://www.oem-ag.at/de/marktteilnehmer/stromerzeuger/> (Zugriff: 13.03.2018).

- Dem Energiepreis
- Dem Netztarif
- Steuern und Abgaben⁴¹

Diese Aufteilung ist in Abbildung 18 visualisiert.

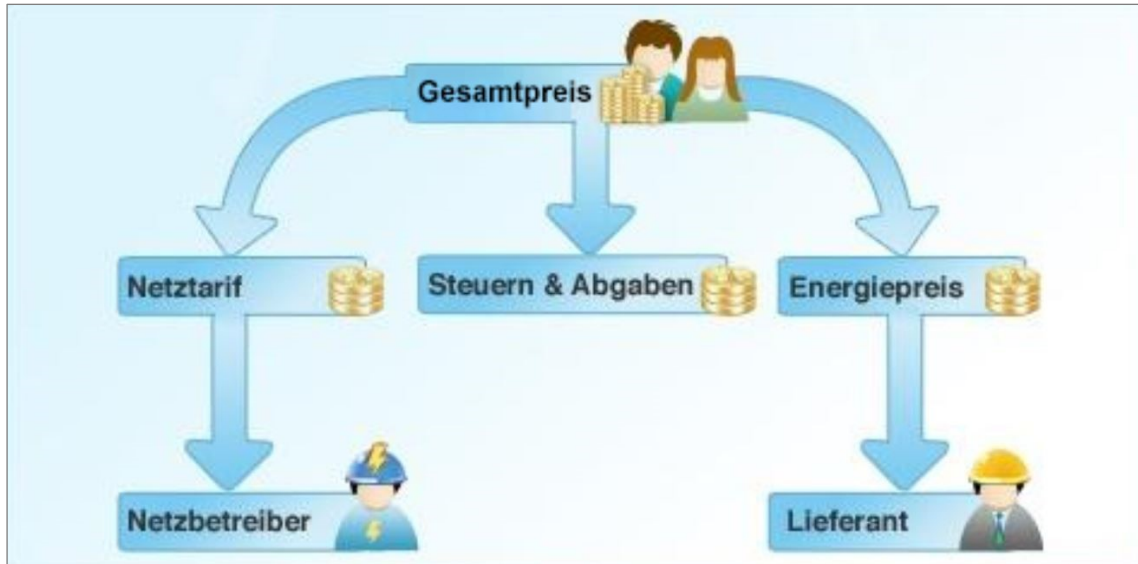


Abbildung 18: Zusammensetzung des Strompreises⁴²

Der Energiepreis

Der Energiepreis ist der Anteil am Strompreis, der dem Lieferanten für die Bereitstellung der Energie zusteht. Die Hauptkostentreiber des Energiepreises sind:

- Beschaffungs- und Erzeugungskosten
- Vertriebskosten
- Kosten für Herkunftsnachweise

Wie bereits erwähnt, stehen im liberalisierten österreichischen Markt die Energielieferanten im Wettbewerb und können vom Endkunden bestimmt werden. Der jeweilige Energiepreis wird vom Lieferanten selbst festgesetzt.

Netzkosten

Der Netztarif ist jener Anteil, welchen die Netzbetreiber erhalten. Die Netzkosten können folgendermaßen unterteilt werden:

⁴¹ Vgl. E-Control, <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strompreis/preiszusammensetzung> (Zugriff: 19.03.2018)

⁴² E-Control (2018e)

- Netznutzungsentgelt
- Netzverlustentgelt
- Entgelt für Messleistungen

Da Netzbetreiber eine Monopolstellung haben, wird der Preis nicht selbst bestimmt, sondern wird von der Regulierungskommission und der zuständigen Aufsichtsbehörde E-Control festgesetzt.

Steuern und Abgaben

Der dritte Anteil am Strompreis sind die Steuern und Abgaben. Die genaue Aufteilung der einzelnen Kostenstellen der Steuern und Abgaben wird folgendermaßen gegliedert:

- KWK (Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) Pauschale
- Ökostromförderkosten
- Gebrauchsabgabe
- Elektrizitätsabgabe
- Umsatzsteuer

Unter den Punkt Steuern und Abgaben fallen somit ebenfalls die Ökostromförderkosten. Dieser Ertrag steht der OeMAG zur Investitionsförderung oder Tarifförderung von Ökostromanlagen zur Verfügung.

Die prozentuellen Anteile des Strompreises sind in Abbildung 19 angeführt.

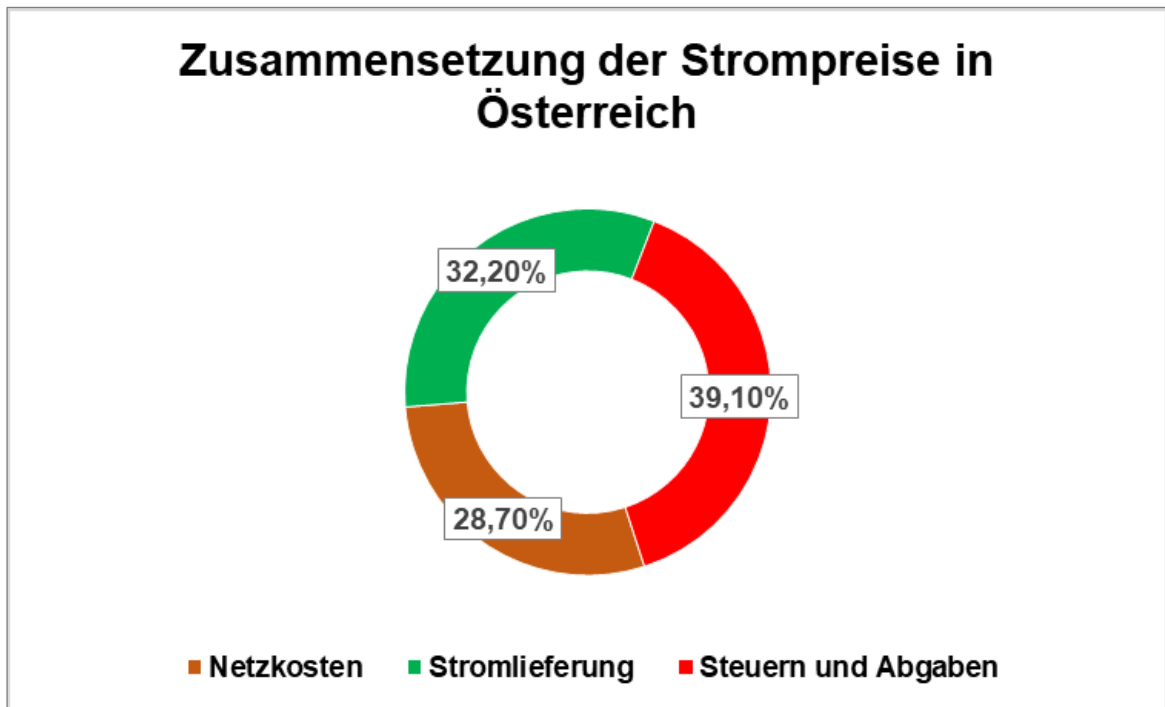


Abbildung 19: Zusammensetzung der Strompreise in Österreich⁴³

Die genaue Aufteilung der Steuern und Abgaben ist unten abgebildet.

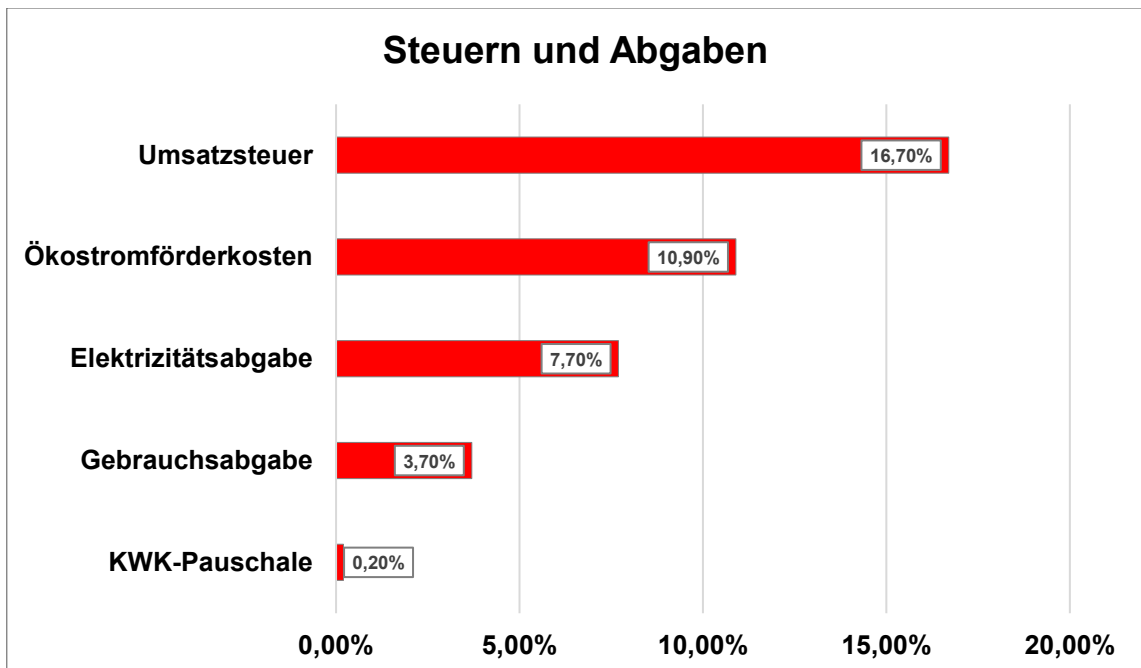


Abbildung 20: Anteil der Steuern und Abgaben am Strompreis⁴⁴

⁴³ In Anlehnung an E-Control (2018e)

⁴⁴ In Anlehnung an E-Control (2018e)

Haushaltsstrompreise lagen in Österreich 2017 im Schnitt bei 19,5 Cent je kWh. Damit liegt Österreich leicht unter dem EU-28 Schnitt, siehe Abbildung 21.

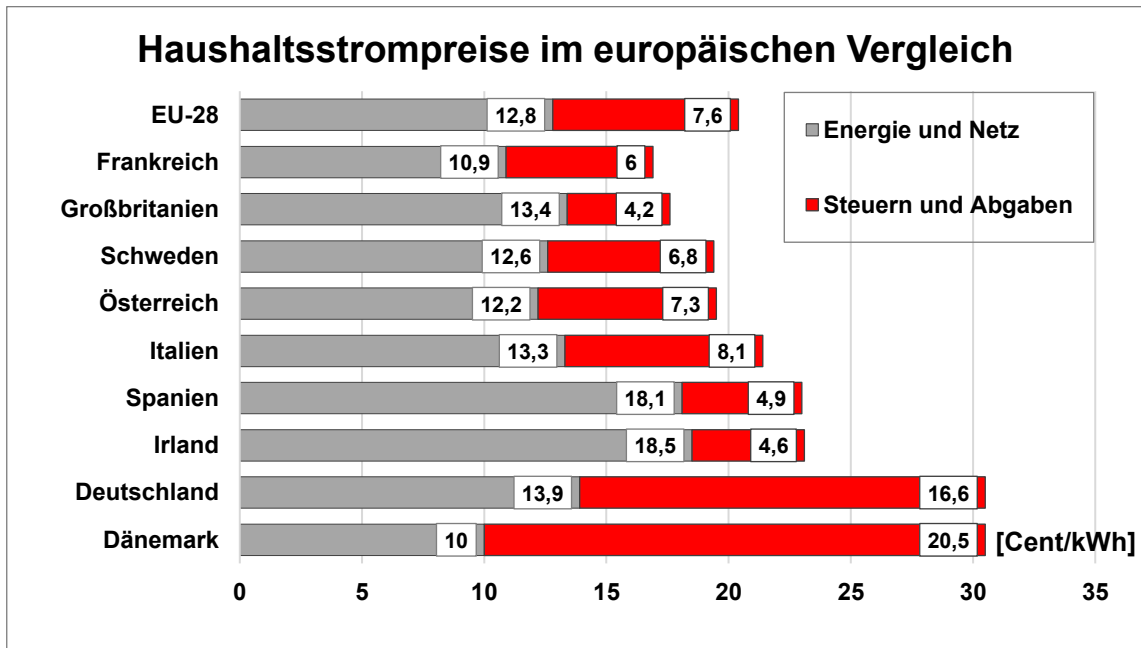


Abbildung 21: Haushaltsstrompreise im europäischen Vergleich⁴⁵

Die Höhe des Haushaltstrompreises in Österreich ist für das Kleinwasserkraftwerks-Projekt Sulzenquelle deshalb von Bedeutung, da somit bei Stromeigenverbrauch (siehe Kapitel Zukunftsprojekte) das Einsparpotential berechnet werden kann. Dazu muss allerdings der mögliche Ertrag durch Einspeisung je kWh Eigenverbrauch gegengerechnet werden. Dieser orientiert sich (ohne Ökostromvergütung) am Spotmarkt der Strombörse.

2.2.4 Die österreichische Strombörse

Strombörsen bieten die Möglichkeit mehrere Stromprodukte zu verkaufen bzw. zu kaufen. Für Österreich sind die wichtigsten Handelsplätze die:

- EPEX Sport SE in Paris
- EXAA in Wien
- EEX in Leipzig

Neben den Strombörsen gibt es zusätzlich für Erzeuger noch die Möglichkeit die erzeugte Energie zu Großhandelspreisen über bilaterale Verträge (Over-the-Counter) zu verkaufen. Allerdings fängt das Mindestvolumen zum Handel für Strombörsen bei 0,1 MW an. Auch Over-the-Counter Geschäfte sind für Kleinkraftwerksbetreiber von 100 kW außerhalb der relevanten Größenordnungen. Kleinkraftwerksbetreiber müssen nach Alternativen suchen um ihren Strom zu verkaufen.

⁴⁵ In Anlehnung an Österreichsenergie (2018)

Dafür gibt es viele verschiedene Anbieter. Diese bündeln meist mehrere Kleinanbieter zusammen und verkaufen den kumulierten Strom an der Börse oder Over-the-Counter. Die Vergütung ist meist zu Preisen je kWh, welche an den Strompreis der Börsen gebunden ist. Durch diese Korrelation ist der Spotmarkt (Day-Ahead-Markt) der Börsen für Baseload (Grundlast) ein guter Indikator für die mögliche Einspeisevergütung eines Kleinkraftwerksbetreibers.

Eine Grafik der Großhandelspreise an der Pariser Strombörse EPEX Spot SE ab 2000 für Grundlast ist in Abbildung 22 abgebildet. Der Durchschnittspreis der letzten 17 Jahre liegt bei 37,54 EUR/MWh und liegt etwas über dem Preis des vierten Quartals 2017 in Höhe von 33,09 EUR/MWh. Die 37,54 EUR/MWh sind für das Kleinwasserkraftwerks-Projekt „Sulzenquelle“ insofern von Bedeutung, als dass dieser Betrag für die Zeit in das Wirtschaftlichkeitsmodell fließt. Hierfür stehen keine Subventionen zur Verfügung.

Die einzelnen Möglichkeiten zur Vergütung für Kleinwasserkraftanlagen werden im kommenden Kapitel kurz besprochen.

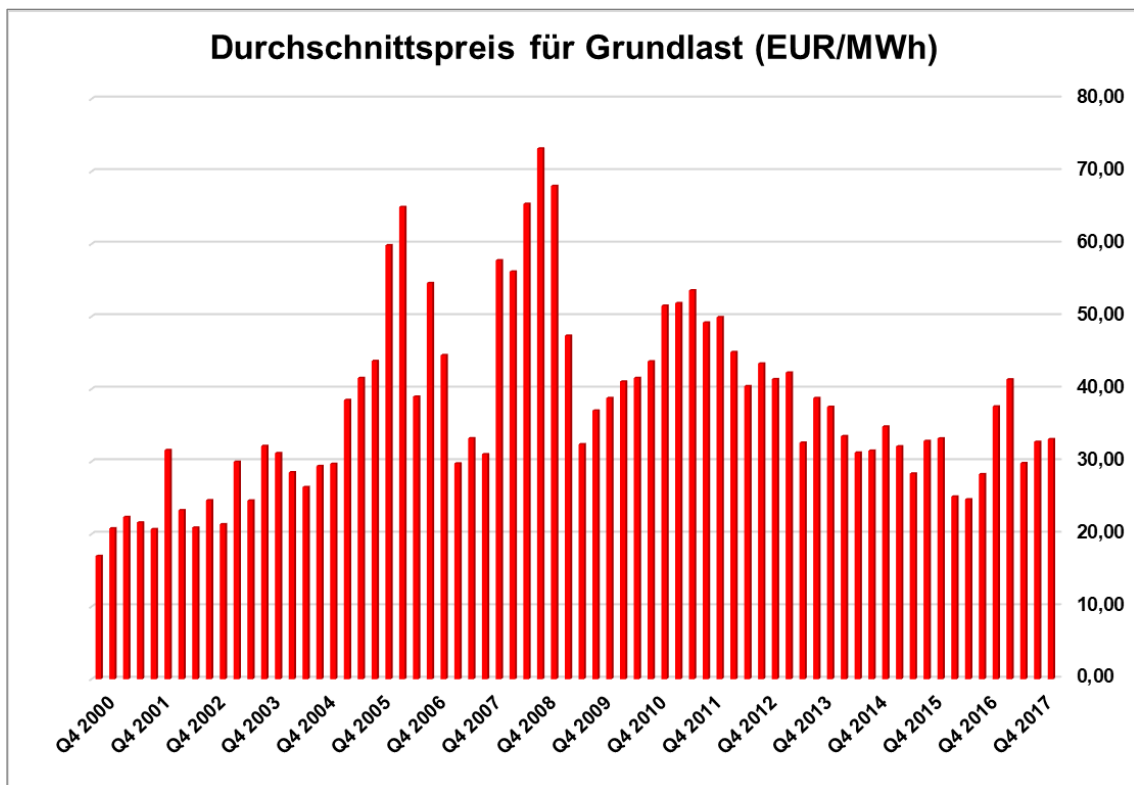


Abbildung 22: Spotpreis für Grundlast in (EUR/MWh) an der EPEX Spot SE in Paris⁴⁶

2.2.5 Vergütungsmöglichkeiten für Kleinwasserkraftwerke in Österreich

Wie bereits beschrieben gibt es die Möglichkeit Strom zu Großhandelspreisen an der Börse oder Over-the-Counter zu verkaufen. Zusätzlich gibt es auch die Möglichkeit, dem österreichischen Regelzonenführer (APG) Ausgleichsenergie zur Frequenzregelung zur Verfügung zu stellen. Um am Regelenergiemarkt zu partizipieren muss man an den dafür vorgesehen Ausschreibungen teilnehmen. Für alle drei Arten der Regelenergie gibt es

⁴⁶ In Anlehnung an European Energy Exchange (2018)

jedoch ein Mindestgebot, welches mindestens um den Faktor 10 größer ist als die Leistung von 100 kW des Kleinwasserkraftwerksprojektes „Sulzenquelle“ (1 MW Primärregelung, 5 MW Sekundärregelung, 5 MW Tertiärregelung).

Wie im oberen Kapitel können mittels eines virtuellen Kraftwerks-Pools mehrere Kleinkraftwerke gebündelt werden und somit trotzdem am Regelenergiemarkt teilnehmen. Dennoch sollte die Sinnhaftigkeit der Regelenergiebereitstellung eines 100 kW Laufwasserkraftwerkes stark angezweifelt werden.⁴⁷

Es gibt dennoch eine Vielzahl an anderen Anbietern, deren Vergütung sich an den Börsenpreisen für Grundlastdeckung anpassen. Next-Kraftwerke ist ein Beispiel eines solchen Anbieters. Zum einen besteht die Möglichkeit der Direktvermarktung am Spotmarkt der Strombörse. Der Kraftwerksbetreiber erhält so die Börsenerlöse abzüglich der Next-Kraftwerke Gebühren. Auch der Verkauf von Regelenergie durch virtuelles Kraftwerks-Pooling ist möglich.

Mit keiner der oben angeführten Vergütungsalternativen lässt sich allerdings ein vergleichbar hoher Umsatz erzielen als über die Bilanzgruppe der OeMAG. Diese spezielle Form der Vergütung, sprich der Ökostromvergütung wird im folgenden Kapitel behandelt.⁴⁸

2.2.6 Ökostromvergütung

Die Abwicklungsstelle für Ökostrom OeMAG wurde 2006 eingerichtet. Die Aufgabe der OeMAG beinhaltet die Prüfung der Gesetzeskonformität für Anträge neuer Ökostromanlagen. Fällt die Prüfung positiv aus, kann die Ökostromförderung entweder über Investitions- oder Tarifförderung erfolgen. Dafür steht jeder Förderklasse (Wind, Kleinwasserkraft, Photovoltaik, Biogas) ein bestimmtes Förderbudget zur Verfügung. Dieses Fördersystem ist in Abbildung 23 schematisch dargestellt.

⁴⁷ Austrian Power Grid, <https://www.apg.at/de/markt/netzregelung> (Zugriff: 13.03.2018)

⁴⁸ Austrian Power Grid, <https://www.apg.at/de/markt/netzregelung> (Zugriff: 13.03.2018)

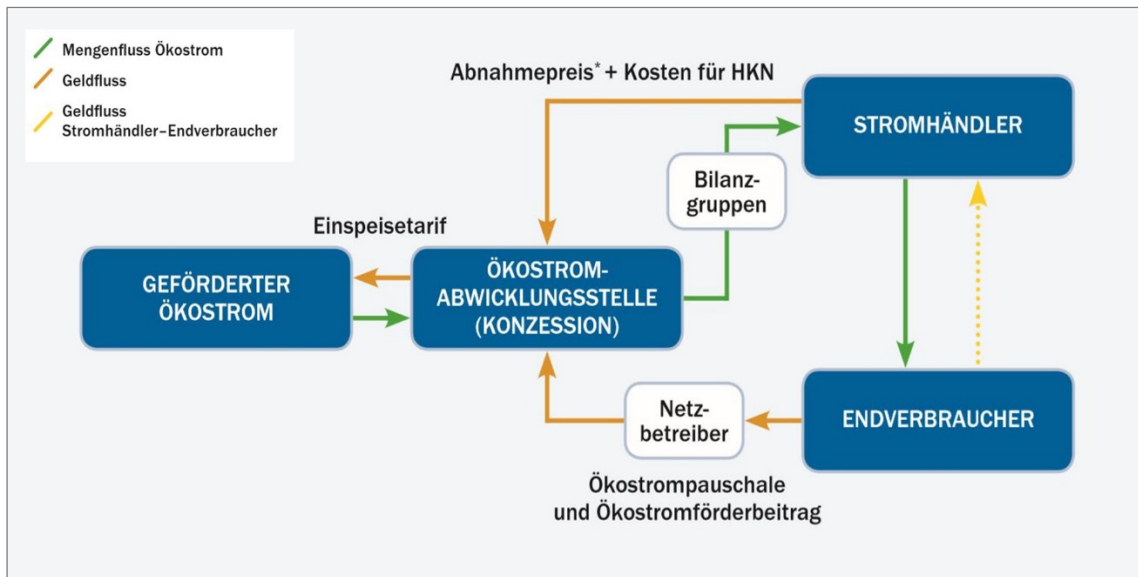


Abbildung 23: Das Ökostrom Fördersystem⁴⁹

Wie bereits in Kapitel 2.2.2 beschrieben ist die OeMAG die Bilanzgruppe von Österreich für subventionierten Ökostrom. Einen Teil der Einnahmen erzielt die OeMAG durch den Verkauf des Ökostroms an die Stromhändler, der andere Teil wird durch die Ökostrompauschale und den Ökostromförderbeitrag eingenommen. Die Ökostrompauschale ist ein Fixbetrag, welcher von der Netzebene abhängt. Der Ökostromförderbeitrag setzt sich aus Netznutzungsentgelt, Netzverlustentgelt und Kosten für Herkunftsnachweise zusammen.

Diese Tarife werden jährlich neu berechnet. Tabelle 1 fasst diese Ökostromkosten für den Endverbraucher (Netzebene 7) eines durchschnittlichen Haushaltes mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh für die Jahre 2014 bis 2017 zusammen und berechnet diese auf Ökostromkosten je kWh.

	2015		2016		2017	
	EUR/a	Cent/kWh	EUR/a	Cent/kWh	EUR/a	Cent/kWh
Ökostromförderung	52,72	-	66,89	-	49,16	-
Ökostrompauschale	33	-	33	-	33	-
Summe Öko-Förderungen (excl. Umsatzsteuer)	86	2,46	100	2,86	83	2,63
Summe Öko-Förderungen (inkl. Umsatzsteuer)	103	2,95	120	3,43	99	2,84

⁴⁹ E-Control (2018c), S. 1

Tabelle 1: Entwicklung der Ökostromkosten für einen Haushalt⁵⁰

In der Kleinwasserkraft gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten der Ökostromsubventionierung. Zum einen durch Tarifförderung und zum anderen durch Investitionsförderung.

Tarifförderung

Die Tarifförderung von Kleinwasserkraftwerken gilt für revitalisierte Anlagen mit mindestens 50% Erhöhung der Engpasseleistung nach Durchführung der Revitalisierung und Neuanlagen, sofern die Engpasseleistung nicht 2 MW überschreitet. Dafür stehen pro Jahr 2,5 Millionen Euro Unterstützungsvolumen zur Verfügung. Die Laufzeit der Tarifförderung beträgt 13 Jahre. Die Höhe des Tarifes verändert sich über diese Laufzeit nicht und entspricht der zuletzt gültigen Ökostrom-Einspeisetarifverordnung. Die Einspeisetarife für Ökostrom aus neuen Kleinwasserkraftanlagen bei Antragsstellung im Jahr 2018 sind folgendermaßen aufgeteilt:

- 10,30 Cent/kWh für die ersten 500.000 kWh
- 8,44 Cent/kWh für die nächsten 500.000 kWh
- 7,32 Cent/kWh für die nächsten 1.500.000 kWh
- 4,46 Cent/kWh für die nächsten 2.500.000 kWh
- 4,09 Cent/kWh für die nächsten 2.500.000 kWh
- 3,23 Cent/kWh über 7.500.000 kWh hinaus⁵¹

Investitionsförderung

Die Subvention durch Investitionsförderung ist in Abbildung 24 angeführt.

< 50 kW	50-100 kW	100-500 kW	500-2.000 kW	2.000-10.000 kW
<ul style="list-style-type: none"> •Einhaltung der EU-Beihilfeobergrenze •1.750 EUR/kW 	<ul style="list-style-type: none"> •Einhaltung der EU-Beihilfeobergrenze •1.750 EUR/kW •35% der förderfähigen Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> •Einhaltung der EU-Beihilfeobergrenze •1.750 EUR/kW •35% der förderfähigen Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> •Einhaltung der EU-Beihilfeobergrenze •1.750 –1.250 EUR/kW •35-25% der förderfähigen Investitionskosten •Förderbedarf mit dyn. Investitionsrechnung (6%) nachzuweisen 	<ul style="list-style-type: none"> •Einhaltung der EU-Beihilfeobergrenze •1.250 – 650 EUR/kW •25-15% der förderfähigen Investitionskosten •Förderbedarf mit dyn. Investitionsrechnung (6%) nachzuweisen

Abbildung 24: OeMAG Investitionsförderung⁵²

⁵⁰ In Anlehnung an E-Control (2017), S. 47 (leicht modifiziert)

⁵¹ Vgl. OeMAG , https://www.oemag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/180216_Foerderrichtlinien_2018_Kleinwasserkraft_MWK_KWK.pdf (Zugriff: 13.03.2018)

⁵² OeMAG (2018b), S. 2

Mit einer Leistung von 100 kW wäre es somit möglich, bis zu 35% der Gesamtinvestition durch die OeMAG vergütet zu bekommen. Die Investitionsförderung in Anspruch zu nehmen ist vor allem dann sinnvoll, wenn der Eigenstromverbrauch anteilig sehr hoch ist. Da der Eigenverbrauch bei dem Kraftwerksprojekt Sulzenquelle gering ist, wird der Förderantrag auf Tarifförderung gestellt. Der Antrag für das Projekt „Sulzenquelle“ wird noch im Jahr 2018 eingereicht.

Mögliche Risiken der Tarifförderung

Ein potentiell Risiko ist der Fixbetrag der Tarifvergütung auf 13 Jahre, da dieser nicht die Inflation berücksichtigt. Da Strompreis und Inflation miteinander Korrelieren kann man auch von degressiver Tarifförderung sprechen. Dieses Risiko kann man minimieren, indem man einen möglichst hohen Fremdkapitalanteil der Investitionssumme aufnimmt und die anfallenden Zinsen vertraglich ebenfalls fixiert. Dies ist zwar teurer als ein variabler Zinssatz, doch kann es so das Risiko von hohen Zinsrückzahlungspflichten mindern.

Ein weiterer Risikofaktor ist die Wartezeit auf die Tarifförderung. Diese beträgt momentan zwei bis drei Jahre. Normalerweise wird zuerst der Antrag auf Förderung gestellt. Nach positiver Rückmeldung seitens der OeMAG erfolgt der Baubeginn. In Falle dieses Projektes fällt der Baubeginn und Antragsstellung auf Tarifförderung auf dasselbe Jahr 2018. Grund für den raschen Baubeginn ist das möglichst schnell zu lösende Trinkwasserproblem der Gemeinde Ginzling. Nach Telefonat mit der OeMAG in Tirol wurde deutlich, dass der Tarifzuschuss zwischen 2 und 3 Jahren dauern wird. Somit ist mit dem Zuschuss frühestens mit 2020 und spätestens mit Anfang 2022 zu rechnen.

Die Unsicherheit, ob die OeMAG den Antrag auf Tarifförderung für das Kraftwerkprojekt „Sulzenquelle“ überhaupt stattgibt, bildet ein weiteres Risiko

Doch sowohl auf der Jahrestagung der österreichischen Kleinwasserkraft, als auch bei mehrmaligem Nachfragen der Familie Trauttmansdorff bei der OeMAG wurde versichert, dass mit einem Förderzuschlag zu 100% gerechnet werden kann.

Rückwirkende Subventionskürzungen beinhalten ebenso ein Gefahrenpotential. Man sollte meinen, dass dies in Europa kein ernstzunehmendes Risiko sei, doch ebendies geschah 2010 in Spanien, als Subventionskürzungen auch bereits bestehende Anlagen betrafen. Zusätzlich zur Hoffnung, dass die europäischen Länder aus diesem Fehler gelernt haben, ist vor Allem auch die Vorreiterposition Österreichs am Anteil erneuerbarer Energien des Strommixes und der feste Wille diesen auszubauen. Des Weiteren ist die Tarifförderung für Kleinwasserkraft in den letzten Jahren auf konstantem hohem Niveau geblieben. Siehe Abbildung 25.

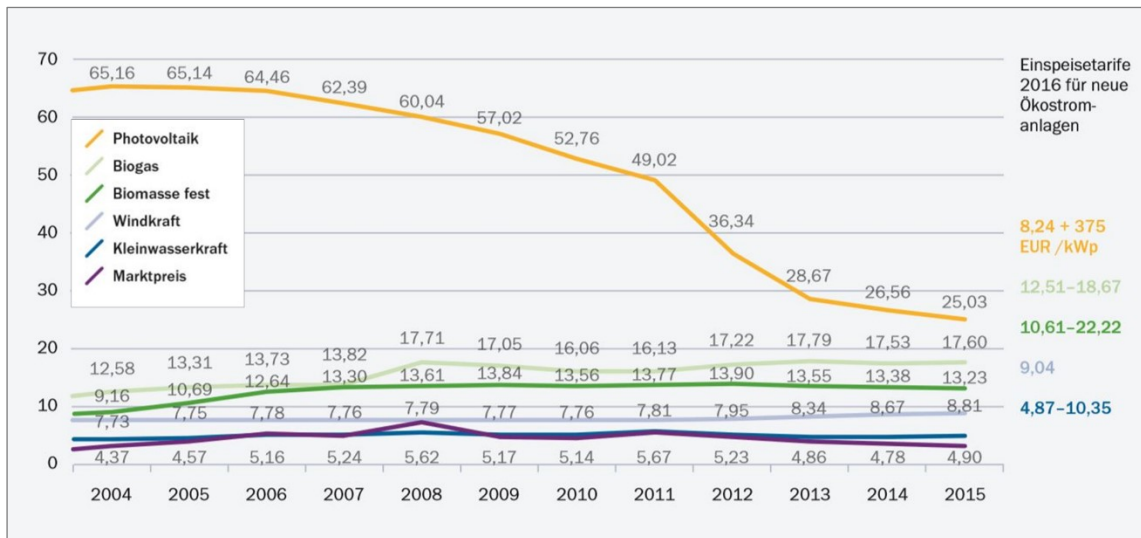


Abbildung 25: Entwicklung der durchschnittlichen Einspeisetarife⁵³

Die Höhe der durchschnittlichen Vergütung für Kleinwasserkraft in Abbildung 25 ist inklusive Vergütung für revitalisierte Anlagen und daher etwas niedriger als man erwarten würde. Dennoch lässt sich ein Trend erkennen, dass mindestens seit 2004 Kleinwasserkraft durchwegs auf wettbewerbsfähigen Niveau gefördert wird.

Verglichen mit anderen europäischen Ländern nimmt Österreich bei der Höhe der Tarifförderung für Kleinwasserkraft mit dem Verletzen einen niedrigen Platz ein. Nur in Polen ist der Vergütungsbetrag noch geringer. Absoluter Spitzenreiter ist Italien mit Förderverträgen von 21 Cent je kWh bis zu einer Engpassleistung von 250 kW für 20 Jahre.⁵⁴

2.3 Anlagenkomponenten und Kraftwerksdimensionierung von Kleinwasserkraftwerken

In diesem Kapitel wird auf die Technologien und Klassifizierungen der Wasserkraft und insbesondere der Kleinwasserkraft genauer eingegangen. Dies ist für eine korrekte Herangehensweise der Kraftwerksdimensionierung und die richtige Wahl der geeigneten Anlagenkomponenten des Kleinwasserkraftwerk Projektes „Sulzenquelle“ notwendig.

Der allgemeine Aufbau mit den Hauptbestandteilen eines Kraftwerkes zeigt Abbildung 26. Die Hauptbestandteile setzen sich zusammen aus der Wasserfassung (Einlaufbauwerk), der Druckrohrleitung und dem Krafthaus mit der Turbine.

⁵³ E-Control (2017), S. 27

⁵⁴ Vgl. Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V.(2016), S. 26 f.

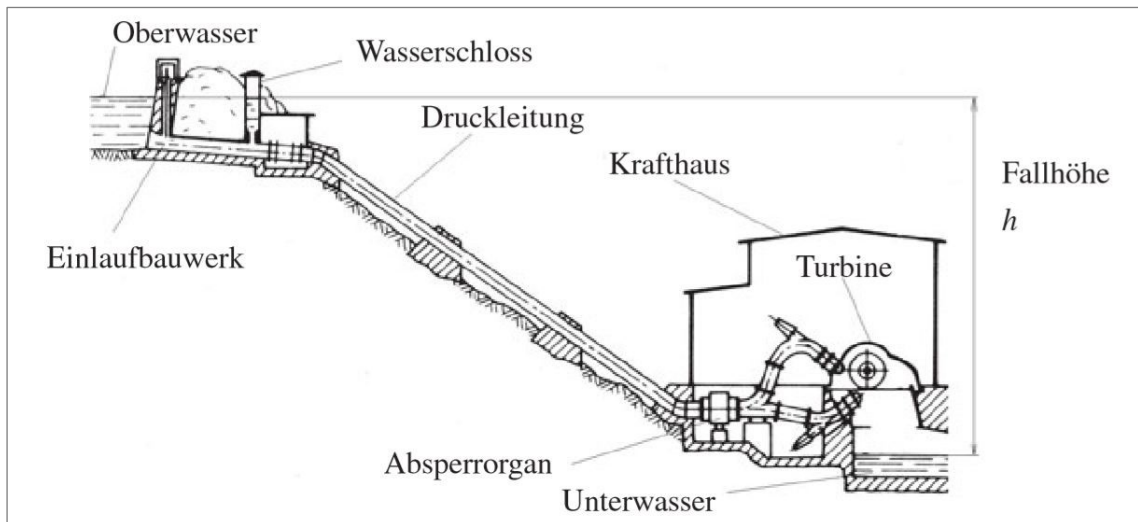


Abbildung 26: Aufbau eines Wasserkraftwerks⁵⁵

Wasserkraftwerke können nach verschiedenen Kriterien unterschieden werden. Diese lassen sich in die drei Kraftwerkstypen Pumpspeicher-, Speicher-, und Laufwasserkraftwerke unterteilen. Siehe Abbildung 27.

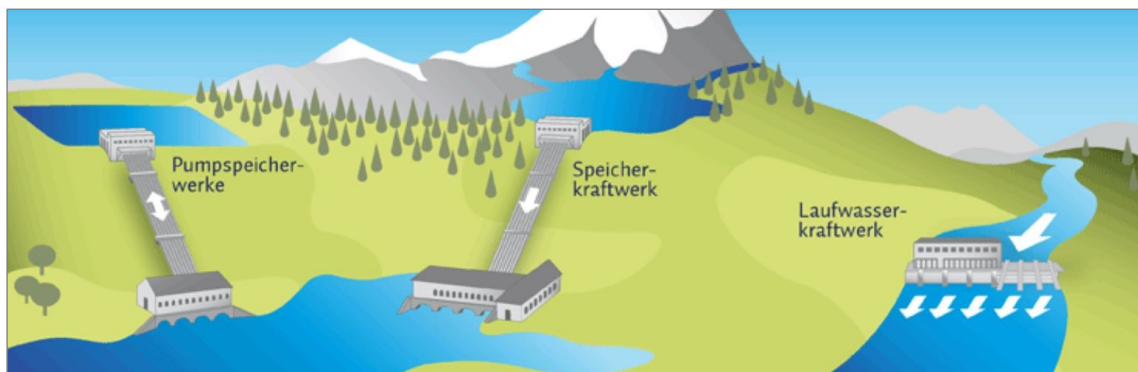


Abbildung 27: Kraftwerkstypen⁵⁶

Die Einteilung nach den Kriterien Druckhöhe, Betriebsweise und Funktionsprinzip ist in Abbildung 28 visualisiert.

⁵⁵ Wesselak, V. (2013), S. 660

⁵⁶ Bayerische Landeskraftwerke GmbH (2018), S. 1

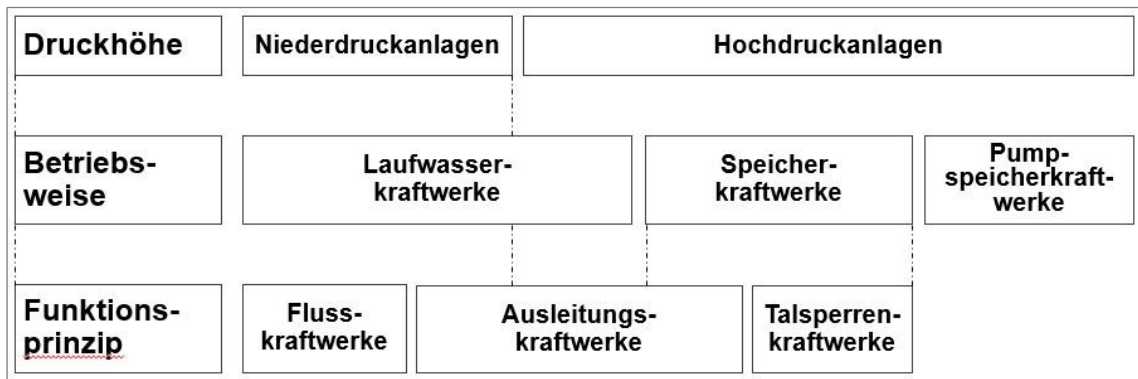


Abbildung 28: Unterteilungskriterien Wasserkraft⁵⁷

Nach der Betriebsweise werden die Anlagen in Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke eingeteilt.

Speicherkraftwerke werden aus einem Speicherbecken unabhängig vom Zufluss betrieben, während Laufwasserkraftwerke den jeweils anfallenden nutzbaren Zufluss abarbeiten.

Pumpspeicherkraftwerke nehmen eine Sonderstellung ein, da sie elektrische Energie speichern können und wie oben angeführt auf Grund ihrer hohen Flexibilität eine wichtige Rolle für die Deckung der Spitzenlast spielen und somit zur Versorgungssicherheit wesentlich beitragen.

Die Kraftwerke werden je nach Fallhöhe in Niederdruck- oder Hochdruckkraftwerke eingeteilt, wobei die Grenzen für diese Unterscheidung nicht klar definiert sind.⁵⁸ Niederdruckkraftwerke haben typischerweise relativ geringe Fallhöhen von unter 15 Meter und einen vergleichsweise hohen Volumenstromdurchfluss. In der Regel sind diese mit Francis- oder Durchströmungsturbinen ausgestattet. Hochdruckkraftwerke funktionieren nach dem gegenseitigen Arbeitsprinzip. Sie weisen hohe Fallhöhen auf und einen geringen Volumenstromdurchfluss. Hochdruckkraftwerke sind in der Regel mit Peltonturbinen und manchmal auch mit Francisturbinen ausgestattet.

Wie bereits erwähnt nutzen Laufwasserkraftwerke den jeweils anfallenden natürlichen Zufluss. Nach dem Funktionsprinzip aufgeteilt, lassen sich Laufwasserkraftwerke in Flusskraftwerke und Ausleitungskraftwerke gliedern. Bei Flusskraftwerken ist die Turbine normalerweise direkt neben dem Wehr installiert und der Höhenunterschied ergibt sich durch den vom Wehr verursachten Aufstau. Bei Ausleitungskraftwerken ist das Kraftwerk seitlich des Fließgewässers an einem Ausleitungskanal platziert. Die Fallhöhe ergibt sich aus der Höhendifferenz aus Einleitung am Ausleitungswehr und dem Auslass am Ausleitungskanal.⁵⁹

⁵⁷ Kaltschmitt, M. (2014), S. 620

⁵⁸ Vgl. Wesselak, V. (2013), S. 660

⁵⁹ Vgl. Kaltschmitt, M. (2014), S. 561

2.3.1 Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerke

Da es sich beim Wasserkraftwerks Projekt „Sulzenquelle“ um ein Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerk handelt, wird nur dieser Kraftwerkstyp in der Literaturrecherche dieses Kapitels beschrieben.

Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerke sind hinsichtlich ihres baulichen Platzbedarfes vorteilhaft, da sie keinen Staudamm besitzen. Eine Skizze eines typischen Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes ist in Abbildung 29 angeführt.

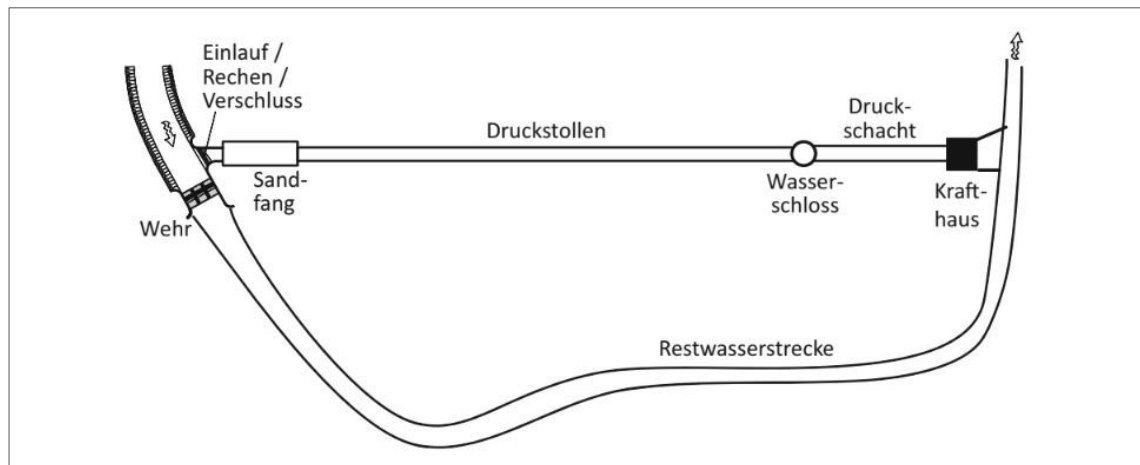


Abbildung 29: Skizze eines Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes⁶⁰

Durch die hohen Fallhöhen ist es normalerweise notwendig, größere Feststoffe wie Stein oder Sand durch Geschiebeabweisungen am Einlauf sowie durch einen Sandfang aus dem Triebwasser zu entfernen. Das Wasser wird anschließend über einen Druckstollen in das Krafthaus geleitet, in welchem aus der Wasserkraft Strom generiert wird.⁶¹“

2.3.2 Turbinenarten

Die Auswahl einer geeigneten Turbine ist essentiell um bei der Stromproduktion die bestmögliche Effizienz zu erreichen. Diese ist wichtig, da sich jede zusätzlich generierte Kilowattstunde positiv auf die Gesamtwirtschaftlichkeit eines Kraftwerkprojektes auswirkt. Hinsichtlich der Betriebsweise unterscheidet man nach DIN 4320 zwischen Gleichdruckturbinen und Überdruckturbinen.

Bei der Gleichdruckturbine wird die durch den Höhenunterschied entstandene Druckhöhe vollständig in kinetische Energie umgewandelt. Das Laufrad wird, abgesehen vom Atmosphärendruck druckfrei umströmt. Der Druck ändert sich beim Durchqueren des Laufrades nicht und somit ist der Druck vor und hinter der Turbine annähernd gleich. Des Weiteren wird das Laufrad nicht zur Gänze mit dem zugeleiteten Wasser umströmt, sondern nur ein Teil. Dieser Teil, meist nur die Laufradschaufeln, übertragen die Kraft durch die Umlenkung des Impulses auf die Turbine und formen diese so in

⁶⁰ Kaltschmitt, M. (2014), S. 567

⁶¹ Vgl. Kaltschmitt, M. (2014), S. 568 f.

Rotationsenergie um. Zu den Gleichdruckturbinen zählt die Peltonturbine und die Durchströmturbine.

Überdruckturbinen werden an Stelle eines Freiüberganges wie bei Gleichdruckturbinen vollständig von dem durchfließenden Wasser durchströmt, dabei wird nur ein Teil der Höhenenergie des Wassers in kinetische Energie umgewandelt. Der Rest der Druckenergie wird erst beim Durchgang des Wassers durch die Beschaukelung durch eine Beschleunigung des Fluids durch das Laufrad in Bewegungsenergie umgewandelt. Zu den Überdruckturbinen gehören unter anderen Francis-, Kaplan- und Propellerturbinen.

Turbinen werden immer für einen bestimmten Wasserdurchsatz ausgelegt. Dadurch ist der Wirkungsgrad, und somit die Turbinenwahl, maßgeblich durch den zur Verfügung stehenden Volumenstrom abhängig. Abbildung 30 zeigt die verschiedenen Wirkungsgradverläufe im Verhältnis von Durchfluss zu Auslegungsdurchfluss.

Wie bereits erwähnt sind Hochdruckkraftwerke in der Regel mit Peltonturbinen und manchmal auch mit Francisturbinen ausgestattet. Für ein alpines Hochdruck - Laufwasser-Ausleitungskleinwasserkraftwerk mit einem volatilen und jahresabhängigen Volumenstrom ist es daher wichtig, auch bei einem geringeren Verhältnis von Durchfluss zu Auslegungsdurchfluss einen hohen Wirkungsgrad aufzuweisen. Peltonturbinen arbeiten schon bei ca. 20% ihres Auslegungsdurchflusses mit einem sehr guten Wirkungsgrad und ist deshalb für das Projekt Kleinwasserkraft Sulzenquelle bestes geeignet, da dessen Zuflüsse stark schwanken, siehe Kapitel 2.4.5. Der hohe Wirkungsgrad der Peltonturbine wird durch die Düsenregelung erzielt, welche den Volumenstrom steuert. Bis zu sechs Düsen werden für die optimale Regelbarkeit in Peltonturbinen verbaut. Ein- und zweidüsige Peltonturbinen werden im Regelfall horizontalachsig ausgeführt, drei- bis sechsdüsige Turbinen vertikalachsig.⁶²

⁶² Vgl. Wesselak, V. (2013), S. 590 ff.

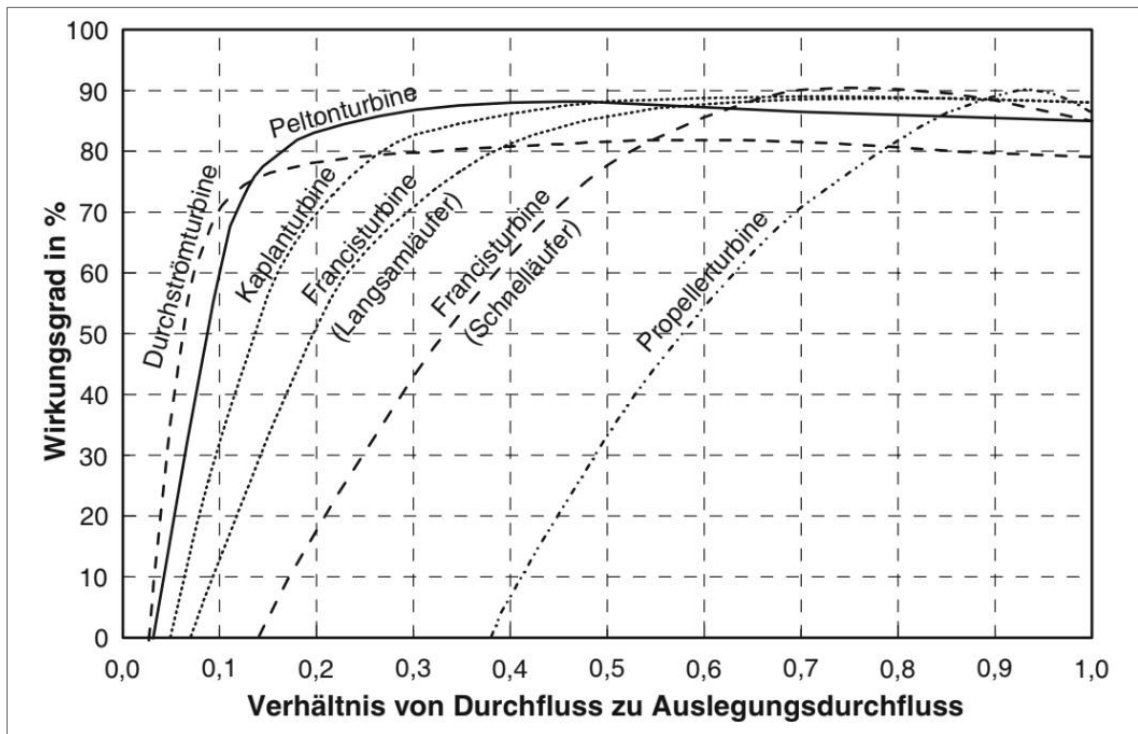


Abbildung 30: Wirkungsgradverlauf unterschiedlicher Turbinenarten⁶³

2.3.3 Anlagekomponenten

Wie in Abbildung 29 visualisiert, gibt es neben der Turbine noch weitere Hauptbestandteile eines Hockdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes. Diese beinhalten:

- Entnahmebauwerk (inklusive Sandfang)
- Maschinensatz (Turbine/Generator/Regelung)
- Druckrohrleitungen
- Transformatoren
- Maschinenhaus
- Kabel (Energiekabel, Steuerkabel, Glasfaserkabel)
- Grundstücke

Die Kostenstruktur dieser einzelnen Komponenten kann durch das Einholen von Angeboten geschätzt werden. Die Dimensionierung des Kraftwerkes bestimmt die Wahl der einzelnen Anlagenkomponenten und somit die Höhe der Gesamtinvestitionskosten. Die tatsächlichen Kosten stehen erst nach Ende der vor Baubeginn geplanten Ausschreibung fest. Dennoch ist eine Kostenabschätzung essentiell für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit, da diese den Großteil der Investitionskosten ausmachen.

⁶³ Wesselak, V. (2013), S. 590

Nutzungsdauer

Ebenso wichtig für die wirtschaftliche Evaluierung ist die Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten, da diese den limitierenden Faktor für die Höhe der jährlichen Abschreibung darstellen. Die durchschnittlichen Nutzungsdauern für Kleinwasserkraftanlagen der oben angeführten Komponenten sind aus dem Buch Wasserkraftanlagen von Giesecke und Mosonyi entnommen und in Tabelle 2 angeführt:

Art der Anlagenkomponente	Durchschnittliche Nutzungsdauer [Jahre]
Druckrohrleitungen	50
Grundstücke	unbegrenzt
Turbinen	30-50
Bauliche Anlagenteile	50-60
Maschinelle Anlagenteile	33-40
Elektrische Anlagenteile	25-30
Transformatoren	30-50
Entnahmebauwerke	60-80
Hochspannungsanlagen & Kabel	40-50

Tabelle 2: Durchschnittliche Nutzungsdauer von Anlagenteilen bei Wasserkraftanlagen⁶⁴

In dem Bericht „Förderrichtlinien 2018 gemäß Ökostromgesetz 2012 und KWK-Gesetz“ ist vermerkt, dass für elektrische Anlagenteile eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 25 Jahren, für alles Andere eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 50 Jahren angenommen werden kann.⁶⁵ Eben diese zwei Werte gemäß Ökostromgesetz (ÖSG) werden für die wirtschaftliche Betrachtung des Projektes herangezogen.

Die oben angeführte Tabelle gibt einen Überblick über die jeweilig notwendigen Investitionen beim Bau eines Kleinwasserkraftwerkes. Als Kostenfaktor sind hier noch die Planungskosten durch ein technisches Planungsbüro sowie die Grabungsarbeiten für die Druckrohrleitungen hinzuzufügen.

Druckrohrleitungen

Bei Wasserkraftanlagen stellt die Druckrohrleitung in der Regel einen der Hauptkostentreiber dar. Durch den zunehmenden Kostendruck und die daraus resultierende technologische Entwicklung entstehen insbesondere für die Kleinwasserkraft, neben den konventionellen Kraftwerkskomponenten, innovative Auslegungsalternativen, welche sich positiv auf die Gesamtwirtschaftlichkeit auswirken.

⁶⁴ In Anlehnung an Giesecke, J. et al. (2009), S. 72 (leicht modifiziert)

⁶⁵ Vgl. OeMAG, https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/180216_-_Foerderrichtlinien_2018_Kleinwasserkraft_MWK_KWK.pdf (Zugriff: 13.03.2018).

Mit dem Einsatz von GFK- Druckrohren, die einerseits aufgrund der hohen Korrosionsbeständigkeit der Rohre und andererseits aufgrund ihres einfachen Einbaues und der Instandhaltung optimale Eigenschaften aufweisen, könnte so eine signifikante Senkung der Investitionskosten erzielt werden. Im Folgenden sind die üblichen Rohrleitungskomponenten sowie die Möglichkeit der Kombination mit GFK-Druckrohren im Überblick zusammengestellt, welche von Horlacher und Helbig ⁶⁶ ausgearbeitet wurden.

Stahlrohre

Sowohl für freiverlegt als auch für erdverlegte Druckrohrleitungen zählen Stahlrohre zu den üblichsten Rohrwerkstoffen für Druckrohrleitungen von Wasserkraftanlagen, insbesondere bei hohen Druckstufen. Trotz des höheren Instandhaltungsaufwandes über die Nutzungsdauer wie zum Beispiel für den Korrosionsschutz, vor allem bedingt durch die historisch guten Erfahrungen im Bau und Betrieb, zählen Stahlrohre nach wie vor zu den bevorzugten Rohrwerkstoffen für Druckrohrleitungen von Wasserkraftanlagen.

Duktile Gussrohre

Insbesondere für Kleinwasserkraftanlagen sind Druckrohrleitungen aus duktilen Gussrohren sowohl technisch als auch wirtschaftlich eine Alternative zu Stahlrohren. Duktile Gussrohre zeichnen sich durch hohe Festigkeit und hohe Bruchdehnung aus und können für Drücke bis etwa 40 bar eingesetzt werden.

GFK-Druckrohrleitungen

Eine wesentliche Voraussetzung für die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit von Kleinwasserkraftanlagen ist der kostengünstige Bau und Betrieb der Druckrohrleitungen. Dies kann unter anderem durch den Einsatz von glasfaserverstärkten Kunststoffrohren (GFK-Rohren) erzielt werden, welche sowohl in der Herstellung als auch im Transport, Verlegung und Einbau die kostengünstigere Alternative zu Stahlrohren darstellen.

Der Druckbereich ist mit 32 bar begrenzt (momentaner Stand der Technik). Es ist zu erwarten, dass sich dieser Druckbereich in den kommenden Jahren sukzessive erhöht und sich GFK-Rohre immer weiter durchsetzen werden.

Es werden auch bereits Mischsysteme eingesetzt. Hierfür werden im Bereich niedrigerer Drücke GFK-Rohre und im Bereich höherer Drücke Stahlrohre verbaut.⁶⁷

Diese oben beschriebene Möglichkeit der Kombination von duktilen Gussrohren in höheren Druckbereichen und GFK-Rohren in niedrigeren Druckbereichen wird in die gesamtwirtschaftliche Betrachtung als potentielle Einsparmöglichkeit integriert.

⁶⁶ Vgl. Horlacher, H.-B.; Helbig, U. (2018)

⁶⁷ Vgl. Horlacher, H.-B.; Helbig, U. (2018), S. 35 ff.

2.3.4 Anlagendimensionierung von Kleinwasserkraftanlagen

Mit minimalem Input den größtmöglichen Output zu erzielen, ist für die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Kleinwasserkraftprojektes „Sulzenquelle“ von großer Bedeutung.

Im Zuge dieser Masterarbeit ist es für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wichtig, die Höhe der jährlich produzierten Strommenge bestimmen zu können. Dies erzielt man durch eine angemessene Anlagendimensionierung des Kraftwerkes. Die Hinführung hierzu ist unten angeführt.

Anlagendimensionierung

Bevor mit der Anlagendimensionierung begonnen werden kann, müssen die durch die natürlichen Gegebenheiten fixen Größen definiert werden. Diese sind:

- Länge der Rohrleitung (L)
- Material der Rohrleitung
- Volumenstrom (Q)
- Durchmesser der Rohrleitung (D)
- Höhe der Entnahmestelle
- Höhe der Turbinenachse

Für die Berechnungen der Anlagendimensionierung folgende Formeln benötigt. Diese sind aus der Literatur: „Handbuch zur Planung und Einrichtung von Kleinwasserkraftwerken des Vereines der österreichischen Kleinwasserkraft“, entnommen⁶⁸.

Fließgeschwindigkeit:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Die Fließgeschwindigkeit setzt sich zusammen aus dem Volumenstrom geteilt durch die Querschnittsfläche der Rohrleitung.

Reibungsverlusthöhe

$$h_r = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{v}{2 * g}$$

⁶⁸ Vgl. Pelikan, B. (2004): S.18 ff.

Die Reibungsverlusthöhe h_r setzt sich aus der oben angeführten Formel zusammen. λ ist die Rohrreibungszahl. Diese wird entweder berechnet oder kann meist aus dem technischen Tabellenverzeichnis des Rohrleitungsherstellers entnommen werden.

Nettofallhöhe

$$h_n = h_b - h_r$$

Die Nettofallhöhe h_n setzt sich aus der Bruttofallhöhe h_b minus der Reibungsverlusthöhe h_r zusammen. Die Bruttofallhöhe ergibt sich aus der Differenz von der Höhe der Entnahmestelle zu Höhe der Turbinenachse.

Turbinenleistung

$$P_T = g * \eta_T * Q * h_n$$

Die Turbinenleistung setzt sich aus dem Produkt der Erdbeschleunigung, Wirkungsgrad der Turbine, dem Volumenstrom und der Nettofallhöhe zusammen.

Generatorleistung

$$P_G = P_T * \eta_G$$

Die Generatorleistung setzt sich aus dem Produkt der Turbinenleistung und dem Generatorwirkungsgrad zusammen.

Klemmleistung

$$P_K = P_G * \eta_K$$

Die Klemmleistung setzt sich aus dem Produkt der Generatorleistung und dem Klemmleistungswirkungsgrad zusammen.⁶⁹

2.4 Kleinwasserkraftwerk - Projekt „Sulzenquelle“

Die Unternehmung „Sulzenquelle“ besteht aus zwei separaten Projekten. Zum einen kann das Wasser der Sulzenquelle als Trinkwasser an die Wassergenossenschaft Ginzling verkauft werden. Zum anderen steht der Bau eines Hochdruck-Laufwasser-Ausleitungskraftwerkes im Raum.

⁶⁹ Vgl. Pelikan, B. (2004): S.18 ff.

Die Ausführung der Projektentstehung wird folgend genauer betrachtet und analysiert. Des Weiteren werden für eine gesamtstrategische Bewertung in diesem Kapitel die rechtlich gesetzten Rahmenbedingungen sowie mögliche Zukunftsprojekte, welche sich positiv auf die Gesamtwirtschaftlichkeit des Wasserkraftprojektes auswirken würden, betrachtet.

2.4.1 Sulzenbach: Quelle eines potentiellen Wasserkraftwerkes

Die Sulzenquelle liegt im vorderen Teil des Floitengrundes,, einem Seitental des Zemmbaches in der Gemeinde Mayrhofen. Die naheliegende Sulzalm liegt im Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm. Der Standort des Floitentals ist in Abbildung 31 abgebildet, welche ebenfalls im Format A4 im Anhang angeführt ist.

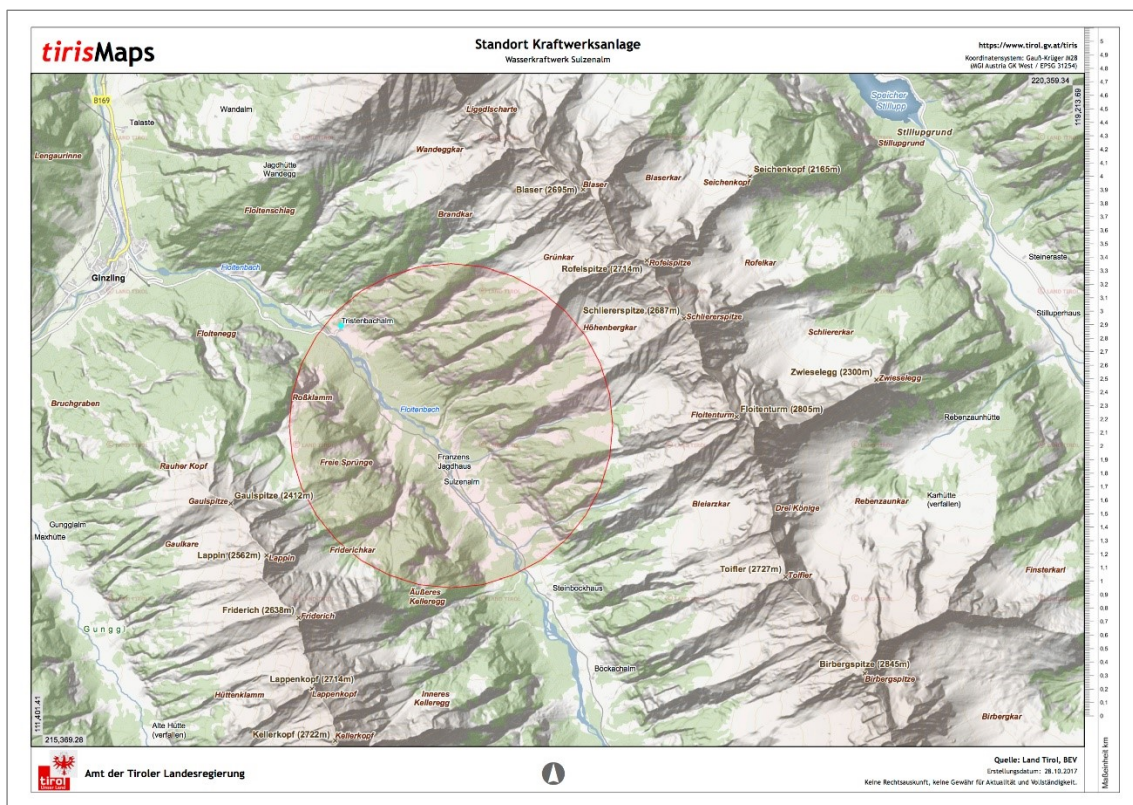


Abbildung 31: Standort Floitental⁷⁰

Die Sulzenalm sowie die Sulzquelle befindet sich im Besitz der Familie Trauttmansdorff, welche schon seit einiger Zeit den Plan hat, die Quelle zur Energieversorgung ihrer Almwirtschaft zu nutzen. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit sollte die erzeugte Energie zur Versorgung der eigenen Liegenschaften in Ginzling, eine kleine Ortschaft am Fuße des Floitentals, sowie zur Einspeisung in das öffentliche Netz des Energieversorgers genutzt werden.

⁷⁰ Tiris Maps, 2017

2.4.2 Naturpark und Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm

Im Jahre 1991 wurde das Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm LGBl. Nr. 65/1991 verordnet. Siehe Abbildung 32. In der „*Verordnung vom 3. Februar 1998 über die Erklärung eines Teiles des Zillertaler Hauptkammes im Gebiet der Marktgemeinde Mayrhofen und der Gemeinden Brandenburg und Finkenberg zum Ruhegebiet (Ruhegebiet Zillertaler Alpen)*“ befindet sich eine detaillierte Auflistung des Ruhegebietes mit einer Größe von 271,78 km².



Abbildung 32: Ruhegebiet - Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen⁷¹

„Nach § 11. Abs. 2 des *Tiroler Naturschutzgesetzes 1997* sind im Ruhegebiet verboten: a) die Errichtung von lärmregenden Betrieben; b) die Errichtung von Seilbahnen für die Personenbeförderung und von Schlepliften; c) der Neubau von Straßen mit öffentlichem Verkehr; d) jede erhebliche Lärmentwicklung; e) die Durchführung von Außenlandungen und Außenabflügen mit motorbetriebenen Luftfahrzeugen; davon ausgenommen sind Außenlandungen und Außenabflüge im Rahmen der Wildfütterung, der Viehbergung und der Versorgung von Vieh in Notzeiten, der Ver- oder Entsorgung von Schutzhütten und Gastwerkbetrieben, für wissenschaftliche Zwecke, zur Sanierung von Schutzwäldern, im Rahmen der Wildbach- und Lawinverbauung, der Instandhaltung oder Instandsetzung von rundfunk- und Fernmeldeeinrichtungen und von Einrichtungen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, sofern der angestrebte Zweck

⁷¹ Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen (2018)

auf eine andere Weise nicht oder nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand erreicht werden könnte.“⁷² Des Weiteren kam im Jahre 2006 die „Verordnung der Landesregierung vom 3. Oktober 2006 über die Erklärung des Ruhegebietes Zillertaler Hauptkamm zum Naturpark (Hochgebirgspark Zillertaler Alpen)“. In dieser Verordnung LGBl Nr. 88/2006 wurde „Aufgrund des § 12 des Tiroler Naturschutzgesetzes 2005, LGBl. Nr. 26“ das Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm, LGBl. Nr. 47 2006, zum Naturpark erklärt (Hochgebirgsnaturpark Zillertaler Alpen).⁷³ Von der Gemeinde Ginzling zum Floitental kommend beginnt der Hochgebirgspark Zillertaler Alpen und Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm ab der Tristenbachalm, welche in Abbildung 31 ebenfalls angeführt ist. Wie zu erkennen ist liegt die Sulzenquelle im Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm und der Bau eines Kleinwasserkraftwerkes seitens der Familie Trauttmansdorff ist ohne Sondergenehmigung somit ausgeschlossen.

2.4.3 Trinkwasserproblem der Gemeinde Ginzling

Von den etwa 350 Einwohnern des Bergsteigerdorfes Ginzling, werden ca. 300 Einwohner von der Wassergenossenschaft Ginzling mit Trinkwasser versorgt. Die rechtlichen 50 Einwohner sind durch eine Vielzahl an kleineren Gebirgsbächen Selbstversorger. Um die Problematik der Gemeinde Ginzling besser verstehen zu können, muss die Gesetzeslage zur Trinkwasserversorgung genauer betrachtet werden. In der im Jahre 2001 erlassenen Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung TWV)⁷⁴ sind die Anforderungen der Wasserqualität geregelt. Somit wurde die „EG-Richtlinie 98/83/ EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ in nationales Recht umgesetzt. Bis 2003 war der Arsengrenzwert des Trinkwassers auf einen maximal erlaubten Wert von 50 µg/l festgelegt, welcher danach auf 10 µg/l herabgesetzt wurde.⁷⁵ Die Trink- und Brauchwasserversorgung erfolgt seit 1928 durch die Fürsten- und Pfarrerquelle, sowie sie Fürstenquelle-Sickerstollen. Seit der im Jahre 1992 erbauten Neufassung der Fürstenquelle-Sickerstollen, einem ausgemauerten Sickerstollen, wird diese in die etwa 30 Meter unterhalb liegende Quellstube eingeleitet. Die Pfarrerquelle, mittels eines Sickerschlitzes gefasst, wird ebenfalls in diese Quellstube geleitet. Das vermischte Quellwasser fließt anschließend in einen ca. 5 m³ großen Hochbehälter, in dem das Trinkwasser vorgespeichert wird. Zusätzlich existiert ein Feuerlöschwasserbehälter mit einem Volumen von ca. 100 m³. Die bisherigen Kontrollen der Trinkwasserversorgung, gefordert seit der im Jahre 2001 erlassenen „Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“⁷⁶, werden seit 2009 von der ARGE Umwelt – Hygiene GmbH durchgeführt.⁷⁷

⁷² Landesregierung Tirol, LGBl. Nr. 44/1998

⁷³ Landesregierung Tirol, LGBl. Nr. 88/2006

⁷⁴ Trinkwasserverordnung Österreich BGBl. Nr. 304/2001

⁷⁵ Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

⁷⁶ Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

⁷⁷ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2009)

Ein Beispiel eines ARGE Umwelt – Hygiene GmbH Berichtes ist im Annex abgebildet. Da nur die Arsengrenzwerte von 10 µg/l nicht erfüllt werden, beziehen sich die in Tabelle 3 tabellarisch dargestellten Messergebnisse nur auf die Arsenwerte; alle Angaben in µg/l, (-) bedeutet nicht gemessen.

Labor	Datum der Probenahme	Fürstenquelle/ Pfarrquelle	Fürstenquelle- Sickerstollen	Mischwasser
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	25.08.2009	-	-	16,7
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	14.10.2009	21,2	15,8	-
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	01.09.2010	14,9	15,7	-
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	12.09.2011	14,0	15,3	-
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	28.06.2012	-	-	15,0
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	30.07.2103	-	13,0	-
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	04.08.2014	18	19	-
ARGE Umwelt – Hygiene GmbH	28.08.2017	-	-	17

Tabelle 3: ARGE - Umwelt GmbH, Arsenparametermessung^{78,79,80,81,82,83}

Seit 2009 sind ausnahmslos Arsenkonzentrationen gemessen worden die den festgelegten Grenzwert von 10 µg/l der Trinkwasserverordnung Österreich überschreiten. Aufgrund dieser erhöhten Arsenkonzentrationen erfolgte in der Ausschusssitzung der Ginzlinger Wassergenossenschaft der Beschluss zur Suche nach einer geeigneten Alternativquelle. Die Wasseraufbereitung der bisherigen Quelle wurde aufgrund fehlender Expertise und zu hohen Betriebskosten ausgeschlossen. Auf der Suche nach einer alternativen Wasserversorgung wurden mehre umliegende Quellen auf die Grenzwerte in der Trinkwasserverordnung überprüft.

Als bestpassendste Alternativquelle wurde die „Sulzenquelle“ im Floitental ausgemacht. Doch aufgrund der Entfernung der Sulzenquelle zum Ortskern und der fehlenden finanziellen Mitteln stellte die Wassergenossenschaft Ginzling 2012 beim Landesobmann von Tirol einen Antrag zur Aussetzung des Parameterwertes für Arsen

⁷⁸ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2009)

⁷⁹ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2010)

⁸⁰ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2011)

⁸¹ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2012)

⁸² Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2013)

⁸³ Vgl. AGRE Umwelt-Hygiene (2014)

gemäß § 8 Absatz 1 der Trinkwasserversorgung. Der Antrag wurde stattgegeben, die Aussetzung des Arsengrenzwertes erfolgte nach § 8 Absatz 2 der Trinkwasserverordnung bis zum 11.04.2015. Der maximal zulässige Arsengrenzwert wurde für diesen Zeitraum auf 25 µg/l angehoben. Da sich die Arsenbelastung während dieses Zeitpunktes nicht verbessert hat (siehe Tabelle 3), stellte die Wassergenossenschaft Dornauerg-Ginzling kurz vor ablaufen der Frist am 20.01.2015 erneut einen Antrag auf Verlängerung der Anhebung des Arsengrenzwertes. Der Antrag wurde bewilligt und bis zum 11.04.2018 verlängert. Nach § 8 Absatz 3 der Trinkwasserverordnung wurde der Grenzwert von 25 µg/l beibehalten. Da aber § 8 Absatz 8 nur eine einmalige Verlängerung der Frist erlaubt, ist eine weitere Verlängerung nach Ablauf der Frist nicht mehr möglich. Somit war die Wassergenossenschaft Dornauerg-Ginzling gezwungen Maßnahmen zu treffen und beauftragte 2015 die TU Darmstadt damit, die Sulzenquelle im Floitental als potentielle Alternativquelle auf Ihre Trinkwasserqualität zu untersuchen.⁸⁴

2.4.4 Sulzenquelle im Floitental

Das Einzugsgebiet der Sulzenquelle umfasst vermutlich eine Fläche von ca. 12 km², eingeschlossen zwischen den Gipfeln der Lappin 2562 Meter und dem Friderich 2638 Meter im Friederichkar im mittleren Teil des Floitental. Siehe Abbildung 33, welche im Anhang im größeren Format A4 angeführt ist. Die höchste Erhebung in diesem Gebiet ist der Friderich mit 2638 Metern. Die Sulzenalmquelle befindet sich auf einer Höhe von etwa 1310 Metern und ist bislang nicht gefasst, sondern fließt nach etwa hundert Metern in den Floitenbach.

⁸⁴ Vgl. Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 30 (2016), S. 8 ff.

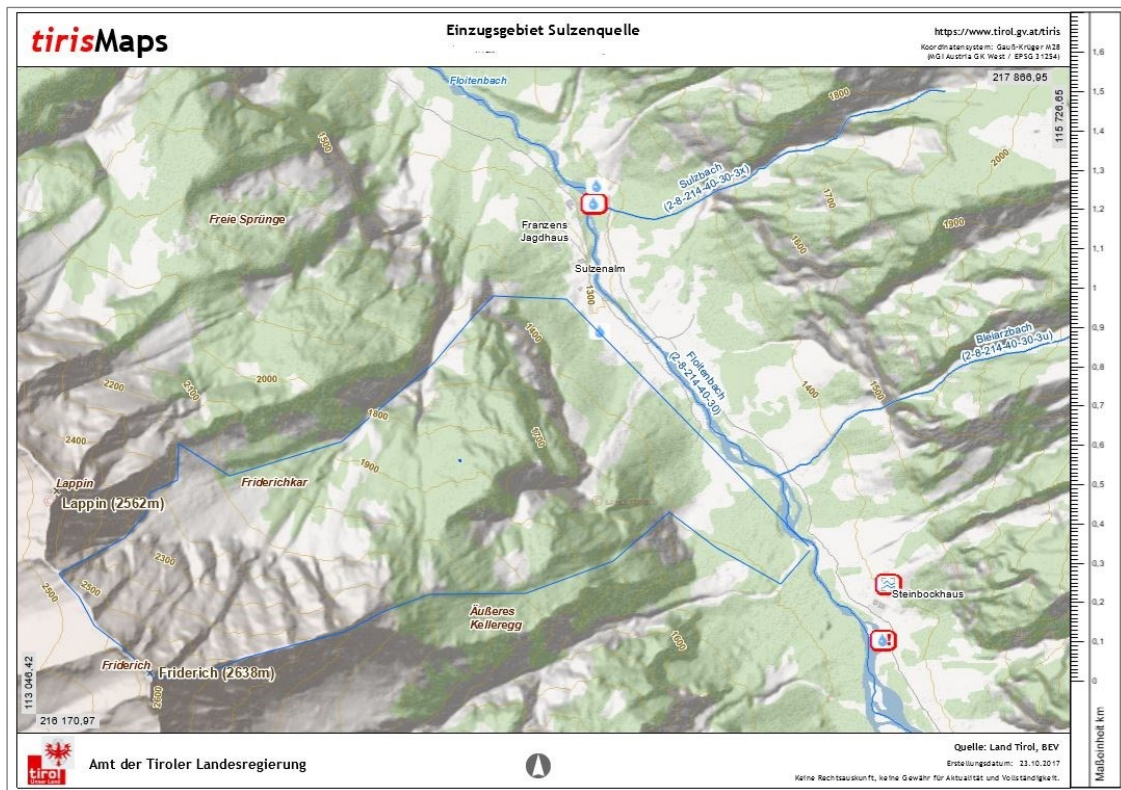


Abbildung 33: Einzugsgebiet Sulzenquelle⁸⁵

Zur Beurteilung der hydrologischen Situation der Sulzenquelle wurden im Jahr 2014/2015/2016 Messungen am Auslauf der Quelle vorgenommen.

In Tabelle 4 Tabelle 4: Volumenstrommessungen Sulzenalmquelle sind die Volumenstrommessungen der Sulzenquelle am Entnahmepunkt für die Jahre 2014, 2015 und 2016 angeführt.⁸⁶ Die Volumenstrommessung wurde mittels Wehr durchgeführt (Siehe Abbildung 6). Als mittleren Abfluss (MQ) bezeichnet man den durchschnittlichen Abfluss, bemessen auf ein Normaljahr. Als NQ wird der niedrigste Abfluss gleichartiger Zeitabschnitte in einer betrachteten Zeitspanne definiert.

Kalendermonat	MQ (l/s)	NQ (l/s)
Januar	78	35
Februar	76	31
März	88	30
April	105	48
Mai	110	84
Juni	125	118

⁸⁵ Tiris Maps, (2017)

⁸⁶ Leitner, W. (2017), S.1.

Juli	120	110
August	120	107
September	115	87
Oktober	115	74
November	95	47
Dezember	82	47
Jahresmittel:	102,4	

Tabelle 4: Volumenstrommessungen Sulzenalmquelle⁸⁷

Die unten angeführte Abbildung 34 visualisiert die Daten aus Tabelle 4.

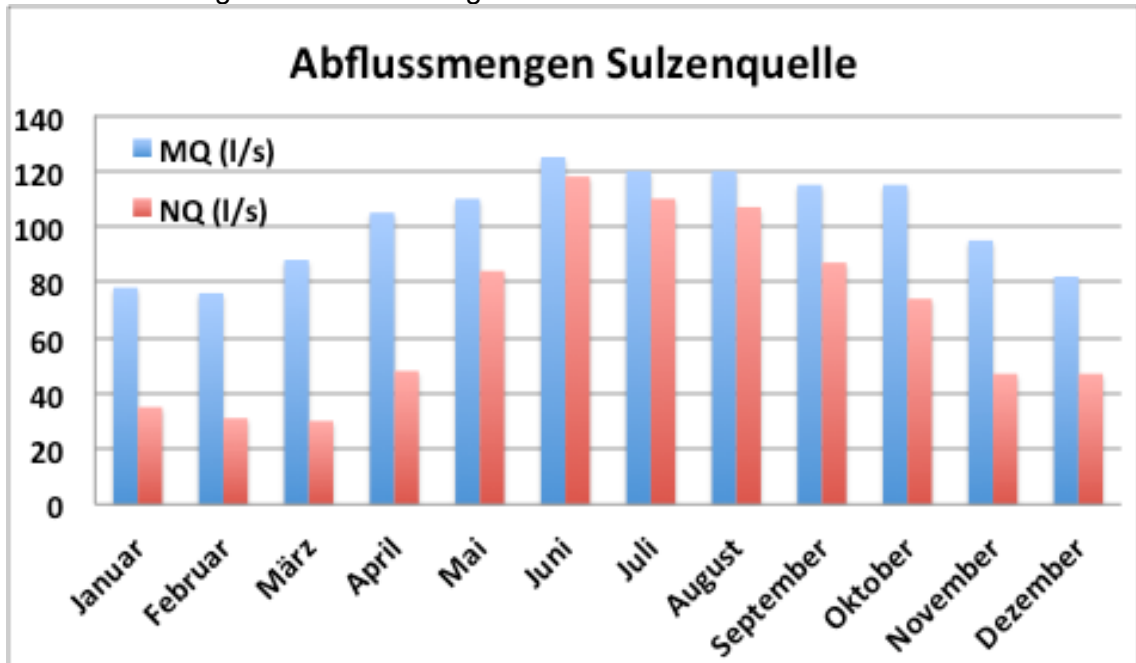


Abbildung 34: Abflussmengen Sulzenalmquelle

Nach der Abflussganglinie zu beurteilen, gibt es ein Minimum in den Monaten Jänner, Februar und März, sowie ein Maximum im Juni.

2.4.5 Trinkwasseruntersuchung der Sulzenquelle

Im September 2015 wurde die Trinkwasserqualität der Sulzenquelle von der TU Darmstadt mittels „Feldkampagne“ gemessen. „Die Koordinaten und die Höhe der Probenahmepunkte sind mit GPS-Geräten gemessen und im Tiroler Rauminformationssystem überprüft worden. Die Außentemperatur, die Wassertemperatur, der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, der Sauerstoffgehalt und das Redoxpotential sind mit Elektroden der Firma WTW und der Firma Hach gemessen worden. Die Elektroden arbeiten entsprechend genormter Messverfahren. Die

⁸⁷ Leitner, W. (2017), S.1

elektronische Leitfähigkeit wird auf eine Bezugstemperatur von 25 Grad Celsius angegeben. Das Redoxpotential wird bezogen auf die Standard-Wasserstoffelektrode umgerechnet. Sämtliche Laboranalysen sind gemäß normierter Messverfahren durchgeführt worden⁸⁸. Zur Messung des Volumenstroms wurde ein Wehr installiert um eine möglichst exakte Messung vorzunehmen (Abbildung 35: Sulzenalmquelle mit Wehr).



Abbildung 35: Sulzenalmquelle mit Wehr

Die Messergebnisse der TU Darmstadt sind in Tabelle 5: Messung der Trinkwasserqualität Sulzenquelle angeführt. (-) bedeutet nicht gemessen. Es wurden zwei Messungen durchgeführt. Die erste am 02.09.2015 und die zweite am 03.09.2015.⁸⁹

Kennwert	Einheit	Sulzenquelle; Messung 03.09.2015	Sulzenquelle; Messung 02.09.2015
Koordinaten (WGS 1984)	UTM Zone 32T	715 622 521 8413	715 622 521 8413
Höhe	Meter	1313	1313
Uhrzeit	-	09:40	11:15
Außentemperatur	Grad	13,0	-

⁸⁸ Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 24

⁸⁹ Vgl. Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 30

Wassertemperatur	Grad	6,0	9,2
pH-Wert	-	7,64	7,68
Elektrische Leitfähigkeit bei 25 Grad Celsius	µS/cm	49	1
Sauerstoffgehalt	mg/l	9,9	10,54
Redoxpotential E_H	mV	343	346
Trübung	FNU	0,42	-
Schüttung	l/s	191	83
Lithium (Li⁺)	mg/l	<0,01	<0,01
Natrium (Na⁺)	mg/l	0,82	0,56
Ammonium (NH₄⁺)	mg/l	<0,01	<0,01
Kalium (K⁺)	mg/l	2,45	2,32
Magnesium (Mg²⁺)	mg/l	0,45	0,43
Calcium (Ca²⁺)	mg/l	6,77	6,57
Eisen (Fe)	mg/l	<0,06	<0,06
Mangan (Mn)	mg/l	<0,02	<0,02
Fluorid (F⁻)	mg/l	0,04	0,04
Chlorid (Cl⁻)	mg/l	0,15	0,09
Nitrit (NO₂⁻)	mg/l	<0,01	<0,01
Bromid (Br⁻)	mg/l	<0,01	<0,01
Nitrat (NO₃⁻)	mg/l	2,50	2,42
Phosphat (PO₄²⁻)	mg/l	0,01	0,01
Sulfat (SO₄²⁻)	mg/l	2,33	2,27
Hydrogencarbonat (HCO₃⁻)	mg/l	22,86	21,58
Gesamtmineralisation	mg/l	38,37	36,28
Ionenbilanzfehler	%	0,67	0,38
Arsen (As)	µg/l	0,58	0,25
Uran (U)	µg/l	0,25	0,12

Tabelle 5: Messung der Trinkwasserqualität Sulzenquelle⁹⁰

Die gemessenen Werte der Sulzenquelle unterschreiten die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung. Auch die Arsen- und Urankonzentrationen unterschreiten die gesetzlichen Grenzwerte um ein Vielfaches. *„Die Sulzenquelle reagiert kurzfristig auf Witterungsänderungen, wie an den zwei Messungen am 02.09. 2015 und 03.09.2015*

⁹⁰ Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 30

ersichtlich wird. Die Schüttung war nach 24 Stunden von 191 l/s auf 83 l/s zurückgegangen. Zur Ermittlung des Trockenwetterabflusses sollte die Schüttung der Sulzenquelle langfristig beobachtet werden. [...] Im Zuge der Feldkampagne wurde am 03.09.2015 zwei orientierende Markierungsversuche im Floitenbach durchgeführt, um eine erste Prüfung auf eine mögliche hydraulische Verbindung zwischen Bach und den Quellen auf der Sulzenalm durchzuführen. Bei zwei Markierungsversuchen sind jeweils 15 kg Natriumchlorid in etwa 100 l Bachwasser gelöst worden und als Impfung eingegeben worden.



Abbildung 36: Sulzenquellen mit der Salzeingabestelle (rotes X) und Messstellen der Markierungsversuche⁹¹

Bei Salzungsversuch 1 (morgens) hatte die Sole eine elektrische Leitfähigkeit von 242.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, beim 2. Salzungsversuch (nachmittags) 227.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Der Solebehälter wurde schlagartig in den Floitenbach ausgegossen (die Eingabestelle ist in Abbildung 5 mit einem roten X versehen). Durch die Sole erfolgte eine signifikante Erhöhung der Leitfähigkeit im Floitenbach. An allen vier Messstellen am Floitenbach sind

⁹¹ Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 48

in Abhängigkeit der Entfernung zur Eingabestelle zeitlich begrenzte Erhöhungen der Leitfähigkeit festgestellt worden“.⁹² (Siehe Abbildung 37: Elektrische Leitfähigkeit; erster Markierungsversuch und siehe Abbildung 38: Elektrische Leitfähigkeit)

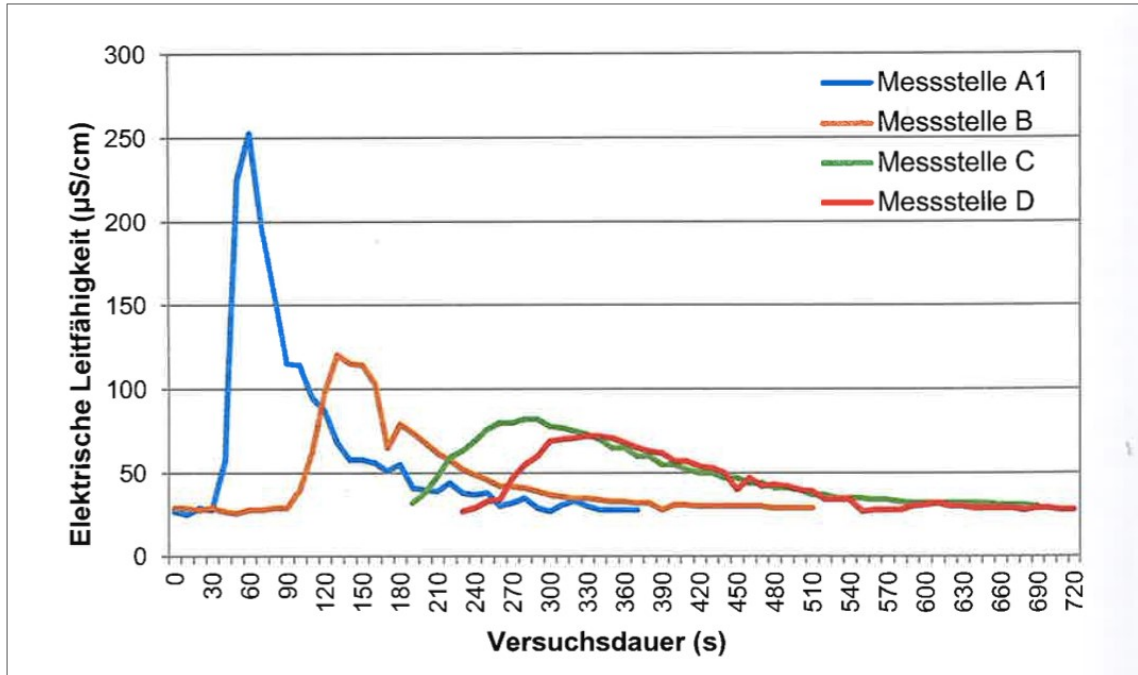


Abbildung 37: Elektrische Leitfähigkeit; erster Markierungsversuch⁹³

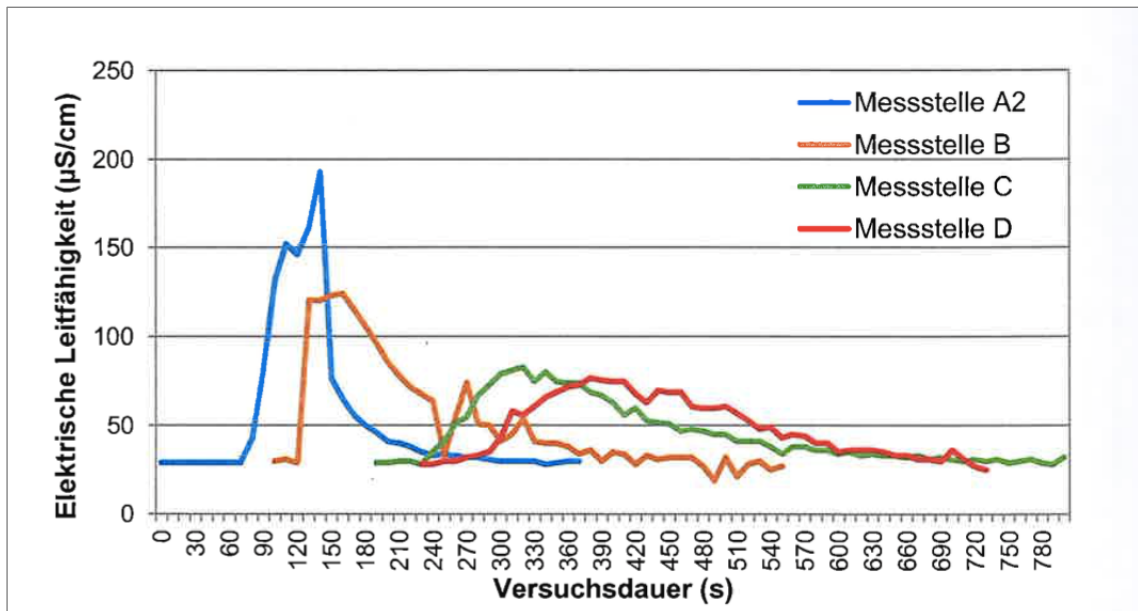


Abbildung 38: Elektrische Leitfähigkeit; zweiter Markierungsversuch⁹⁴

⁹² Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 50

⁹³ Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 51

⁹⁴ Sass, I.; Schäfer, R. (2016), S. 51

Die Sulzenalmquellen sind mit Beginn des Markierungsversuches jeweils zwei Stunden lang überwacht worden, ohne dass erhöhte elektrische Leitfähigkeiten gemessen worden sind. Durch die Markierungsversuche konnte gezeigt werden, dass der Floitenbach die Sulzenalmquellen nicht speist und dass eine direkte hydraulische Verbindung nicht wahrscheinlich ist“.⁹⁵

2.4.6 Gesamtprojekt Sulzenquelle

Im November 2017 entschied sich der Bürgermeister von Ginzling, die Wassergenossenschaft, sowie die Familie Trauttmansdorff zu einem gemeinsamen Projekt zur Trinkwasserversorgung der Ortschaft. Die Gemeinde kann so Ihren Trinkwasserbedarf decken und hat zusätzlich die Möglichkeit, im Floitenttal ein mit ca. 50 Meter Höhenunterschied gelegenes Trinkwasserkraftwerk zu errichten. Die Höhendifferenz von 50 Metern ist vorgesehen um somit den benötigten Druck von 5 bar für das Wasserverteilnetz gewährleisten zu können. Das Wasser hierfür wird direkt am Quellursprung gefasst und mittels Druckrohr in das Tal geleitet. Die Wassergenossenschaft ist momentan über die wasserrechtliche Bewilligung zur Entnahme von 13 l/s aus der Sulzenquelle mit der Abteilung von Wasser-, Forst-, und Energierecht der Behörde Tirol in Verhandlung. Nach dem Einverständnis der Familie Trauttmansdorff, das Quellwasser der Sulzenquelle der Gemeinde Ginzling zur Verfügung zu stellen, wird über den Verkaufspreis des Wassers pro m³ der Wassergenossenschaft Ginzling an die Familie Trauttmansdorff in den kommenden Monaten verhandelt. Die Familie Trauttmansdorff bekommt durch die notwendigen Bauarbeiten zur Rohrverlegung der Trinkwasserleitung zusätzlich die Genehmigung für den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes.

Die Gesamteinnahmen des Wasserverkaufes von 50 Cent/m³ betragen in den letzten Jahren nach Angaben des Wasserobmanns Dornauberg-Ginzling etwa 9000 Euro pro Jahr. Bei 300 zu versorgenden Einwohnern ergibt das einen Tagesverbrauch von 164 Liter pro Kopf und Tag. Siehe unten angeführte Rechnung:

$$\text{Gesamtwasserverbrauch Ginzling} = \frac{\text{EUR } 9.000}{0,5 \text{ EUR/m}^3} = 18.000 \text{ m}^3 = 18 \times 10^6 \text{ l}$$

$$\text{Gesamtwasserverbrauch Ginzling pro Tag} = \frac{18 \times 10^6 \text{ l}}{365 \text{ Tage}} = \frac{49.315 \text{ l}}{\text{Tag}}$$

⁹⁵ Sass, I.; Schäfer, R (2016), S. 50

$$\text{Gesamtwasserverbrauch Ginzling pro Tag und Kopf} = \frac{\frac{49.315 \text{ l}}{\text{Tag}}}{300 \text{ Kopf}} = \frac{164 \text{ l}}{\text{Tag} \times \text{Kopf}}$$

Der durchschnittliche österreichische Wasserverbrauch wird mit 135 Litern pro Person und Tag angegeben und ist somit etwas höher als der Schnitt Österreichs⁹⁶. Jedoch beträgt der Gesamtwasserbedarf laut Obmann der Wassergenossenschaft Ginzling gewöhnlich 3 bis 4 l/s oder etwa 300 m³ pro Tag. Die Sulzenalmquelle, mit seinem niedrigsten gemessenen Abfluss von 30 l/s (NQ im Zeitraum 2014-2016), überschreitet diesen Wert ebenfalls um ein Vielfaches.

2.4.7 Rechtliche Rahmenbedingungen

1965 bis 1971 wurde das „Verbund-Kraftwerk Mayrhofen“ erbaut. Die Bewilligung dieses Kraftwerkes erfolgte 1959 durch die Tiroler Landesregierung. Das hierfür benötigte Wasser stammt aus dem auf 1.120 Meter Höhe gelegenen Stauspeicher Stillupp mit einem Nutzinhalt von 6,6 Mio. m³. 1964 erfolgte die Sicherung der Wasserrechte des Floitenbaches durch eine weitere Genehmigung der Tiroler Landesregierung zum Bau des Druckstollens Floite – Stillupp. Der Floitenbach wird mittels Flussfassung in den Druckstollen Floite - Stillupp eingeleitet und fließt weiter in den Stilluppspeicher. Abbildung 39.

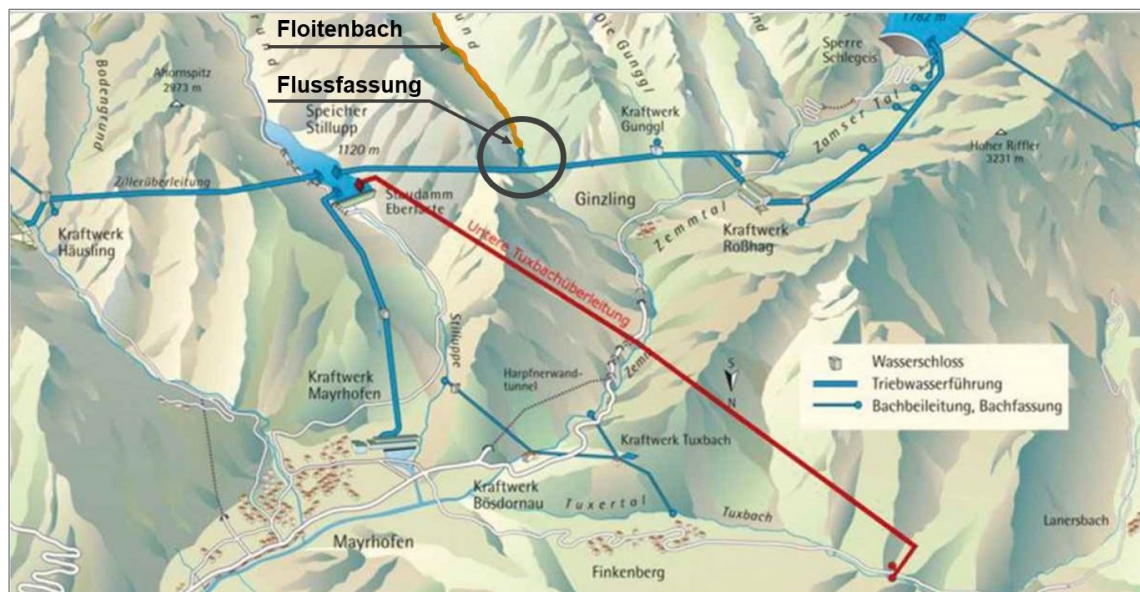


Abbildung 39: Wasserkraftwerke im Zillertal⁹⁷

Die in Abbildung 39 eingekreiste Flussfassung der Verbund Hydro GmbH befindet sich ca. 100 Meter entfernt von der Tristenbachalm. Ein Foto dieser Flussfassung ist

⁹⁶ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, (2012), S. 4

⁹⁷ Verbund Hydropower GmbH (2018a), S. 1(leicht modifiziert)

ebenfalls in Abbildung 40 angeführt. Diese Situation hat einen signifikanten Einfluss auf das Kleinwasserkraftwerks-Projekt Sulzenquelle.^{98,99}

Somit muss das Wasser vor der Flussfassung wieder in den Floitenbach eingeleitet werden, sodass der Verbund Hydro GmbH kein zugesprochenes Wasser verloren geht.



Abbildung 40: Flussfassung Floitenbach der Verbund Hydro GmbH

Das Dorf Ginzling befindet sich auf einer Höhe von ca. 999 Meter, die Tristenbachalm und somit auch die Flussfassung auf 1180 Metern¹⁰⁰. Dieses zusätzliche Delta an potentieller Höhenenergie, in Abbildung 41 visualisiert, darf deshalb nicht ausgenutzt werden.

⁹⁸ Verbund Hydropower GmbH (2018b) URL: <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/mayrhofen> (Zugriff 17.03.2018).

⁹⁹ Verbund Hydropower GmbH (2018a), <https://www.verbund.com/de-de/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/unterer-tuxbach> (Zugriff 17.03.2018)

¹⁰⁰ Gemeinde Ginzling - Dornauberg (2018), S. 1

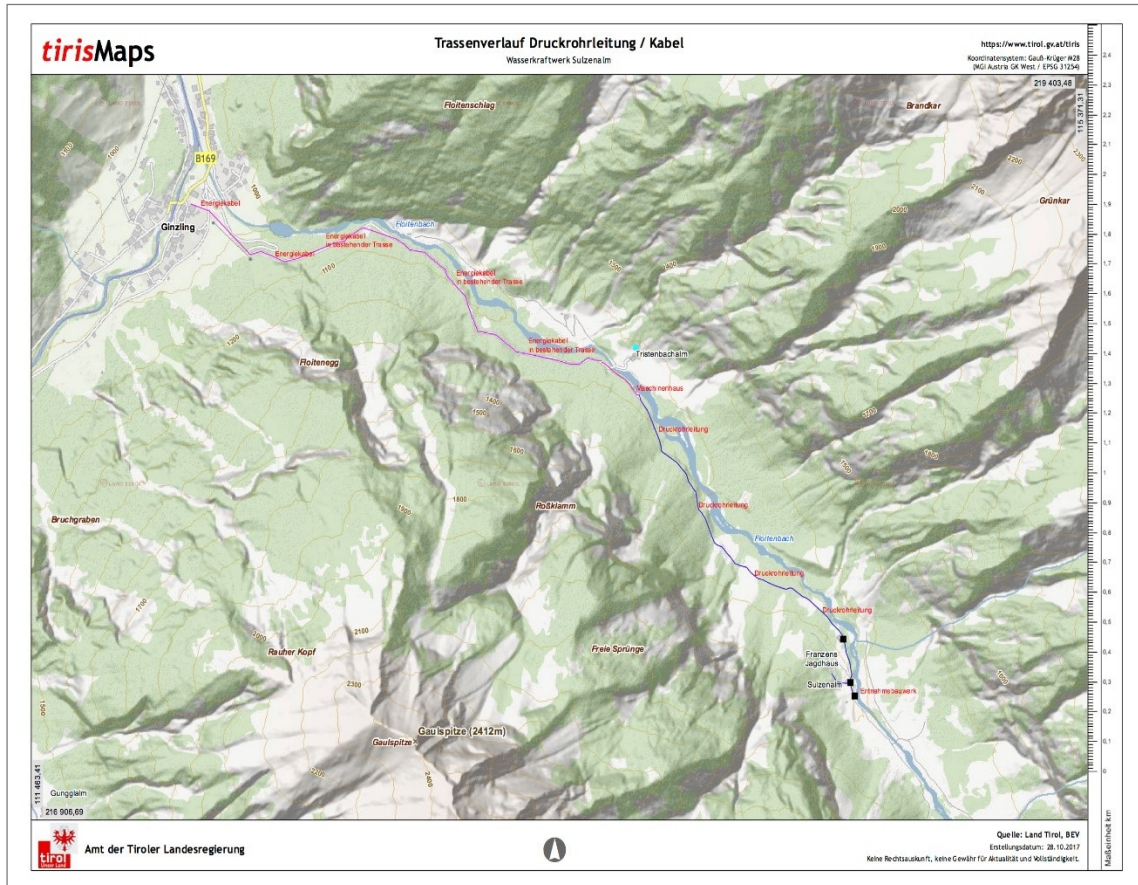


Abbildung 41: Trassenverlauf Druckrohrleitung/ Kabel¹⁰¹

Eine größere Version im Format A3 der Abbildung 41 ist im Anhang angeführt.

Restwassermenge

Bei Ausleitungskraftwerken entsteht zwischen Einlauf und Ausleitung des Quellwassers eine Restwasserstrecke. In der Wasserrahmenrichtlinie ist ein guter ökologischer Zustand das Ziel der Restwasserdotierung und ein Verbot der Verschlechterung des Zustandes ist im Wasserrechtsgesetz verankert¹⁰². Bei dem Kleinwasserkraftprojekt Sulzenquelle ist diese Restwasserstrecke der Flötenbach. Siehe Abbildung 41, sowie der in Abbildung 42 angeführte Bachkörper, welcher von der Sulzenquelle gespeist wird, eine Länge von ca. 100 Metern aufweist und anschließend in den Flötenbach mündet.

¹⁰¹ Tiris Maps (2017)

¹⁰² Vgl. Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V. (2008), S. 12

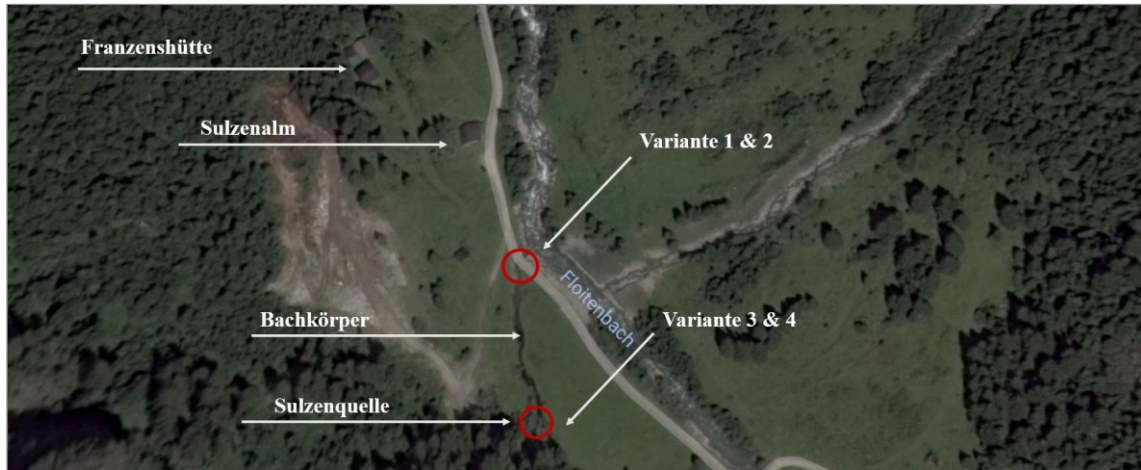


Abbildung 42: Sulzenquelle, Bachkörper und Floitenbach

Die exakte Bestimmung der abzuleitenden Restwassermenge ist noch nicht geregelt und muss mit dem Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft abgestimmt werden.

Da es sich bei der Sulzenquelle um ein Gewässer mit jahreszeitlichem volatilen Abflussverhalten handelt, ist die Festlegung der Restwassermenge nur schwer zu bestimmen. Der geringste Abflussmengenfluss befindet sich im Jänner und Februar mit 31 l/s. Um eine Beeinträchtigung des Floitenbaches und des Bachkörpers möglichst niedrig zu halten ergeben sich zwei mögliche Lösungswege.

Die erste Möglichkeit ist die Quelle am Ursprung des Bachkörpers zu fassen und kontinuierlich einen definierten Volumenstrom als Restwasser in den Bachkörper zu leiten.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, das Wasser am Ende des Bachkörpers einzuziehen. So kann gewährleistet werden, dass der Bachkörper nicht beeinträchtigt und verschlechtert wird (abzüglich der Wassermenge, die der Gemeinde zur Verfügung steht, da diese immer direkt an der Quelle gefasst wird).

Für jede der beiden Lösungswege werden im Zuge dieser Masterarbeit zwei unterschiedliche Varianten angeführt, analysiert und bewertet, da seitens der Trinkwasserversorgung ebenfalls noch nicht genau bestimmt ist, wie viel Wasser der Wassergenossenschaft von der Tiroler Landesregierung zugesprochen wird (2,5 l/s oder 13 l/s).

Die vier Verschiedenen Lösungen sind im Kapitel 3 Ergebnisse angeführt und dienen unter anderem als Hilfestellung um bei den bevorstehenden Verhandlungen mit der Tiroler Landesregierung die wirtschaftliche Vorteil- oder Nachteilhaftigkeit der einzelnen Varianten aufzeigen zu können.

2.4.8 Trinkwasserverkauf an die Gemeinde Ginzling

Wie in der Einleitung beschrieben entstand das Projekt Kleinwasserkraftwerk Sulzenquelle durch das Trinkwasserproblem der Gemeinde Ginzling. Dieses Problem soll mit dem Bau einer eigenen Rohrleitung und einer separaten kontinuierlichen

Quellfassung von 13 l/s an der Sulzenquelle gelöst werden. Die Gemeinde sieht vor, ein Rohr von der Quelle bis ins Tal nach Ginzling zu legen. Die Nutzung des Trinkwassers für die Einwohner Ginzlings aus der Sulzenquelle soll dementsprechend vergütet werden. In einem Meeting mit der Wassergenossenschaft Ginzling wurde der Familie Trauttmansdorff erklärt, dass der bisherige Preis von Trinkwasser in der Gemeinde bisher bei 50 Cent pro Liter lag und nach Fertigstellung des Projektes auf 1 Euro pro Liter angehoben werden soll. Die bisherigen Einnahmen aus dem Trinkwasserverkauf betragen 9.000 Euro pro Jahr und werden wahrscheinlich durch die Verdoppelung des Preises auf 18.000 Euro ansteigen.

Die Höhe der Vergütung des Trinkwasserpreises seitens der Familie Trauttmansdorff ist mit der Wassergenossenschaft Ginzling noch nicht ausgehandelt. Es kann ein Preis zwischen 40 und 60 Cent pro Liter angenommen werden. Für die Investitionsrechnung werden die Einnahmen des Trinkwasserverkaufes zum Umsatz des Kleinwasserkraftwerk-Projektes Sulzenquelle addiert. Der Trinkwasserverkauf verbessert somit den Business Case.

2.4.9 Zukunftsprojekte

Neben dem Verkauf des Trinkwassers sind weitere Zukunftsprojekte geplant. Diese haben das Ziel und den Zweck die bereits vorhandene Infrastruktur der Familie Trauttmansdorff im Floitental optimal zu nutzen und des Weiteren, einen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Wasserkraftwerk Projektes Sulzenalm zu leisten. Wie in Kapitel 1 bereits erwähnt, befindet sich in direkter Nähe zur Sulzequelle folgende Liegenschaften:

- die Alphütte Sulzenalm
- die Franzeshütte mit Bischofshütte
- ein Kuhstall, ehemals zugehörig zur Sulzenalm

In Abbildung 43 ist die genaue Lage der Liegenschaften angeführt. Eine A4 Version dieser Abbildung wird im Anhang ebenfalls gezeigt. Die Elektrifizierung der Franzeshütte, der Bischofshütte, der Alpinhütte Sulzenalm und des Kuhstalles ist im Zuge der Bauarbeiten des Wasserkraftwerkes geplant.

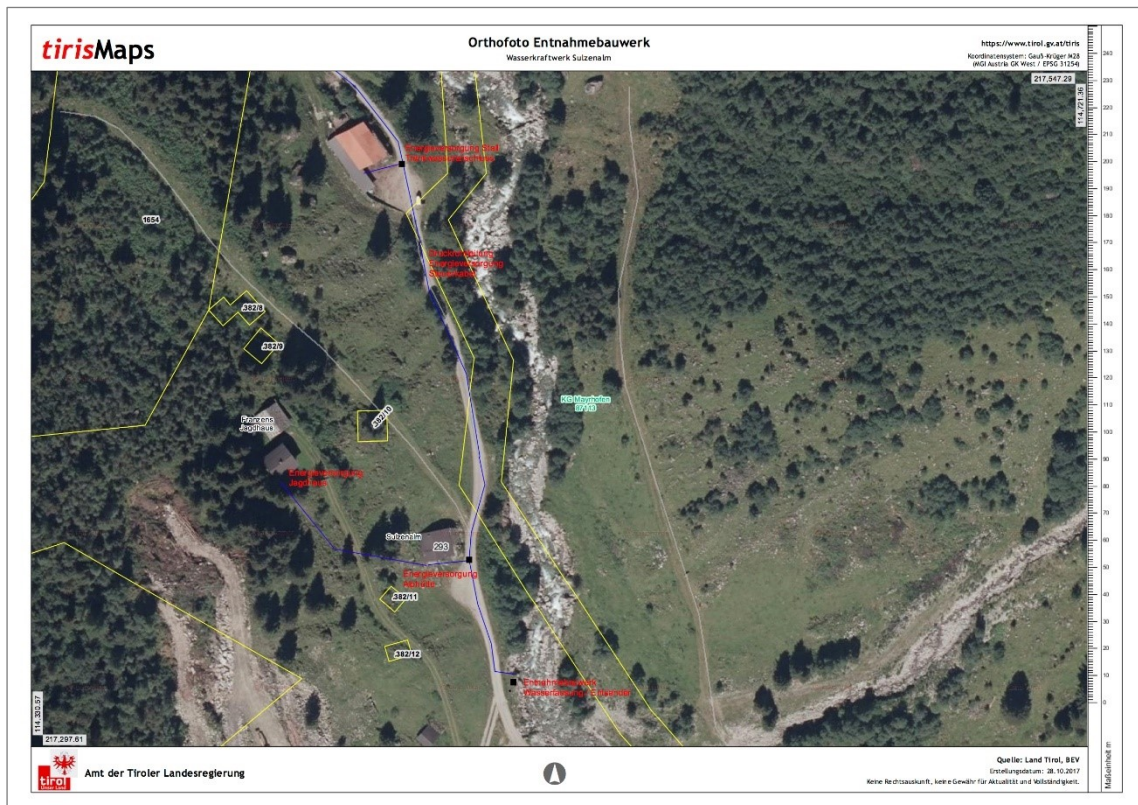


Abbildung 43: Liegenschaften Floitental¹⁰³

Die aus der Elektrifizierung entstehenden potentielle Projekte, dessen Umsetzung für die kommenden Jahre geplant ist, werden unten einzeln betrachtet.

Alphütte Sulzenalm

Die Elektrifizierung der Alphütte Sulzenalm hat den Vordergrund der Revitalisierung der Alm. Die Sulzenalm ist Abbildung 44 abgebildet. In den kommenden Jahren ist geplant, die Alphütte zu sanieren und als Jausenstation für Touristen zu eröffnen. Dafür werden allerdings zusätzlich Investitionen von geschätzt 50.000 Euro benötigt. Der Standpunkt eignet sich gut und ist vielversprechend, denn das Floitental wird im Sommer von Wanderern stark frequentiert. Die Alphütte Sulzenalm befindet sich zwischen der erstmöglichen Raststation im Floitental, der Tristenbachalm und vor der Raststation Steinbockhütte. Die Familie Trauttmansdorff hat bereits einen potentiellen und geeigneten Pächter und Almwirt für die Sulzenalm gefunden. Dennoch wurde über die Einzelheiten der Vertragsstruktur noch nicht verhandelt. Weil das Gesamtkonzept noch nicht steht ist es schwer genaue Aussagen sowohl über zukünftige Einnahmen als auch über die Höhe der Investitionen zu machen. Somit fließt das Projekt Sulzenalm nicht in den Businessplan des Kraftwerkprojektes ein.

¹⁰³ Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 157 ff.



Abbildung 44: Alphütte Sulzenalm

Franzenshütte und Bischofshütte

Die Franzenshütte und die Bischofshütte liegen im linken Floitental etwa 25 Meter höher als die Alphütte Sulzenalm. Ein Foto beider Hütten ist Abbildung 45 angeführt.

Links ist die Franzen- und rechts die Bischofshütte zu sehen. Vor hundert Jahren, als die Befahrung des Floitental noch nicht möglich war, wurde die Franzenshütte als Unterkunft für die Jagd verwendet. Die Hütte hat eine Gesamtanzahl von vier Zimmern mit je zwei Betten und einem Bad. Zu diesem Zweck wird sie heute noch manchmal, vor allem in den Sommermonaten verwendet. Die rechtliche Zeit ist diese ungenutzt und steht leer.

Ebenso die Bischofshütte. Sie wurde um das Jahr 1600 vom Salzburger Bischof errichtet und diente diesem als Ferienhütte in den Bergen Österreichs. Die Bischofshütte zählt so zu den ältesten Hütten im Zillertal und steht unter Denkmalschutz.

Durch die Elektrifizierung beider Hütten wäre die Familie Trauttmansdorff in der Lage, diese wochenweise in den Sommermonaten Juli, August und September an Urlauber zu vermieten. Die Vermietung der Franzenshütte scheint ebenfalls vielversprechend, da solch alte und gut erhaltene Hütten im Hochgebirge selten sind. Ferienmöglichkeiten in Österreich wie diese nehmen einen besonderen Stellenwert ein und es kann damit gerechnet werden, dass die Auslastung nahe der 100% Grenze liegen wird.



Abbildung 45: Franzenshütte und Bischofshütte

Wegen der Idee des wochenweisen Vermietens wird beim Bau des Wasserkraftwerkes ein Glasfaserkabel mitverlegt um zukünftig schnellen Zugang zu Internet auf der Franzenshütte gewährleisten zu können. Auch hier ist noch kein konkretes Konzept vorhanden. Außerdem fallen zusätzlich zur Elektrifizierung für die Elektroinstallation und Renovierung der Küche und des Bades weitere Investitionskosten an. Somit ist die Franzenshütte und die Bischofshütte ebenfalls ein Zukunftsprojekt der kommenden Jahre und nicht in der ökonomischen Betrachtung berücksichtigt.

Kuhstall

Der Kuhstall wurde früher von der Familie Trauttmansdorff zusammen mit der Sulzenalm jährlich verpachtet. Ein Foto des Kuhstalls ist in Abbildung 46 angeführt. Seit 3 Jahren wird lediglich der Kuhstall ohne Alphütte verpachtet, da es der Pächter vorzieht, unten im Tal zu wohnen. Durch die Elektrifizierung des Kuhstalles wird der Pachtbetrag ansteigen, denn der für das Melken der Kühe und für sonstige Gerätschaften benötigte Strom ist bis jetzt lediglich über einen Dieselgenerator bereitgestellt worden. Dieser ist nicht nur teurer, sondern auch um ein Vielfaches umweltschädlicher als der Strom aus dem Kraftwerksprojekt Sulzenquelle. Vorteilhaft ist in diesem Falle die nicht benötigte Elektroinstallation, da diese durch die bisherige Nutzung des Dieselgenerators bereits vorhanden ist. Nach Absprache mit dem Pächter steigt die Pachthöhe jährlich um 1000 Euro. Diese 1000 Euro fließen als zusätzlicher Umsatzerlös in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein.



Abbildung 46: Kuhstall Floitengrund

2.5 Betrachtung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit

Die Literaturrecherche zur ökonomischen Gesamtbetrachtung dient dem Zweck der fundierten Begründung der Ergebnisse. Zuerst wird auf die Marktanalyse eingegangen. Die Ergebnisse der internen und externen Marktanalyse werden mittels SWOT-Analyse und Stakeholder Mapping in der praktischen Betrachtung analysiert und zusammengefasst. Diese zwei Management Tools werden in den folgenden Kapiteln 2.5.1 und 2.5.2 genauer betrachtet. Anschließend wird auf die anzuwendenden Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung und der dazugehörigen Sensitivitätsanalyse eingegangen.

2.5.1 SWOT-Analyse

Die SWOT-Analyse ist ein Management Tool der Marktanalyse. Ziel ist es die auftretenden Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Unternehmen zu untersuchen und diese zu evaluieren. Die SWOT-Analyse ist für dieses Projekt hilfreich, um sich den internen und externen Einflussfaktoren bewusst zu werden und nützlich, um daraus Hinweise und Anregungen für die Bildung strategischer Optionen zu erhalten. Die SWOT-Analyse ist neben der Wirtschaftlichkeit ein wichtiges Entscheidungskriterium, ob das Wasserkraftwerk Sulzenquelle gebaut werden soll oder nicht.

Aufbau der SWOT-Analyse

Die SWOT-Analyse stellt die wichtigsten internen (Unternehmen) und externen (Umwelt) Einflussfaktoren im Überblick dar und gewinnt aus deren Zusammenfügung mögliche strategische Handlungsoptionen. Der Ablauf einer SWOT-Analyse ist in Abbildung 47 dargestellt.



Abbildung 47: Ablauf der SWOT-Analyse¹⁰⁴

Dazu werden zwei Schritte durchgeführt:

1. Es wird mit Hilfe einer internen und externen Achse eine zweidimensionale Matrix erstellt. Beide Achsen werden jeweils in ein positives und in ein negatives Feld unterteilt, wodurch sich für die interne Unternehmensanalyse die Begriffe Stärken (strengths) und Schwächen (weaknesses) sowie für die externe Umfeldanalyse die Begriffe Gelegenheiten (opportunities) und Gefahren (threats) bilden.
2. Im zweiten Schritt werden die interne und die externe Analysendimension in Beziehung zueinander gebracht. Diese lassen sich in vier Gruppen einteilen und können als mögliche Handlungsoptionen verstanden werden.

Die SWOT-Analyse mit den beiden oben beschriebenen Schritten ist in Abbildung 48 visualisiert.¹⁰⁵

¹⁰⁴ In Anlehnung an Herrmann, A.; Huber, F. (2013), S. 77

¹⁰⁵ Vgl. Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 207 f.

INTERNE ANALYSE EXTERNE ANALYSE	STÄRKEN - STRENGTH (+)	SCHWÄCHEN - WEAKNESSES (-)
	GELEGENHEITEN OPPORTUNITIES (+)	S – O STRATEGIEN: – Stabilisieren und stärken
GEFAHREN THREADS (-)	S – T STRATEGIEN: – Risiken überwinden!	W – T STRATEGIEN: – Differenziert handeln!

Abbildung 48: SWOT-Analyse¹⁰⁶

Vorteile der SWOT-Analyse ist die übersichtliche Darstellung, die Komplexitätsreduktion auf die wichtigsten Einflussfaktoren sowie ihre relativ einfache Verknüpfung der externen und internen Evaluierung. Nachteilig ist, dass die ausgearbeitete Marktanalyse und deren strategische Handlungsoptionen nicht gewichtet werden und somit keine Schwerpunkte setzt. Um dennoch Prioritäten setzen zu können wird im Anschluss eine Stakeholder Analyse durchgeführt.

2.5.2 Stakeholder Mapping

Wie soll sich die Familie Trauttmansdorff in den in der SWOT-Analyse ausgearbeiteten Handlungsoptionen positionieren? Das Stakeholder Mapping ist ein Management Tool um diesbezüglich die richtigen Entscheidungen zu treffen. Jedes Geschäftsumfeld ist durch eine Reihe von Einflusskräften (Stakeholder) charakterisiert, die den politischen Kontext des Unternehmens bilden. Das Scheitern einer Unternehmung kann man auch darin begründet sehen, dass das Unternehmen nicht in der Lage war relevante Stakeholder Interessen ausreichend zu bedienen. Da für die tendenziell unlimitierten Ansprüche der einzelnen Stakeholder nur limitierte Ressourcen zur Verfügung stehen müssen die einzelnen Einflussgrößen priorisiert werden. Im Zuge dieser Arbeit wird als Grundlage das Vorgehen von Müller-Stewens und Lechner¹⁰⁷ herangezogen.

Ermittlung der Anspruchsgruppen

Eine Hilfestellung dazu bietet das Stakeholder Mapping. Der erste hinführende Schritt ist die Ermittlung der Anspruchsgruppen. Mit Hilfe einer Checkliste kann überprüft

¹⁰⁶ In Anlehnung an Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 208

¹⁰⁷ Vgl. Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 151 ff.

werden, ob die erstellte Liste der Anspruchsgruppen vollständig ist. Ein Beispiel einer solchen Checkliste ist unten angeführt.

Checkliste – Ermittlung der externen und internen Anspruchsgruppen:

1. „Gibt es Gruppierungen, von denen Aktionen in Zusammenhang mit der Unternehmenspolitik bzw. -strategie ausgehen?“
2. Welche Gruppierungen spielen eine formelle/informelle Rolle bei der Formulierung der Unternehmenspolitik bzw. -strategie?
3. Wer verschafft sich – bezogen auf das Unternehmen und seine Geschäfte – lautstarkes Gehör (z.B. Bürgerinitiativen)?
4. Lassen sich Anspruchsgruppen aufgrund demographischer Kriterien benennen (z.B. Alter, Geschlecht, Beruf, Religion)?
5. Gibt es Organisationen zu denen enge Beziehungen unterhalten werden und die das Unternehmen beeinflussen könnten (z.B. Verbände)?
6. Wer besitzt nach Meinung von Experten, relevante Interessen bezüglich des Unternehmens und seiner Geschäfte (z.B. Kartellbehörde)?
7. Wer verfügt über legitime Interessen, hat aber nicht die Macht, diese zur Durchsetzung zu verhelfen?¹⁰⁸

Relevanz der Anspruchsgruppen feststellen:

Die Einteilung nach Relevanz der einzelnen Anspruchsgruppen ist wichtig, da die Gruppen für ein Unternehmen nicht von gleicher Bedeutung sind und nur limitierte Ressourcen zur Verfügung stehen. Um die Relevanz zu erkennen werden die einzelnen Anspruchsgruppen in eine Matrix eingeordnet. Während die Vertikalachse die Beeinflussbarkeit des Stakeholders darstellt, bildet die Horizontalachse dessen Einfluss auf die Unternehmung ab. Siehe Abbildung 49. Die Stakeholder der einzelnen Quadranten werden folgend beschrieben.

Typ: Spielmacher:

Der Stakeholder dieser Kategorie kann großen Einfluss auf die Unternehmung ausüben. Man befindet sich in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis. Auch der Stakeholder ist stark abhängig von der Unternehmung und damit sehr beeinflussbar. Oft ist dies z.B. der Kunde. Die Qualität dieser Stakeholder Beziehung in beide Richtungen bestimmt maßgeblich den Erfolg der Unternehmung.

Typ: Jocker:

Die Stakeholder dieser Kategorie können einen hohen Einfluss ausüben, sind jedoch nur begrenzt beeinflussbar. Dies kann z.B. eine Behörde oder Ministerium sein, welche über die gesetzlichen Rahmenbedingungen der Unternehmung bestimmen. Die Machtverhältnisse liegen klar auf Seiten der Stakeholder. Diese Kategorie hat deswegen den Namen Jocker, da das Unternehmen versuchen sollte diesen beeinflussbar zu machen. Meist ist dies durch Lobbying oder das Bilden von Allianzen möglich.

¹⁰⁸ Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 157

Typ: Gesetzte:

Die Machtverteilung liegt klar auf Seite der Unternehmung, denn der Stakeholder ist von diesem abhängig. Dies kann z.B. ein Lieferant sein, welcher relativ leicht durch einen anderen ersetzt werden könnte. Durch Allianzen könnte diese günstige Position der Unternehmung gestärkt werden.

Typ: Randfiguren

In dieser Kategorie gibt es auf keiner Seite ein Abhängigkeitsverhältnis, weshalb diese Stakeholdergruppe nicht entscheidend für den Erfolg der Unternehmung sind. Dies können zum Beispiel Non Profit Organisationen sein. Dennoch kann sich dieses Verhältnis im Laufe der Zeit ändern und Stakeholder können sich in eine andere Kategorie verschieben. Solch einen Stakeholder sollte man deshalb gelegentlich im Auge behalten und informieren, aber keinen großen Aufwand dabei betreiben.

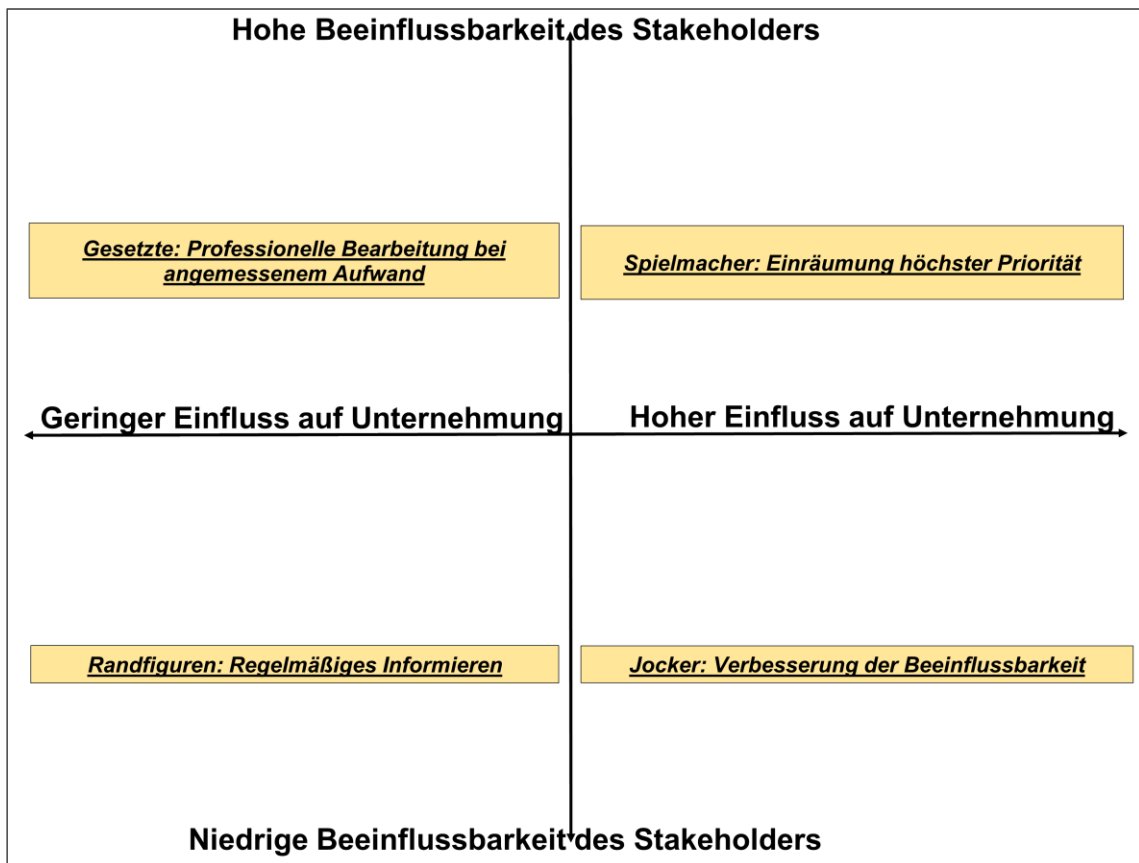


Abbildung 49: Stakeholder Mapping¹⁰⁹

Gegenüberstellung von Erwartungen, Ambitionen und Nutzenversprechen

Nun ist zunächst die Erwartungshaltung, die Ambitionen und das Nutzversprechen der einzelnen Anspruchsgruppen gegenüber der Unternehmung zu klären. Dazu kann man eine Annahme zu den Erwartungen der einzelnen Stakeholder treffen.

¹⁰⁹ In Anlehnung an Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 158

Überlegungen zu Zielen, Strategien und Maßnahmen

Nach der Gegenüberstellung können aufbauend aus den Erkenntnissen der vergangenen Analysen erste Ziele, Strategien und Maßnahmen abgeleitet werden um die Unternehmung bestmöglich zu positionieren. Auch für kommende Verhandlungen schafft die Anspruchsgruppenanalyse eine gute Basis, da man sich der Erwartungshaltung der einzelnen Stakeholder bewusst ist.¹¹⁰

Da für das Kleinwasserkraftwerksprojekt noch einige Verhandlungen durchgeführt werden müssen, erweist sich das Stakeholder Mapping als ein besonders hilfreiches Management Tool.

2.5.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die alles entscheidende Frage für die Realisierung des Kleinwasserkraftwerk Sulzenquelle ist, ob das Projekt aus wirtschaftlicher Sicht positiv zu beurteilen ist. Deshalb wird im Zuge dieser Masterarbeit eine umfassende Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt.

Ein Hilfsmittel dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung ist das Erstellen eines Schemas, mit welchem alle relevanten Aspekte untersucht und beurteilt werden können. Ein Beispiel einer solchen Beurteilungssystematik ist in Abbildung 50 angeführt.

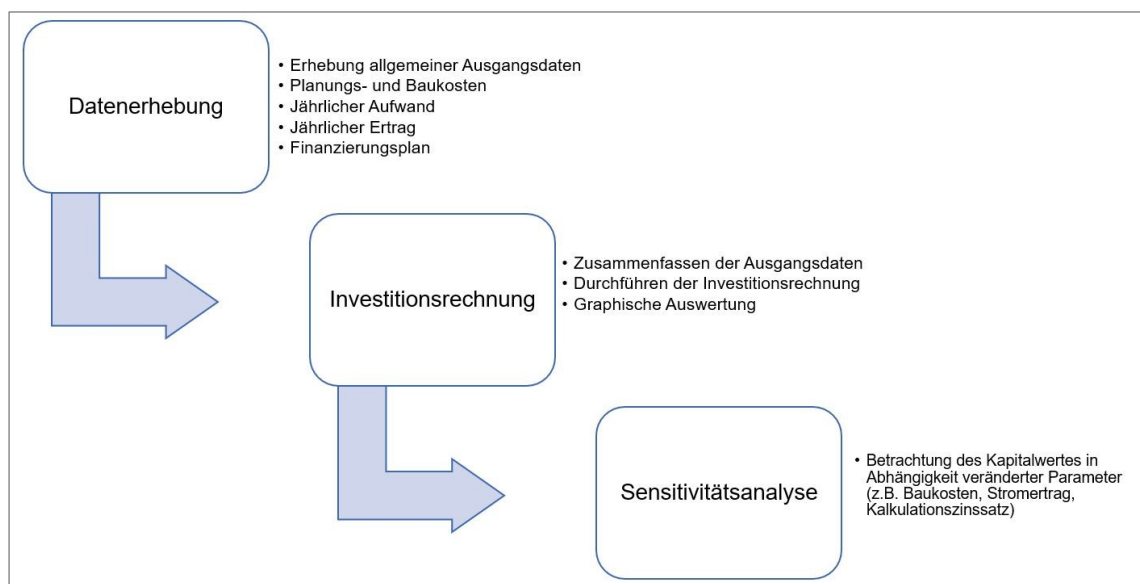


Abbildung 50: Beurteilungssystematik für Wasserkraftanlagen¹¹¹

Die einzelnen Phasen werden jeweils als eigenes Kapitel folgend genauer betrachtet.

¹¹⁰ Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 157 ff.

¹¹¹ In Anlehnung an Giesecke, J. et al. (2009), S. 85

2.5.4 Datenerhebung

In der Datenerhebung werden alle Parameter ermittelt, die für die Investitionsberechnung benötigt werden. Dazu gehören:

- Eine Abschätzung der voraussichtlichen Investitionskosten
- Eine Abschätzung der jährlichen Betriebskosten
- Berechnung der Abschreibungshöhe und Dauer
- Eine Abschätzung des zukünftigen Strompreises
- Eine Abschätzung des zukünftigen Umsatzes
- Festlegen der Randbedingungen (Auslegung der Anlage, Stromerträge)
- Festlegen der Finanzierung und Zinsen, der Teuerungsrate sowie WACC

Die Datenerhebung und die Festlegung der einzelnen oben aufgezählten Parameter des Kraftwerkprojektes Sulzenquelle erfolgt mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse aus der Literaturrecherche. Zwei noch nicht behandelte, aber essenzielle Parameter für die Investitionsberechnung sind die Betriebskosten und Steuern. Diese werden folgend kurz beschrieben.

Betriebskosten

Die Betriebskosten setzen sich aus den Instandhaltungskosten und der Höhe der Versicherungskosten zusammen. Da diese Kosten schwer abzuschätzen sind, bietet hierfür die OeMAG Hilfestellung an. Auf der Homepage der OeMAG kann man unter Investitionsförderung für Kleinwasserkraft ein Berechnungsmodell der Betriebskosten je Engpassleistung downloaden. Die Graphik hierfür ist unten angeführt.

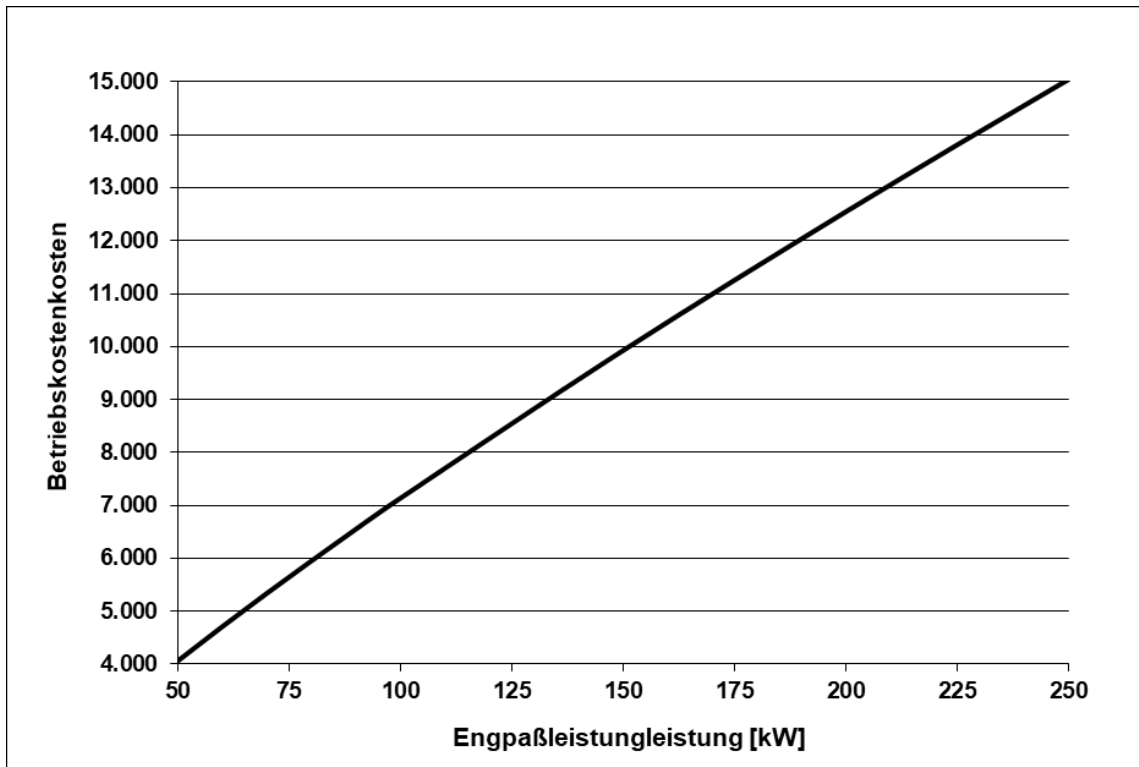


Abbildung 51: Kleinwasserkraft – Abschätzung der Betriebskosten je Engpassleistung¹¹²

Der genaue Betrag der Betriebskosten ist im Kapitel 3 Ergebnisse angeführt.

Steuern

Das österreichische Steuerrecht unterscheidet zwischen natürlichen und juristischen Personen. Die juristischen Personen haben Körperschaftssteuer, die natürlichen Personen Einkommenssteuer zu errichten. Da das Kraftwerksprojekt „Sulzenquelle“ ein Projekt des Gesamtbetriebes der Familie Trauttmansdorff darstellt, wird folgend genauer auf die Besteuerung juristischer Personen eingegangen.

„Das von einer Körperschaft erzielte Einkommen wird auf zwei Ebenen besteuert:

- *Auf Ebene der Körperschaft wird der Gewinn der Körperschaft mit Körperschaftssteuer in der Höhe von 25 % belastet, dies unabhängig davon, ob nachfolgend eine Gewinnausschüttung erfolgt oder nicht.*
- *Wird der Gewinn an natürliche Personen ausgeschüttet, so unterliegt diese Ausschüttung zusätzlich der Einkommensteuer in Form der Kapitalertragsteuer (KESt).*

Die KESt beträgt ab 1.1.2016 27,5 % (bis 31.12.2015 25 %) und wird von der Körperschaft einbehalten, womit die Steuerpflicht für den Empfänger endgültig abgegolten ist (Endbesteuerung).¹¹³

¹¹² OeMAG, URL: <https://www.oem-ag.at/de/foerderung/wasserkraft/investitionsfoerderung/>. (Zugriff: 13.03.2018).

¹¹³ Wirtschaftskammer Österreich, URL: [https://www.wko.at/service/steuern/Koerper-schaftsteuer_\(KOeSt\).html](https://www.wko.at/service/steuern/Koerper-schaftsteuer_(KOeSt).html) (Zugriff: 08.03.2018).

2.5.5 Investitionsrechnung

Im Zuge der Investitionsrechnung wird die wirtschaftliche Betrachtung des Kleinwasserkraftwerkprojektes vorgenommen und eine daraus resultierende Handlungsempfehlung abgeleitet. Durch eine umfassende Investitionsrechnung soll das Risiko einer falschen Investitionsentscheidung auf ein Minimum reduziert werden.

Die Investitionsrechnung bietet eine Vielzahl von Berechnungsmethoden. Grundsätzlich werden diese in statische und dynamische Investitionsrechenverfahren unterteilt. Die wichtigsten Methoden sind im Überblick in Abbildung 52 angeführt.

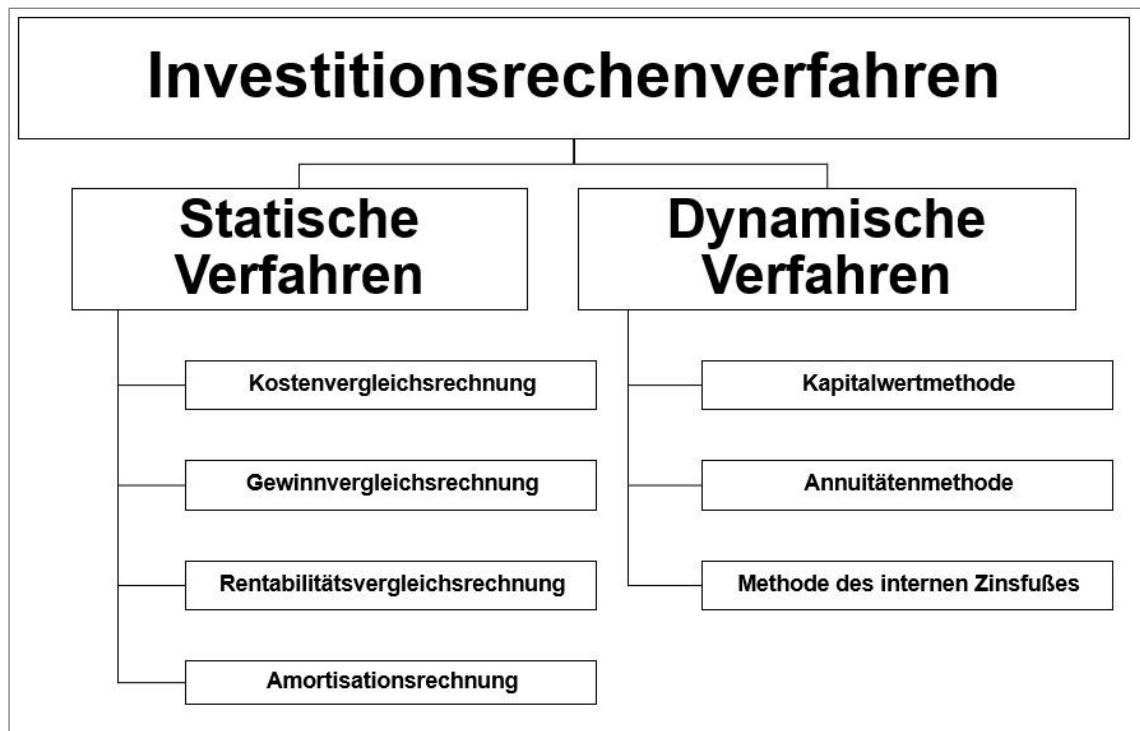


Abbildung 52: Investitionsrechenverfahren¹¹⁴

Intensiv mit der Investitionsförderung haben Müller Stewens und Lechner^{115,116}, Röhrich¹¹⁷ und Müller¹¹⁸. Darauf beziehen sich die folgenden Ausarbeitungen.

Statische Investitionsrechnung

In den statischen Investitionsrechenverfahren wird lediglich ein Zeitabschnitt explizit berücksichtigt. Dabei handelt es sich meistens um eine bestimmte Periode der Nutzungsdauer. Im Wesentlichen dient die statische Investitionsrechnung nur für überschlägige und weniger exakte Berechnungen. Denn die größten Kritikpunkte an den statischen Berechnungsverfahren sind die Vergangenheitsorientierung, die

¹¹⁴ In Anlehnung an Lechner, K. et al. (1999), S. 292ff

¹¹⁵ Vgl. Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 606ff

¹¹⁶ Vgl. Lechner, K. et al. (1999), S. 298ff

¹¹⁷ Vgl. Röhrich, M. (2014), S. 50f

¹¹⁸ Vgl. Müller, D. (2013), S. 421ff

Vernachlässigung des Zeitwertes des Geldes und die Beschränkung der Betrachtung auf einzelne Perioden.

Aus den oben angeführten Problemen der statischen Investitionsrechnung wird diese für das Kraftwerksprojekt nicht als Bewertungsmethode herangezogen, sondern die dynamische Investitionsrechnung, welche folgend beschrieben wird, verwendet.

Dynamische Investitionsrechnung

Dynamische Investitionsrechenverfahren sind Mehrperiodenmodelle und beheben die Nichtbeachtung der zeitlichen Unterschiede zwischen Ein- und Auszahlungen durch das Auf- oder Abzinsen der jeweiligen Zahlungen. Die Zinssätze, welche zur Bewertung der Zahlungen herangezogen werden, ergeben sich als Zeitpräferenzrate am Kapitalmarkt. Die genaue Bestimmung der Auf- und Abzinsungen wird in einem eigenen Kapitel erklärt. Der sich nach einer definierten Laufzeit von N Jahren aus der Wertanlage des Betrags B_0 unter Berücksichtigung des jährlichen Zinssatzes ergebene Wert wird als Endwert EW_N bezeichnet. Bei jährlicher Verzinsung wird der Endwert folgend berechnet:

$$EW_N = B_0(1 + i)^N$$

i stellt den oben bereits angeführten Zinssatz dar. Mit dem Formelteil $(1 + i)^N$ wird der Aufzinsungsfaktor q^N formuliert. Der Endwert EW_N drückt somit aus, wie viel die Anlage nach N Jahren wert ist.¹¹⁹ Bei einer Geldanlage von 10.000 Euro über drei Jahre, mit einem Zinssatz von 10% ergibt sich demnach:

$$EW_N = 10.000 \times (1 + 0,1)^3 = 13.310 \text{ Euro}^{120}$$

Der Anlagenwert ist also durch die jährliche Aufzinsung von 10% um 3.310 Euro auf 13.310 Euro angestiegen.

Umgekehrt werden Beträge, welche erst in Zukunft zur Verfügung stehen, abgezinst. Der Geldwert ist heute höher als in kommenden Jahren. Diese Abzinsung wird mit dem Kehrwert q^{-N} des Aufzinsungsfaktors berechnet. Diesen bezeichnet man als Abzinsungsfaktor bzw. Diskontierungsfaktor. Der abgezinste Wert des in Zukunft zur Verfügung stehenden Betrags nennt sich Barwert und wird folgend berechnet:

$$B_0 = EW_N \times (1 + i)^{-N}$$

Ein Geldbetrag in der Höhe von 10.000 Euro ist bei einem Abzinsungsfaktor von 10% in drei Jahren nur mehr 7.513 Euro wert. Siehe unten angeführte Rechnung:

¹¹⁹ Vgl. Götze, U. (2008), S. 65 ff.

¹²⁰ Götze, U. (2008), S. 67

$$B_0 = 10.000 \times (1 + 0,1)^{-3} = 7.513 \text{ Euro}^{121}$$

Durch den Abzinsungsfaktor verringert sich der Barwert des Geldes um 2.487 Euro auf 7.513 Euro. Der Barwert sinkt also mit steigendem Zinssatz und umgekehrt.

Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode ist eine häufig als Entscheidungskriterium angewendete Investitionsrechnung. Als Kapitalwert KW_0 , auch Nettobarwert, Net Present Value oder Discounted Cash-Flow genannt, bezeichnet man die Summe aller auf einen Zeitpunkt N ab bzw. aufgezinsten Ein- und Auszahlungen, welche durch die Realisierung des Investitionsprojektes verursacht werden. Zur Formulierung der Kapitalwertfunktion zum Zeitpunkt $t = 0$ wird folgendes angenommen¹²²:

$$KW_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^N R_t \times (1 + i)^{-t}$$

R_t bezeichnet den jährlichen Rückfluss als Einzahlungsüberschuss (auch als Cash - Flow bezeichnet) und I_0 die Anschaffungsauszahlung zum Zeitpunkt $t = 0$.

Ist der Kapitalwert größer/gleich Null, so ist die Investition vorteilhaft. Der Kapitalwert ist in diesem Falle jener Geldbetrag, der abzüglich der Investitionskosten als Mehrwert generiert wird. Anders ausgedrückt ist ein Kapitalwert größer Null jener Betrag, der die durch den Abzinsungsfaktor risikoangepassten Kapitalkosten deckt und zusätzlich eben diesen berechneten Betrag als zusätzlichen Mehrwert generiert.

Ist er Kapitalwert kleiner als Null, so ist von der Investition abzuraten da die risikoangepassten Kapitalkosten nicht gedeckt werden können.

Die Parametergröße Rückfluss als Einzahlungsüberschuss der Kapitalwertmethode wird in der Cash-Flow Rechnung ermittelt. Diese ist in Tabelle 6 angeführt.

Jahresüberschuss bzw. Jahresfehlbetrag
+ Abschreibungen
+ Erhöhung/ - Verminderung Rückstellungen
+ Erhöhung/ - Auflösung Sonderposten
- Ausschüttungen
+ Einlagen/ - Entnahmen

¹²¹ Vgl. Götze, U. (2008), S. 68

¹²² Vgl. Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 608

Cash - Flow

Tabelle 6: Cash - Flow Rechnung¹²³

Die Ermittlung des Jahresüberschusses, welche in der Cash-Flow Rechnung an oberster Stelle stehen, ergibt sich aus der Gewinn und Verlustrechnung. Diese ist in Tabelle 7 angeführt.

Gesamterlöse/ Umsatzerlöse
- Materialaufwand
Bruttoertrag
- Personalkosten
- Abschreibungen
- Sonstige betriebliche Aufwendungen
Betriebsergebnis (EBIT)
(- Zinsen)
Ergebnis vor Steuern (EBT)
- Körperschaftssteuern (25%)
Jahresüberschuss/ Jahresfehlbetrag

Tabelle 7: Gewinn und Verlustrechnung¹²⁴

Die oben angeführten Berechnungen der Gewinn- und Verlustrechnung und Cash-Flow Rechnung sind bereits auf die Anwendung des Projektes „Sulzenquelle“ vereinfacht. So wurde zum Beispiel die Erhöhung oder Verminderung des Betriebsergebnisses, sowie Lagerbestände in der Cash-Flow Rechnung nicht berücksichtigt, da diese hier nicht anfallen.

Für die Kapitalwertmethode werden die Zinsen üblicherweise ebenfalls nicht in der Gewinn- und Verlustrechnung angezogen, da diese im Abzinsungsfaktor bereits berücksichtigt sind. Können die Zinsen allerdings direkt zugewiesen werden, sind diese miteinzubeziehen.

Für das die Investitionsrechnung für österreichische Kleinwasserkraftwerke hat die OeMAG ein eigenes Modell erstellt, nach welchem sich auch die Investitionsrechnung dieser Unternehmung orientiert.¹²⁵

Da der Abzug der Zinsen das Ergebnis vor Steuern mindert, verringert sich dadurch auch der zu zahlende Steuerbetrag. Der jährliche positive Cash-Flow wird in diesem Projekt

¹²³ In Anlehnung an Heesen, B. (2012), S. 150

¹²⁴ In Anlehnung an Heesen, B. (2012), S. 7

¹²⁵ OeMAG, <https://www.oem-ag.at/de/foerderung/wasserkraft/investitionsfoerderung/> (Zugriff: 13.03.2018).

direkt für die Kredittilgung, das heißt bis der Kredit vollständig abbezahlt ist, verwendet. Somit ist der Cash-Flow in den Perioden der Kreditrückzahlung gleich 0 und wird abgezinst, wenn dieser größer 0 ist, also wenn der Kredit zur Gänze abbezahlt ist. Diese Rechenmethode ist wegen zwei sich positiv auswirkenden Faktoren der Methode ohne Zinsabzug vorzuziehen.

Zum einen senkt der Abzug der Zinsen wie bereits beschrieben den jährlich zu zahlenden Steuerbetrag. Zum anderen verringern sich die jährlich zu zahlenden Zinsen, da sich das Kreditvolumen in jeder folgenden Periode durch die Kredittilgung in Höhe des nicht abgezinsten Cash – Flows der jeweiligen Periode mindert. Der fällige jährliche Zinsbetrag für die kommende Periode berechnet sich somit aus dem Produkt von Restkreditbetrag und Fremdkapitalzinssatz und ist geringer als der fällige Zinsbetrag im ersten Jahr der Investitionsrechnung.

In dem Projekt Sulzenquelle ändert sich ebenfalls der jährlich zu zahlende Zinsbetrag. Durch die oben beschriebene Berechnungsmethode lässt sich der Kapitalwert der Investition exakter bestimmen. Im Gegensatz zu einem endfälligen Darlehen bei welchem der Darlehensbetrag erst am Ende der Darlehenslaufzeit fällig wird und ein jährlich Fixzinsbetrag zu zahlen ist, handelt es sich bei dem Kredit dieses Projekts um ein Tilgungsdarlehen. Bei einem Tilgungsdarlehen setzt sich der zu zahlende jährliche Zinsbetrag aus dem Produkt von Restdarlehen und Zinssatz zusammen.

Auf die Berechnung des Fremdkapitalzinssatzes und Eigenkapitalzinssatzes wird im folgenden Kapitel eingegangen.

Berechnung der risikoangepassten Kapitalkosten (WACC) Berechnung

Die risikoangepassten Kapitalkosten ergeben sich aus dem gewichteten Kapitalkostensatz (WACC – Weighted Average Costs of Capital). Der WACC berechnet sich mittels dem Capital Asset Pricing Modells (CAPM) aus der Summe des Produktes von Eigenkapitalanteil mal Eigenkapitalkosten und des Produktes von Fremdkapitalanteil mal Fremdkapitalkosten. Siehe unten angeführte Formel.¹²⁶

$$WACC = \frac{EK}{GK} \times c_{EK} + \frac{FK}{GK} \times c_{FK}$$

Der Eigenkapitalanteil berechnet sich aus der Division von Eigenkapital (EK) durch Gesamtkapital (GK). Die Bestimmung des Fremdkapitalanteils folgt der selben Methodik. Die Fremdkapitalkosten können relativ einfach ermittelt werden, da diese von der Bank vorgegeben werden und der Höhe der Zinsen für das aufgenommene Fremdkapital entsprechen. Die Bank errechnet sich diesen Zinssatz aus dem risikofreien Zinssatzes des Produktes (z.B. Staatsanleihe), dem intern bestimmten Risikozuschlag und dem Faktor (1 – Kapitalertragssteuer). Siehe Formel unten.¹²⁷

¹²⁶ Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016), S. 608

¹²⁷ Lechner, K. et al. (1999), S. 298 ff.

$$c_{EK} = (\text{risikofreier Zinssatz} \times \text{Risikozuschlag}) \times (1 - \text{Steuersatz})$$

Bei der oben beschriebenen Berechnungsmethode des Kapitalwertes mit Abzug der Zinsen vor dem Betriebsergebnis vor Steuern entfällt der Steuerbereinigungsfaktor der Zinsen allerdings wieder.

Die Eigenkapitalkosten können wegen ihrer Abbildung der Gewinnerwartung der Anteilseigner nicht so einfach bestimmt werden. Die Höhe der Eigenkapitalverzinsung ist zusätzlich einer Risikoprämie jener Betrag, welchen die Anteilseigner bei einem alternativen Investment als Gewinn erwarten würden. Da in diesem Projekt kein Eigenkapitalanteil vorhanden ist und eine 100%ige Fremdfinanzierung vorgesehen ist, wird auf die detaillierte Berechnung nicht weiter eingegangen.

Methode des internen Zinsfußes

Die Methode des Internen Zinsfußes ist ein weiteres Berechnungsmodell der dynamischen Investitionsrechnung. Der interne Zinsfuß ist jener Kalkulationszinssatz in der Investitionsrechnung mittels Kapitalwertmethode, der einen Kapitalwert von null zur Folge hat. Eine Anlage ist dann als vorteilhaft zu beurteilen, wenn der interne Zinsfuß größer ist als die risikobereinigten Kapitalkosten. Ist dies nicht der Fall, bedeutet das auf Basis des risikobereinigten Kapitalzinssatz eine höhere Gewinnerwartung, bei alternativen Investitionsmöglichkeiten. Die Methode des internen Zinsfußes stellt somit den Vergleich zwischen der Verzinsung des Investitionsprojektes und den Kosten der Finanzierung dar, welche den Kalkulationszinssatz repräsentiert werden. Der interne Zinssatz (r) ist folgendermaßen mathematisch definiert:¹²⁸

$$KW_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^N R_t \times (1 + r)^{-t} = 0$$

Der interne Zinssatz lässt sich rechnerisch nur sehr schwer exakt berechnen. Daher werden Näherungsverfahren angewendet um diesen zu bestimmen. Ein solches Verfahren ist das Newton'sche Verfahren und findet auch in dieser Arbeit Anwendung. Bei diesem Verfahren werden zwei Zinssätze (i_1 , i_2) bestimmt. Die Bestimmung der beiden Zinssätze sollte so oft durchgeführt werden, sodass mit i_1 ein Kapitalwert größer null und mit i_2 ein Kapitalwert kleiner null errechnet wird. Wichtig ist hierbei zu erwähnen, dass das Ergebnis umso genauer ist, desto näher diese Werte bei null liegen. Ist nun ein positiver und negativer Kapitalwert ermittelt worden, wird eine lineare Interpolation durchgeführt. Die Formel, welche zur Interpolation herangezogen werden kann, lässt sich aus der unten angeführten Abbildung ableiten.

¹²⁸ Vgl. Götze, U. (2008), S. 99

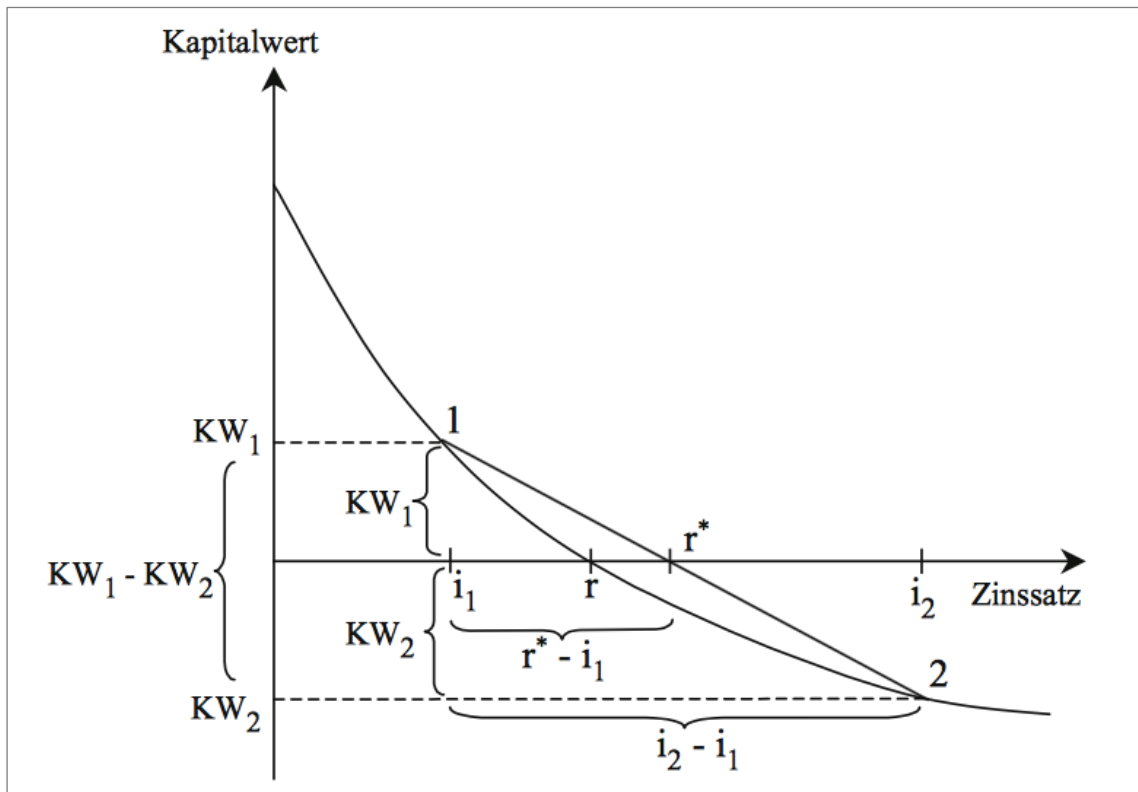


Abbildung 53: Bestimmung des internen Zinsfußes¹²⁹

In Abbildung 53 wird der interne Zinsfuß (r) durch den Schnittpunkt der Kapitalwertfunktion und x-Achse repräsentiert. Dieser Wert kann durch den Schnittpunkt der Verbindungsgeraden der beiden berechneten Kapitalwerten nahe null und der x-Achse angenähert werden. Die auf den Strahlensätzen beruhende Formel zur Ermittlung dieses Annäherungswertes (r^*), kann aus Abbildung 53 hergeleitet werden und ist folgend angeführt:¹³⁰

$$\frac{r^* - i_1}{i_2 - i_1} = \frac{KW_1}{KW_1 - KW_2}$$

Daraus folgt:

$$r^* = i_1 - \frac{KW_1}{KW_1 - KW_2} \times (i_2 - i_1)$$

Und damit auch:

$$r^* \sim i_1 - \frac{KW_1}{KW_1 - KW_2} \times (i_2 - i_1)$$

Wie bereits bekannt, ist die Genauigkeit des Näherungswertes (r^*) am internen Zinsfußes abhängig vom Abstand der berechneten Kapitalwerte an Null. Daher ist es

¹²⁹ Götze, U. (2008), S. 100

¹³⁰ Vgl. Götze, U. (2008), S. 99 ff.

ratsam mehrere Zinssätze heranzuziehen, die Kapitalwerte dieser zu berechnen und so die geeignetsten Zinssätze bestimmen zu können.

Dynamische Amortisationsrechnung

Die dynamische Amortisationsrechnung ist ein Modell abgeleitet aus der Kapitalwertmethode und berechnet die Wiedergewinnungszeit eines Investitionsobjektes. Im Vergleich zur statischen Amortisationsrechnung wird hier der Zeitwert des Geldes berücksichtigt und wird folgendermaßen ermittelt.

Mittels Kapitalwertmethode wird für jede Periode der Nutzungsdauer der Barwert berechnet. Diese werden nun kumuliert. Solange der Kapitalwert, sprich Anfangsinvestition minus jährlicher diskontierter Rückflüsse negativ ist, ist die Amortisationszeit noch nicht erreicht. Sobald der Kapitalwert positiv wird, liegt die Amortisationszeit zwischen dieser betrachteten Periode ($N^* + 1$) und der davor liegenden Periode N^* mit dem letztmalig auftretenden negativen kumulierten Kapitalwert. Wie bei der Methode des internen Zinsfußes kann die genaue Amortisationszeit (AZ) mittels Interpolation bestimmt werden. Die Formel dieser Interpolation ist folgend angeführt:¹³¹

$$AZ \sim N^* + \frac{KW_{N^*}}{KW_{N^*} - KW_{N^*+1}}$$

Oft wird die dynamische Amortisationszeit als Vergleich der Vorteilhaftigkeit mehrerer verschiedener Investitionsprojekte herangezogen. Bei dem Projekt „Sulzenquelle“ handelt es sich lediglich um ein Investitionsprojekt. Dennoch ist die dynamische Amortisationszeit eine Projektrelevante Kennzahl der Wiedergewinnungszeit und findet daher auch in dieser Arbeit Anwendung.

Spezifische Investitionskosten (EUR/kW)

Die spezifischen Investitionskosten, bezogen auf die Engpassleistung, dienen ebenfalls als guter Vergleichswert für eine Aussage zur potentiellen Wirtschaftlichkeit eines Kraftwerkes. Sie errechnen sich aus der Division von Investitionskosten durch die Engpassleistung des Kraftwerkprojektes. Wie bereits im Kapitel 2.3 beschrieben stellt die Engpassleistung (EPL) die maximale elektrische Dauerleistung unter Normalbedingungen dar. Hierbei unterscheidet man zwischen Netto- und Bruttoengpassleistung, wobei sich Erstere aus der Gesamtleistung, sprich Bruttoleistung abzüglich des Leistungsverlustes für Eigenverbrauch und internen Verlusten zusammensetzt.

Die unten angeführte Abbildung 54 dient als Vergleichswert für spezifische Investitionskosten für österreichische Kleinwasserkraftanlagen. Diese ist aus einer vom WWF Österreich in Auftrag gegebene Studie „Wirtschaftliche Herausforderungen für den Ausbau der Wasserkraft in Österreich“ der Firma e3 consult GmbH entnommen. Die Gerade der Abbildung 54 bildet den Mittelwert aus Engpassleistung und

¹³¹ Vgl. Müller, D. (2013), S. 435

Investitionskosten. So kann eine gute grobe Einschätzung vorgenommen werden, ob das Kraftwerksprojekt Sulzenquelle höhere oder niedrigere spezifische Investitionskosten aufweist als der Durchschnitt der erfassten Kleinwasserkraftwerke in Österreich.¹³²

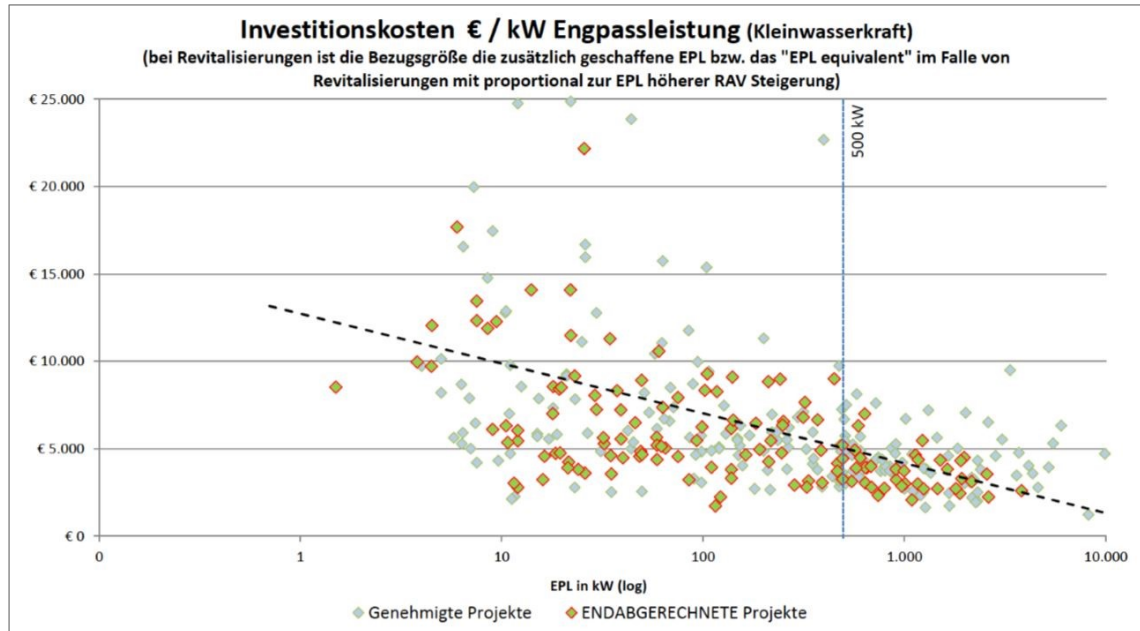


Abbildung 54: Spezifische Investitionskosten¹³³

Das Ergebnis der spezifischen Investitionskosten kann allerdings auch irreführen, da sich die Kosten lediglich auf die Engpassleistung des Kraftwerk Projektes beziehen. Da der Genehmigte zu entnehmende Volumenstrom eines Wasserkörpers oftmals jahreszeitenbedingt sehr volatil sein kann, wird so das Ergebnis verzerrt. Es empfiehlt sich daher eine zusätzliche Kennzahl zu betrachten, die spezifischen Stromgestehungskosten. Denn erst durch die Multiplikation der Engpassleistung mit der Anzahl der Vollaststunden errechnet man sich den Betrag des tatsächlich generierten Stromes in kWh auf den jeweils betrachteten Zeitraum. Die dynamische Betrachtung der spezifischen Stromgestehungskosten wird im folgenden Kapitel beschreiben.

Spezifische Stromgestehungskosten LCOE (Levelized Costs of Electricity)

Unter Levelized Costs of Electricity – LCOE versteht man den über die Nutzungsdauer eines Kraftwerkprojektes ermittelten Mittelwert der Stromgestehungskosten. „Der Grundgedanke ist, aus allen anfallenden Kosten für Errichtung und Betrieb der Anlage eine Annuität (jährliche Durchschnittskosten) zu bilden und diese der durchschnittlichen jährlichen Erzeugung gegenüberzustellen. Daraus ergeben sich dann die sogenannten Stromgestehungskosten in Cent pro kWh“¹³⁴. Siehe unten angeführte Formel.¹³⁵

¹³² Vgl. Neubarth, J. (2018), S. 25ff

¹³³ Vgl. Neubarth, J. (2018), S. 27

¹³⁴ Christoph Kost et al. (2013), S. 36

¹³⁵ Vgl. Christoph Kost et al. (2013), S. 36

$$\sum_{N=1}^n LOCE \times \frac{M_{et}}{(1+i)^N} = I_0 + \sum_{N=1}^n \frac{A_N}{(1+i)^N}$$

Daraus folgt:

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{N=1}^n \frac{A_N}{(1+i)^N}}{\frac{M_{et}}{(1+i)^N}}$$

Durch Umformung der ersten Gleichung errechnen sich die spezifischen Investitionskosten aus den Barwerten aller Ausgaben (Investitionsausgaben plus jährliche Gesamtkosten im Jahr N (A_N)) durch die Barwerte der Stromerzeugung. Die Abzinsung der generierten Strommenge scheint zunächst unverständlich. Dies ist lediglich auf die Umformung der ersten Gleichung zurückzuführen. Sowohl auf der linken, als auch auf der rechten Seite der Gleichung stehen Geldbeträge (LOCE und jährliche Gesamtkosten (A_N)) welche in Folge der dynamischen Investitionsrechnung abgezinst/aufgezinst werden müssen.

Die jährliche Strommenge errechnet sich aus der Nettoleistung des Kraftwerkes multipliziert mit der Anzahl der ermittelten Vollaststunden pro Jahr. Die unten angeführte Abbildung 55 dient als Vergleichswert für Investitionskosten für österreichische Kleinwasserkraftanlagen. Diese ist ebenfalls aus einer vom WWF Österreich in Auftrag gegebene Studie „Wirtschaftliche Herausforderungen für den Ausbau der Wasserkraft in Österreich“ der Firma e3 consult GmbH entnommen.

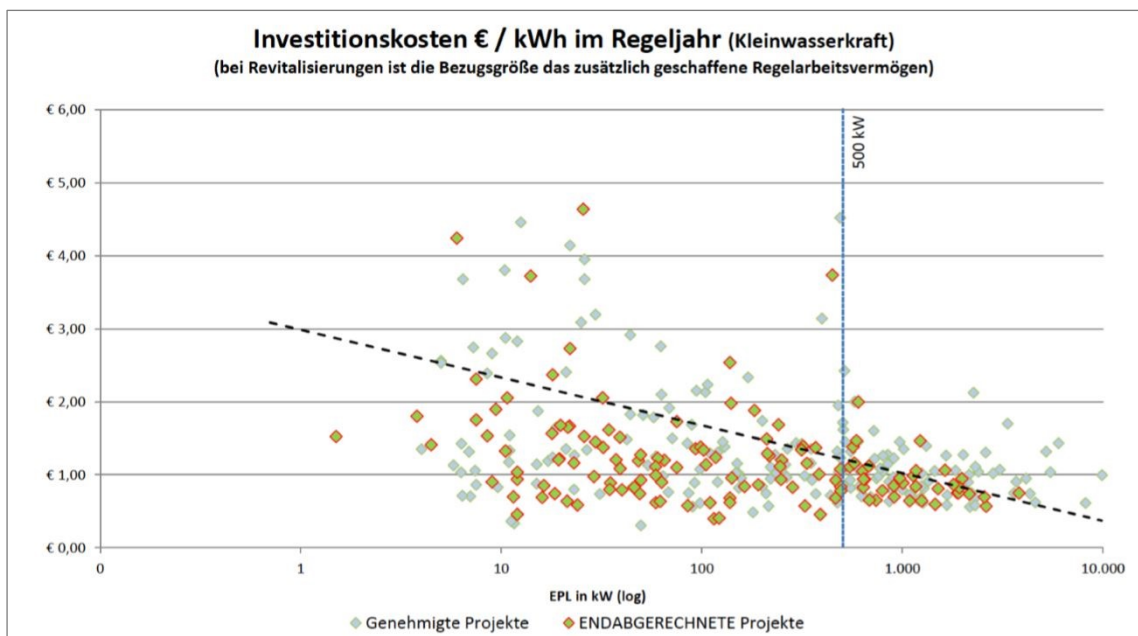


Abbildung 55: Levelized Costs of Electricity¹³⁶

¹³⁶ Dr. Jürgen Neubarth (2018), S. 27

2.5.6 Risikoanalyse

Die oben beschriebenen Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung dienen der Entscheidungsfindung ob ein Kraftwerksprojekt als ökonomisch vorteilhaft einzustufen ist und somit auch, ob dieses realisiert werden soll. Die berechneten Werte dieser Verfahren gründen, mit Hilfe der durchgeführten Literaturrecherche, auf Annahmen von Kosten und Umsatzen des Projektes, sowie der zukünftigen Entwicklungen. Wie bei jeder Form von getroffenen Annahmen bringen diese Risiken und Chancen mit sich.

Im Zuge dieser Masterarbeit werden drei verschiedene Methoden angewandt, um die Unsicherheitsfaktoren des Projektes Sulzenquelle in die Wirtschaftlichkeitsberechnung zu integrieren. Die Beschreibung der letzten beiden Methoden Sensitivitäts- und Risikoanalyse ist von Müller entnommen ¹³⁷.

1. Verschiedene Szenarien

Um hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Projektes gut abschätzen zu können ob die behördlich potentiell Bewilligungsfähigen Möglichkeiten des Kleinwasserkraftwerkes (inkl. Trinkwasserverkauf und Pachterhöhung) bezogen auf N Jahre gewinnbringend sind, werden vier verschiedene Szenarien entwickelt und diese unabhängig von einander analysiert und bewertet. Die herangezogenen Kennzahlen der Bewertung sind folgende und bereits im Kapitel 2.5.5 beschriebene Methoden:

- Die für Kleinwasserkraftwerke abgeänderte Form der Kapitalwertmethode. Die Kennzahl hierfür ist der Kapitalwert bzw. Net Present Value (NPV).
- Die Methode des Internen Zinsfußes.
- Die Amortisationszeit.
- Die spezifischen Investitionskosten.
- Die spezifischen Stromgestehungskosten (LCOE).

Die genaue Hinführung und Erklärung des jeweilig gewählten Szenarios ist im Kapitel 3 Ergebnisse angeführt.

2. Sensitivitätsanalyse

Im Zuge der Sensitivitätsanalyse werden die Zusammenhänge zwischen den angenommenen Parametern des Projektes aufgezeigt, denn viele der getroffenen Annahmen wie z.B. die Investitionskosten sind Abschätzungen und können sich im Laufe des Projektes verändern.

Es werden die Sensitivitäten der errechneten Ergebnisse aus der abgeänderten Form der Kapitalwertmethode in Bezug auf die angenommenen Werte der Parameter ermittelt. Dies liefert wertvolle Informationen über die finanzielle Struktur des Kraftwerkes und zeigt mögliche Schwachstellen auf. ¹³⁸

Ein Beispiel einer Sensitivitätsanalyse ist in Abbildung 56 angeführt. Verglichen wird hier Veränderung des Kapitalwertes bei jeweils höheren oder niedrigeren definierten

¹³⁷ Müller, D. (2013), S. 456 ff.

¹³⁸ Vgl. Müller, D. (2013), S. 456 ff.

Eingangsgrößen. So können die größten Risiken/Chancen und Einflussfaktoren schnell ausfindig gemacht werden und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

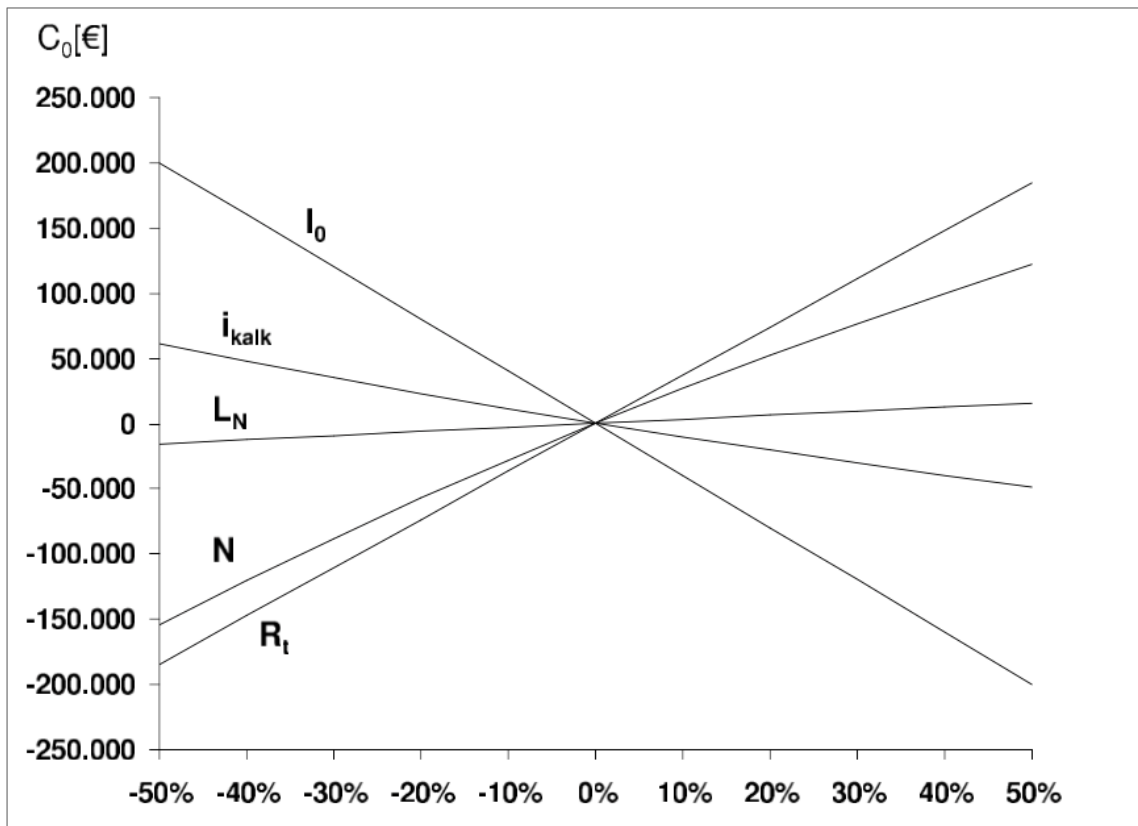


Abbildung 56: Ergebnisse Sensitivitätsanalyse¹³⁹

Es bietet sich ebenfalls an, die Ergebnisse mittels Tornado Diagramm auszuwerten. Die Parameter werden, angefangen vom einflussreichsten Parameter auf die Kapitalwertveränderung, von oben nach unten angeführt. Dadurch entsteht eine Verteilung, welche einem Tornado ähnelt, wodurch sich der Name des Diagrammes ableiten lässt.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse des Projektes Sulzenquelle werden für jedes Szenario jeweils die Einflüsse der Parameter wie in Abbildung 56, sowie mittels Tornado Diagramm ausgewertet. Die Simulation der Sensitivitätsanalyse wird mittels einer sogenannten Monte Carlo Simulation durchgeführt und im übernächsten Kapitel genauer beschrieben.

3. Risikoanalyse

Die Risikoanalyse dient als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung der Realisierung eines Projektes mittels Wahrscheinlichkeitsverteilung. Auf Basis von Wahrscheinlichkeitsverteilungen der vorab definierten unsicheren Parametern (Annahmen) wird eine vollständige Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes der

¹³⁹ Müller, D. (2013), S. 458

abgeänderten Form für Kleinwasserkraftwerke ermittelt. Ein beispielhafter Ergebnisgraph einer Risikoanalyse ist in Abbildung 57 angeführt. Der Graph leitet aus den möglichen Abweichungen der getroffenen Annahmen das resultierende Risiko ab.

140

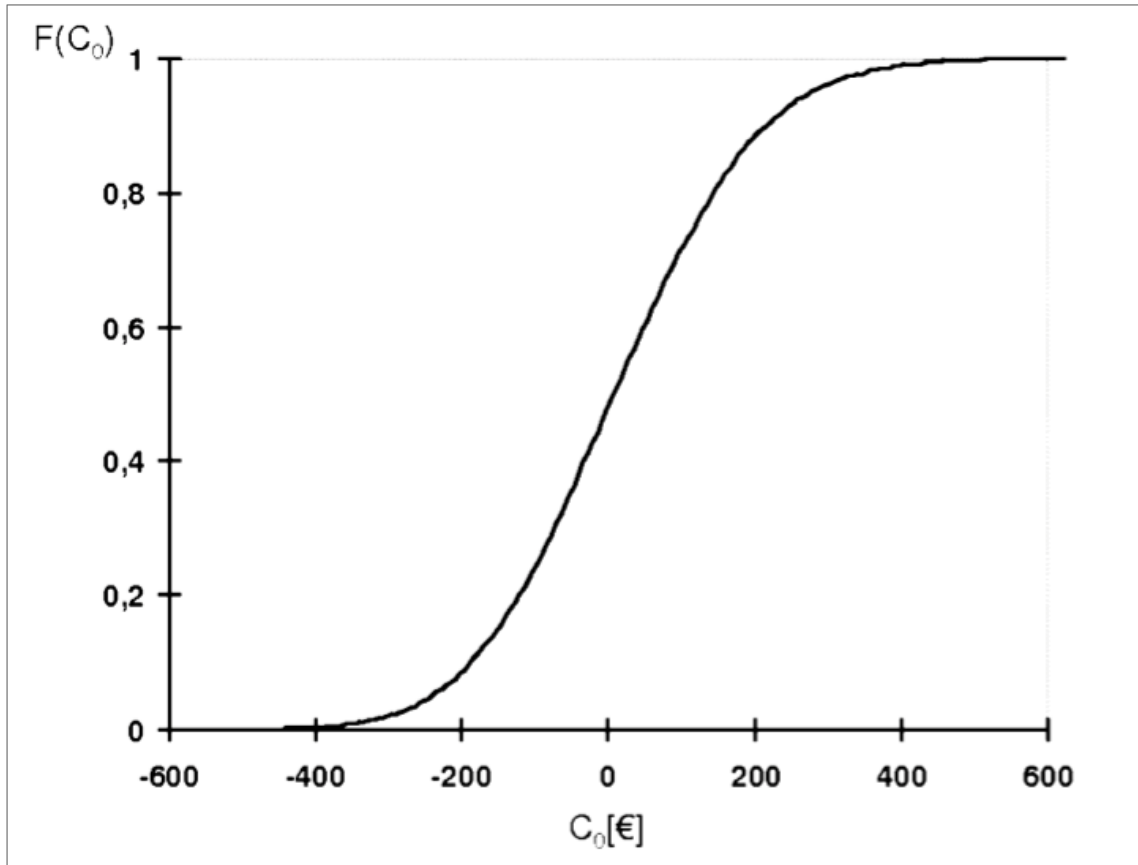


Abbildung 57: Ergebnisgraph einer Risikoanalyse¹⁴¹

In dem oben angeführten Beispiel ergibt die Risikoanalyse eine Verlustwahrscheinlichkeit von ungefähr 48%, einen Kapitalmittelwert von 11.800 Euro sowie eine Standardabweichung von 158.400 Euro.

Die Ergebnisse aus der Risikoanalyse sind insofern hilfreich für die gesamtwirtschaftliche Betrachtung eines Projektes, als dass aus einem Ergebnis ohne negativen Kapitalwert in der Wahrscheinlichkeitsberechnung kein Risiko resultiert und daher wirtschaftlich als absolut vorteilhaft einzuteilen ist. Weißt die Wahrscheinlichkeitsverteilung einen negativen Anteil auf, so sollte die dazugehörige Wahrscheinlichkeit berechnet werden. Fällt diese sehr gering aus, kann dies trotzdem zu der Entscheidung führen, das Wasserkraftprojekt zu realisieren. Ist die Wahrscheinlichkeit eines negativen Kapitalwertes jedoch hoch, ist von einer Projektrealisierung abzuraten.

¹⁴⁰ Vgl. Müller, D. (2013), S. 459 ff.

¹⁴¹ Müller, D. (2013), S. 460

Die Simulation der Risikoanalyse wird wie die Sensitivitätsanalyse mittels Monte Carlo Simulation durchgeführt und im folgenden Kapitel genauer beschrieben.

2.5.7 Monte Carlo Simulation

Als Monte Carlo Methoden bezeichnet man eine Gruppe von numerischen Methoden, die Zufallszahlen zur approximativen Lösung oder zur Simulation verschiedener Prozesse einsetzen¹⁴².

Eine mögliche Monte Carlo Methode ist die Simulation der oben beschriebenen Sensitivitäts- und Risikoanalyse.

Ihr liegt die im Kapitel 2.5.5 angeführte abgeänderte Form der Kapitalwertmethode zu Grunde welche mit dem Programm Excel durchgeführt wird. Häufig werden Monte Carlo Simulationen mit Hilfe von Hilfsprogrammen erstellt. In dieser Masterarbeit wird hierfür das Excel Add-In Programme @Risk verwendet.

Der Ablauf der durchzuführenden Monte Carlo Simulation wird folgend mit den einzelnen Prozessschritten beschrieben.

Definition der Eingabeparameter

Im ersten Schritt werden die in der Berechnung der Kapitalwertmethode definierten Eingabeparameter, die sich zum einen in der angenommenen Höhe, zum anderen aber auch in der zukünftigen Entwicklung verändern können, bestimmt.

Im Beispiel des Kraftwerkprojektes Sulzenquelle ist ein Parameter, dessen angenommener Betrag wahrscheinlich nicht zu 100% mit dem tatsächlichen Wert übereinstimmt, der Betrag der Investitionskosten. Die Grabungsarbeiten für die Druckrohrleitung können im Hochgebirge stark variieren. Stößt man während der Arbeiten auf Hindernisse wie größere Gesteinskörper, müssen diese gesprengt werden. Dies hätte einen signifikanten Anstieg der Investitionskosten zur Folge. Dementsprechend lassen sich diese Kosten bei dem genannten Bauprojekt erst im Nachhinein genau bestimmen.

Sind alle nicht genau bestimmbaren Eingabeparameter bestimmt, folgt der nächste Schritt.

Definition des potentiellen Spielraumes der einzelnen Parameter

Nun kann mit Hilfe des Add-Inn Programmes @Risk der potentielle Spielraum der einzelnen Parameter definiert werden. @Risk bietet hierfür eine Vielzahl an möglichen Verteilungsfunktionen an.

Im Zuge der vorliegenden Arbeit findet die Dreiecksverteilung Anwendung. In der Dreiecksverteilung werden drei verschiedene Werte definiert:

- Minimalbetrag
- Maximalbetrag
- Betrag mit der höchsten Wahrscheinlichkeit

¹⁴² Theis, C.; Kernbischler, W., S. 2

In Abbildung 58 wird zum allgemein besseren Verständnis und der besseren Veranschaulichung die Dreiecksverteilung der Investitionskosten aus dem Kapitel 3 Ergebnisse angeführt. Hier sind diese auf 534.750 Euro geschätzt. Siehe Kapitel 3 Ergebnisse für eine genaue Auflistung und Einteilung.

Wie bereits erwähnt weisen die Grabungsarbeiten (geschätzte Kosten: 75.000 Euro) einen hohen Teil an Unsicherheit und Volatilität auf. Stellt sich heraus, dass keine Hindernisse wie größere Gesteinskörper die Arbeiten erschweren, sinken diese und der Kapitalwert steigt um diesen Betrag. Auch wenn 75.000 Euro ein bereits konservativer Schätzwert ist, kann dieser Wert bei erschwerten Arbeitsbedingungen gegenteilig steigen. Der Kapitalwert sinkt somit um diesen Mehrkostenbeitrag (ohne Berücksichtigung des Abzinsungsfaktors). Durch die bereits konservative Schätzung ist dieser Mehrkostenbeitrag allerdings auch nicht mehr so hoch wie das Einsparpotential. Die genaue Aufteilung und Grenzbestimmung der einzelnen Parameter wird im Kapitel Ergebnisse angeführt.

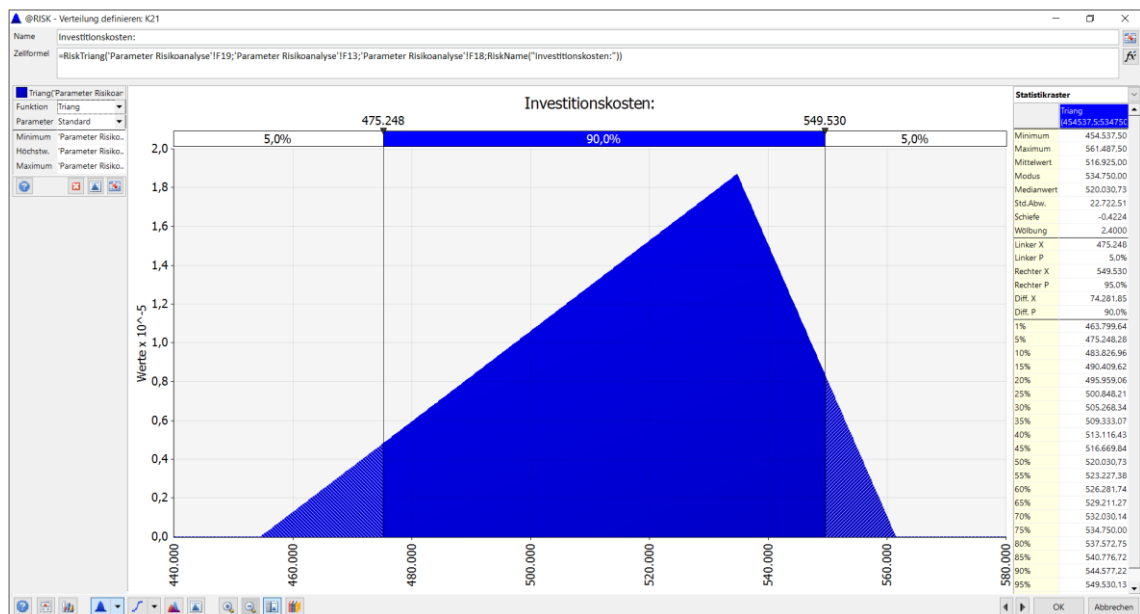


Abbildung 58: Dreiecksverteilung der Investitionskosten

Sind die Werte der Dreiecksverteilungen aller nicht genau bestimmbarer Eingabeparameter bestimmt, folgt der nächste Schritt.

Durchführung der Monte Carlo Simulation

Die Durchführung der Monte Carlo Simulation erfolgt ebenfalls mittels des Programmes @Risk. Bevor man die Simulation startet, sollte man noch die Anzahl an Iterationen festlegen. Denn je nach Höhe der Iterationen werden dementsprechend viele Szenarien simuliert. Je höher die Anzahl der Simulationen, desto exakter und genauer ist die Verteilung und somit das Ergebnis.

Auswertung und Analyse der Ergebnisse

Nach Ausführung der Monte Carlo Simulation gibt es eine Vielzahl an Diagrammen um die Ergebnisse auszuwerten und zu analysieren.

Für die Sensitivitätsanalyse des Projekts „Sulzenquelle“ wird hierfür das klassische Sensibilitätsanalysendiagramm (siehe Abbildung 56) und das oben beschriebene Tornado-Diagramm verwendet.

Für die Risikoanalyse der Projektes Sulzenquelle wird hierfür das klassische Risikoanalysediagramm (siehe Abbildung 57) und ein Diagramm der Wahrscheinlichkeitsverteilung angeführt.

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse aus der Literaturrecherche und die der Berechnungen der ökonomischen Gesamtbetrachtung angeführt. Diese beinhalten die SWOT-Analyse, das Stakeholder Mapping und die Investitionsrechnung inklusive Sensitivitäts- und Risikoanalyse. Aus den Erkenntnissen der Ergebnisse wird anschließend im Kapitel 4 Zusammenfassung und Ausblick eine Handlungsempfehlung abgegeben.

3.1 SWOT-Analyse

Wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben untersucht die SWOT-Analyse die auftretenden Wechselwirkungen zwischen Umwelt und der Unternehmung und evaluiert diese. Diese wurden im Zuge der Literaturrecherche ausarbeitet und sind unten angeführt, beginnend mit der externen Analyse und der darauffolgenden internen Analyse. So können alle möglichen Chancen und Risiken der Unternehmung veranschaulicht und evaluiert werden. Anschließend werden daraus zusätzlich mögliche strategische Handlungsoptionen abgeleitet. Es wird jeweils auf die ausgearbeiteten Unterpunkte des Theorieteils verwiesen, wo diese bei Bedarf nachzuschlagen sind.

3.1.1 Externe Analyse

Die externe Analyse ist eine Umweltanalyse, gegliedert in Gelegenheiten und Gefahren.

Gelegenheiten

Es wurden folgende Gelegenheiten ausgearbeitet:

(+) Energieverbrauch

Im Kapitel 2.1.1 ist die Abbildung 4: *Gesamte Versorgung; Bruttostromerzeugung* in Österreich angeführt. Diese Grafik veranschaulicht den starken Anstieg der Bruttostromerzeugung in Österreich in den letzten Jahrzehnten auf ca. 67.000 (2016) GWh. Zwar wurde dieser Aufwärtstrend seit der Jahrtausendwende etwas abgebremst, dennoch stellten sich Wachstumsraten im einstelligen Bereich ein.¹⁴³

Dies ist insofern als positiv zu beurteilen, als dass man daraus ableiten kann, dass die Stromproduktion in den nächsten Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht sinken wird. Des Weiteren importiert Österreich noch immer mehr Strom als es exportiert. Dieser als „grau“ bezeichnete Strom kommt hauptsächlich aus den Kohle- und Atomkraftwerken der Nachbarländer Deutschland und Tschechien. Eine Lösung um dem entgegen zu wirken bietet der weitere Ausbau erneuerbarer Kraftwerke im Inland.

¹⁴³Vgl. E Control, <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen> (Zugriff: 02.03.2018)

(+) Stromerzeugungsmix in Österreich

Aus dem Unterkapitel in 2.1.1, Stromerzeugungsmix in Österreich ist vor allem der hohe Anteil an erneuerbaren Energien der Inlandsstromerzeugung von fast 80% und der nicht vorhandene Anteil an Atomstrom im internationalen Kontext hervor zu heben. In Abbildung 6 ist dieser im Vergleich mit Deutschland und Europa veranschaulicht.

Ebenfalls auffällig ist der hohe Anteil an erneuerbaren Energien von ca. 30% am Bruttoinlandsenergieverbrauch. Dieser ist im Vergleich mit der Europäischen Union in Abbildung 7 visualisiert.¹⁴⁴

Der hohe Anteil der erneuerbaren Energien in Österreich ist positiv zu beurteilen, weil Österreich dadurch eine internationale Vorreiterstellung einnimmt und diese in Zukunft auch bewahren und ausbauen möchte.

(+) Anteil der Kleinwasserkraft in Österreich

2016 erzeugten 3.012 Wasserkraftwerke mit einer Engpassleistung von 14.116 MW fast 43.000 GWh an erneuerbarem Strom. Damit sind Wasserkraftwerke mit einem Anteil von über 60% die bedeutendste Quelle für Strom in Österreich.

2016 speisten 2.845 Kleinwasserkraftwerke eine Gesamtstrommenge von 6 TWh in das öffentliche Netz und deckten damit etwa 10% des gesamtösterreichischen Strombedarfes¹⁴⁵ und untermauert die Wichtigkeit der Kleinwasserkraft für die Österreichische Strombereitstellung.

(+) Laufwasserkraftwerke als Grundlast Versorger in Österreich

Im Verlauf der Komponentenaufbringung der öffentlichen Stromversorgung Österreichs, in Abbildung 12 angeführt, wird die Wichtigkeit der Laufwasserkraftwerke für die Grundlastdeckung ersichtlich.

Dies ist insofern als positiv zu beurteilen, als dass Laufwasserkraftwerke für die Versorgungssicherheit des österreichischen Stromnetzes unabdingbar sind.

(+) Pariser Abkommen und Österreichs neue Regierung

Im Dezember 2015 wurde das Pariser Abkommen beschlossen. Das langfristige Ziel ist die globale Erwärmung auf unter zwei Grad Celsius gegenüber dem Niveau der Industrialisierung zu begrenzen und auf 1,5 Grad Celsius herabzusetzen. Nur durch den sukzessiven Ausbau an erneuerbaren Energien wird dieses Ziel erreicht werden können.

Des Weiteren strebt die neue Regierung das Ziel der Stromproduktion aus 100% erneuerbaren Energien bis 2030 an. Der Kleinwasserkraft soll große Bedeutung zukommen um die Erfüllung dieser Klimaziele zu erreichen. Siehe Kapitel 2.1.2.

(+) Niedriges Zinsniveau

Das niedrige Zinsniveau der letzten Jahre wirkt sich durchaus positiv auf das Projekt Sulzenquelle aus, da eine 100% Fremdfinanzierung angestrebt wird. Es ist momentan

¹⁴⁴ Stromerzeugungsmix im Vergleich. URL: <https://oesterreichsenergie.at/stromerzeugung-231.html>. (Zugriff: 25.02.2018)

¹⁴⁵ E- Control, <https://www.e-control.at/statistik/strom/bestandsstatistik>. (Zugriff: 03.02.2018)

sehr günstig, Fremdkapital aufzunehmen und es ist ein niedriger Zinssatz für die Verschuldung anzunehmen.

(+) Förderungen für Kleinwasserkraft

Es besteht die Möglichkeit der Tarif- oder Investitionsförderung für Kleinwasserkraftanlagen durch die Abwicklungsstelle für Ökostrom (OeMAG). Die genaue Beschreibung dieses Fördersystems ist im Kapitel 2.2.6 angeführt.

Die Tarifförderung ist essentiell für die Wirtschaftlichkeit des Projektes Sulzenquelle und ist somit auch positiv zu beurteilen. Mögliche Risiken diesbezüglich sind eigens im Punkt Gefahren der externen Analyse angeführt.

Gefahren

Es wurden folgende Gefahren ausgearbeitet:

(-) Förderungen für Kleinwasserkraft

Die Förderungen für Kleinwasserkraft müssen bei dem Projekt „Sulzenquelle“ kritisch betrachtet werden. Durch den Umstand des Trinkwasserproblems der Gemeinde Ginzling sieht sich die Wassergenossenschaft gezwungen, schnell zu handeln und den Bau der Trinkwasserleitung ins Tal möglichst rasch zu realisieren. Dies ändert die Vorgehensweise der „normalen“ Projektumsetzung eines Kleinwasserkraftwerkes.

Der erste Schritt nach Genehmigung des Projektes durch die Behörden ist die Antragstellung auf Förderung bei der OeMAG. Erst wenn diese positiv beurteilt wird, beginnt normalerweise der Baubeginn. Wie im Kapitel 2.2.5 bereits beschrieben beträgt die momentane Bearbeitungsdauer zwischen zwei und drei Jahren.

Dies stellt für das Projekt „Sulzenquelle“ einen nicht außer Acht zu lassenden Risikofaktor da, denn Baubeginn und Förderantrag fallen auf dasselbe Jahr, 2018. Die Tarifförderung ist essentiell für die Wirtschaftlichkeit. Im unwahrscheinlichen aber schlimmsten Fall fällt die Prüfung der Förderung negativ aus und das Kraftwerk ist bereits gebaut.

(-) Degressive Tarifförderung

Nach positiver Beurteilung der Tarifförderung ist diese auf 13 Jahre gesichert. Allerdings kann man von einer degressiven Förderung sprechen, weil diese durch einen Fixbetrag den Zeitwert des Geldes nicht berücksichtigt. Steigt die Inflation in den 13 Jahren stark an, sinkt der Umsatz um eben diesen Prozentsatz.

(-) Geringe Förderung im Europäischen Vergleich

Im Vergleich zu anderen Europäischen Ländern nimmt Österreich bezüglich der Förderungshöhe den vorletzten Platz vor Polen ein. Der Spitzenreiter Italien vergütet Kleinwasserkraftanlagen mit 21 Cent je kWh bis zu einer Engpassleistung von 250 kW für 20 Jahre.¹⁴⁶

¹⁴⁶ Vgl. Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V.(2016), S. 26 f.

(-) Teuerungsrate (Inflation)

Die Teuerungsrate ist an die Inflation gekoppelt. Steigt die Inflation, erhöhen sich Kosten wie z.B. Versicherung und Betriebskosten. In der Zeit der Tarifförderung korrelierten Spotpreis und Inflation dank des fixierten Tarifförderungsbeitrages nicht miteinander.

(-) Strompreis (Spotpreis)

Der zukünftige Verlauf des Strompreises stellt ebenfalls ein Risiko dar. Durch das Merit Order System an der Strombörse haben Kraftwerksbetreiber mit sehr niedrigen Strompreisen zu kämpfen. Daher betragen die Einnahmen durch Stromverkauf in den 2 bis 3 Jahren etwa nur ein Drittel des Betrages bei Tarifförderung.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung muss ebenfalls ein Strompreis nach Tarifförderung angenommen werden. Da dieser 15 Jahre in der Zukunft liegt ist dieser nur schwer genau zu bestimmen und somit risikobehaftet.

(-) Rückwirkende Subventionskürzungen

Rückwirkende Subventionskürzungen beinhalten ein weiteres Gefahrenpotential. Dies passierte 2010 in Spanien und hatte viele Unternehmens- und Privatinsolvenzen zur Folge. Das Kleinwasserkraftwerk kann nur zusammen mit dem Trinkwasserprojekt der Wassergenossenschaft realisiert werden.

(-) Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm

Die Genehmigung für den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes in dem Ruhegebiet „Zillertaler Hauptkamm“ das unter anderem auch das Floitental beinhaltet, ist für einen Privatier normalerweise ausgeschlossen zu bekommen.¹⁴⁷

3.1.2 Interne Analyse

Die interne Analyse ist eine Unternehmensanalyse, gegliedert in Stärken und Schwächen.

Stärken

Es wurden folgende Stärken ausgearbeitet:

(+) Ausgangssituation

Die Begünstigte Ausgangssituation ist die größte Stärke der Unternehmung. Durch das Trinkwasserproblem der Gemeinde Ginzling wird der Bau des Kraftwerkes ermöglicht. Siehe Kapitel 2.4 – Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm.

(+) Zusätzliche Einnahmequellen

¹⁴⁷ Landesregierung Tirol, LGBl Nr. 88/2006

Ein großer Vorteil des Projektes „Sulzenquelle“ ist zusätzlich der Verkauf von Trinkwasser an die Gemeinde Ginzling. Der Trinkwasserverkauf erhöht den Umsatz, ohne dass die Kosten anteilig steigen.

Die Pachterhöhung auf 1.000 Euro pro Jahr wirken sich ebenfalls positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.

(+) Wassergenossenschaft - verlässlicher Partner

Die Wassergenossenschaft stellt einen verlässlichen Partner für den Erhalt der Rohrleitungssysteme dar, da diese als oberstes Ziel die sichere Wasserversorgung Ginzlings verfolgen.

(+) Elektrifizierung der Liegenschaften im Floitental

Ebenfalls positiv auf die Unternehmung wirkt sich die Elektrifizierung der eigenen Liegenschaften im Floitental und dessen dadurch signifikante Werterhöhung aus.

(+) Mögliche Zukunftsprojekte als potentielle Einnahmequellen

Durch die Elektrifizierung der Sulzenalm und Franzeshütte/ Bischofshütte entstehen neue Geschäftsmodelle mit dem Potential, die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Projektes Sulzenquelle signifikant zu steigern. Diese sind im Kapitel 2.4.9 genauer beschrieben.

(+) Neue Technologien verbessern Wirtschaftlichkeit

Wie im Kapitel 2.3.3 Druckrohrleitungen angeführt, ermöglicht die GFK – Druckrohrtechnologie im oberen, niedrigeren Druckbereich des Rohrleitungssystems eine Reduktion der Investitionskosten. Dies wirkt sich positiv auf die Investitionskosten und somit auf den Kapitalwert aus.¹⁴⁸

Schwächen

Es wurden folgende Schwächen ausgearbeitet:

(-) Variable Quellschüttung

Eine Schwäche des Projektes ist die Volatilität der Quellschüttung¹⁴⁹. Diese ist in Abbildung 34 angeführt. Durch den signifikant niedrigeren Volumenstrom im Winter verringert sich die Leistung des Kraftwerkes dementsprechend und die Stromproduktion sinkt.

Eine große Gefahr besteht auch darin, dass die Quelle in den kommenden Jahrzehnten nicht mehr so stark schüttet. Dies ist insofern als ein großes Risiko einzuschätzen, da man dieses weder vorhersagen noch vorbeugen kann.

(-) Restwasserbestimmung

¹⁴⁸ Vgl. Horlacher, H.-B.; Helbig, U. (2018), S. 35 ff.

¹⁴⁹ Vgl. Leitner, W. (2017), S.1

Die Restwasserbestimmung im anschließenden Bachkörper und im Floitenbach wirken sich nachteilig auf die Unternehmung aus, da jeder nicht gefasste Liter mit einer Leistungsreduktion einhergeht.

Durch die Restwasserbestimmung seitens der Tiroler Landesregierung ist noch nicht definiert wo genau die Quelfassung des Kraftwerkes platziert wird. Ebenfalls ist die Wassermenge, welche der Gemeinde zur Trinkwasserversorgung zusteht, noch nicht genau definiert.

Dadurch leiten sich verschiedene Szenarien ab und die jährlich produzierte Strommenge ist somit noch nicht genau bestimmbar. Diese Problematik ist im Kapitel 2.4.7 angeführt.

(-) Wasserrechte Verbund Hydro Power GmbH

Ein großer Nachteil sind die Wasserrechte ab der Tristenbachalm, welcher der Verbund seit 1964 innehat.¹⁵⁰

Da der Floitenbach aber dort gefasst und in den Stillupspeicher eingeleitet wird, muss das Maschinenhaus vor der Flussfassung angebracht werden. Die Problematik besteht darin das Brauchwasser vor der Flussfassung wieder in den Floitenbach zu leiten.

Somit verliert das Kraftwerk „Sulzenquelle“ an 150 Meter zusätzlich potentieller Fallhöhe, was eine Leistungseinbuße von etwa 50% der möglichen Maximalleistung zur Folge hat.

(-) Hochgebirge

Eine weitere Schwäche ist die extreme Höhenlage. Das Gebirge im Floital ist von dynamischer Natur mit regelmäßigen Lawinenabgängen und Steinschlag. Dadurch können die Rohre nicht übertragend verlegt werden, sondern müssen in mindesten 1 bis 1,5 Meter Tiefe verlegt werden.

Dies beinhaltet schwer kalkulierende Kosten für Grabungsarbeiten. Kapitel 2.5.7 beschreibt diese Thematik.

(-) Keine Partizipation am Regelenergiemarkt

Durch die Mindestgröße von 5 MW um Regelenergie bereitstellen zu können ist es im Zuge dieses Projektes nicht möglich direkt am Regelmarkt zu partizipieren.¹⁵¹

(-) Entfernung zum Wohnsitz

Die Entfernung zum aktuellen Wohnsitz in Wien stellt ebenfalls eine Schwäche der Unternehmung dar. Es wird schwer sein bei kurzfristigen Problemen schnell vor Ort zu sein um diese zu beheben.

3.1.3 Strategische Handlungsoptionen

In diesem Kapitel wird die interne und die externe Analysendimension in Beziehung gebracht und dient als Hilfestellung der strategischen Handlungsoptionen. Diese lassen sich in vier Gruppen einteilen (siehe Abbildung 48), welche folgend angeführt sind.

¹⁵⁰ Vgl. Amt der Tiroler Landesregierung (2018), S. 3

¹⁵¹ Vgl. Austrian Power Grid, <https://www.apg.at/de/markt/netzregelung> (Zugriff: 13.03.2018)

S-T Strategien

Hier werden die Stärken (Strengths) der internen Analyse und die Gefahren (Threads) der externen Analyse zusammengefasst.

Die Stärken der eigenen Unternehmung werden eingesetzt um Marktrisiken zu minimieren.

Folgende S-T Strategien wurde ausgearbeitet:

Die zusätzlichen Einnahmequellen wie Trinkwasserverkauf und Pachterhöhung dienen der Unternehmung als Sicherheitsfaktor um nicht ausschließlich von der Stromproduktion abhängig zu sein. Dieser Umstand minimiert das Risiko der niedrigen Strompreise an der Börse sowie der mögliche Anstieg der Inflation.

Ebenfalls wirkt sich der Einsatz von GFK- Druckrohren positiv auf das unternehmerische Risiko aus. So können die Investitionskosten gesenkt und die Amortisationszeit schneller erreicht werden.

Durch Vorgespräche mit der OeMAG und dem Verein der österreichischen Kleinwasserkraft kann abgeklärt werden, ob und wann mit der Tarifförderung zu rechnen ist.

Zusätzlich kann durch die gute Ausgangssituation ein Kredit mit niedrigem aber fixiertem Zinssatz aufgenommen werden, welcher das Risiko der degressiven Tarifförderung eliminiert. Somit kann mit relativ genauen Ein- und Auszahlungsströmen gerechnet werden.

S-O Strategien

Hier werden die Stärken (Strengths) der internen Analyse und die Gelegenheiten (Opportunities) der externen Analyse zusammengefasst.

Die Stärken der eigenen Unternehmung werden eingesetzt um Marktchancen zu nutzen.

Folgende S-O Strategie wurde ausgearbeitet:

Die aktuelle Ausgangssituation des Trinkwasserproblems ist eine einmalige Chance um im Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm eine Baugenehmigung für den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes zu bekommen. Ebenso verbessern die zusätzlichen Einnahmequellen und die Elektrifizierung der eigenen Liegenschaften die Gesamtwirtschaftlichkeit.

Diese Stärken sollten genutzt werden um an den Gelegenheiten des Marktes zu partizipieren. Hier ist vor allem der steigende Stromverbrauch, der hohe Anteil der Wasserkraft am Gesamtstrommix sowie der andauernde Trend in Richtung Erneuerbare Energien in Österreich hervorzuheben.

Zusätzlich ermöglicht das momentan niedrige Zinsniveau die 100 prozentige Fremdfinanzierung.

W-O Strategien

Hier werden die Schwächen (Weaknesses) der internen Analyse und die Gelegenheiten (Opportunities) der externen Analyse zusammengefasst.

Die Schwächen der eigenen Unternehmung sollen abgebaut werden um Marktchancen besser zu nutzen.

Folgende S-O Strategie wurde ausgearbeitet:

Auf dem Projekt Sulzenquelle sowie dem Trinkwasserprojekt der Gemeinde liegt die Notwendigkeit der Wirtschaftlichkeit zu Grunde. Falls die behördlichen Restwasserbestimmungen der Tiroler Landesregierung zu hoch ausfallen, muss auf die Wirtschaftlichkeit verwiesen werden, denn die Wassergenossenschaft ist gezwungen rasch zu handeln und eine Alternative zur jetzigen Situation anzubieten. Ebenfalls muss auf die Klimaziele Österreichs verwiesen werden und auf den Anteil, welchen die Kleinwasserkraft dazu beitragen soll.

W-T Strategien

Hier werden die Schwächen (Weaknesses) der internen Analyse und die Gefahren (Threats) der externen Analyse zusammengefasst.

Die Schwächen der eigenen Unternehmung sollen abgebaut werden und Marktrisiken minimiert werden.

Folgende W-T Strategie wurde ausgearbeitet:

Die direkte Teilnahme am Regelenergiemarkt ist zwar nicht möglich, allerdings gibt es Anbieter, die Kleinkraftwerke in sogenannten „virtuellen Kraftwerken“ bündeln. Dies kann nach dem Ablauf der Tarifförderung überlegt werden, falls das Angebot seitens dieser Anbieter höher ist als der Spotmarktpreis.

Es ist ebenfalls zu prüfen ob durch die Zusammenarbeit mit der Gemeinde und Wassergenossenschaft die Bearbeitung des Förderantrages bei der OeMAG beschleunigt werden kann. Dies hätte eine kürzere Wartezeit auf die Tarifförderung zur Folge. Dadurch verkürzt sich die Amortisationszeit und Marktrisiken wie der Inflationsanstieg und die degressive Tarifförderung könnten minimiert werden.

3.2 Stakeholder Mapping

Das Stakeholder Mapping ist im Kapitel 2.5.2 beschrieben. Für das Kleinwasserkraft Projekt „Sulzequelle“ ist es unter anderem deshalb von großer Wichtigkeit, weil das Scheitern einer Unternehmung oftmals in ungenügender Bedienung der Interessen von einzelnen Stakeholdern begründet ist.

In den Ergebnissen des Stakeholder Mappings werden zuerst die ermittelten Anspruchsgruppen aufgelistet, welche im weiteren Schritt mittels Grafik nach Relevanz eingeteilt werden.

Anschließend erfolgt die Gegenüberstellung von Erwartungen, Ambitionen und Nutzversprechen der Stakeholder auf die Unternehmung.

Im letzten Schritt werden aus den gewonnenen Erkenntnissen erste Ziele, Strategien und Maßnahmen abgeleitet.

3.2.1 Ermittelte Anspruchsgruppen

Folgend werden die ermittelten Anspruchsgruppen aufgelistet:

- Familienbetrieb Trauttmansdorff
- Wassergenossenschaft Ginzling
- Gemeinde Ginzling
- Verbund Hydro Power GmbH
- Bürgermeister Mayrhofen/Finkenberg
- Amt der Tiroler Landesregierung, Baubezirksamt Innsbruck, Abteilung Wasserwirtschaft (ATL)
- OeMAG
- Verein der österreichischen Kleinwasserkraft
- Technisches Planungsbüro (Leitner)
- Landesumweltanwalt Tirol
- Wildbach- und Lawinenverbauung Tirol
- Sachverständiger Naturschutzkunde Bezirk Schwarz
- Pächter (Kuhstall) im Floitental

3.2.2 Relevanz der Anspruchsgruppen

In diesem Kapitel erfolgt die Einteilung nach Relevanz der einzelnen Anspruchsgruppen. Hierfür wurde folgende Matrix erstellt. Siehe unten angeführte Abbildung 59.

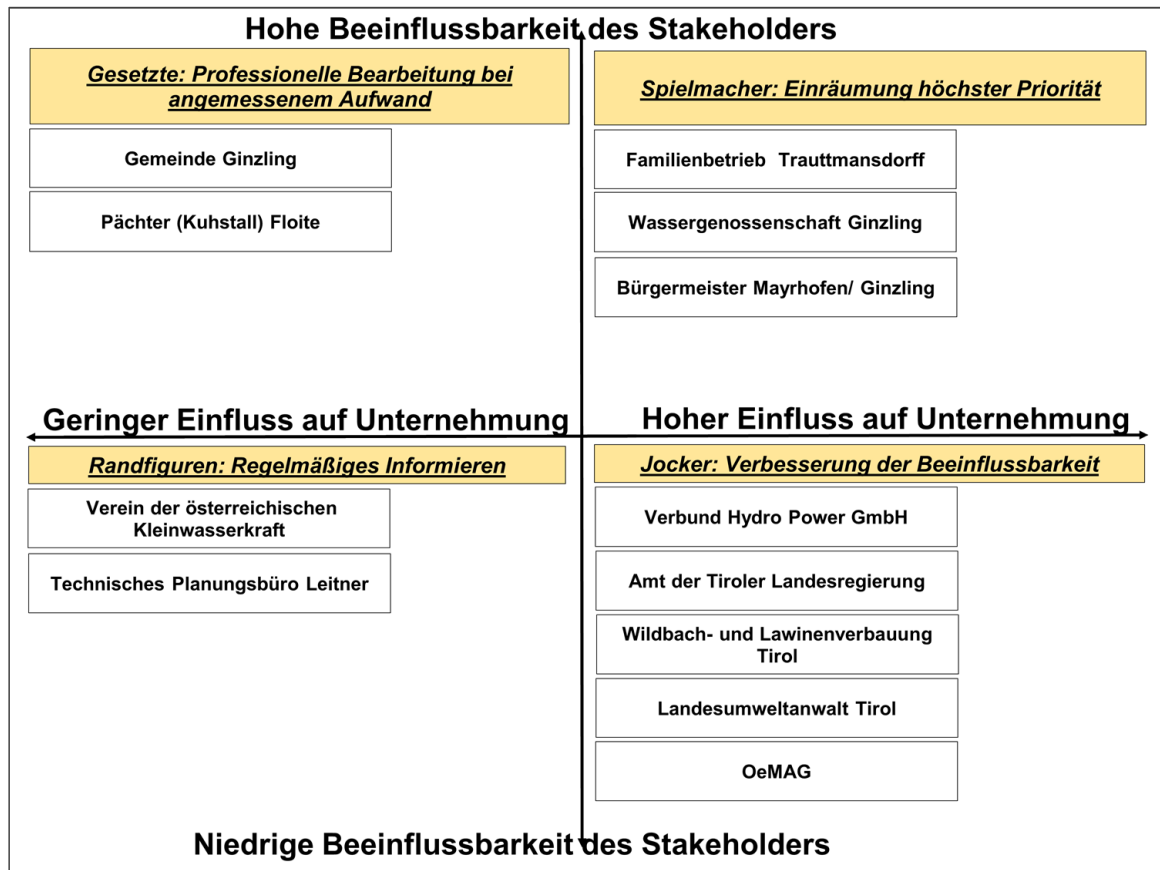


Abbildung 59: Matrix Stakeholder Mapping

3.2.3 Gegenüberstellung von Erwartungen, Ambitionen und Nutzversprechen

In diesem Kapitel werden die Erwartungen, Ambitionen und Nutzversprechen der einzelnen Stakeholder, strukturiert und nach den einzelnen Quadranten der Matrix analysiert.

Spielmacher

Folgend ist die Gegenüberstellung der einzelnen Stakeholder dieses Typs angeführt:

Familienbetrieb Trauttmansdorff

Der Familienbetrieb Trauttmansdorff ist für die Unternehmung die Hauptanspruchsgruppe, da sich diese im Besitz der Sulzenquelle befindet.

Aus zwei Gründen möchte der Betrieb das Kleinwasserkraftwerksprojekt Sulzenquelle realisieren:

- Elektrifizierung der eigenen Liegenschaften
- Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit

Durch die Elektrifizierung erhöht sich der Wert der eigenen Liegenschaften und zusätzlich ergeben sich Zukunftsprojekte. Zusätzlich verbessert sich durch den Strom- und Trinkwasserverkauf die gesamtökonomische Vorteilhaftigkeit des Betriebes.

Wassergenossenschaft Ginzling

Die Wassergenossenschaft Ginzling hat großen Einfluss auf das Kleinwasserkraftprojekt. Zum einen entsteht durch das Trinkwasserproblem der Gemeinde erst die Möglichkeit für die Familie Trauttmansdorff der Projektgenehmigung und zum anderen ist der Trinkwasserverkauf ein wesentlicher Bestandteil des Business Modells der Unternehmung.

Da die Sulzenquelle als beste Alternativmöglichkeit zu Trinkwasserversorgung bewertet wurde, ist das Abhängigkeitsverhältnis seitens der Wassergenossenschaft hoch.

Bürgermeister Mayrhofen/ Finkenberg

Da das Dorf Ginzling den Gemeinden Mayrhofen und Finkenberg untersteht, haben diese ebenfalls großen Einfluss auf das Kraftwerksprojekt. Oberstes Ziel der Bürgermeister ist die Sicherung und Verbesserung der Lebensqualität ihrer Bürger.

Das Dorf profitiert nicht nur durch eine nachhaltige Trinkwasserversorgung, sondern ebenfalls durch die Aufwertung des elektrifizierten Floitental (Tourismus). Durch diese zwei angeführten Punkte ist dieser Stakeholder ebenfalls seitens der Unternehmung beeinflussbar.

Gesetzte

Folgend ist die Gegenüberstellung der einzelnen Stakeholder dieses Typs angeführt:

Gemeinde Ginzling

Die Bürger Ginzlings sind auf sauberes Trinkwasser angewiesen und durch die gegebene Situation abhängig von der Familie Trauttmansdorff, sowie der Wassergenossenschaft Ginzling. Der Einfluss dieser Anspruchsgruppe auf die Unternehmung ist relativ gering, da für diese nicht relevant „wie“ die Trinkwasserversorgung sichergestellt wird, sondern „dass“ diese sichergestellt wird.

Pächter (Kuhstall) Floite

Der Pächter des Kuhstalles und der Wiesen im Floitental ist ebenfalls von der Unternehmung abhängig um seinen Strom zukünftig nicht mehr aus dem umweltbelastenden Dieselgenerator erzeugen zu müssen. Wird das Projekt nicht realisiert, kann der Pächter auf keine andere ökonomische Alternativmöglichkeit zurückgreifen, wodurch sein Einfluss auf die Unternehmung als gering einzuschätzen ist.

Jocker

Folgend ist die Gegenüberstellung der einzelnen Stakeholder dieses Typs angeführt:

Verbund Hydro Power GmbH

Der Verbund hat hohen Einfluss auf das Gesamtprojekt Sulzenquelle und Trinkwasserkraftwerk der Wassergenossenschaft, da dieser seit 1964 die Wasserrechte ab Höhe der Tristenbachalm innehat.

Der Projektrealisierung seitens der Wassergenossenschaft liegt ebenfalls die ökonomische Vorteilhaftigkeit zu Grunde. So ist vorgesehen, dass neben Teileinnahmen durch den Trinkwasserverkauf und Förderungen durch das Ministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, ein Trinkwasserkraftwerk im Tal gebaut werden soll. Dies ist nur dann vorteilhaft, wenn der Verbund, neben den sowieso gesicherten 2-3 l/s Trinkwasser, zusätzlich ca. 10 l/s als Konsenswassermenge freigibt. Die insgesamt ca. 13 l/s gehen dem Verbund an der Flussfassung verloren. Wird die zusätzliche Wasserentnahme nicht genehmigt, muss die Gesamtwirtschaftlichkeit der Trinkwasserversorgung in Frage gestellt werden. Dies würde im schlimmsten Fall bedeuten, dass die Sulzenquelle nicht als Trinkwasserquelle genutzt werden kann und somit die günstige Ausnahmesituation für eine Genehmigung des Kleinwasserkraftwerkes Sulzenquelle nicht mehr vorhanden ist.

Die Wassergenossenschaft Ginzling, sowie die Familie Trauttmansdorff sollten versuchen diesen Stakeholder beeinflussbar zu machen.

Behörden: Amt der Tiroler Landesregierung; Wildbach und Lawinenverbauung (Tirol); Landesumweltamt (Tirol)

Die oben genannten Anspruchsgruppen werden als Gruppe „Behörde“ zusammengefasst. Diese bestimmen die rechtlichen Rahmenbedingungen wie z.B. die abzuführende Restwassermenge der Unternehmung.

Das Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, ist zuständig für die Genehmigung von Kleinwasserkraftwerksprojekten in Tirol und übt somit wesentlichen Einfluss auf die Unternehmung aus.

Die Abteilung Wildbach- und Lawinenverbauung des Ministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, sowie das Landesumweltamt können bei der Tiroler Landesregierung bei Verletzung Ihrer Ansprüche und Interessen Beschwerde einlegen, was mit einem Veto zur Kraftwerksbewilligung gleichzusetzten ist.

Die Erwartungen, Ambitionen und Nutzversprechen der Behörden sind Folgende:

- Keine erhöhten Risiken der Bürger durch den Eingriff in die Natur
- Keine Verschlechterung der ökologischen Gegebenheiten durch den Eingriff in die Natur (z.B. restwassermenge, Ort der Quellfassung)
- Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (siehe Arsenparameterproblematik)

Da die Entscheidungen der Behörden ausschlaggebend für den Erfolg oder Misserfolg der Unternehmung sind, sollte ebenfalls versucht werden diese Stakeholdergruppe zu beeinflussen.

OeMAG

Die Tarifförderung der Abwicklungsstelle für Ökostrom ist entscheidend für die ökonomische Vorteilhaftigkeit und somit für die Realisierbarkeit der Unternehmung. Daher übt die OeMAG ebenfalls großen Einfluss aus, doch eine Beeinflussbarkeit der Unternehmung auf die OeMAG ist praktisch unmöglich.

Allerdings ist anzumerken, dass bei Bewilligung des Kraftwerkprojektes seitens der Behörden ebenfalls mit einer Tarifförderung zu rechnen ist, da die OeMAG das Hauptziel verfolgt die erneuerbaren Energien in Österreich sukzessive auszubauen.

Randfiguren

Folgend ist die Gegenüberstellung der einzelnen Stakeholder dieses Typs angeführt:

Verein der Österreichischen Kleinwasserkraft

Hier besteht weder auf der Seite der Unternehmung, noch auf der Seite des Vereins ein Abhängigkeitsverhältnis.

Dennoch verfolgt der Verein der österreichischen Kleinwasserkraft das Ziel, die Mitglieder, zu denen auch die Familie Trauttmansdorff zählt, zu beraten und zu unterstützen.

Technisches Planungsbüro (Leitner)

Das technische Planungsbüro steht in einem Dienstleistungsverhältnis mit der Unternehmung und verfolgt daher neben der eigenen ökonomischen Vorteilhaftigkeit dieselben Ambitionen und Ziele.

3.2.4 Strategien und Maßnahmen

Aus den oben durchgeführten Analysen können nun Strategien und Maßnahmen für die einzelnen Anspruchsgruppen abgeleitet werden um das Kleinwasserkraftwerksprojekt Sulzenquelle best möglichst zu positionieren.

Spielmacher

Folgend sind möglichen Strategien und Maßnahmen des Stakeholder-Typs Spielmacher angeführt:

Wassergenossenschaft Ginzling

Die Wassergenossenschaft Ginzling und der Familienbetrieb Trauttmansdorff stehen beidseitig in einem Abhängigkeitsverhältnis. Daher ist der stetige Austausch über die jeweiligen Projektfortschritte essentiell für die Realisierung der Unternehmung.

Es wird geraten das Trinkwasserprojekt und das Kleinwasserkraftwerkprojekt in Absprache und Zusammenarbeit auszuarbeiten und als „ein Gesamtprojekt“ beim Amt der Tiroler Landesregierung einzureichen. Damit könnten sich die Chancen auf Bewilligung erhöhen.

Bürgermeister Mayrhofen/Finkenberg

Ein Meeting mit den Bürgermeistern beider Gemeinden über das „Gesamtprojekt“ Trinkwasserversorgung und Kleinwasserkraftwerk sowie die Kommunikation über den Fortschritt und mögliche Barrieren/Probleme des Kleinwasserkraftwerkprojektes sind hier als beste Strategien hervorzuheben. Die Bürgermeister von Mayrhofen und Finkenberg sind regional sehr gut vernetzt und können beim Abbau von Hindernissen behilflich sein. Es wird ebenfalls empfohlen, diese Maßnahme in enger Zusammenarbeit mit der Wassergenossenschaft Ginzling durchzuführen.

Gesetzte

Folgend sind möglichen Strategien und Maßnahmen des Stakeholder-Typs Gesetzte angeführt:

Gemeinde Ginzling

Die Bürger der Gemeinde sind auf sauberes Trinkwasser angewiesen. Somit ist es von Vorteil, auf die optimale und hoch reine Trinkwasserqualität mit Arsen und Uranwerten von unter 1 µg/l der Sulzenquelle zu verweisen. Dies kann zum Beispiel über den Gemeindevorsteher von Ginzling erreicht werden, welcher im direkten Kontakt mit den Bürgern Ginzlings steht.

Pächter (Kuhstall) Floite

Bei dem Stakeholder Pächter ist es ratsam auf die Vorteilhaftigkeit der Elektrifizierung zu verweisen. Dies stellt keine schwierige Aufgabe da, denn jeder Bauer ist sich den Vorteilen der Elektrifizierung eines Milchbetriebes durchaus bewusst. Zusätzlich kann durch die Verlegung einer Glasfaserleitung Breitbandinternet genutzt werden, was ein weiteres Argument für den Pächter ist, die Elektrifizierung und die dazu einhergehende Pachterhöhung gutzuheißen.

Jocker

Folgend sind möglichen Strategien und Maßnahmen des Stakeholder-Typs Jocker angeführt:

Verbund Hydro Power GmbH

Da die Wassergenossenschaft Ginzling wie bereits beschrieben im direkten Abhängigkeitsverhältnis zum Verbund steht und nur durch eine Projektrealisierung der Trinkwasserversorgung die eigene Unternehmung als Bewilligungsfähig gilt, sollte diese Anspruchsgruppe als besonders kritisch betrachtet werden.

Es ist zu raten, den Stakeholder für die Möglichkeit des Ansuchens der Wassergenossenschaft auf eine zusätzliche Fassung von Konsenswasser an der Quelle beeinflussbar zu machen.

Es sollte herausgefunden werden, wann das im Jahre 1964 erstattete Wasserrecht ausläuft. Zusätzlich sollte nach anderen Möglichkeiten gesucht werden um den Verbund beeinflussbar zu machen. Wie in Abbildung 39 zu erkennen ist, befindet sich momentan ein neues „Megaprojekt – die untere Tuxbachleitung“ des Verbunds in Ginzlinger

Ortsnähe im Bau. Daraus kann sich in Zukunft eine Gelegenheit ergeben, bei Problemen oder Hindernissen am Bau eine Win-Win Situation zu erzielen.

Behörden: Amt der Tiroler Landesregierung; Wildbach und Lawinenverbauung (Tirol); Landesumweltamt (Tirol)

Durch Meetings mit jedem der oben angeführten Anspruchsgruppe der Behörden sollten die wichtigsten Parameter wie Restwassermengenbestimmung und Ort der Quelfassung herausgefunden werden.

Ebenfalls ist es Vorteilhaft vor der offiziellen Einreichung abzuklären ob die einzelnen, von Seiten des Kleinwasserkraftprojektes und des Trinkwasserprojekts festgelegten Parameter bewilligungsfähig sind.

Ebenfalls sollte bei Gesprächen mit den Behörden darauf verwiesen werden, dass die Sulzenquelle nach mehreren Jahren der Suche und Analyse als beste Alternative gewählt wurde. Die Durchführung dieses Gesamtprojekts ist allerdings nur unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit durchzuführen, was möglicherweise Spielraum bei den kritischen Parameterbestimmungen wie Konsenswassermenge und Restwasserbestimmung zulässt.

OeMAG

Es ist abzuklären mit welcher Wahrscheinlichkeit mit einer Tarifförderung zu rechnen ist. Dies wurde bereits mehrmals erfragt (sowohl telefonisch als auch an der Jahrestagung der österreichischen Kleinwasserkraft 2017 in Feldkirch) und kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 100% angenommen werden.

Gegebenenfalls ergeben sich Möglichkeiten der Wartezeitverkürzung durch die Zusammenarbeit der Unternehmung mit der Wassergenossenschaft und Gemeinde Ginzling.

Randfiguren

Folgend sind möglichen Strategien und Maßnahmen des Stakeholder-Typs Randfiguren angeführt:

Verein der österreichischen Kleinwasserkraft

Der Verein der österreichischen Kleinwasserkraft ist ein bereits in der Vergangenheit verlässlicher und guter Ansprechpartner gewesen um offene Fragen und Probleme zu klären. Dieses gute Verhältnis sollte gepflegt werden.

Technisches Planungsbüro (Leitner)

Das Planungsbüro Leitner bietet hilfreiche Beratung bei der Dimensionierung und Auslegung des Kleinwasserkraftwerkes. Das ebenfalls gute Verhältnis könnte für die potentiellen Zukunftsprojekte ausgenutzt werden.

3.3 Investitionsrechnung - Kleinwasserkraftwerk Sulzenquelle

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse aus der Investitionsrechnung inklusive Sensitivitäts- und Risikoanalyse angeführt. Als Zeitspanne der Investition wurde seitens der Familie Trauttmansdorff 25 Jahre festgelegt, da sich bis zu diesem Zeitpunkt die Unternehmung auf jeden Fall lohnen sollte.

Hierfür wurden wie bereits die im Kapitel 2.4.7 rechtliche Rahmenbedingungen angeführten vier verschiedenen Varianten berechnet und analysiert.

Die einzelnen Varianten unterscheiden sich nach Ort der Quelfassung und der zu entnehmenden Wassermenge. Dies ist in zweierlei Hinsicht vorteilhaft. Man erkennt sofort welche Variante am wirtschaftlichsten ist und des Weiteren ist man für behördliche Termine und Verhandlungen über die Restwasserbestimmung bestmöglich vorbereitet.

Bevor auf die Auswertung der Ergebnisse der einzelnen Varianten eingegangen wird, werden in den folgenden Kapiteln die für alle vier Fälle gleich geltenden Größen angeführt.

3.3.1 Anlagendimensionierung und Investitionskosten

Folgende Grundwerte des Projektes sind gegeben:

Länge der Rohrleitung	1.580 m
Durchmesser die Rohrleitung	250 mm
Material	Duktiler Guss
Reibungszahl	0.022
Höhe der Entnahmestelle	1.302 m
Höhe der Turbinenachse	1.179 m
Bruttofallhöhe	124 m

Tabelle 8: Projektgrößen

Daraus ergeben sich folgende Investitionskosten:

Grabungsarbeiten	75.000,00 EUR
Erdung	1.250,00 EUR
Druckrohrleitung 250mm; 1520 Laufmeter € 142/m	215.000,00 EUR
Entnahmebauwerk mit Technik	25.500,00 EUR

Maschinensatz Turbine/ Generator/ Regelung	77.000,00 EUR
2 Transformatoren; 11.500 EUR/Stück	23.000,00 EUR
Maschinenhaus	48.000,00 EUR
Energiekabel mit Übergabestelle ca. 2000 Laufmeter 4x185 AL	32.500,00 EUR
Steuerkabel 10x2x08	4.500,00 EUR
Glasfaserkabel (anteilig 1/2 3550m €7650 EUR)	3.000,00 EUR
Projektbüro Planung	30.000,00 EUR
Gesamtinvestitionskosten (Schätzwert)	534.750,00 EUR

Tabelle 9: Gesamtinvestitionskosten

3.3.2 Parametergrößen

Wie beschrieben, erfolgt die Investitionsrechnung mit Hilfe eines eigens erstellten Excel-Modells. Die hierfür für alle Varianten gleichbleibenden Parametergrößen sind unten angeführt.

Die Abbildungen sind als Screenshot aus dem Excel-Modell entnommen. Verändert man diese bzw. passt man diese anderen Gegebenheiten an, werden die Ergebnisse automatisch mit den neu eingegebenen Parametern berechnet.

In Abbildung 60 sind folgende, für die Investitionsrechnung verwendete Parameter bezeichnet: die Teuerungsrate, mit welchem die Stromerlöse nach und vor Tarifförderung aufgezinst und Betriebskosten abgezinst werden, sowie die Körperschaftssteuer, das Jahr der Inbetriebnahme, der Fremdkapitalzinssatz für die Fremdkapitalzinskosten und der WACC mit welchem der jährliche Barwert abgezinst wird.

Jahr der Inbetriebnahme	2019
Jährliche Teuerungsrate (Kosten und Stromerlöse - Quelle OeMAG)	1,50%
Körperschaftssteuer	25%
Fremdkapitalzinssatz (Quelle Bank)	2,00%
WACC (Quelle OeMAG)	6,00%

Abbildung 60: Allgemeine Eingabeparameter

In Abbildung 61 sind die Parameter für die Berechnung der Umsatzerlöse aus dem Verkauf der produzierten Strommenge angeführt.

Für die ersten drei Jahre vor Tarifförderung wird von einem aktuellen Preis von 3,5 Cent/kWh ausgegangen. Der Verkaufspreis pro kWh für die 13 Jahre der Tarifförderung

ist auf 10,35 Cent/kWh für die ersten 500.000 kWh und 8,10 Cent/kWh für die nächsten 500.000 kWh festgelegt. Nach den 13 Jahren Tarifförderung wird von einem Strompreis von 3,75 Cent/kWh ausgegangen.

Stromtarife	
Spotpreis ohne Vergütung (ersten 3 Jahre)	3,50 cent/kWh
Spotpreis ohne Vergütung (nach Tarifförderung)	3,75 cent/kWh
OEMAG Tarif für ersten 500.000 kWh	10,35 cent/kWh
OEMAG ab zweiten 500.000 kWh	8,10 cent/kWh
Wartezeit bis OEMAG Genahmung: 2 Jahre; 100% Zuschlag für 13 Jahre *Quelle: Meeting Verein Kleinwasserkraft Österreich & OeMAG	

Abbildung 61: Parameter Stromerlöse

Der jährliche Umsatz an Trinkwasser und Pachterhöhung ist in Abbildung 62 angeführt. Die Umsatzerlöse belaufen sich schätzungsweise auf ca. 9.000 EUR/ Jahr für das Trinkwasser und 1.000 EUR/Jahr für die Pachterhöhung des Kuhstalls im Floitental.

Umsatz Trinkwasser & Pacht	
Trinkwasser	
Gesamtumsatzerlöse:	9.000 €
Pachterhöhung	
Gesamtumsatzerlöse:	1.000 €

Abbildung 62: Jahresumsatz aus Pacht und Trinkwasser

Die Abschreibung berechnet auf 25 Jahre ist in Abbildung 63 angeführt und beträgt 13.520 EUR/ Jahr.

Abschreibung	
Summe elektrische Anlagen	141.250,00 €
Nutzungsdauer elektrische Anlagen	25
Abschreibung (nach 25 Jahren - Reinvestition)	5.650,00 €
Summe restliche Investition	393.500,00 €
Nutzungsdauer	50
Abschreibung	7.870,00 €
Gesamtabschreibung (25 Jahre)	13.520 €

Abbildung 63: Abschreibung auf 25 Jahre

Die in Kapitel 2.5.5 beschriebene Gewinn- und Verlustrechnung zur Ermittlung des Jahresüberschusses ist als Beispiel Abbildung 64 angeführt. Hierfür wurde aus Variante 1 das Jahr vier herangezogen.

Gewinn &- Verlustrechnung (Beispiel Jahr 4)	
Szenario 2: Mit OEMAG Vergütung	
Umsatz Stromverkauf	61.726 €
Trinkwasserverkauf	9.000 €
Pachterhöhung Kuhstall	1.000 €
Gesamtumsatzerlöse	71.726 €
Betriebskosten	7.002 €
Abschreibung	13.520 €
Betriebsergebnis (EBIT)	51.204 €
Zinsen	10.695 €
Ergebnis vor Steuern (EBT)	40.509 €
Tax (25%)	10.127 €
Jahresüberschuss (EAT)	30.381 €

Abbildung 64: Gewinn- und Verlustrechnung (Jahr 4)

Die Cash-Flow Berechnung zur Ermittlung des jährlichen Barwertes ist in Abbildung 65 angeführt. Ersichtlich wird hierbei, dass der Free-Cash Flow solange zur Kredittilgung verwendet wird, bis dieser zur Gänze abbezahlt ist. Erst dann wird der Free Cash-Flow mit dem WACC abgezinst.

Cash-Flow Rechnung (Beispiel Jahr 4)	
Szenario: Mit OEMAG Vergütung	
Jahresüberschuss (EAT)	30.381 €
Abschreibung	13.520 €
Summe Free Cash Flow	43.901 €
Kredittilgung	43.901 €
Abzinsungsfaktor	1,26
Barwert	0 €

Abbildung 65: Cash-Flow Rechnung (Jahr 4)

3.3.3 Parameter der Monte Carlo Simulation

Die Parameter für die in Kapitel 2.5.7 beschriebene Dreiecksverteilungen der Monte Carlo Simulation sind folgend angeführt.

Hierbei ist hervorzuheben, dass sich für die einzelnen Varianten 1-4 lediglich die Parameterwerte Stromproduktion und Betriebskosten pro Version verändern. Alle anderen Parameter sind für alle Varianten gleich.

Die unten abgebildete Tabelle bezieht sich auf Variante 1. Für die anderen Varianten werden die Größen der Betriebskosten und Stromproduktion bei den Ergebnissen dieser einzeln angeführt.

Parameter	Minimalwert	Maximalwert	Höchstwahrscheinlichkeit
Stromproduktion	560.839 kWh	623.155 kWh	623.155 kWh
Betriebskosten	7.002 EUR	8.402 EUR	7.002 EUR
Jährliche Teuerungsrate	1%	2,5%	1,5%
Fremdkapitalzinssatz	1,8%	2,5%	2%
Spotpreis nach Tarifförderung	2,5 Cent/kWh	5 Cent/ kWh	3,75 Cent/kWh
Umsatz Wasserverkauf	7.200 EUR	10.800 EUR	9.000 EUR
Investitionskosten	454.538 EUR	561.488 EUR	534.750 EUR

Tabelle 10: Parameter Monte Carlo Simulation

Stromproduktion

Es wurde festgelegt, dass die Werte der jährlich produzierten Strommenge jährlich um 10% schwanken können; allerdings nur nach unten (z.B. Revision, Steinschlag, Wassermenge)

Betriebskosten

Die Höhe der Betriebskosten (inkl. Versicherung) lassen sich für Kleinwasserkraftwerke aus der Höhe der Engpasseleistung sehr gut abschätzen. Da sich das Kleinwasserkraftprojekt Sulzenquelle allerdings im Hochgebirge befindet kann dieser Wert um 20% im Jahr ansteigen.

Jährliche Teuerungsrate

Die jährliche Teuerungsrate für Betriebskosten und Strompreise korreliert mit der Inflation und sollte daher einen Wert nahe 2% aufweisen. Da sich das Zinsniveau in den letzten Jahren auf einem Rekordtief befindet, ist die Höchstwahrscheinlichkeit mit 1,5% festgelegt. Der Minimalwert beträgt 1%, der Maximalwert 2,5%.

Fremdkapitalzinssatz

Der Fremdkapitalzinssatz wird von der Bank vorgegeben und liegt nach erster Absprache bei ca. 2%. Dieser Wert kann sich je nach Wirtschaftslage bei Vertragsabschluss noch leicht nach unten (1,8%) oder oben (2,5%) verschieben.

Spotpreis nach Tarifförderung

Für den Spotpreis nach Tarifförderung wird der in Kapitel 2.2.4 beschriebene und errechnete Preis von 3,75 Cent/kWh herangezogen. Dennoch kann sich dieser Wert in den nächsten Jahren sowohl nach unten (2,5 Cent/kWh) als auch nach oben (5 Cent/kWh) entwickeln.

Umsatz Wasserverkauf

Die genaue Höhe des Verkaufspreises des Trinkwassers ist noch nicht festgelegt. Durch mehrere Gespräche mit Vereinsmitgliedern des Vereines der österreichischen Kleinwasserkraft kann mit einem Verkaufspreis von 40 – 60 Cent/m³ gerechnet werden.

Investitionskosten

Die verschiedenen Werte des Parameters Investitionskosten sind im Kapitel 2.5.7 nachzuschlagen in dem diese als Beispiel in der Erklärung der Monte Carlo Simulation und Dreieckserteilung (Abbildung 58) angeführt sind.

WACC

In den Förderrichtlinien der ÖeMAG ist für den Nachweis des Förderbedarfes für Investitionszuschüsse eine dynamische Kapitalwertberechnung mit dem gesetzlich festgelegten Zinssatz von 6% aufzustellen¹⁵².

Daher ist auch bei der Investitionsrechnung des Projektes „Sulzenquelle“ ein WACC von 6% angenommen worden.

3.3.4 Variante 1

In der Variante 1 erfolgt die Quelfassung am Ende des Bachkörpers. Siehe Abbildung 42. Des Weiteren bekommt die Wassergenossenschaft 2,5 l/s Sekunde als Trinkwasser zugesprochen.

Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die für die Variante 1 ermittelte Wassermenge resultiert aus der Durchschnittswassermessung MQ der Sulzenquelle abzüglich den 2,5 l/s für die Wassergenossenschaft zur Trinkwasserversorgung. Zusätzlich sind durch die geringen NQT-Werte behördlich die Entnahme in den Monaten Dezember-Februar auf 28 l/s und in den Monaten November und März auf 60 l/s beschränkt, sowie auf maximal 110 l/s in den Sommermonaten.

In Abbildung 66 sind die Ergebnisse der Berechnungen der oben beschriebenen Wasserentnahme und Stromproduktion angeführt.

¹⁵² OeMAG, https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/180216_Foer-derrichtlinien_2018_Kleinwasserkraft_MWK_KWK.pdf (Zugriff: 13.03.2018).

Jährliche Stromproduktion							
Monat	Wassermessung MQ	Wassermenge Q (Behörde)	"Trinkwasser"	Wassermenge Q	Klemmenleistung	Arbeit in kWh	
Jänner	78	28 l/s	2,5	25,5	23,2 kW	16.923 kWh	
Februar	76	28 l/s	2,5	25,5	23,2 kW	16.923 kWh	
März	88	60 l/s	2,5	57,5	52,3 kW	38.159 kWh	
April	105	105 l/s	2,5	102,5	93,2 kW	68.023 kWh	
Mai	110	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
Juni	125	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
Juli	120	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
August	120	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
September	115	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
Oktober	115	110 l/s	2,5	107,5	97,7 kW	71.341 kWh	
November	95	60 l/s	2,5	57,5	52,3 kW	38.159 kWh	
Dezember	82	28 l/s	2,5	25,5	23,2 kW	16.923 kWh	
Gesamtarbeit:						623.155 kWh/Jahr	

Abbildung 66: Variante 1: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die Engpassleistung ist demnach 97,2 KW und es sind mit Betriebskosten von ca. 7.000 EUR zu rechnen.

Es ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von 623.155 kWh/Jahr.

Investitionsrechnung

Die Excel Berechnung der Investitionsrechnung (Variante 1) ist im Anhang angeführt. Es ergibt sich ein Nettobarwert von 127.357 EUR.

Der interne Zinsfuß beträgt 4,61%.

Die dynamische Amortisationszeit beträgt 13,43 Jahre.

Risikoanalyse

In Abbildung 67 ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes angegeben. Der nach 50.000 Iterationen ermittelte Mittelwert liegt bei 121.337 EUR.

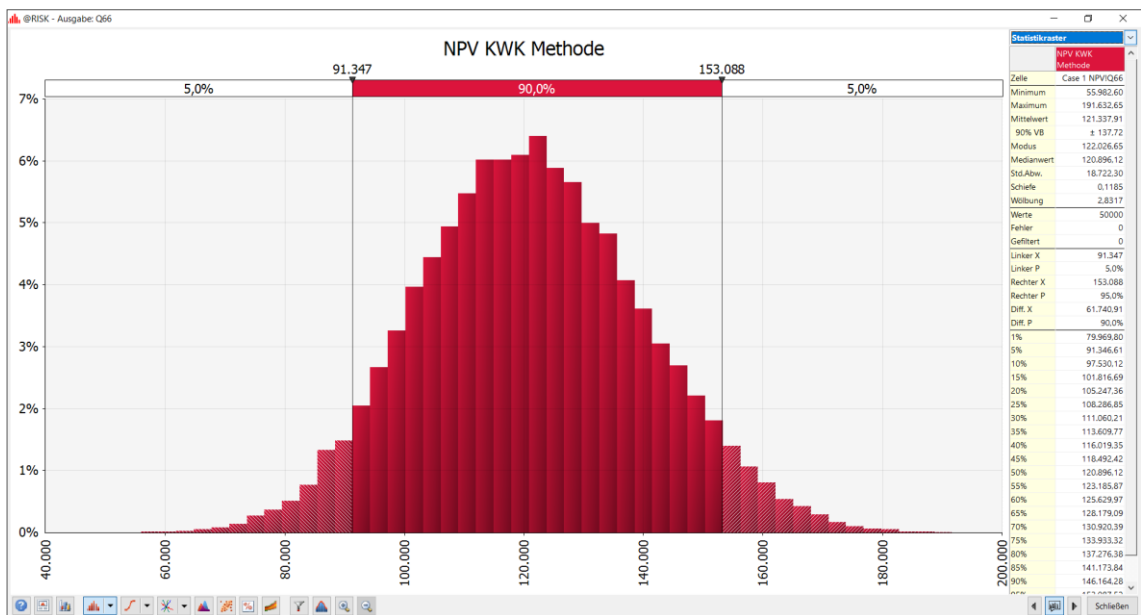


Abbildung 67: Variante 1: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert

Abbildung 68 stellt die Summenkurve des Kapitalwertes mit 0,5 als Mittelwert dar. Wie in beiden Graphen zu erkennen ist, geht der Kapitalwert auch im „schlechtesten“ Fall nicht ins Negative. Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 90%, dass der Kapitalwert zwischen 91.347 EUR und 153.088 EUR liegt.

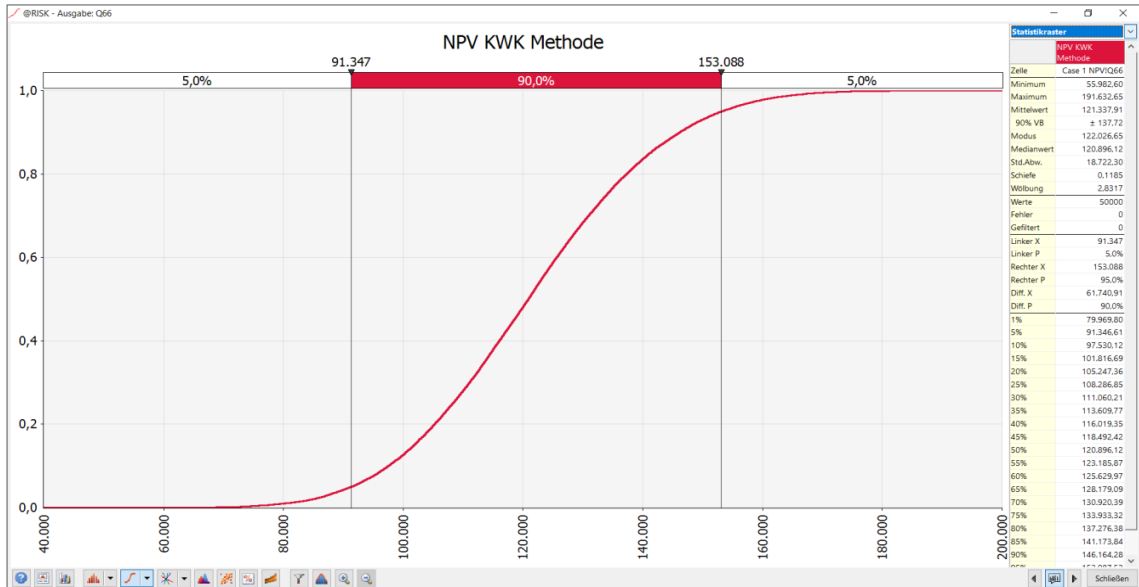


Abbildung 68: Variante 1: Summenkurve Kapitalwert

Sensitivitätsanalyse

In Abbildung 69 ist das Tornado Diagramm abgebildet. Ersichtlich werden hier die größten Einflussfaktoren auf den Kapitalwert. Es ist auch zu erkennen, dass keiner der Einflussparameter einen negativen Kapitalwert herbeiführt. Neben den Investitionskosten weist der Spotpreis nach Tarifförderung die größte Sensitivität auf. Die Veränderung der Betriebskosten, des Fremdkapitalzinssatzes und der Teuerungsrate haben den geringsten Einfluss auf den Kapitalwert.

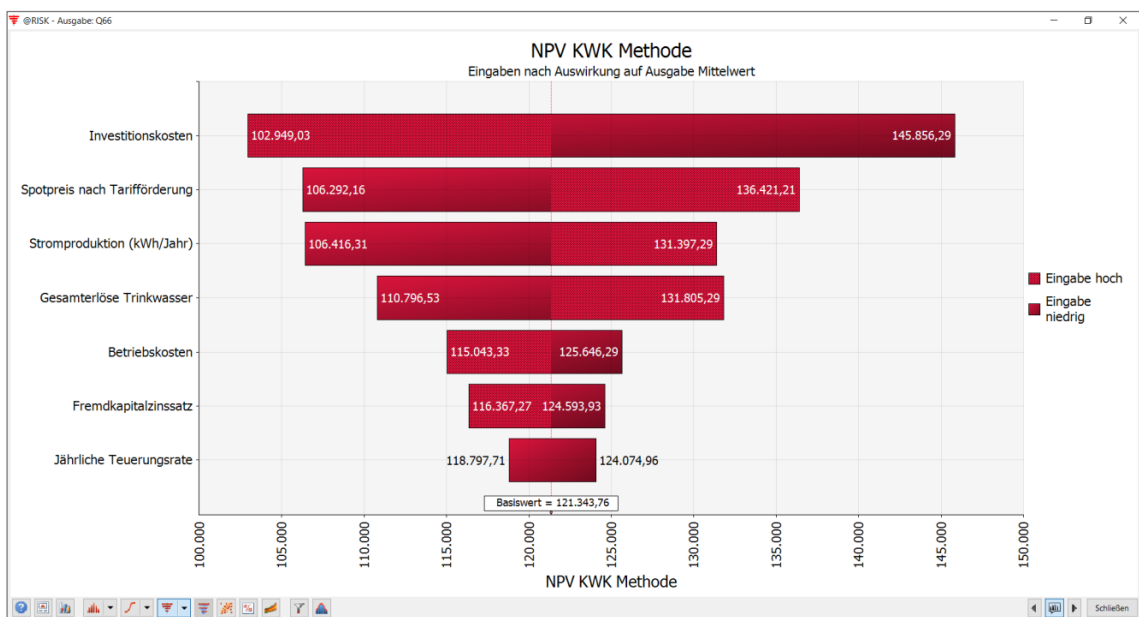


Abbildung 69: Variante 1: Tornado Diagramm

Abbildung 70 stellt die klassische Sensitivitätsanalyse dar. Abgebildet sind die größten 5 Einflussparameter auf den Kapitalwert. Die Abbildung ist eine andere Darstellung des Tornadodiagramms. Die Sensitivität der Investitionskosten ist hier nochmals gut zu erkennen.

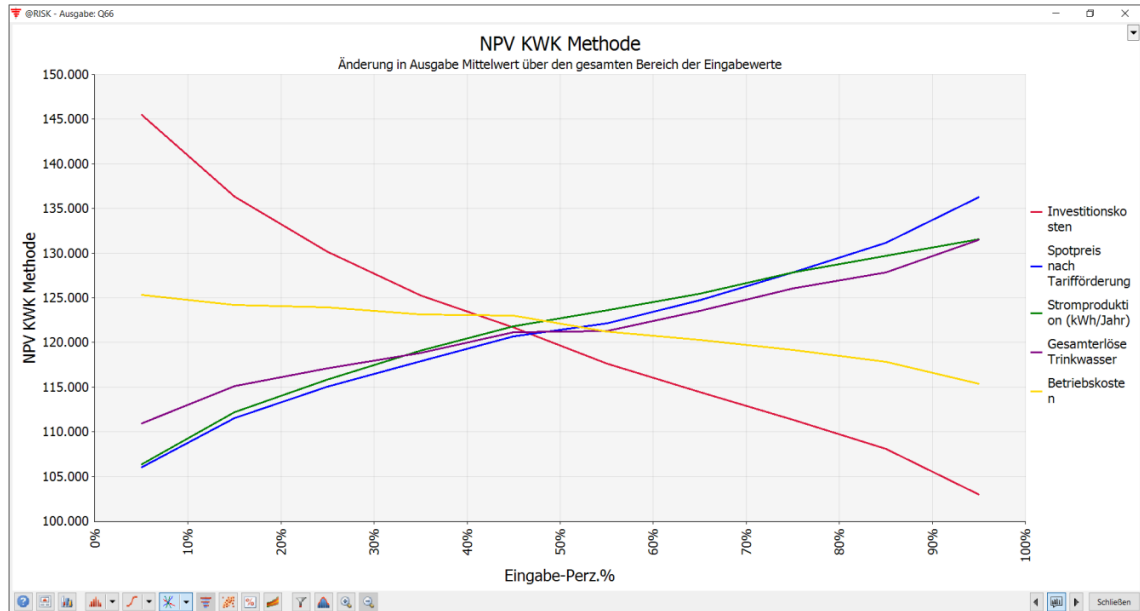


Abbildung 70: Variante 1: Sensitivitätsanalyse

Spezifische Investitionskosten

Die spezifischen Investitionskosten belaufen sich auf 5.472 EUR/kW.

Levelized Costs of Electricity (LCOE)

Die LCOE belaufen sich auf 25 Jahre gerechnet auf 9,75 Cent/kWh.

3.3.5 Variante 2

In der Variante 2 erfolgt die Quelfassung am Ende des Bachkörpers. Siehe Abbildung 42. Des Weiteren bekommt die Wassergenossenschaft 13 l/s Sekunde als Trink- und Löschwasser zugesprochen.

Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die für die Variante 2 ermittelte Wassermenge resultiert aus der Durchschnittswassermessung MQ der Sulzenquelle abzüglich den 13 l/s für die Wassergenossenschaft zur Trink- und Löschwasserversorgung. Zusätzlich sind durch die geringen NQT-Werte behördlich die Entnahme in den Monaten Dezember-Februar auf 28 l/s beschränkt und in den Monaten November und März auf 60 l/s, sowie auf maximal 110 l/s in den Sommermonaten.

In Abbildung 71 sind die Ergebnisse der Berechnungen der Wasserentnahme und Stromproduktion angeführt.

Jährliche Stromproduktion						
Monat	(Genehmigte) Wassermenge Q	Entnahme Gemeinde	Eigenentnahme	Klemmenleistung	Arbeit in kWh	
Jänner	28 l/s	13,0 l/s	15 l/s	13,6 kW	9.955 kWh	
Februar	28 l/s	13,0 l/s	15 l/s	13,6 kW	9.955 kWh	
März	60 l/s	13,0 l/s	47 l/s	42,7 kW	31.191 kWh	
April	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
Mai	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
Juni	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
Juli	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
August	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
September	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
Oktober	110 l/s	13,0 l/s	97 l/s	88,2 kW	64.373 kWh	
November	60 l/s	13,0 l/s	47 l/s	42,7 kW	31.191 kWh	
Dezember	28 l/s	13,0 l/s	15 l/s	13,6 kW	9.955 kWh	
				Gesamtarbeit:	542.855 kWh/Jahr	

Abbildung 71: Variante 2: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die Engpassleistung ist 88,2 KW und es sind mit Betriebskosten von ca. 6.440 EUR zu rechnen.

Es ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von 542.855 kWh/Jahr.

Investitionsrechnung

Die Excel Berechnung der Investitionsrechnung (Variante 2) ist im Anhang angeführt. Es ergibt sich ein Nettobarwert von 91.497 EUR.

Der interne Zinsfuß beträgt 3,62%.

Die dynamische Amortisationszeit beträgt 14,67 Jahre.

Risiko- und Sensitivitätsanalyse

In Abbildung 72 ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes angeführt. Der Mittelwert beträgt 86.742 EUR und es ist zu erkennen, dass der Kapitalwert auch nach 50.000 Iterationen nie einen negativen Wert angenommen hat. Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 90%, dass der Kapitalwert zwischen 59.133 EUR und 116.543 EUR liegt.

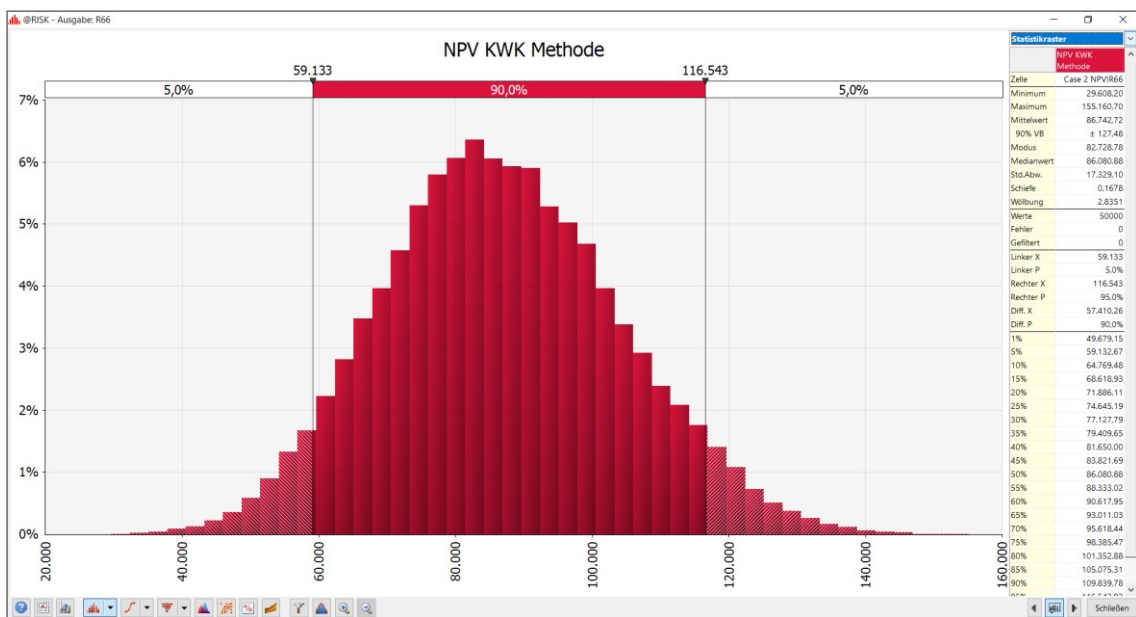


Abbildung 72: Variante 2: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert

Die Summenkurve des Kapitalwertes ist im Anhang angeführt, ebenso die beiden Graphen der Sensitivitätsanalyse, da sich diese in den einzelnen Varianten nicht mehr signifikant voneinander unterscheiden.

Spezifische Investitionskosten

Die spezifischen Investitionskosten belaufen sich auf 6.064 EUR/kW

Levelized Costs of Electricity (LCOE)

Die LCOE belaufen sich auf 11,06 Cent/kWh auf 25 Jahre gerechnet.

3.3.6 Variante 3

In der Variante 3 erfolgt die Quelfassung direkt an der Sulzenquelle. Siehe Abbildung 42. Des Weiteren bekommt die Wassergenossenschaft 2,5 l/s Sekunde als Trinkwasser zugesprochen.

Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die für die Variante 3 ermittelte Wassermenge resultiert aus der Durchschnittswassermessung MQ der Sulzenquelle abzüglich den 2,5 l/s für die Wassergenossenschaft zur Trinkwasserversorgung. Des Weiteren müssen 20 l/s kontinuierlich das ganze Jahr abgeleitet werden, damit der Bachkörper nicht beeinträchtigt wird. Zusätzlich sind wiederum durch die geringen NQT-Werte behördlich die Entnahme in den Monaten Dezember-Februar auf 28 l/s beschränkt und in den Monaten November und März auf 60 l/s, sowie auf maximal 110 l/s in den Sommermonaten.

In Abbildung 73 sind die Ergebnisse der Berechnungen der Wasserentnahme und Stromproduktion angeführt.

Jährliche Stromproduktion							
Monat	Wassermenge MQT	Restwassermenge	Entnahme Gemeinde	Mögliche Restentnahme	Incl. Restwasserbestimmungen	Klemmenleistung	Arbeit in kWh
Jänner	78	20 l/s	2,5 l/s	55,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
Februar	76	20 l/s	2,5 l/s	53,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
März	88	20 l/s	2,5 l/s	65,5 l/s	60,0 l/s	54,5 kW	39.818 kWh
April	105	20 l/s	2,5 l/s	82,5 l/s	82,5 l/s	75,0 kW	54.750 kWh
Mai	110	20 l/s	2,5 l/s	87,5 l/s	87,5 l/s	79,5 kW	58.068 kWh
Juni	125	20 l/s	2,5 l/s	102,5 l/s	102,5 l/s	93,2 kW	68.023 kWh
Juli	120	20 l/s	2,5 l/s	97,5 l/s	97,5 l/s	88,6 kW	64.705 kWh
August	120	20 l/s	2,5 l/s	97,5 l/s	97,5 l/s	88,6 kW	64.705 kWh
September	115	20 l/s	2,5 l/s	92,5 l/s	92,5 l/s	84,1 kW	61.386 kWh
Oktober	115	20 l/s	2,5 l/s	92,5 l/s	92,5 l/s	84,1 kW	61.386 kWh
November	95	20 l/s	2,5 l/s	72,5 l/s	60,0 l/s	54,5 kW	39.818 kWh
Dezember	82	20 l/s	2,5 l/s	59,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
Gesamtarbeit:							568.405 kWh/Jahr

Abbildung 73: Variante 3: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die Engpassleistung beträgt 93,2 KW und es sind mit Betriebskosten von ca. 6.735 EUR zu rechnen. Es ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von 568.405 kWh/Jahr.

Investitionsrechnung

Die Excel Berechnung der Investitionsrechnung (Variante 3) ist im Anhang angeführt. Es ergibt sich ein Nettobarwert von 101.739 EUR.

Der interne Zinsfuß beträgt 3,92%.

Die dynamische Amortisationszeit beträgt 14,28 Jahre.

Risiko- und Sensitivitätsanalyse

In Abbildung 74 ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes angeführt. Der Mittelwert beträgt 96.465 EUR und es ist zu erkennen, dass der Kapitalwert auch nach 50.000 Iterationen nie einen negativen Wert angenommen hat. Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 90%, dass der Kapitalwert zwischen 68.217 EUR und 126.692 EUR liegt.

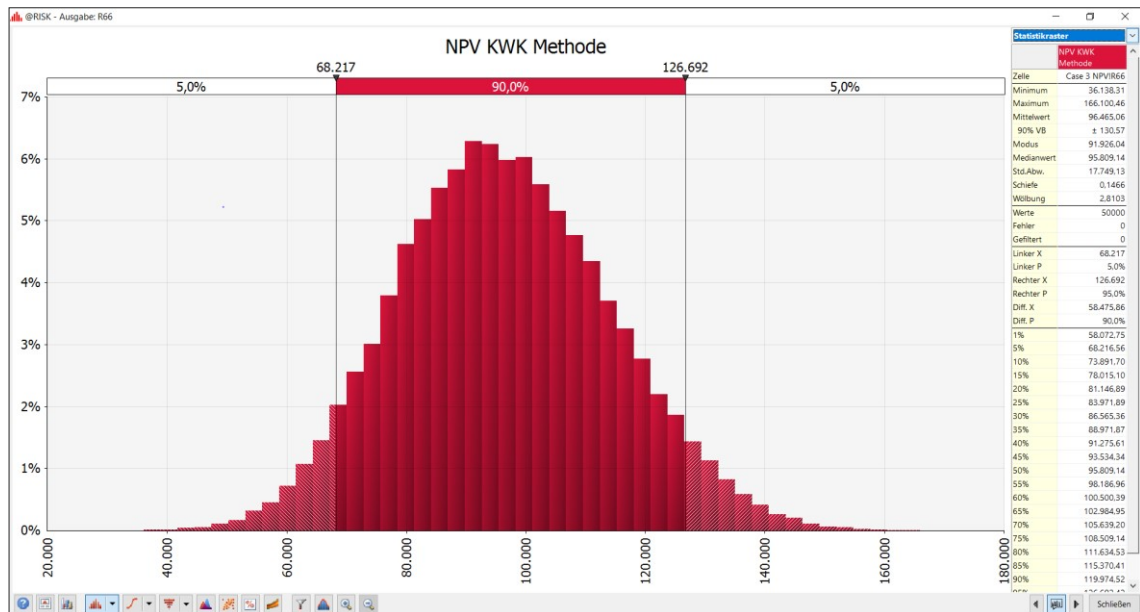


Abbildung 74: Variante 3: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert

Die Summenkurve und die beiden Graphen der Sensitivitätsanalyse der Variante 3 sind ebenfalls im Anhang nachzuschlagen.

Spezifische Investitionskosten

Die spezifischen Investitionskosten belaufen sich auf 5.739 EUR/kW

Levelized Costs of Electricity (LCOE)

Auf 25 Jahre gerechnet belaufen sich die LCOE auf 9,45 Cent/kWh.

3.3.7 Variante 4

In der Variante 4 erfolgt die Quelfassung direkt an der Sulzenquelle. Siehe Abbildung 42. Des Weiteren bekommt die Wassergenossenschaft 13 l/s Sekunde als Trink- und Löschwasser zugesprochen.

Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die für die Variante 4 ermittelte Wassermenge resultiert aus der Durchschnittswassermessung MQ der Sulzenquelle abzüglich den 13 l/s für die

Wassergenossenschaft zur Trinkwasserversorgung. Des Weiteren müssen 20 l/s kontinuierlich das ganze Jahr abgeleitet werden, damit der Bachkörper nicht beeinträchtigt wird. Zusätzlich sind durch die geringen NQT-Werte behördlich die Entnahme in den Monaten Dezember-Februar auf 28 l/s beschränkt und in den Monaten November und März auf 60 l/s, sowie auf maximal 110 l/s in den Sommermonaten.

In Abbildung 75 sind die Ergebnisse der Berechnungen der Wasserentnahme und Stromproduktion angeführt.

Jährliche Stromproduktion							
Monat	Wassermenge MQT	Restwassermenge	Entnahme Gemeinde	Mögliche Restentnahme	Incl. Restwasserbestimmungen	Klemmenleistung	Arbeit in kWh
Jänner	78	20,0 l/s	13,5 l/s	44,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
Februar	76	20,0 l/s	13,5 l/s	42,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
März	88	20,0 l/s	13,5 l/s	54,5 l/s	54,5 l/s	49,5 kW	36.168 kWh
April	105	20,0 l/s	13,5 l/s	71,5 l/s	71,5 l/s	65,0 kW	47.450 kWh
Mai	110	20,0 l/s	13,5 l/s	76,5 l/s	76,5 l/s	69,5 kW	50.768 kWh
Juni	125	20,0 l/s	13,5 l/s	91,5 l/s	91,5 l/s	83,2 kW	60.723 kWh
Juli	120	20,0 l/s	13,5 l/s	86,5 l/s	86,5 l/s	78,6 kW	57.405 kWh
August	120	20,0 l/s	13,5 l/s	86,5 l/s	86,5 l/s	78,6 kW	57.405 kWh
September	115	20,0 l/s	13,5 l/s	81,5 l/s	81,5 l/s	74,1 kW	54.086 kWh
Oktober	115	20,0 l/s	13,5 l/s	81,5 l/s	81,5 l/s	74,1 kW	54.086 kWh
November	95	20,0 l/s	13,5 l/s	61,5 l/s	60,0 l/s	54,5 kW	39.818 kWh
Dezember	82	20,0 l/s	13,5 l/s	48,5 l/s	28,0 l/s	25,5 kW	18.582 kWh
Gesamtarbeit:							513.655 kWh/Jahr

Abbildung 75: Variante 4: Wasserentnahme und jährliche Stromproduktion

Die Engpassleistung beträgt hier 83,2 KW und es sind mit Betriebskosten von ca. 6.140 EUR zu rechnen.

Es ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von 513.655 kWh/Jahr.

Investitionsrechnung

Die Excel Berechnung der Investitionsrechnung (Variante 4) ist im Anhang angeführt. Es ergibt sich ein Nettobarwert von 79.487 EUR.

Der interne Zinsfuß beträgt 3,26%.

Die dynamische Amortisationszeit beträgt 15,17 Jahre.

Risiko- und Sensitivitätsanalyse

In ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes der Variante 4 angeführt. Der Mittelwert beträgt 74.790 EUR und auch hier ist zu erkennen, dass der Kapitalwert nach 50.000 Iterationen nie einen negativen Wert angenommen hat. Die Wahrscheinlichkeit liegt ebenfalls bei 90%, dass der Kapitalwert zwischen 47.735 EUR und 103.770 EUR liegt.

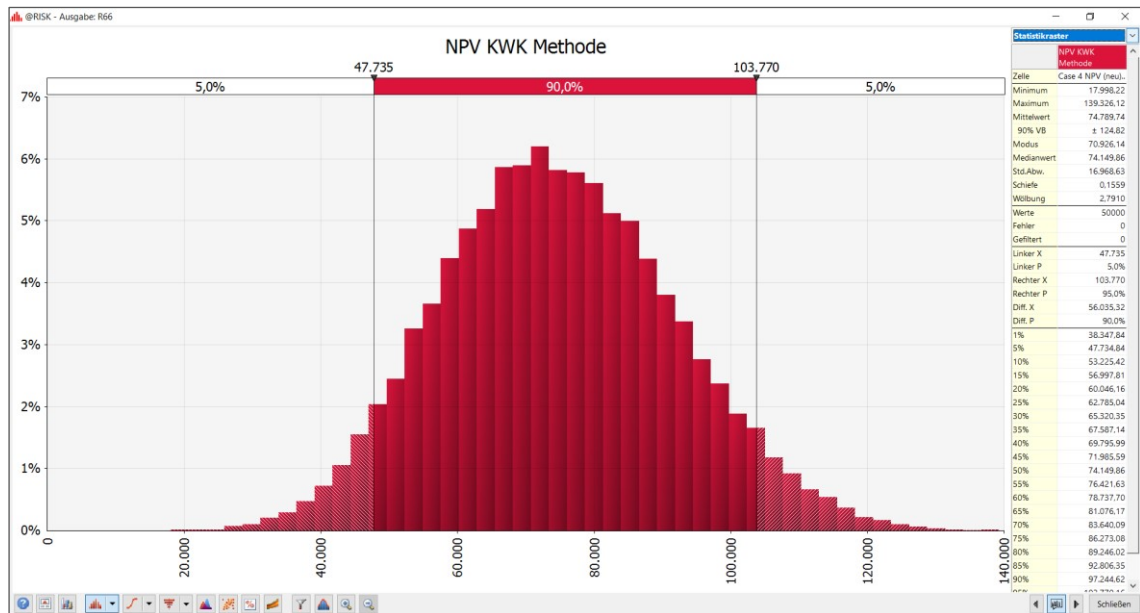


Abbildung 76: Variante 4: Wahrscheinlichkeitsverteilung Kapitalwert

Die Summenkurve und die beiden Graphen der Sensitivitätsanalyse der vierten Variante sind im Anhang nachzuschlagen.

Spezifische Investitionskosten

Die spezifischen Investitionskosten belaufen sich auf 6.429 EUR/kW

Levelized Costs of Electricity (LCOE)

Die LCOE belaufen sich auf 11,20 Cent/kWh auf 25 Jahre gerechnet.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Keiner der berechneten Varianten 1-4 ergibt in der Investitionsrechnung als auch Risikoanalyse einen negativen Kapitalwert. Daher sind alle Varianten als absolut vorteilhaft einzustufen und sollten durchgeführt werden. Siehe Abbildung 77.

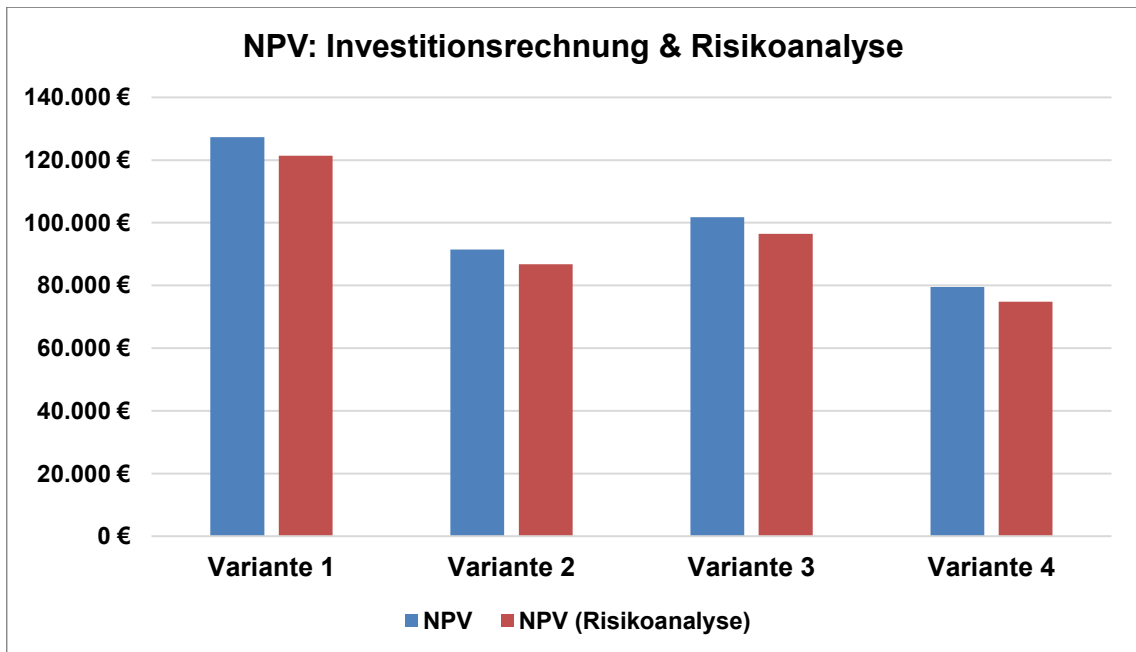


Abbildung 77: NPV: Investitionsrechnung & Risikoanalyse

Es kann natürlich sein, dass sich in den Verhandlungen mit den Behörden die Vorschriften der Restwassermengen verändern. Die neue Wasserentnahmemenge kann in das Excel-Modell eingegeben werden und erneut auf die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit geprüft werden.

Es wird ebenfalls empfohlen, nach Absprache der Wassergenossenschaft Ginzling Variante 2 oder Variante 4 zu bevorzugen und diese als Verhandlungsbasis für die Behörden heranzuziehen. Wird der Wassergenossenschaft 13 l/s zugesprochen, kann unten im Dorf ein weiteres Kleinwasserkraftwerk installiert werden, was wiederum die Wirtschaftlichkeit des Trinkwasserprojektes verbessert. Auch wenn diese Varianten einen geringeren Kapitalwert zur Folge haben, kann sichergestellt werden, dass die Genossenschaft das Projekt realisiert.

Auch bei negativen Kapitalwerten > -100.000 EUR sollte überlegt werden, die Unternehmung trotzdem zu realisieren. Dies ist aus zwei Gründen zu rechtfertigen. Zum einen erfolgt durch die Elektrifizierung eine Aufwertung der im Floitental gelegenen familieneigenen Liegenschaften und es entstehen die im Kapitel 2.4.9 beschriebenen potentiellen Zukunftsprojekte durch Vermietung der Franzenshütte und Eröffnung einer Jausenstation an der Sulzenalm. Zum Zweiten ist die Investitionsrechnung auf den Zeitpunkt von 25 Jahren festgelegt. Verlängert man diesen Betrachtungsraum erhöht

sich der Kapitalwert. Da sich der Betrieb in Familienbesitz befindet, ist ein längerer Betrachtungszeitraum argumentierbar, da schnelle Gewinne nicht vordergründig sind.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen den hohen Einfluss der Investitionskosten und den Spotpreis nach Tarifförderung auf. Entwickeln sich die Spotpreise an den Börsen nach oben und die Investitionskosten fallen günstiger aus, wirkt sich das positiv auf den Kapitalwert aus. Dies kann sich im ungünstigen Fall natürlich auch in die andere Richtung entwickeln. Besonders bei den Grabungsarbeiten und GFK-Druckrohrtechnik ist Einsparungspotential vorhanden.

In Abbildung 78 ist die Zusammenfassung der spezifischen Investitionskosten angeführt.

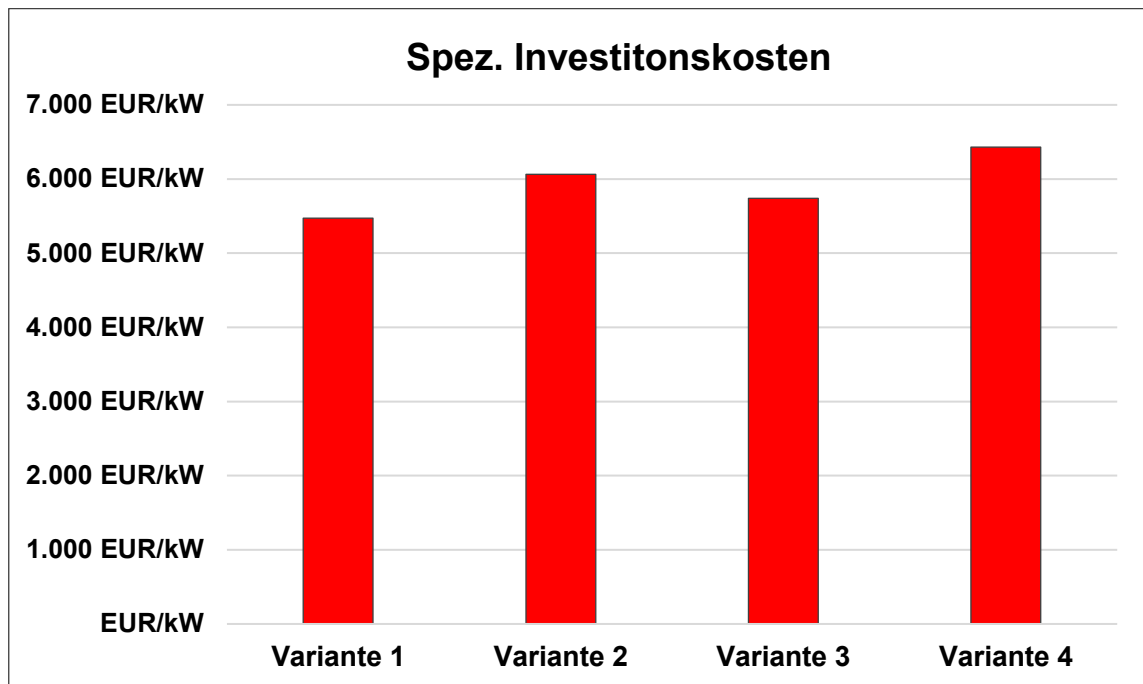


Abbildung 78: Spezifische Investitionskosten

Keine der Varianten liegt über dem österreichischen Schnitt von ca. 7.500 EUR/kW (für 100 kW) welcher im Kapitel 2.5.5 und Abbildung 54 nachzuschlagen ist. Dennoch ist dieser Wert alleine nicht sehr aussagekräftig, weshalb in Abbildung 79 die bereits erwähnten Größen Levelized Costs of Electricity aller Varianten angeführt sind.

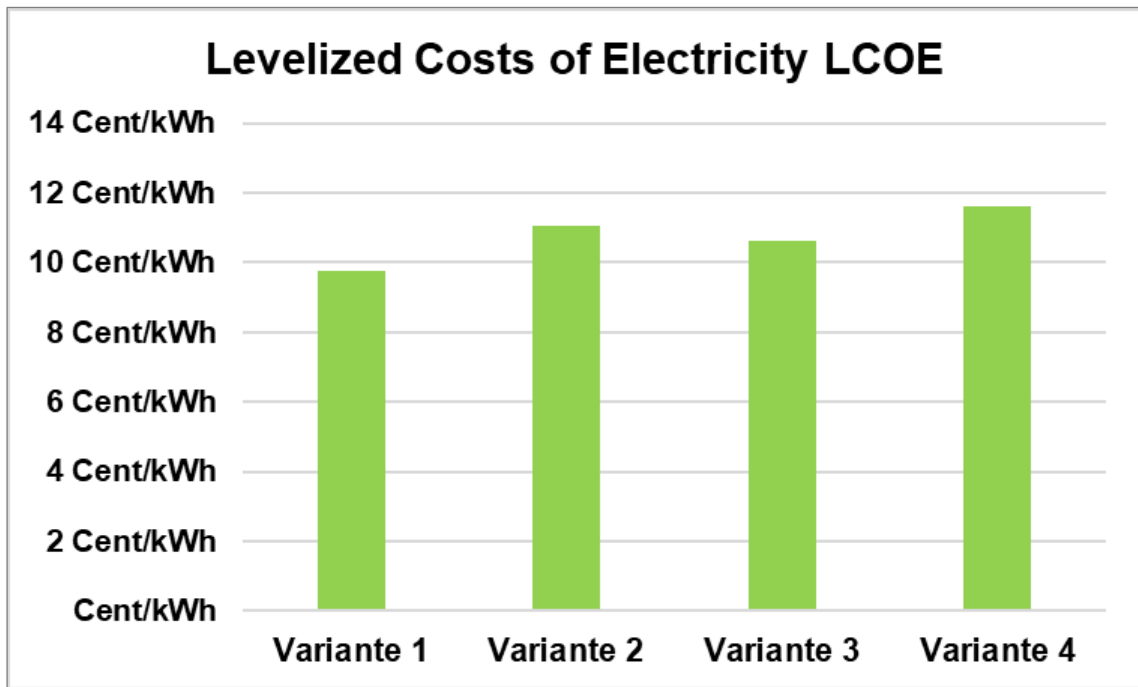


Abbildung 79: LCOE der Varianten 1-4

Wie zu erkennen ist, sind die Levelized Costs of Electricity (berechnet mit dem festgelegten WACC von 6%) der Varianten 1-4 zwischen 9,75 und 11,60 Cent/kWh. Dieser Wert würde zwar bei einem niedrigerem WACC ebenfalls sinken (z.B. Variante 1 mit WACC von 3%: 7,3 Cent/kWh). Dennoch liegt dieser Wert noch weit über den derzeitigen Spotpreisen an der Strombörse, was die Wichtigkeit der Tarifförderung und den ca. 10.000 EU an zusätzlichen Einnahmequellen durch Trinkwasserverkauf unterstreicht. Dadurch ist die Unternehmung nicht ausschließlich von den Einnahmen aus Stromverkauf abhängig, kann sich diversifizieren und somit das Risiko minimieren.

Des Weiteren ist die begünstigte Ausgangssituation durch das Trinkwasserproblem der Wassergenossenschaft Ginzling hervorzuheben, welches den Bau des Kraftwerkes im Ruhegebiet Zillertal Hauptkamm erst ermöglicht. Auch die Entwicklung der österreichischen Konjunktur und die national und internationalen politischen Rahmenbedingungen wirken sich vorteilhaft auf die Unternehmung aus. Siehe Kapitel 3.1, SWOT-Analyse.

Um das Projekt erfolgreich realisieren zu können sollte auf alle wichtigen Anspruchsgruppen eingegangen werden. Hierbei ist es von Vorteil, wenn sich die Familie Trauttmansdorff und die Wassergenossenschaft Ginzling zusammenschließen um als „Gesamtprojekt“ durch eine verbesserte Verhandlungsbasis in den Gesprächen mit den Stakeholdern vorteilhafte Ergebnisse erzielen zu können. Siehe Kapitel 3.2, Stakeholder Mapping.

Literaturverzeichnis

- AGRE Umwelt-Hygiene (2009): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 20.04.2010
- AGRE Umwelt-Hygiene (2010): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 20.04.2011
- AGRE Umwelt-Hygiene (2011): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 28.12.2011
- AGRE Umwelt-Hygiene (2012): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 30.12.2012
- AGRE Umwelt-Hygiene (2013): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 14.03.2014
- AGRE Umwelt-Hygiene (2014): Inspektionsberichte - Hygienische Begutachtung. Finkenberg - Ginzling - WVA der Wassergenossenschaft Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. Innsbruck, 09.04.2015
- Amt der Tiroler Landesregierung (2018): Wasserbuch – Auszug des Landes Tirol. URL: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/energie/wasserbuch/> (Zugriff: 02.03.2018).
- Arsenproblematik. Übersicht über bereits gesetzte Maßnahmen. Wassergenossenschaft Ginzling Dornauerg, 2012 (unveröffentlicht) Arsenproblematik. Übersicht über bereits gesetzte Maßnahmen. Wassergenossenschaft Ginzling Dornauerg, 06.04.2012, 1 Seite (unveröffentlicht)
- Austrian Power Clearing and Settlement AG (2018): APCS Aufgaben. URL: <https://www.apcs.at/de/aufgaben> (Zugriff: 20.03.2018)
- Austrian Power Grid (2018): Netzregelung. URL: <https://www.apg.at/de/markt/netzregelung> (Zugriff: 13.03.2018)
- Bayrische Landeskraftwerke GmbH, Kraftwerkstypen. URL: www.landeskraftwerke.de/kraftwerkstypen (Zugriff 15.03.2018)
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion VII Wasser (2012): Wasserverbrauch und Wasserbedarf, URL:

https://www.bmnt.gv.at/service/publikationen/wasser/Water_Scarce_Alpine.html
(Zugriff 12.03.2018)

Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Energie in Österreich (2016): Energie in Österreich. Wien. URL: <https://www.bmdw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energiebericht/Documents/Energie%20in%20Österreich%20Barrierefrei%20final.pdf> (Zugriff: 26.02.2018)

Christoph Kost; Johannes N. Mayer; Jessica Thomsen; Niklas Hartman; Charlotte Senkpiel; Simon Philipps; Sebastian Nold; Simon Lude; Thomas Schlegl (2013): Fraunhofer Institut - Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2013_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf (Zugriff: 09.04.2018).

E-Control (2011): 10 Jahre Energiemarkt Liberalisierung. URL: <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/news/themen-archiv/sonstige-news/bericht-10-jahreenergiemarktliberalisierung>.

E-Control (2013): Das österreichische Strommarktmodell. URL: <https://www.e-control.at/documents/20903/-/-/1490db94-6514-4edd-a007-e38f0c33276e>(Zugriff: 03.02.2018).

E-Control (2016): Bestandsstatistik E-Control. URL: <https://www.e-control.at/statistik/strom/bestandsstatistik>. (Zugriff: 03.02.2018)

E Control (2017a): Betriebsstatistik - Jahresreihen. URL: <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen> (Zugriff: 03.02.2018)

E-Control (2017b): Ökostrombericht 2017. URL: <https://www.e-control.at/documents/20903/388512/e-control-oekostrombericht-2017.pdf/ce32088bb8dc-85d3-2585-c6af224b3113> (Zugriff: 19.03.2018)

E-Control (2018a): Auch ein freier Markt braucht Regeln. URL: <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strommarkt/marktaufsicht> (Zugriff: 19.03.2018)

E-Control (2018b): Bilanzgruppe. URL: <https://www.e-control.at/industrie/strom/strommarkt/bilanzgruppe> (Zugriff: 19.03.2018)

E-Control (2018c): Das Ökostrom-Fördersystem. URL: <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/oeko-energie/oekostrom-foedersystem> (Zugriff: 19.03.2018)

E-Control (2018d): Liberalisierung & Monopol. URL: <https://www.e-control.at/konsumenten/energiemarkt/monopol-und-liberalisierung> (Zugriff: 19.03.2018)

E-Control (2018e): Preiszusammensetzung. URL: <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strompreis/preiszusammensetzung> (Zugriff: 19.03.2018)

- E-Control (2018f): Regelreserve und Ausgleichsenergie. URL: <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/strom/strommarkt/regelreserve-und-ausgleichsenergie> (Zugriff: 19.03.2018)
- European Energy Exchange (2018): Üblicher Strompreis gemäß KWK-Gesetz. URL: <https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/spotmarkt/kwk-index> (Zugriff: 06.03.2019).
- Europäisches Parlament (2018): Energiebinnenmarkt. URL: www.europarl.europa.eu/atyourservice/de/displayFtu.html?ftuid=FTU_2.1.9.html (Zugriff: 19.03.2018).
- Gemeinde Ginzling - Dornauerg (2018): Ginzling-Dornauerg Wissenswertes über unseren Ort. URL: <https://www.ginzling.net/fraktion/unser-ort/> (Zugriff: 16.03.2018)
- Giesecke, J.; Mosonyi, E.; Heimerl, S. (2009): Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb. 5., aktualisierte und erw. Aufl, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540-88988-5.
- Götze, U. (2008): Investitionsrechnung: Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 6., durchges. und aktualisierte Aufl, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540-78872-0.
- Heesen, B. (2012): Bilanzplanung und Bilanzgestaltung: fallorientierte Bilanzerstellung. 3. Aufl, Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN 978-3-8349-4025-4.
- Heimerl, S. (2013): Wasserkraftprojekte: ausgewählte Beiträge aus der Fachzeitschrift WasserWirtschaft. Bd. 1: ... Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-00995-3.
- Helmut Hojesky, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2016): Pariser Abkommen. URL: <https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:96010191-f96f-46dd-95a3-517f8ffd5404/1%20-%20Hojesky%20-%20Ergebnisse%20von%20Paris%20im%20-%20Überblick.pdf>. (Zugriff: 26.02.2018)
- Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen (2018): Ruhegebiet - Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. URL: <http://www.naturpark-zillertal.at/naturschutz/ruhegebiet-als-basis.html> (Zugriff 22.03.2018)
- Horlacher, H.-B.; Helbig, U. (2018): Rohrleitungen 2. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-50354-6.
- Inge Zechmann, Pressestelle Umweltbundesamt (2017): Erste Abschätzung für EU-weite Treibhausgas-Emissionen 2016. URL: http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/-lastnews/news2017/news_171107/ (Zugriff: 07.03.2018)
- Kaltschmitt, M. (2014): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5., erweiterte Auflage, korrigierter Nachdruck, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-03248-6.

- Klinglmair, A.; Bliem, M. G. (2014): Die Erschließung vorhandener Wasserkraftpotenziale in Österreich im Spannungsfeld von Energiepolitik und ökologischen Schutzziele. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Jg. 38, Nr. 1, S. 13–26.
- Landesregierung Tirol (1998): Verordnung der Landesregierung (LGBl. Nr. 44/1998) vom 3. Februar 1998 über die Erklärung eines Teiles des Zillertaler Hauptkammes im Gebiet der Marktgemeinde Mayrhofen und der Gemeinden Brandberg und Finkenberg zum Ruhegebiet (Ruhegebiet Zillertaler Hauptkamm).
- Landesregierung Tirol (2006): Verordnung der Landesregierung (LGBl. Nr. 88/2006.) vom 3. Oktober 2006 über die Erklärung des Ruhegebietes Zillertaler Hauptkamm zum Naturpark (Hochgebirgsnaturpark Zillertaler Alpen).
- Lechner, K.; Egger, A.; Schauer, R. (1999): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 18., überarb. Aufl, Wien: Linde. ISBN 978-3-85122-991-2.
- Leitner, W. Volumenstrommessung, unveröffentlichtes internes Dokument, Ginzling, 11.11.2017
- Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V. (2008): Wasserrest oder Restwasser. Nr. 22.
- Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V. (2018): Kleinwasserkraft wird zur Erfüllung der Klimaziele einen Beitrag leisten, Nr. 58.
- Magazin des Vereins Kleinwasserkraft Österreich o.V. (2016): Fördersysteme für Kleinwasserkraft im europäischen Vergleich., Jg. 53, S. 40.
- Müller, D. (2013): Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure. 2., wesentlich überarbeitete Auflage, Berlin: Springer Gabler. ISBN 978-3-642-36057-2.
- Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2016): Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen: der Strategic Management Navigator. 5., überarbeitete Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag. ISBN 978-3-7910-3439-3.
- Neubarth, J. (2018): Wirtschaftliche Herausforderungen für den Ausbau der Wasserkraft in Österreich. URL: http://www.fluessevollerleben.at/fileadmin/user_upload/Downloads/-2016_Wirtschaftliche_Herausforderungen_für_den_weiteren_Wasserkraftausba....pdf (Zugriff: 25.03.2018).
- OeMAG (2018a): Förderrichtlinien 2018 gemäß Ökostromgesetz 2012 und KWKG-Gesetz. URL: https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/180216_Foerderrichtlinien_2018_Kleinwasserkraft_MWK_KWK.pdf (Zugriff: 13.03.2018).
- OeMAG (2018b): Investitionszuschuss für Kleinwasserkraftanlagen. URL: <https://www.oem-ag.at/de/foerderung/wasserkraft/investitionsfoerderung/>. (Zugriff: 13.03.2018).
- OeMAG (2018c): Stromerzeuger. URL: <https://www.oem-ag.at/de/marktteilnehmer/stromerzeuger/> (Zugriff: 13.03.2018).

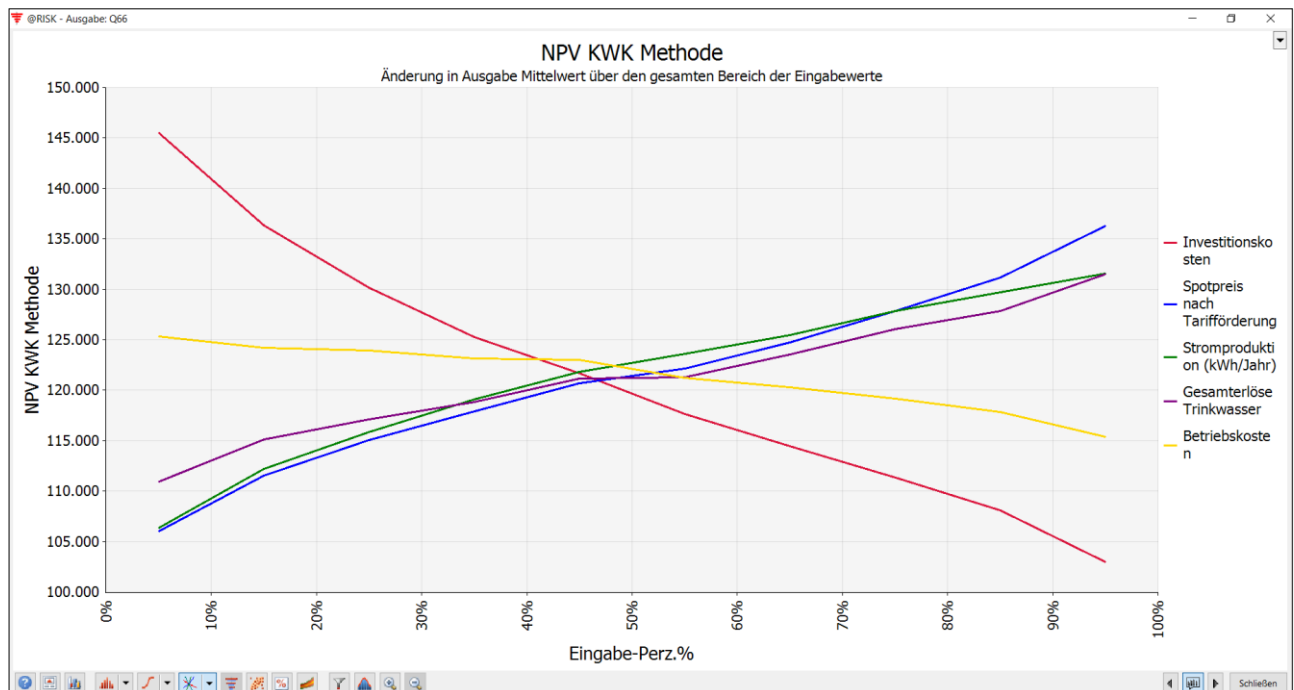
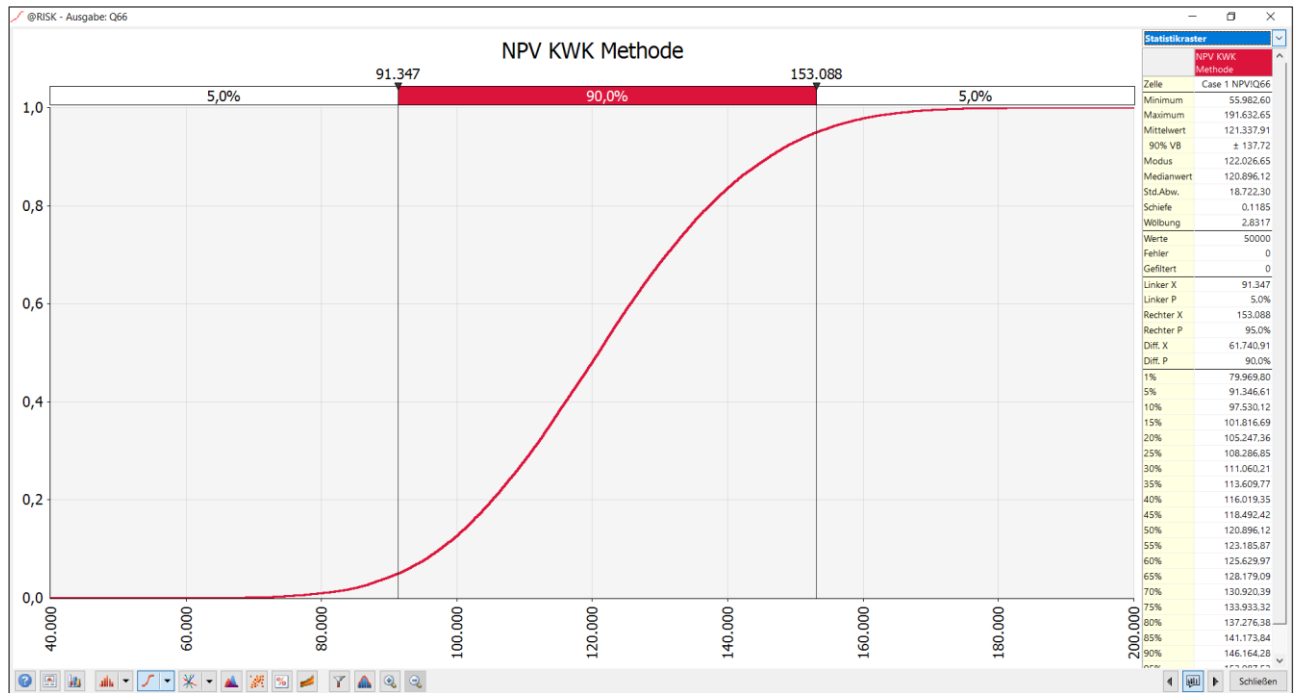
- Pelikan, B. (2004): European Small Hydropower Assoziation (2004): Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken. URL: http://www.kleinwasserkraft.at/sites/default/files/big/handbuch_zur_planung_und_errichtung_von_kleinwasserkraftwerken_2004.pdf (Zugriff 15.04.2018)
- Sass, I.; Schäfer, R. (2016): Möglichkeiten zur Trinkwasserversorgung von Ginzling, unveröffentlichtes internes Dokument. TU Darmstadt, Darmstadt, 18.04.2016.
- Richtlinien 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 330/32/DE, 1998.
- Röhrich, M. (2014): Grundlagen der Investitionsrechnung: Darstellung anhand einer Fallstudie. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, München: DE GRUYTER OLDENBOURG. ISBN 978-3-486-71355-8.
- Tiris Maps – Tiroler Rauminformationssystem, (2017): Standort Floitental. Amt der Tiroler Landesregierung [Hrsg.] URL: <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/tiris/> (Zugriff: 22.02.2018)
- Tiris Maps – Tiroler Rauminformationssystem, (2017): Einzugsgebiet Sulzenalmquelle. Amt der Tiroler Landesregierung [Hrsg.] URL: <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/tiris/> (Zugriff: 22.02.2018)
- Theis, C.; Kernbischler, W. (2002): Grundlagen der Monte Carlo Simulation. URL: <https://itp.tugraz.at/MML/MonteCarlo/MCIntro.pdf> (Zugriff 17.04. 2108)
- Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV), BGBl. 2 Nr. 304/2001, S. 1805-1822. Letzte Änderung: BGBl. 2 Nr. 208/2015.
- Verbund Hydropower GmbH (2018a): Projekt Unterer Tuxbach. URL: <https://www.verbund.com/de-de/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/unterer-tuxbach> (Zugriff 17.03.2018)
- Verbund Hydropower GmbH (2018b): Pumpspeicherkraftwerk Mayrhofen. URL: <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/mayrhofen>. (Zugriff 17.03.2018)
- Wesselak, V. (2013): Regenerative Energietechnik. 2., erw. und vollst. neu bearb. Aufl, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-24164-2.
- Wirtschaftskammer Österreich (2018): Körperschaftssteuer (KÖST). URL: [https://www.wko.at/service/steuern/Koerperschaftsteuer_\(KOeSt\).html](https://www.wko.at/service/steuern/Koerperschaftsteuer_(KOeSt).html) (Zugriff.08.03.2018).
- Österreichsenergie (2018): Daten und Fakten zum Strompreis in Österreich. URL: <https://oesterreichsenergie.at/daten-fakten-zum-strompreis.html>. (Zugriff.25.02.2018)

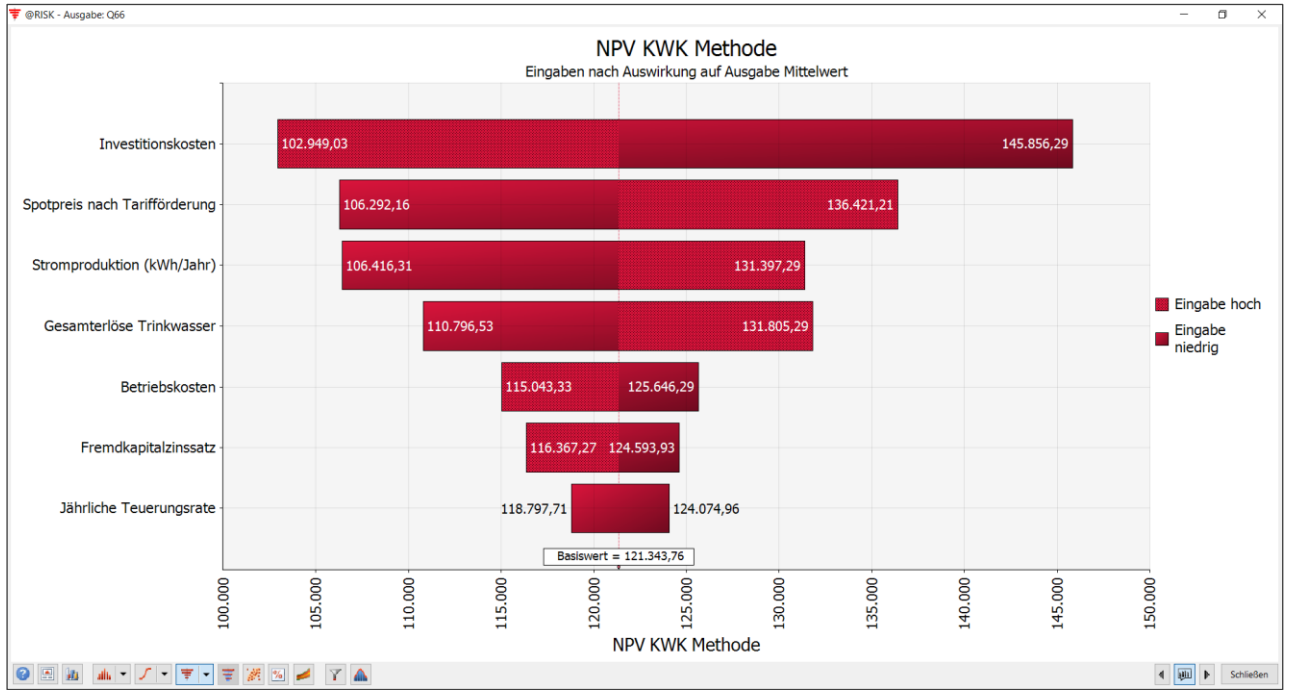
Österreichsenergie (2016a); Daten und Fakten Stromerzeugungsmix im Vergleich. URL:
<https://oesterreichsenergie.at/stromerzeugung-231.html>. (Zugriff.25.02.2018)

Österreichsenergie (2016b) Daten und Fakten, weitere Grafiken. URL:
<https://oesterreichsenergie.at/weitere-grafiken.html>. (Zugriff.25.02.2018)

Anhang

Ergebnisse Variante 1





Version 1: Abgeänderte Kapitalwertmethode (Kleinwasserkraftanlagen)

Gesamtinvestition	534.750,00 EUR											
	Ohne Ökostromvergütung											
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kalenderjahr	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Restinvestition	534.750 EUR	520.618 EUR	506.106 EUR	491.203 EUR	446.971 EUR	402.159 EUR	356.759 EUR	310.765 EUR	264.168 EUR	216.961 EUR	169.136 EUR	120.684 EUR
Gewinn- und Verlustrechnung	mit Ökostromvergütung											
Umsatz Stromverkauf	0 EUR	22.138 EUR	22.470 EUR	22.807 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR
Trinkwasserverkauf	0 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR
Pachterhöhung Kuhstall	0 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR
Gesamtumsatzerlöse	0 EUR	32.138 EUR	32.470 EUR	32.807 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR
Betriebskosten	0 EUR	7.107 EUR	7.214 EUR	7.322 EUR	7.432 EUR	7.543 EUR	7.656 EUR	7.771 EUR	7.888 EUR	8.006 EUR	8.126 EUR	8.248 EUR
Abschreibung	0 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR
EBIT	0 EUR	11.511 EUR	11.736 EUR	11.965 EUR	50.774 EUR	50.662 EUR	50.549 EUR	50.434 EUR	50.318 EUR	50.200 EUR	50.079 EUR	49.958 EUR
Zinsen	0 €	10.695 EUR	10.412 EUR	10.122 EUR	9.824 EUR	8.939 EUR	8.043 EUR	7.135 EUR	6.215 EUR	5.283 EUR	4.339 EUR	3.383 EUR
EBT	0 €	816 EUR	1.324 €	1.843 €	40.950 €	41.723 €	42.506 €	43.299 €	44.103 €	44.916 €	45.740 €	46.575 €
Tax (25%)	0 EUR	204 EUR	331 EUR	461 EUR	10.237 EUR	10.431 EUR	10.627 EUR	10.825 EUR	11.026 EUR	11.229 EUR	11.435 EUR	11.644 EUR
EAT	0 EUR	612 EUR	993 EUR	1.382 EUR	30.712 EUR	31.292 EUR	31.880 EUR	32.474 EUR	33.077 EUR	33.687 EUR	34.305 EUR	34.931 EUR

Cash Flow Rechnung

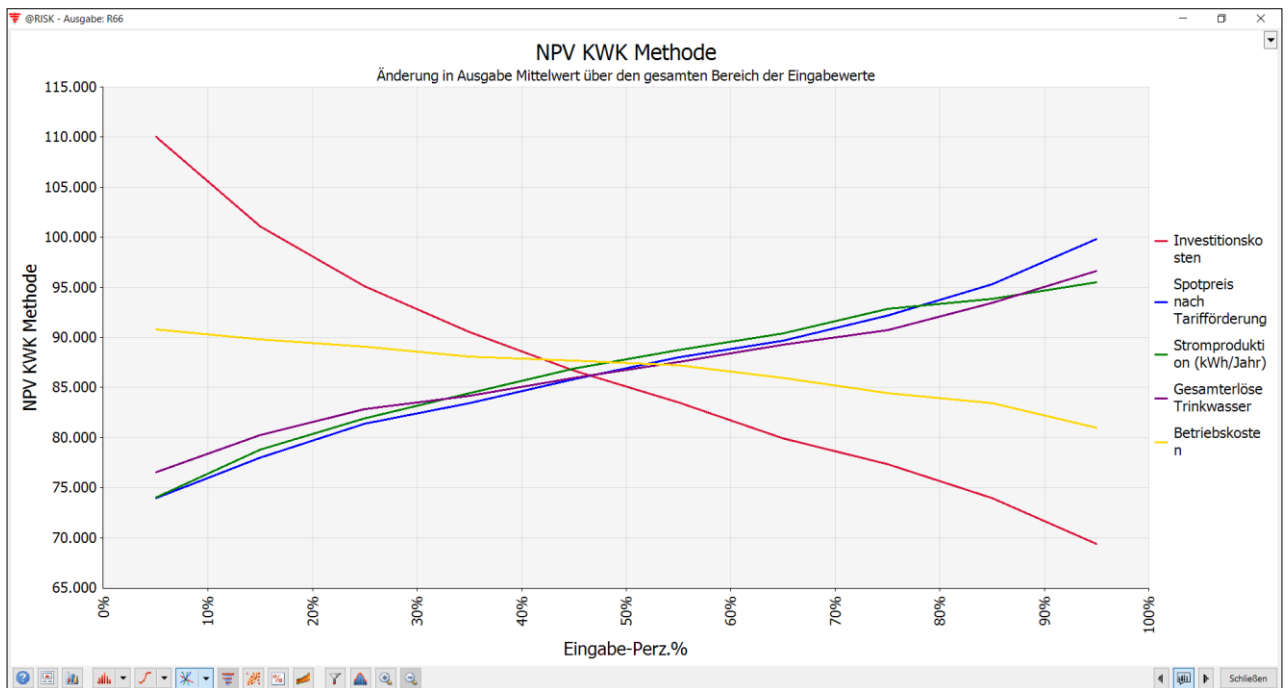
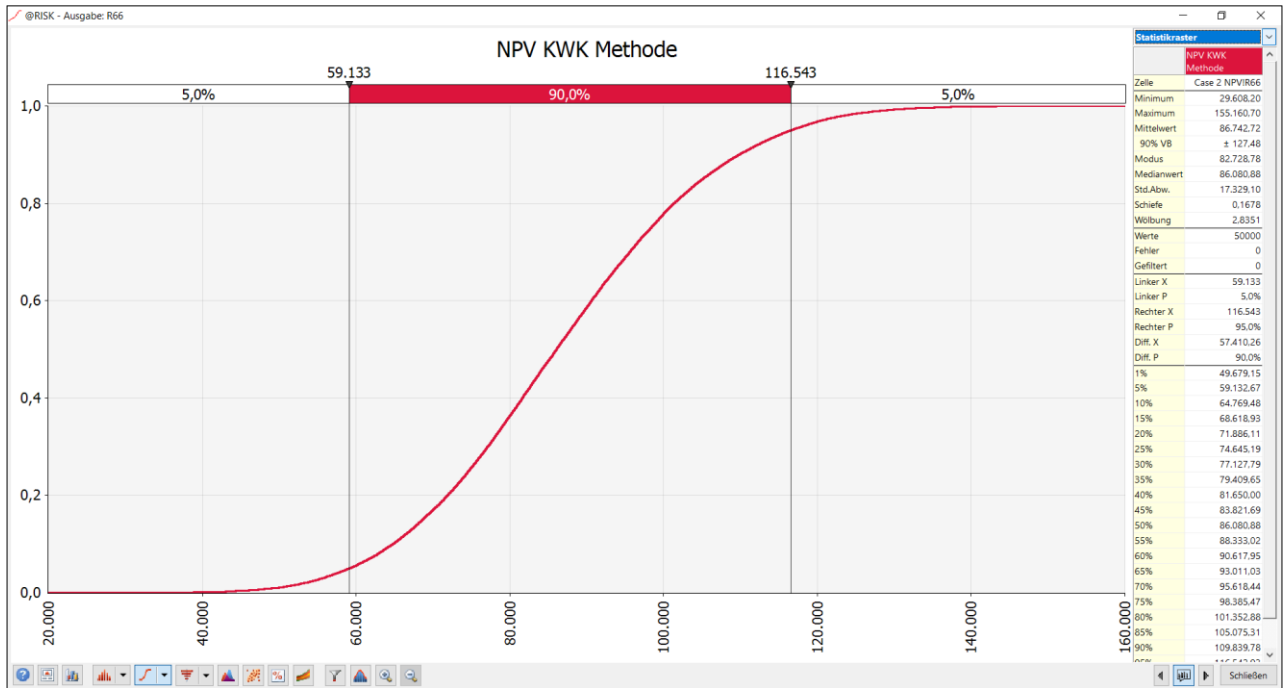
EAT	0 EUR	612 EUR	993 EUR	1.382 EUR	30.712 EUR	31.292 EUR	31.880 EUR	32.474 EUR	33.077 EUR	33.687 EUR	34.305 EUR	34.931 EUR
Abschreibung	0 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR
Summe Free Cash Flow	-534.750 EUR	14.132 EUR	14.513 EUR	14.902 EUR	44.232 EUR	44.812 EUR	45.400 EUR	45.994 EUR	46.597 EUR	47.207 EUR	47.825 EUR	48.451 EUR
Kredittilgung	0	-14.132 EUR	-14.513 EUR	-14.902 EUR	-44.232 EUR	-44.812 EUR	-45.400 EUR	-45.994 EUR	-46.597 EUR	-47.207 EUR	-47.825 EUR	-48.451 EUR
Abzinsungsfaktor	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90
Barwert	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Kumulierter Gewinn	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
NPV	127.357 EUR											
interner Zinsfuß	4,61%											
Amortisationszeit	13,43 Jahre											

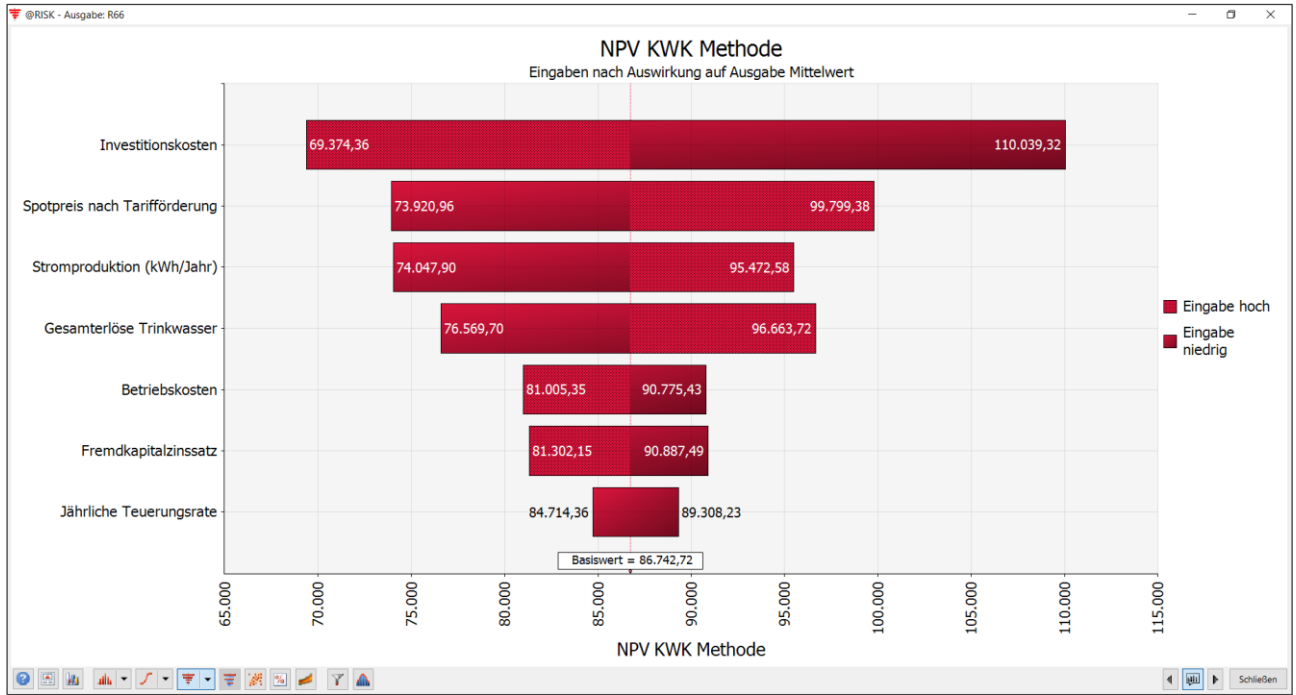
LOCE Berechnung

Produzierte Strommenge	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr
Abzinsungsfaktor	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90
Abgezinster Stromproduktion	623.155 kWh/Jahr	587.882 kWh/Jahr	554.605 kWh/Jahr	523.213 kWh/Jahr	493.597 kWh/Jahr	465.657 kWh/Jahr	439.299 kWh/Jahr	414.433 kWh/Jahr	390.975 kWh/Jahr	368.844 kWh/Jahr	347.966 kWh/Jahr	328.270 kWh/Jahr
Summe Stromproduktion	8.589.161 kWh											
Investitionskosten	534.750,00											
Summe Bestreibrkosten (über 25 Jahre)	213.658 EUR											
Summe Zinsen	88.675 €											
Gesamtausgaben (25 Jahre)	302.333 €											
LCOE	9,75 cent											
Spez. Investitionskosten EUR/kWh	5,472 EUR											

Ohne Ökostromvergütung																								
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25										
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043										
	71.599 EUR	21.872 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR										
	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	61.726 EUR	30.059 EUR	30.510 EUR	30.967 EUR	31.432 EUR	31.903 EUR	32.382 EUR	32.867 EUR	33.361 EUR	33.861 EUR										
	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR										
	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR										
	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	71.726 EUR	40.059 EUR	40.510 EUR	40.967 EUR	41.432 EUR	41.903 EUR	42.382 EUR	42.867 EUR	43.361 EUR	43.861 EUR										
	8.372 EUR	8.497 EUR	8.625 EUR	8.754 EUR	8.885 EUR	9.019 EUR	9.154 EUR	9.291 EUR	9.431 EUR	9.572 EUR	9.716 EUR	9.861 EUR	10.009 EUR	10.159 EUR										
	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR										
	49.834 EUR	49.708 EUR	49.581 EUR	49.451 EUR	49.320 EUR	17.836 EUR	18.156 EUR	18.481 EUR	18.811 EUR	19.146 EUR	19.486 EUR	19.831 EUR	20.181 EUR											
	2.414 EUR	1.432 EUR	437 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR											
	47.420 €	48.276 €	49.143 €	49.451 €	49.320 €	17.520 €	17.836 €	18.156 €	18.481 €	18.811 €	19.146 €	19.486 €	19.831 €	20.181 €										
	11.855 EUR	12.069 EUR	12.286 EUR	12.363 EUR	12.330 EUR	4.380 EUR	4.459 EUR	4.539 EUR	4.620 EUR	4.703 EUR	4.787 EUR	4.872 EUR	4.958 EUR	5.045 EUR										
	35.565 EUR	36.207 EUR	36.858 EUR	37.089 EUR	36.990 EUR	13.140 EUR	13.377 EUR	13.617 EUR	13.861 EUR	14.108 EUR	14.360 EUR	14.615 EUR	14.873 EUR	15.136 EUR										
	35.565 EUR	36.207 EUR	36.858 EUR	37.089 EUR	36.990 EUR	13.140 EUR	13.377 EUR	13.617 EUR	13.861 EUR	14.108 EUR	14.360 EUR	14.615 EUR	14.873 EUR	15.136 EUR										
	35.565 EUR	36.207 EUR	36.858 EUR	37.089 EUR	36.990 EUR	13.140 EUR	13.377 EUR	13.617 EUR	13.861 EUR	14.108 EUR	14.360 EUR	14.615 EUR	14.873 EUR	15.136 EUR										
	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR										
	49.085 EUR	49.727 EUR	50.378 EUR	50.609 EUR	50.510 EUR	26.660 EUR	26.897 EUR	27.137 EUR	27.381 EUR	27.628 EUR	27.880 EUR	28.135 EUR	28.393 EUR	28.656 EUR										
	-49.085 EUR	-49.727 EUR	-21.872 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR										
	2.01	2.13	2.26	2.40	2.54	2.69	2.85	3.03	3.21	3.40	3.60	3.82	4.05	4.29										
	0 €	0 €	12.608 €	21.117 €	19.883 €	9.901 €	9.423 €	8.969 €	8.537 €	8.127 €	7.737 €	7.366 €	7.013 €	6.677 €										
	0 €	0 €	12.608 €	33.725 €	53.608 €	63.509 €	72.932 €	81.901 €	90.439 €	98.566 €	106.302 €	113.668 €	120.680 €	127.357 €										
	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr	623.155 kWh/Jahr										
	2.01	2.13	2.26	2.40	2.54	2.69	2.85	3.03	3.21	3.40	3.60	3.82	4.05	4.29										
	309.689 kWh/Jahr	292.159 kWh/Jahr	275.622 kWh/Jahr	260.021 kWh/Jahr	245.302 kWh/Jahr	231.417 kWh/Jahr	218.318 kWh/Jahr	205.961 kWh/Jahr	194.303 kWh/Jahr	183.304 kWh/Jahr	172.929 kWh/Jahr	163.140 kWh/Jahr	153.906 kWh/Jahr	145.194 kWh/Jahr										

Ergebnisse Variante 2





Version 2: Abgeänderte Kapitalwertmethode (inklusive Zinskosten)

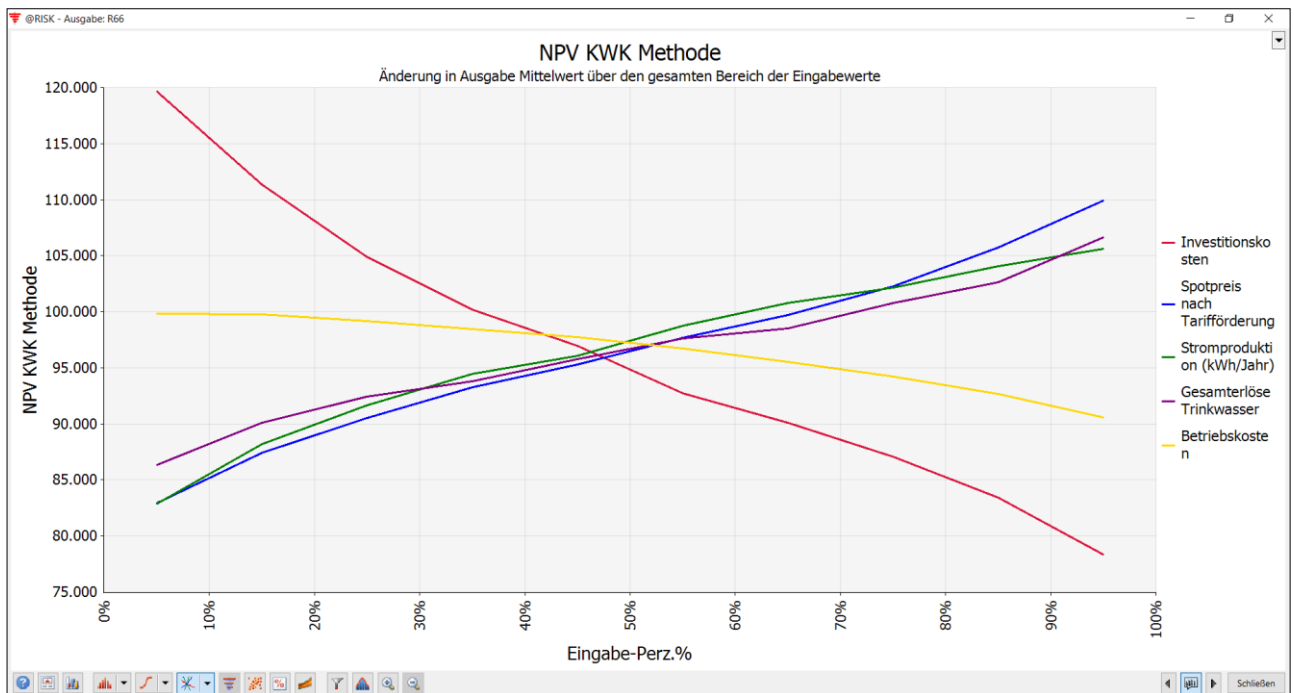
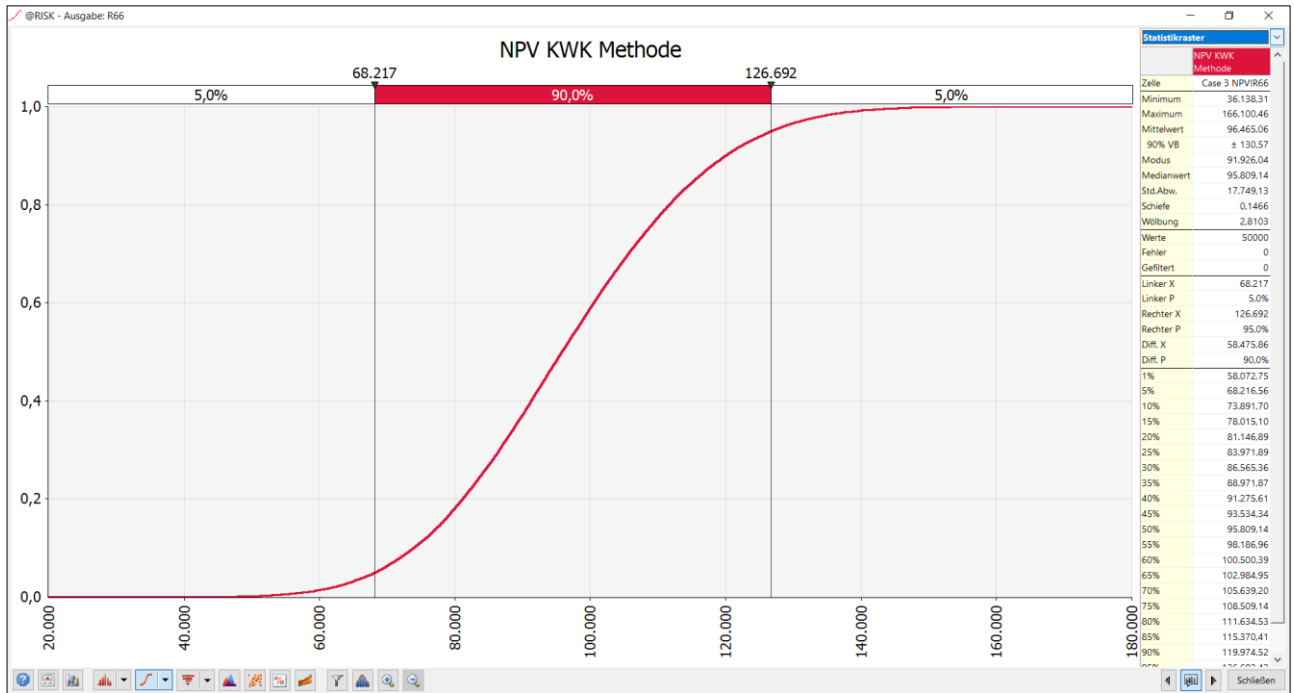
Gesamteinvestition	534.750,00 EUR											
	Ohne Ökostromvergütung											
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kalenderjahr	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Restinvestition	534.750 EUR	522.686 EUR	510.210 EUR	497.281 EUR	457.570 EUR	417.341 EUR	376.586 EUR	335.299 EUR	293.478 EUR	251.102 EUR	208.178 EUR	164.693 EUR
Gewinn- und Verlustrechnung												
Umsatz Stromverkauf	0 EUR	19.285 EUR	19.574 EUR	19.868 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR
Trinkwasserverkauf	0 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR
Pachterhöhung Kuhstall	0 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR
Gesamtumsatzenergie	0 EUR	29.285 EUR	29.574 EUR	29.868 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR
Betriebskosten	0 EUR	6.536 EUR	6.634 EUR	6.734 EUR	6.835 EUR	6.937 EUR	7.041 EUR	7.147 EUR	7.254 EUR	7.363 EUR	7.473 EUR	7.586 EUR
Abschreibung	0 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR
EBIT	0 EUR	9.229 EUR	9.420 EUR	9.614 EUR	44.866 EUR	44.764 EUR	44.660 EUR	44.554 EUR	44.447 EUR	44.338 EUR	44.228 EUR	44.116 EUR
Zinsen	0 €	10.695 EUR	10.454 EUR	10.204 EUR	9.946 EUR	9.151 EUR	8.347 EUR	7.532 EUR	6.706 EUR	5.869 EUR	5.022 EUR	4.164 EUR
EBT	0 €	-1.466 EUR	-1.034 €	-590 €	34.921 €	35.612 €	36.313 €	37.022 €	37.741 €	38.469 €	39.206 €	39.952 €
Tab (25%)	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	8.730 EUR	8.903 EUR	9.078 EUR	9.256 EUR	9.435 EUR	9.617 EUR	9.801 EUR	9.988 EUR
EAT	0 EUR	-1.466 EUR	-1.034 EUR	-590 EUR	26.191 EUR	26.709 EUR	27.235 EUR	27.767 EUR	28.306 EUR	28.852 EUR	29.404 EUR	29.964 EUR

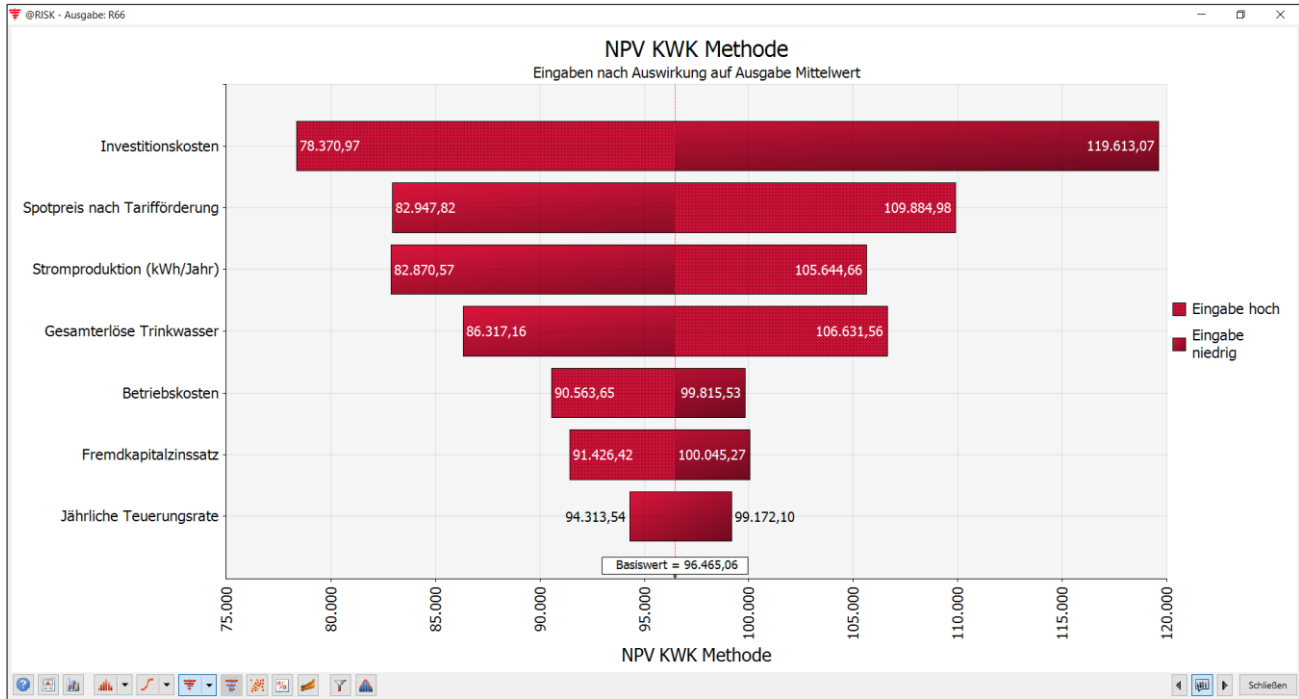
Cash Flow Rechnung												
EAT	0 EUR	-1.466 EUR	-1.034 EUR	-590 EUR	26.191 EUR	26.709 EUR	27.235 EUR	27.767 EUR	28.306 EUR	28.852 EUR	29.404 EUR	29.964 EUR
Abschreibung	0 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR
Summe Free Cash Flow	-334.750 EUR	12.054 EUR	12.486 EUR	12.930 EUR	39.711 EUR	40.229 EUR	40.755 EUR	41.287 EUR	41.826 EUR	42.372 EUR	42.924 EUR	43.484 EUR
Kreditteilung	0	-12.054 EUR	-12.486 EUR	-12.930 EUR	-39.711 EUR	-40.229 EUR	-40.755 EUR	-41.287 EUR	-41.826 EUR	-42.372 EUR	-42.924 EUR	-43.484 EUR
Abszinsungsfaktor	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90
Barwert	-534.750 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Kumulierter Gewinn	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
NPV	91.497 EUR											
Interne Zinsfuß	3,62%											
Amortisationszeit	14,67 Jahre											

LOCE Berechnung												
Produzierte Strommenge	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr
Abszinsungsfaktor	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90
Abgegraste Stromproduktion	542.855 kWh/Jahr	512.127 kWh/Jahr	483.139 kWh/Jahr	455.791 kWh/Jahr	429.992 kWh/Jahr	405.652 kWh/Jahr	382.691 kWh/Jahr	361.029 kWh/Jahr	340.594 kWh/Jahr	321.315 kWh/Jahr	303.127 kWh/Jahr	285.969 kWh/Jahr
Summe Stromproduktion	7.482.358 kWh											
Investitionskosten	534750,00											
Summ Betriebskosten (über 25 Jahre)	196.500 EUR											
Summe Zinsen	95.933 €											
Gesamtausgaben (25 Jahre)	292.433 €											
LOCE	11,06 cent											
Spez. Investitionskosten EUR/kWh	6,064 EUR											

Ohne Ökostromvergiftung																								
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25											
2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043											
120.642 EUR	76.017 EUR	30.811 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR											
55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	55.221 EUR	26.185 EUR	26.578 EUR	26.977 EUR	27.381 EUR	27.792 EUR	28.209 EUR	28.632 EUR	29.062 EUR	29.498 EUR											
9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR											
1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR											
65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	65.221 EUR	36.185 EUR	36.578 EUR	36.977 EUR	37.381 EUR	37.792 EUR	38.209 EUR	38.632 EUR	39.062 EUR	39.498 EUR											
13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	8.172 EUR	8.294 EUR	8.419 EUR	8.545 EUR	8.673 EUR	8.803 EUR	8.935 EUR	9.069 EUR	9.206 EUR											
44.002 EUR	43.886 EUR	43.769 EUR	43.650 EUR	43.529 EUR	14.971 EUR	14.639 EUR	14.912 EUR	15.188 EUR	15.469 EUR	15.754 EUR	16.043 EUR	16.336 EUR	16.634 EUR											
3.294 EUR	2.413 EUR	1.520 EUR	616 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR											
40.708 €	41.474 €	42.249 €	43.034 €	43.529 €	14.371 €	14.639 €	14.912 €	15.188 €	15.469 €	15.754 €	16.043 €	16.336 €	16.634 €											
10.177 EUR	10.368 EUR	10.562 EUR	10.758 EUR	10.882 EUR	3.593 EUR	3.660 EUR	3.728 EUR	3.797 EUR	3.867 EUR	3.938 EUR	4.011 EUR	4.084 EUR	4.158 EUR											
30.531 EUR	31.105 EUR	31.687 EUR	32.275 EUR	32.647 EUR	10.778 EUR	10.979 EUR	11.184 EUR	11.391 EUR	11.602 EUR	11.815 EUR	12.032 EUR	12.252 EUR	12.475 EUR											
30.531 EUR	31.105 EUR	31.687 EUR	32.275 EUR	32.647 EUR	10.778 EUR	10.979 EUR	11.184 EUR	11.391 EUR	11.602 EUR	11.815 EUR	12.032 EUR	12.252 EUR	12.475 EUR											
30.531 EUR	31.105 EUR	31.687 EUR	32.275 EUR	32.647 EUR	10.778 EUR	10.979 EUR	11.184 EUR	11.391 EUR	11.602 EUR	11.815 EUR	12.032 EUR	12.252 EUR	12.475 EUR											
13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR											
44.051 EUR	44.625 EUR	45.207 EUR	45.795 EUR	46.167 EUR	24.298 EUR	24.499 EUR	24.704 EUR	24.911 EUR	25.122 EUR	25.335 EUR	25.552 EUR	25.772 EUR	25.995 EUR											
-44.051 EUR	-44.625 EUR	-45.207 EUR	-45.795 EUR	-46.167 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR											
0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	9.023 €	8.583 €	8.165 €	7.767 €	7.396 €	7.031 €	6.689 €	6.365 €	6.057 €											
0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €	18.173 €											
0 €	0 €	0 €	6.253 €	24.426 €	33.450 €	42.033 €	50.198 €	57.965 €	65.355 €	72.385 €	79.075 €	85.440 €	91.497 €											
542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr	542.855 kWh/Jahr											
2.01	2.13	2.26	2.40	2.54	2.69	2.85	3.03	3.21	3.40	3.60	3.82	4.05	4.29											
269.782 kWh/Jahr	254.511 kWh/Jahr	240.105 kWh/Jahr	226.514 kWh/Jahr	213.693 kWh/Jahr	201.597 kWh/Jahr	190.186 kWh/Jahr	179.420 kWh/Jahr	169.265 kWh/Jahr	159.684 kWh/Jahr	150.645 kWh/Jahr	142.118 kWh/Jahr	134.073 kWh/Jahr	126.484 kWh/Jahr											

Ergebnisse Variante 3





Version 3: Abgeänderte Kapitalwertmethode (inklusive Zinskosten)

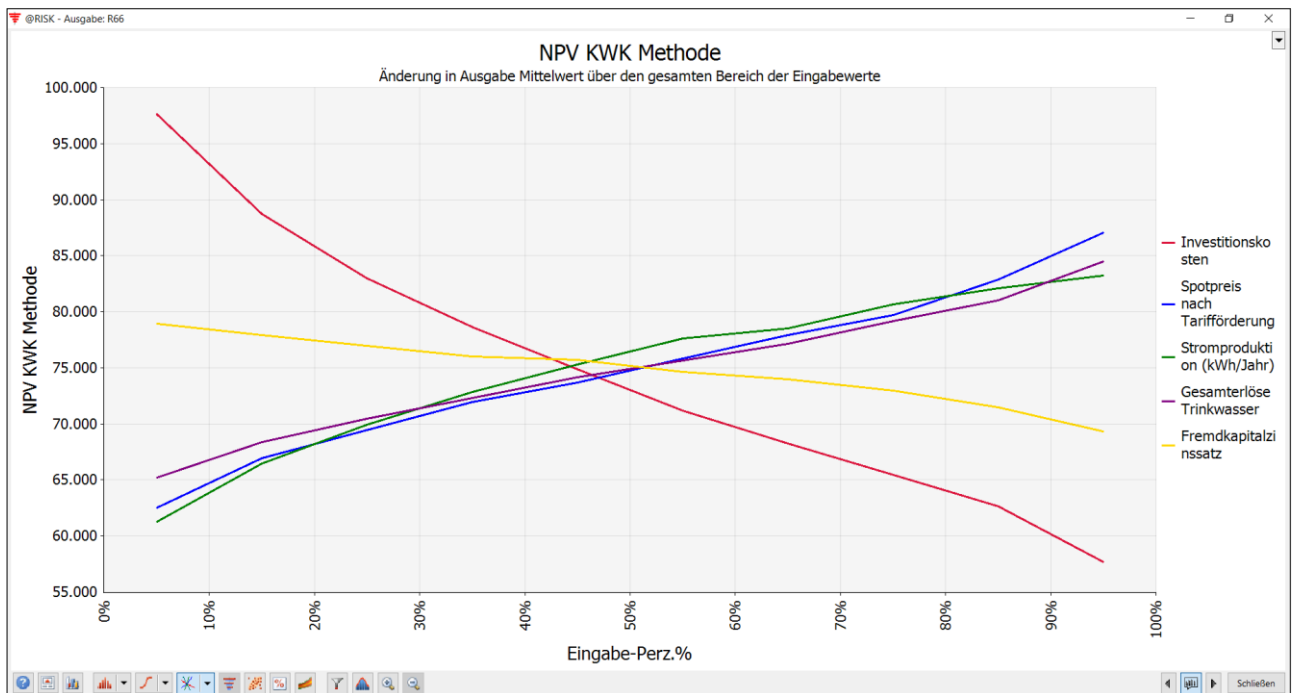
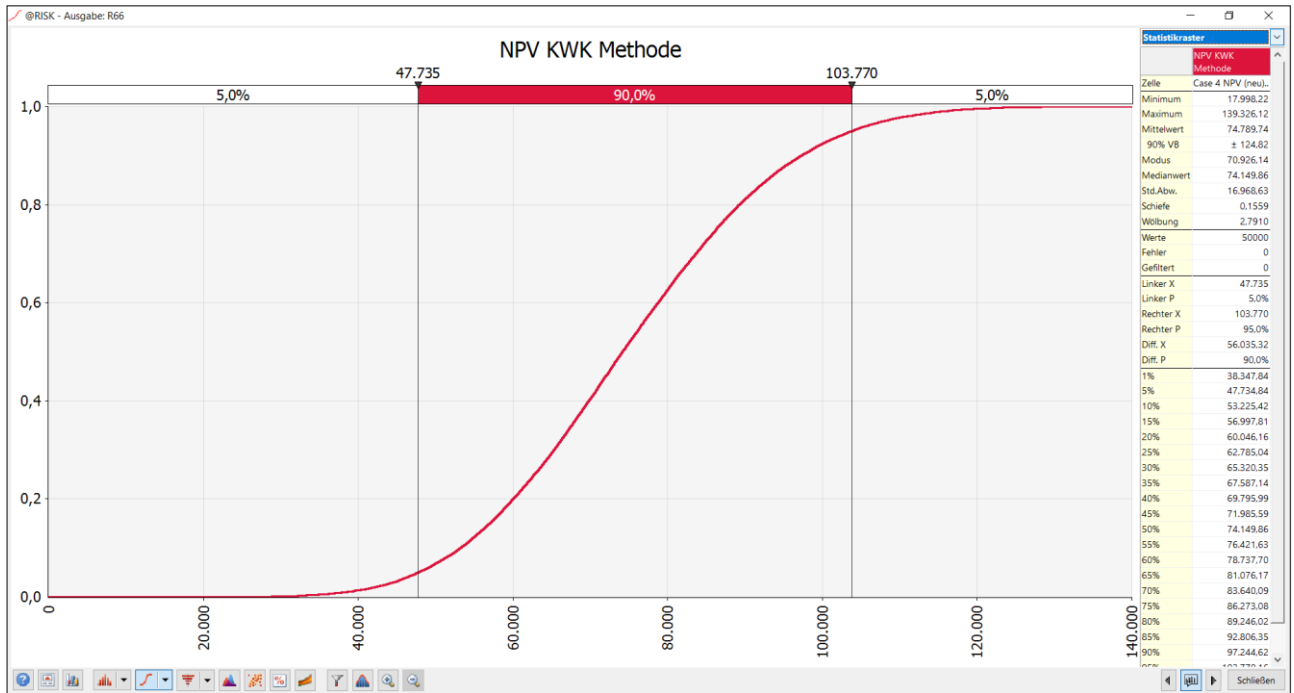
Gesamteinvestition	Ohne Ökostromvergütung										mit Ökostromvergütung													
	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
Jahr	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Kalenderjahr	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Restinvestition	534.750 EUR	522.089 EUR	508.974 EUR	495.409 EUR	454.354 EUR	412.763 EUR	370.630 EUR	327.948 EUR	284.710 EUR	240.909 EUR	196.537 EUR	151.587 EUR	534.750 EUR	522.089 EUR	508.974 EUR	495.409 EUR	454.354 EUR	412.763 EUR	370.630 EUR	327.948 EUR	284.710 EUR	240.909 EUR	196.537 EUR	151.587 EUR

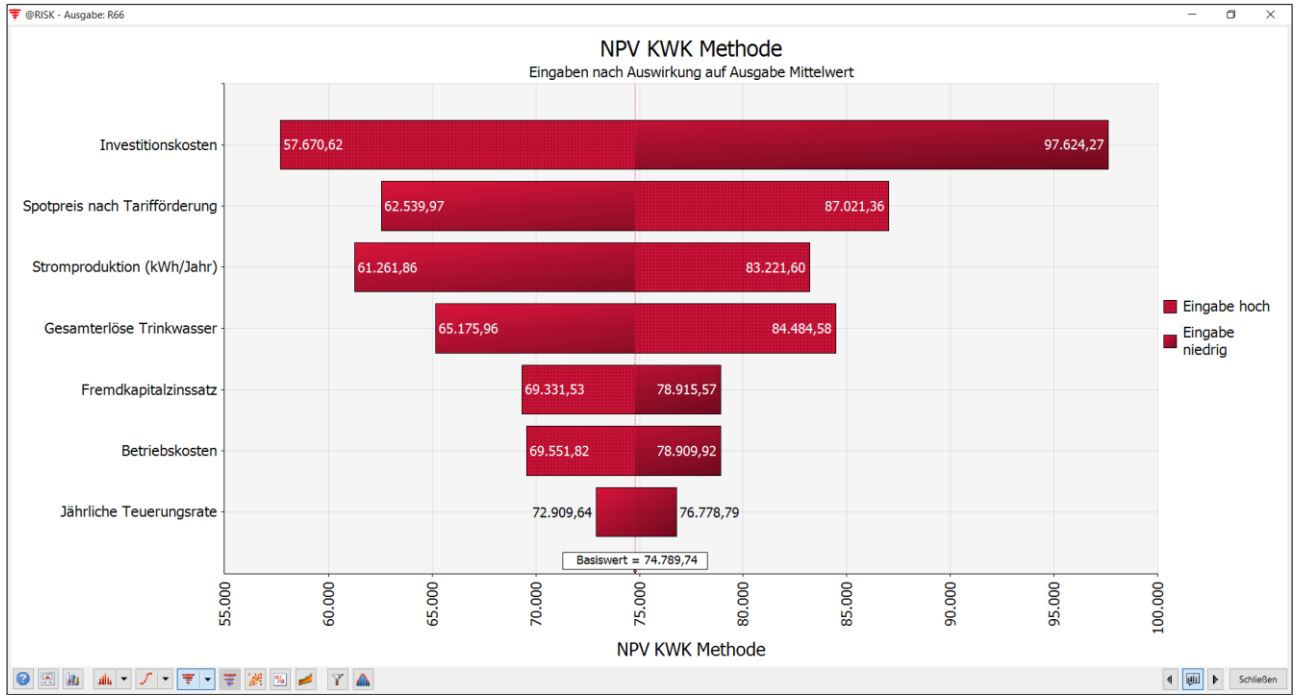
Cash Flow Rechnung																									
Umsatz Stromverkauf	0 EUR	20.199 EUR	20.495 EUR	20.803 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	57.291 EUR	
Trinkwasserverkauf	0 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	
Pachtentlohn Kuhstall	0 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	
Gesamtumsatzerlöse	0 EUR	30.199 EUR	30.495 EUR	30.803 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	67.291 EUR	
Bereitstellungskosten	0 EUR	6.837 EUR	6.939 EUR	7.043 EUR	7.149 EUR	7.256 EUR	7.365 EUR	7.475 EUR	7.588 EUR	7.701 EUR	7.817 EUR	7.934 EUR	8.052 EUR	8.171 EUR	8.291 EUR	8.412 EUR	8.534 EUR	8.657 EUR	8.781 EUR	8.906 EUR	9.032 EUR	9.159 EUR	9.287 EUR	9.416 EUR	
Abschreibung	0 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	
EBIT	0 EUR	9.836 EUR	10.036 EUR	10.240 EUR	46.622 EUR	46.515 EUR	46.406 EUR	46.295 EUR	46.183 EUR	46.069 EUR	45.954 EUR	45.837 EUR	45.719 EUR	45.601 EUR	45.482 EUR	45.362 EUR	45.241 EUR	45.119 EUR	45.000 EUR	44.878 EUR	44.755 EUR	44.631 EUR	44.506 EUR	44.380 EUR	
Zinsen	0 €	10.695 EUR	10.442 EUR	10.179 EUR	9.908 EUR	9.087 EUR	8.255 EUR	7.413 EUR	6.559 EUR	5.694 EUR	4.818 EUR	3.931 EUR	3.035 EUR	2.129 EUR	1.213 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR	289.000 EUR
EBT	0 €	-859 EUR	-405 €	60 €	36.714 €	37.428 €	38.151 €	38.883 €	39.624 €	40.375 €	41.136 €	41.906 €	42.686 €	43.475 €	44.272 €	45.078 €	45.892 €	46.714 €	47.544 €	48.382 €	49.228 €	50.082 €	50.944 €	51.814 €	
tax (25%)	0 EUR	0 EUR	0 EUR	15 EUR	9.178 EUR	9.357 EUR	9.538 EUR	9.721 EUR	9.906 EUR	10.094 EUR	10.284 EUR	10.476 EUR	10.670 EUR	10.866 EUR	11.064 EUR	11.264 EUR	11.466 EUR	11.670 EUR	11.876 EUR	12.084 EUR	12.294 EUR	12.506 EUR	12.720 EUR	12.936 EUR	
EAT	0 EUR	-859 EUR	-405 EUR	45 EUR	27.535 EUR	28.071 EUR	28.613 EUR	29.162 EUR	29.718 EUR	30.281 EUR	30.852 EUR	31.429 EUR	32.012 EUR	32.601 EUR	33.196 EUR	33.798 EUR	34.406 EUR	35.020 EUR	35.640 EUR	36.266 EUR	36.900 EUR	37.541 EUR	38.188 EUR	38.841 EUR	

LOCE Berechnung																								
Produzierte Strommenge	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr	568.405 kWh/Jahr
Abzinsungsfaktor	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90	2,01	2,12	2,24	2,36	2,49	2,62	2,76	2,90	3,05	3,20	3,36	3,52
Abgezinste Stromproduktion	568.405 kWh/Jahr	536.231 kWh/Jahr	505.878 kWh/Jahr	477.243 kWh/Jahr	450.230 kWh/Jahr	424.745 kWh/Jahr	400.703 kWh/Jahr	378.021 kWh/Jahr	356.624 kWh/Jahr	336.438 kWh/Jahr	317.394 kWh/Jahr	299.428 kWh/Jahr	282.500 kWh/Jahr	266.570 kWh/Jahr	251.590 kWh/Jahr	237.510 kWh/Jahr	224.280 kWh/Jahr	211.850 kWh/Jahr	200.170 kWh/Jahr	189.190 kWh/Jahr	178.860 kWh/Jahr	169.130 kWh/Jahr	160.050 kWh/Jahr	151.570 kWh/Jahr
Summe Stromproduktion	7.834.522 kWh																							

Investitionskosten	534750,00																							
Summ. Bestribskosten (über 25 Jahre)	205.528 EUR																							
Summe Zinsen	93.597 €																							
Gesamtausgaben (25 Jahre)	299.125 €																							
LCDE	10,64 cent																							
Spez. Investitionskosten EUR/kWh	5,739 EUR																							

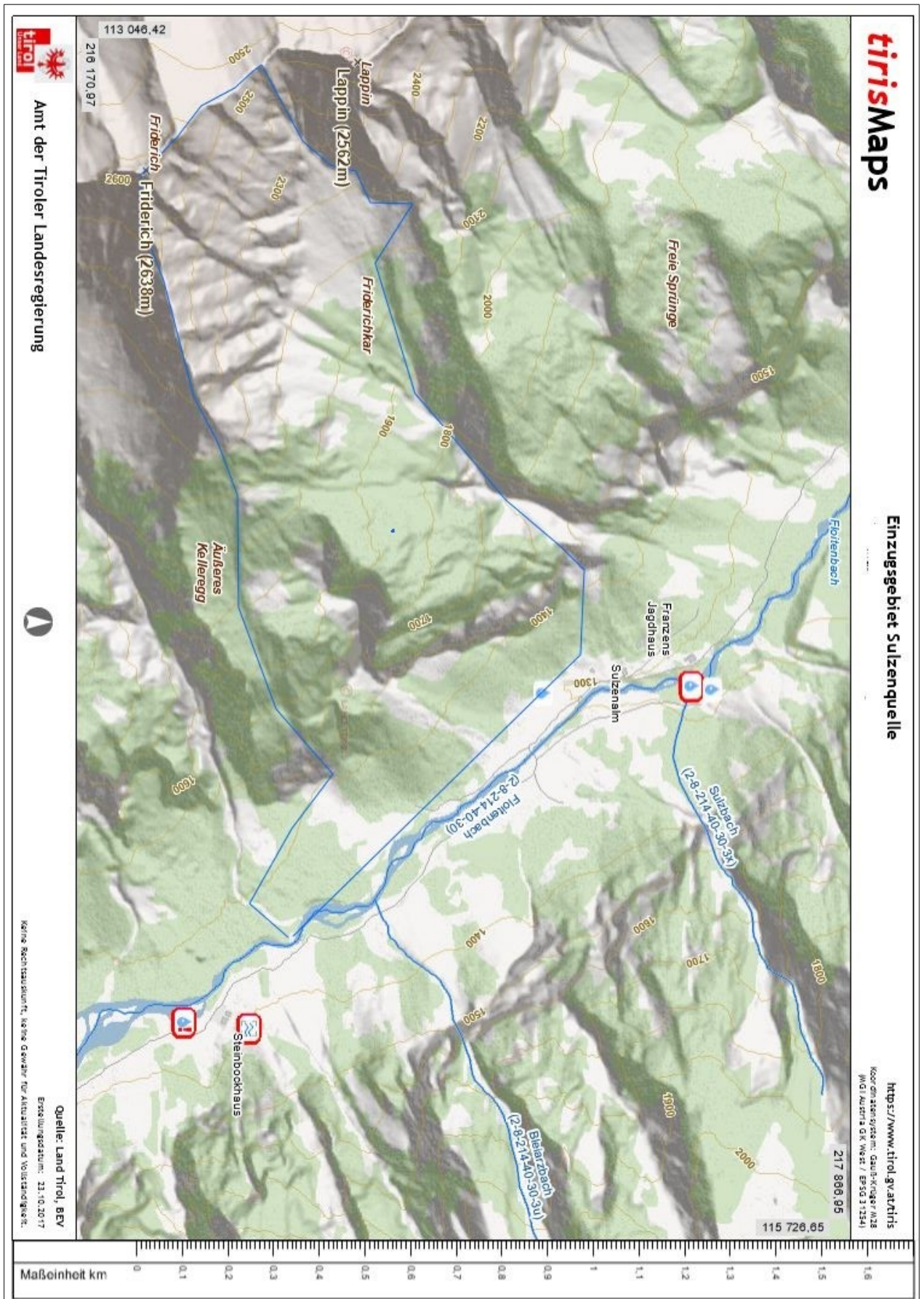
Ergebnisse Variante 4

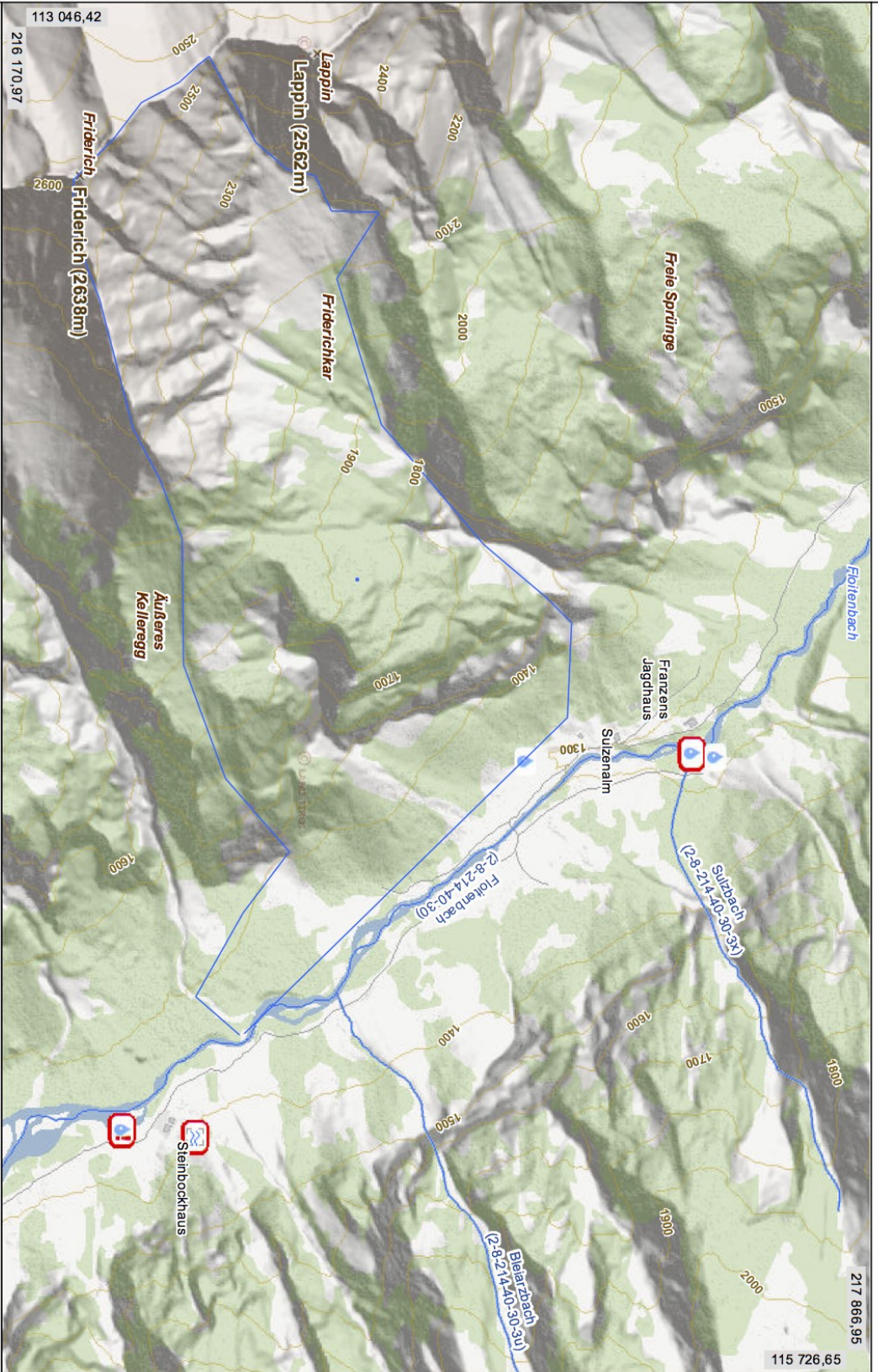




		Ohne Ökostromvergütung																			
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043							
	137.793 EUR	94.927 EUR	51.501 EUR	7.510 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR							
	52.856 EUR	52.856 EUR	52.856 EUR	52.856 EUR	52.856 EUR	24.777 EUR	25.148 EUR	25.526 EUR	25.909 EUR	26.297 EUR	26.692 EUR	27.092 EUR	27.498 EUR	27.911 EUR							
	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR	9.000 EUR							
	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR	1.000 EUR							
	62.856 EUR	62.856 EUR	62.856 EUR	62.856 EUR	62.856 EUR	34.777 EUR	35.148 EUR	35.526 EUR	35.909 EUR	36.297 EUR	36.692 EUR	37.092 EUR	37.498 EUR	37.911 EUR							
	7.342 EUR	7.452 EUR	7.564 EUR	7.677 EUR	7.792 EUR	7.909 EUR	8.028 EUR	8.148 EUR	8.271 EUR	8.395 EUR	8.521 EUR	8.648 EUR	8.778 EUR	8.910 EUR							
	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR							
	41.994 EUR	41.884 EUR	41.772 EUR	41.659 EUR	41.544 EUR	13.348 EUR	13.601 EUR	13.857 EUR	14.118 EUR	14.383 EUR	14.651 EUR	14.924 EUR	15.200 EUR	15.481 EUR							
	3.602 EUR	2.756 EUR	1.899 EUR	1.030 EUR	150 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR							
	38.392 €	39.128 €	39.874 €	40.629 €	41.393 €	13.348 €	13.601 €	13.857 €	14.118 €	14.383 €	14.651 €	14.924 €	15.200 €	15.481 €							
	9.598 EUR	9.782 EUR	9.968 EUR	10.157 EUR	10.348 EUR	3.337 EUR	3.400 EUR	3.464 EUR	3.530 EUR	3.596 EUR	3.663 EUR	3.731 EUR	3.800 EUR	3.870 EUR							
	28.794 EUR	29.346 EUR	29.905 EUR	30.472 EUR	31.045 EUR	10.011 EUR	10.200 EUR	10.393 EUR	10.589 EUR	10.787 EUR	10.988 EUR	11.193 EUR	11.400 EUR	11.611 EUR							
	28.794 EUR	29.346 EUR	29.905 EUR	30.472 EUR	31.045 EUR	10.011 EUR	10.200 EUR	10.393 EUR	10.589 EUR	10.787 EUR	10.988 EUR	11.193 EUR	11.400 EUR	11.611 EUR							
	28.794 EUR	29.346 EUR	29.905 EUR	30.472 EUR	31.045 EUR	10.011 EUR	10.200 EUR	10.393 EUR	10.589 EUR	10.787 EUR	10.988 EUR	11.193 EUR	11.400 EUR	11.611 EUR							
	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR	13.520 EUR							
	42.314 EUR	42.866 EUR	43.425 EUR	43.992 EUR	44.565 EUR	23.591 EUR	23.770 EUR	23.951 EUR	24.109 EUR	24.307 EUR	24.508 EUR	24.713 EUR	24.920 EUR	25.131 EUR							
	-42.314 EUR	-42.866 EUR	-43.425 EUR	-43.992 EUR	-44.565 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR							
	2.01	2.13	2.26	2.40	2.54	2.69	2.85	3.03	3.21	3.40	3.60	3.82	4.05	4.29							
	0 €	0 €	0 €	0 €	14.587 €	8.738 €	8.310 €	7.904 €	7.517 €	7.150 €	6.801 €	6.470 €	6.155 €	5.855 €							
	0 €	0 €	0 €	0 €	14.587 €	23.325 €	31.635 €	39.539 €	47.056 €	54.206 €	61.007 €	67.477 €	73.632 €	79.487 €							
	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr	513.655 kWh/Jahr							
	2.01	2.13	2.26	2.40	2.54	2.69	2.85	3.03	3.21	3.40	3.60	3.82	4.05	4.29							
	255.271 kWh/Jahr	240.821 kWh/Jahr	227.190 kWh/Jahr	214.330 kWh/Jahr	202.198 kWh/Jahr	190.753 kWh/Jahr	179.956 kWh/Jahr	169.770 kWh/Jahr	160.160 kWh/Jahr	151.094 kWh/Jahr	142.542 kWh/Jahr	134.473 kWh/Jahr	126.862 kWh/Jahr	119.681 kWh/Jahr							

Karten, Tiris Maps – Tiroler Rauminformationssystem

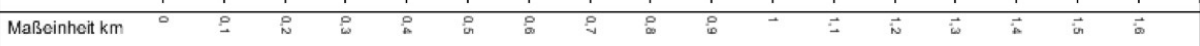


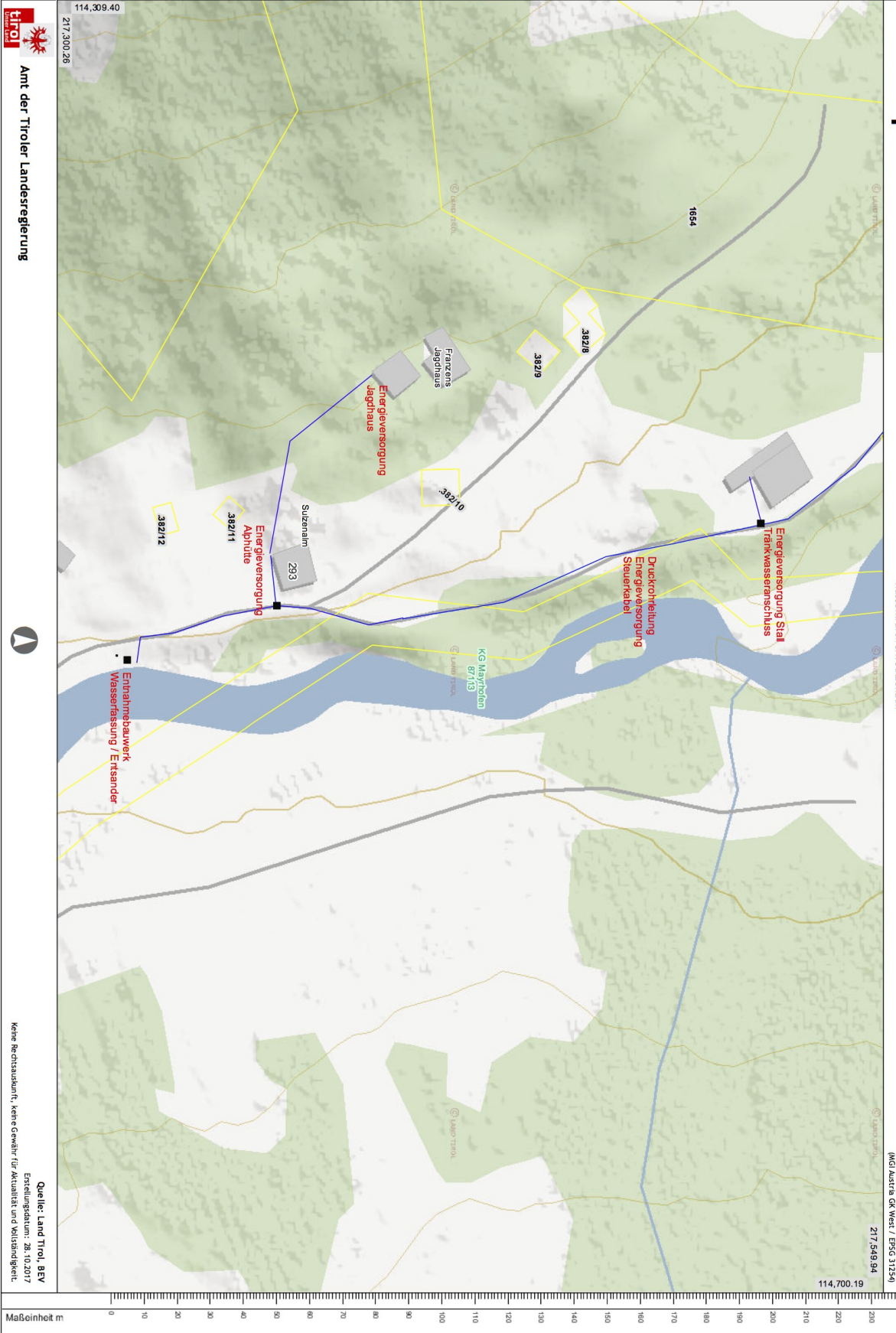


Amt der Tiroler Landesregierung



Quelle: Land Tirol, BEV
Erstellungsdatum: 23.10.2017
Keine Rechtsankunft, keine Gewähr für Aktualität und Vollständigkeit.



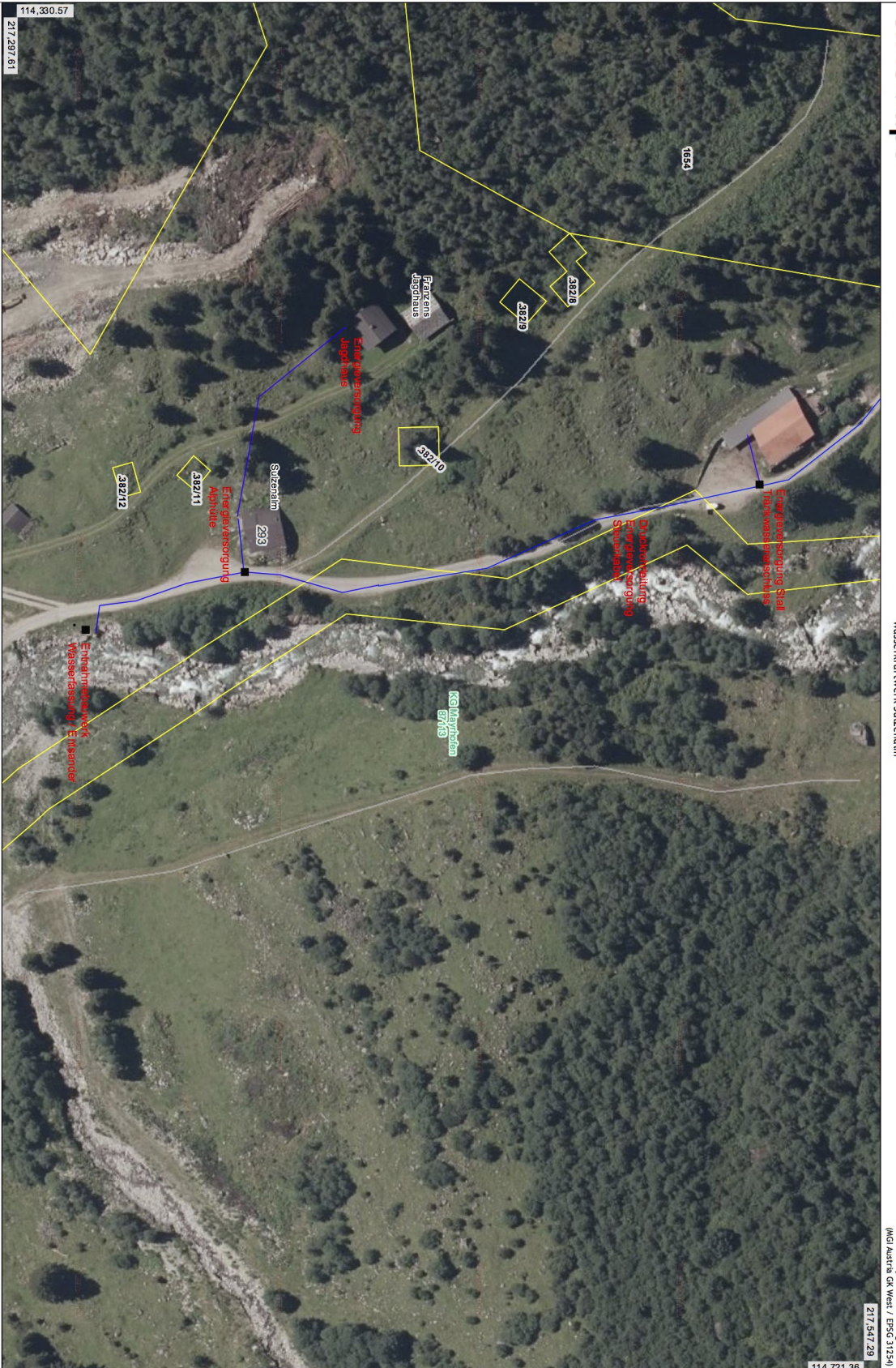


 Amt der Tiroler Landesregierung



Quelle: Land Tirol, BVE
Erstellungsdatum: 28.10.2017
Keine Rechtsauskunft, keine Gewähr für Aktualität und Vollständigkeit.

Maßinheit m

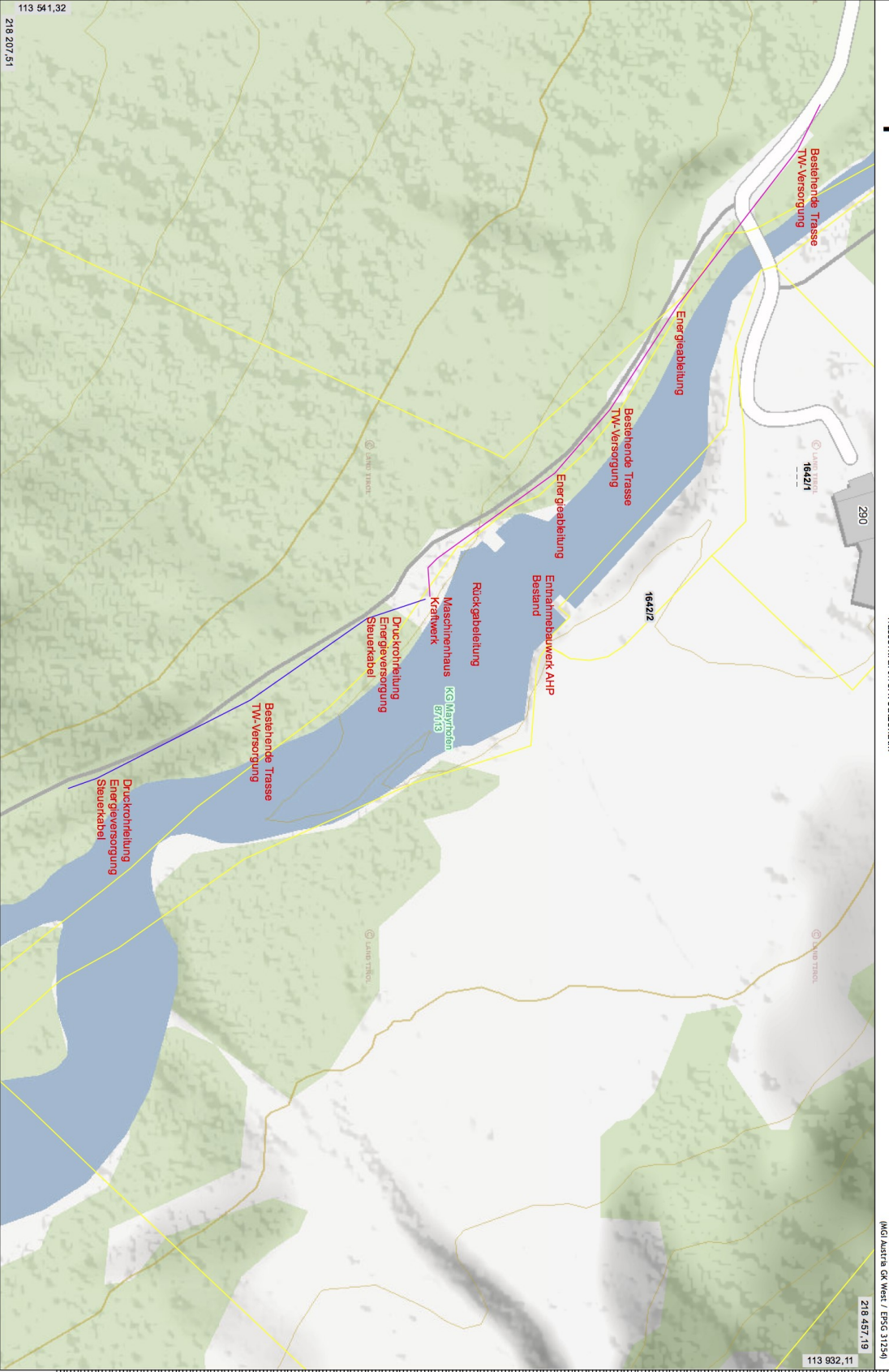


Amt der Tiroler Landesregierung



Quelle: Land Tirol, BEV
Erstellungsdatum: 28.10.2017
Keine Rechtsankunft, keine Gewähr für Aktualität und Vollständigkeit.

Maßeinheit m

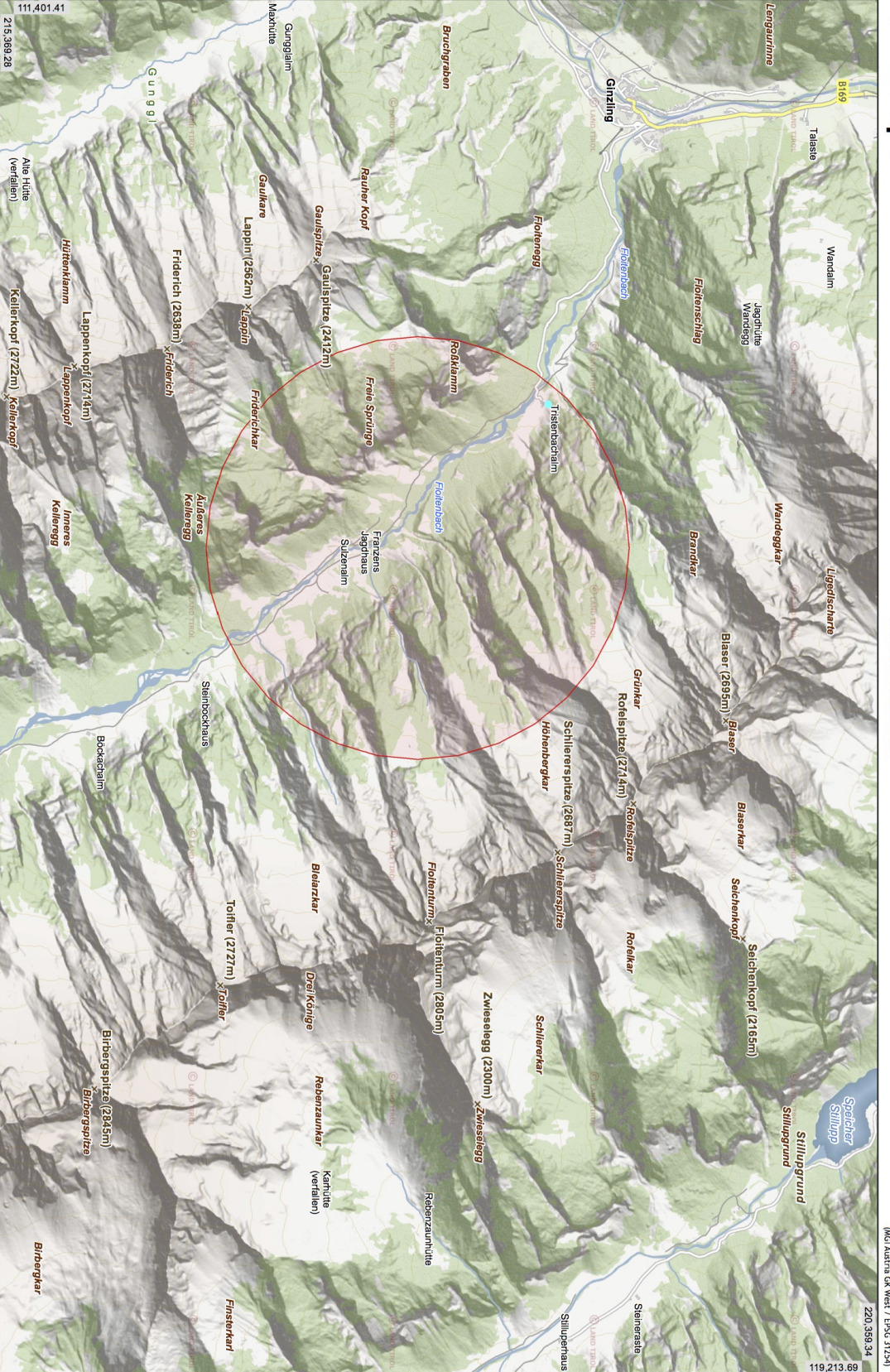


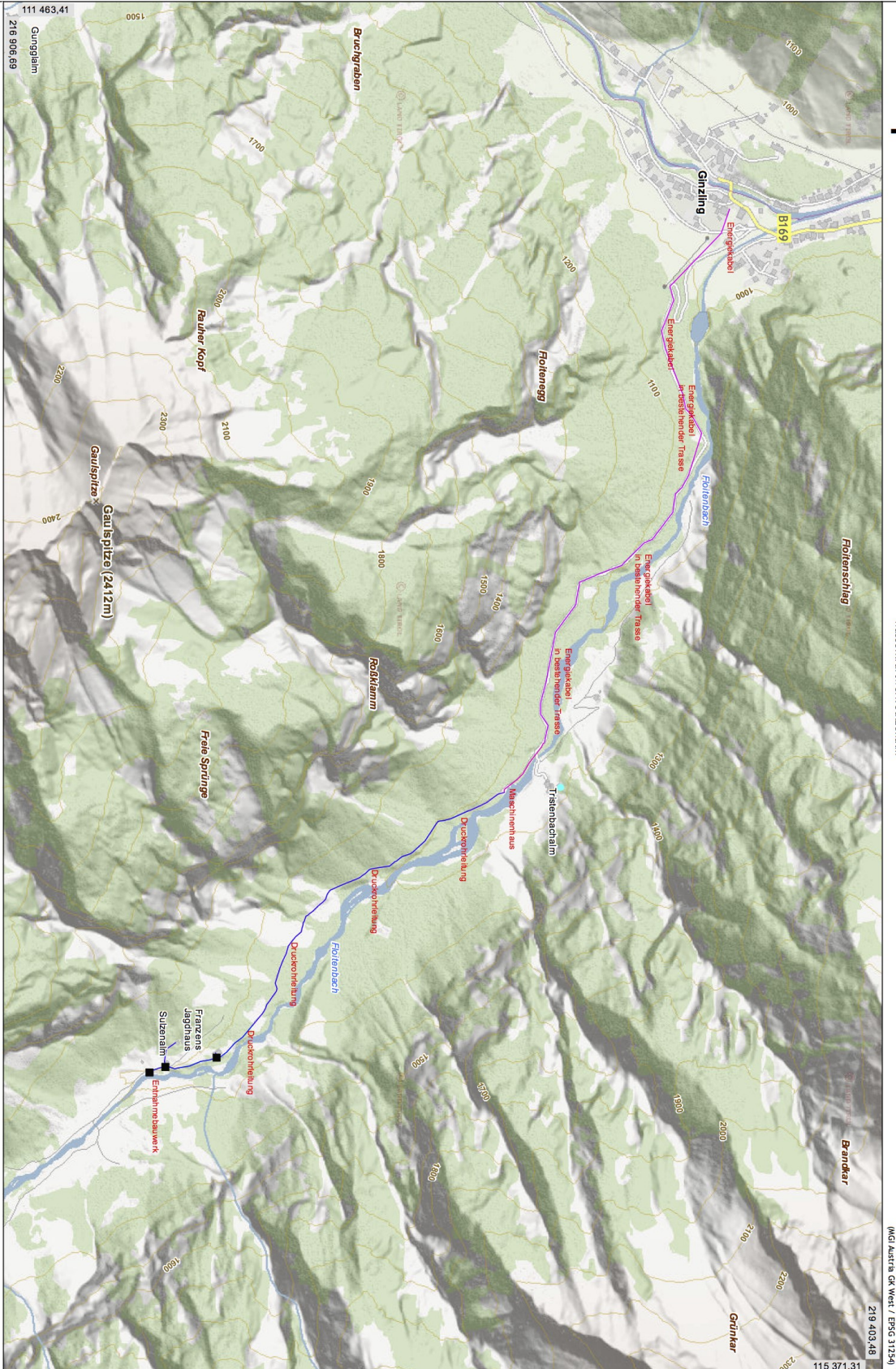
Amt der Tiroler Landesregierung



Quelle: Land Tirol, BEV
Erstellungsdatum: 28.10.2017
Keine Rechtsankunft, keine Gewähr für Aktualität und Vollständigkeit.

Maßeinheit m





Amt der Tiroler Landesregierung



Quelle: Land Tirol, BEV
 Erstellungsdatum: 28.10.2017
 Keine Rechtsansicht, keine Gewähr für Aktualität und Vollständigkeit.

Maßstab km