

Diplomarbeit

Spezifische Investitionskosten von Wasserkraftwerken - Eine weltweite Analyse

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Reinhard Haas

E373 - Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Eva Neumayer

9273826

Marktplatz 5, 2380 Perchtoldsdorf

Wien, am 3. November 2008

für Frau Dr. Andrea Perger,
die immer die richtige Frage zur richtigen Zeit hatte ...

Danksagung

Für die Betreuung meiner Arbeit möchte ich mich bei Herrn Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Reinhard Haas bedanken.

Mein herzlicher Dank gilt auch den Herren Hon. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Harhammer und Ao. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Müller, die mir mit viel Zeit, Humor, Rat und Tat zur Seite gestanden sind.

Meiner Familie, allen voran meiner Mutter Rosa Neumayer, meinem Bruder Dipl.-Ing. Hans Neumayer, meiner Schwägerin Mag. Lilly Neumayer, meiner Großtante Rosa „Mämi“ Pech, meiner Kusine Mag.(FH) Katja Putz, meinem Onkel Dipl.-Ing. Helmut Neumayer und meiner Tante Ilse Neumayer möchte ich für die liebevolle Unterstützung und Motivation in schweren Stunden danken. Auch meiner besten Freundin Isabel „Betty“ Esteve, die immer für mich da ist, möchte ich an dieser Stelle aufrichtig Danke sagen. Für einige Nachtschichten und viel Geduld möchte ich mich bei Robert Kaiser bedanken. Vielen Dank für die Freundschaft und viele gute Gespräche auch an Max und Caro Harrison, Manfred Spitzbart, Karin und Roland Auer, Marion Pinterich, Dipl.-Ing. Dieter Horwatitsch und alle anderen, die mich immer wieder unterstützen.

Kurzfassung

Durch steigende Preise im Bereich der fossilen Energieträger wird der Ausbau der Wasserkraft immer attraktiver. Da Wasserkraftwerke zu den nicht standardisierbaren Kraftwerkstypen zählen, ist eine generelle Angabe von spezifischen Investitionskosten nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund werden in dieser Arbeit Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die Kraftwerksgröße ermittelt und die Einflüsse der Faktoren Lebensdauer, Zinssatz, Lohn- und Lohnnebenkosten untersucht.

Die Analyse konkreter Kraftwerksdaten führt zu dem Ergebnis, dass die spezifischen Investitionskosten mit steigender Kraftwerksgröße sinken, und es wird gezeigt, dass hohe Lohn- und Lohnnebenkosten auch hohe spezifische Investitionskosten bedingen.

Abstract

Development of hydropower plants is becoming increasingly attractive due to the rising prices of fossil fuel. The nature of hydropower, considering varying locations and water source conditions, does not lend itself to standardization; therefore, it is impossible to generalize about investment costs. However, this thesis will identify the specific investment costs -based on the size of the hydropower plant - and analyze the influential factors such as economic life-time, interest rate, labor cost and ancillary wage costs. This analysis of hydropower plant data will show that specific investment costs decrease as the size of the plant increases and that high labor and ancillary wage costs account for high specific investment costs.

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation und zentrale Fragestellung	1
2. Historische Entwicklung der Wasserkraft	3
3. Technische Grundlagen	8
3.1. Allgemeine Grundlagen	8
3.1.1. Einteilung nach der Nutzfallhöhe	8
3.1.2. Einteilung nach flussbaulichen und bautechnischen Gesichtspunkten	8
3.1.3. Einteilung nach energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten	9
3.1.4. Einteilung nach der installierten Leistung	10
3.2. Kraftwerkstypen	10
3.2.1. Niederdruckkraftwerke	10
3.2.2. Mitteldruckkraftwerke	12
3.2.3. Hochdruckkraftwerke	12
3.3. Eingesetzte hydraulische Maschinen	15
3.4. Kaplan-Turbine	16
3.4.1. Propeller-Turbine	16
3.4.2. Francis-Turbine	17
3.4.3. Pelton-Turbine	17
3.4.4. Kreiselpumpen	18
3.4.5. Pumpturbinen	19
4. Wasserkraftpotenziale	20
4.1. Definitionen	20
4.1.1. Theoretisches Potenzial	20
4.1.2. Technisch verwertbares Potenzial	20
4.1.3. Wirtschaftlich verwertbares Potenzial	21
4.1.4. Derzeit installierte Leistung	21
4.1.5. Derzeit erzeugte elektrische Energie	21
4.1.6. Zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen	21
4.1.7. Geplante Wasserkraftanlagen	21
4.2. Globale Wasserkraftpotenziale	21
5. Methodik	25
5.1. Erhebung der Rohdaten	25
5.2. Umformung zu vergleichbaren Daten	26
5.2.1. Bestimmung des Kraftwerktyps	26

Inhaltsverzeichnis

5.2.2.	Umrechnung der Gesamtinvestitionskosten in EUR	26
5.2.3.	Umrechnung der Gesamtinvestitionskosten auf das monetäre Jahr 2007	27
5.2.4.	Berechnung der spezifischen Investitionskosten bezogen auf die in- stallierte Leistung	27
5.2.5.	Berechnung der spezifischen Investitionskosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen	27
5.3.	Auswertungen und Diagramme	28
5.3.1.	Darstellung der statistisch unbereinigten Daten	28
5.3.2.	Bereinigung der Daten	29
5.3.3.	Darstellung der statistisch bereinigten Daten	29
5.3.4.	Durchführung einer Sensitivitätsanalyse	30
5.3.5.	Darstellung der Einzelergebnisse	30
5.4.	Vergleich mit der einschlägigen Literatur	30
6.	Dokumentation der Daten	31
7.	Auswertungen und Ergebnisse	42
7.1.	Lauf- und Schwellkraftwerke	42
7.1.1.	Spezifische Kosten bezogen auf die installierte Leistung	42
7.1.1.1.	Darstellung der statistisch unbereinigten Daten	42
7.1.1.2.	Darstellung der statistisch bereinigten Daten	46
7.1.1.3.	Ergebnisse	49
7.1.2.	Spezifische Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen	49
7.1.2.1.	Darstellung der statistisch unbereinigten Daten	50
7.1.2.2.	Darstellung der statistisch bereinigten Daten	53
7.1.2.3.	Sensitivitätsanalyse	56
7.1.2.4.	Ergebnisse	57
7.2.	Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	57
7.2.1.	Spezifische Kosten bezogen auf die installierte Leistung	58
7.2.1.1.	Darstellung der statistisch unbereinigten Daten	58
7.2.1.2.	Darstellung der statistisch bereinigten Daten	61
7.2.1.3.	Ergebnisse	63
7.2.2.	Spezifische Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen	63
7.2.2.1.	Darstellung der statistisch unbereinigten Daten	64
7.2.2.2.	Darstellung der statistisch bereinigten Daten	67
7.2.2.3.	Sensitivitätsanalyse	69
7.2.2.4.	Ergebnisse	70
7.3.	Weltweiter regionaler Vergleich	70
7.4.	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	71
8.	Vergleich mit Quellen aus der Literatur und Wirtschaft	73
8.1.	Vergleich mit Angaben aus dem Praxisbuch Energiewirtschaft	73
8.2.	Vergleich mit Angaben der Firma Pöyry Energy GmbH	74
8.3.	Vergleich mit Angaben aus einer Veröffentlichung der World Bank Group	75

Inhaltsverzeichnis

8.4. Verweis auf weiterführende Literatur	76
9. Schlussfolgerungen	77
Literaturverzeichnis	78
Abbildungsverzeichnis	84
Tabellenverzeichnis	87
Anhänge	90
A. Index der österreichischen Währung	90
B. Ausführliche Dokumentation der erfassten Daten	90

1. Motivation und zentrale Fragestellung

Die Nutzung der Wasserkraft hat eine lange Tradition und reicht bis ins dritte Jahrtausend vor Christus zurück. Sie nimmt damit in der Geschichte der Entwicklung der Menschheit einen festen Platz ein und ist eine der ältesten Formen der Energiegewinnung.

Im Jahr 2007 wurden 16 Prozent der weltweit erzeugten elektrischen Energie mit Hilfe der Wasserkraft produziert. Sie steht nach Kohle (40 Prozent) und Öl/Gas (26 Prozent) [Int07] an dritter Stelle und ist die wichtigste erneuerbare Energiequelle.

Die Energiegewinnung aus Wasserkraft hat vielfältige Vorteile. Im Bereich des Umweltschutzes stellt sie einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen dar. Weiters kann die Energie aus Wasserkraft wirtschaftlich gespeichert und schnell bereitgestellt werden. Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke (Beschreibung siehe Abschnitt 3.2.3) sind damit optimal zum Lastausgleich der Abweichungen zwischen Produktion und Bedarf geeignet. Diese Eigenschaft erhöht die Versorgungssicherheit und gewinnt aufgrund der zunehmenden Errichtung von Windparks und Photovoltaikanlagen immer mehr an Bedeutung. Technische Wirkungsgrade von über 90 Prozent sind Standard bei Wasserkraftwerken.

Die negativen ökologischen Auswirkungen durch die Eingriffe in die Landschaft werden oftmals durch das Anlegen neuer Naturschutzgebiete und Erholungsräume, sowie dem Schutz vor Hochwässern aufgewogen.

Durch steigende Preise von Kohle, Öl und Gas wächst das wirtschaftlich verwertbare Wasserkraftpotenzial und der Ausbau der Wasserkraft wird immer attraktiver.

Wasserkraftwerke stellen im Gegensatz zu Kohle-, Gas-, Öl- und Atomkraftwerken keine standardisierbaren (wiederholbaren) Kraftwerkstypen dar. Die Kosten hängen stark von

1. Motivation und zentrale Fragestellung

lokalen Umweltfaktoren wie etwa Gefälle, Wassermenge, topografische und geologische Verhältnisse, eventuelle Umsiedelung der ansässigen Bevölkerung, etc. ab.

Vor diesem Hintergrund ist der Vergleich spezifischer Kosten von Wasserkraftwerken kompliziert. Es ergeben sich daraus die folgenden zentralen Fragestellungen:

- Welche Bandbreiten können für die spezifischen Investitionskosten von Wasserkraftwerken errechnet werden?
- Verringern sich die spezifischen Investitionskosten mit zunehmender Kraftwerksgröße?
- Sind die spezifischen Investitionskosten von Speicherkraftwerken mit jenen von Pumpspeicherkraftwerken vergleichbar?
- Wie wirken sich die Einflussfaktoren Laufzeit und Zinssatz auf die spezifischen Investitionskosten aus?
- Steht das Lohn- und Lohnkostenniveau einer Region mit den spezifischen Investitionskosten beim Wasserkraftwerksbau in Zusammenhang?
- Können aus den ermittelten Ergebnissen Investitionsempfehlungen abgegeben werden?

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Suche nach Antworten auf diese Fragestellungen. Zum besseren Verständnis werden zuerst die historische Entwicklung der Wasserkraftwerke, die nötigen technischen Grundlagen und die derzeitigen Wasserkraftpotenziale beleuchtet. Nach der Beschreibung der Methodik und der Dokumentation der Kraftwerksdaten erfolgt die statistische Auswertung. Die so ermittelten Ergebnisse werden mit der einschlägigen Literatur verglichen.

2. Historische Entwicklung der Wasserkraft

Die Energiegewinnung aus Wasserkraft hat eine lange Geschichte. Bereits im dritten Jahrtausend vor Christus wird in China und Mesopotamien die Wasserkraft mittels Wasserrädern genutzt. Im antiken Griechenland und Rom werden mit Hilfe von Wasserrädern Getreidemühlen und Sägewerke betrieben. Die größten Wasserräder haben dabei einen Durchmesser von mehr als 20 Meter. In dieser Zeit steht bei der Wasserversorgung aber noch die Nutzung der Muskelkraft im Vordergrund. Da genügend Sklaven und Tiere zur Verfügung stehen, gibt es keine wirtschaftliche Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Technik.

Erste Hinweise auf die Nutzung der Wasserkraft zum Mahlen von Korn mittels wasserbetriebenen Mühlen findet man in Europa ab ca. 500 nach Christus. Im Mittelalter steigt die Anzahl von eingesetzten Wasserrädern stetig. Bei der dabei verwendeten ältesten Form des Wasserrades, dem Stoßrad, tauchen die Schaufeln in das Wasser ein und nutzen so die Bewegungsenergie des Wassers (siehe Abbildung 2.1).



Abbildung 2.1.: Stoßrad (Quelle: <http://energie-antworten.com>)

Ab dem 9. Jahrhundert kommt das unterschlächtige Wasserrad (siehe Abbildung 2.2) zum Einsatz. Bei dieser Form des Wasserrades wird neben der Bewegungsenergie bereits ein Teil der Lageenergie (potentielle Energie) genutzt. Das Wasser wird angestaut und es entsteht so ein geringer Höhenunterschied.

2. Historische Entwicklung der Wasserkraft



Abbildung 2.2.: Unterschlächtiges Wasserrad (Quelle: <http://energie-antworten.com>)

Später, ab dem 14. Jahrhundert, wird das überschlächtige Wasserrad (siehe Abbildung 2.3) verwendet. Hierbei wird das Wasser von oben über eine Rinne auf das Rad geführt. Dadurch kann eine größere Fallhöhe für den Antrieb des Rades genutzt werden.



Abbildung 2.3.: Überschlächtiges Wasserrad (Quelle: <http://energie-antworten.com>)

Als Vorform der heutigen Turbine gilt das 1790 vom deutschen Arzt und Physiker Johann Segner entwickelte Reaktionswasserrad. Nahezu zeitgleich entwirft der englische Bauingenieur John Smeaton das gusseiserne Wasserrad. Dieses neuartige Wasserrad ist um ein Vielfaches belastbarer und kann somit höhere Leistung erbringen. Dies stellt eine wesentliche Voraussetzung für die industrielle Revolution dar.

Werner Siemens entdeckte 1866 das dynamoelektrische Prinzip und legte so den Grundstein für die Nutzung der Wasserkraft zur Elektrizitätserzeugung. Durch diese Erfindung ist es möglich, Drehbewegung in elektrischen Strom umzuwandeln.

Ein entscheidender Durchbruch in der Optimierung von Überdruckturbinen gelingt 1849 dem angloamerikanischen Ingenieur James B. Francis (siehe Abbildung 2.4) mit der Entwicklung der noch heute im Einsatz befindlichen Francis-Turbine. Diese beruht auf dem Prinzip der von B. Fourneyron konstruierten Radialturbine. 1890 entwirft der amerikanische Ingenieur Lester A. Pelton die nach ihm benannte Pelton-Turbine (siehe Abbildung 2.5), die heutige Form der Gleichdruckturbine.

2. Historische Entwicklung der Wasserkraft



Abbildung 2.4.: James B. Francis (Quelle: <http://en.wikipedia.org>)



Abbildung 2.5.: Lester A. Pelton (Quelle: <http://www.invent.org>)

1913 wird dem Österreicher Viktor Kaplan (siehe Abbildung 2.6) das Patent für seine Propellerturbine mit feststehenden Laufradschaufeln und kurz danach das Patent der nach ihm benannten Kaplan-Turbine mit beweglichen Laufradschaufeln erteilt. Dieser Turbinentyp wird heute im Niederdruckbereich eingesetzt.



Abbildung 2.6.: Viktor Kaplan (Quelle: <http://sk.wikipedia.org>)

Das erste Kraftwerk, mit dem sich Strom erzeugen lässt, entsteht 1880 im englischen Northumberland. Sechs Jahre später geht das erste österreichische Kraftwerk in Scheibbs

2. Historische Entwicklung der Wasserkraft

ans Netz. Das erste Großkraftwerk nimmt 1895 bei den Niagarafällen in den USA seinen Betrieb auf. Ein weiterer Meilenstein ist Anfang des 20. Jahrhunderts der Beginn der Errichtung von Speicherkraftwerken. So können erstmals große Mengen an Energie gespeichert werden. Die große Zeit der Kraftwerksbauten beginnt allerdings erst in der Mitte des 20. Jahrhunderts.

Michel Piot vom Schweizer Bundesamt für Energie teilt die Entwicklung der Wasserkraft in der Schweiz in den letzten 50 Jahren in die nachfolgend angeführten vier Perioden ein. Dieses Beispiel beschreibt sehr gut die gesamteuropäische Entwicklung der Wasserkraft.

1955-1970: Dies ist die Periode des intensivsten Ausbaus der Wasserkraft. Es gibt keine konkurrenzfähigen Technologien, attraktive ökonomische Rahmenbedingungen, genügend interessante Standorte, und die Zunahme der Stromnachfrage ist enorm. Die Elektrizitätswirtschaft befindet sich im öffentlichen Eigentum.

1970-1980: Es tritt eine starke Verlangsamung beim Ausbau der Wasserkraft ein. Die öffentliche Kritik am Eingreifen in die ökologischen Systeme beim Bau von Großkraftwerken nimmt zu, die Kernenergie wird stark ausgebaut und die ökonomischen Bedingungen sind durch Erdölkrise, Rezession und geringe Investitionsbereitschaft sehr schlecht.

1980-1990: Die Stromnachfrage steigt langsamer, attraktive Standorte fehlen, hohe Inflationsraten führen zu hohen Finanzierungskosten und das Stromangebot nimmt durch den vermehrten Einsatz von Atomkraftwerken zu. Das führt zum weitgehenden Erliegen des Ausbaus von Wasserkraft.

1990 bis jetzt: Das europäische Umfeld verändert sich stark. Der Strommarkt wird sukzessiv liberalisiert und der Ausgleich von Über- bzw. Unterkapazitäten zwischen europäischen Ländern wird dadurch möglich. Es werden einige Erneuerungen von Lauf-

2. *Historische Entwicklung der Wasserkraft*

kraftwerken realisiert und die Zeit für große Neubauten beginnt.

Zur Erstellung dieses Kapitels wurden die nachfolgend angeführten Quellen herangezogen: [Haa08], [Ver08d], [E.O08], [BB82], [Pioer]

3. Technische Grundlagen

3.1. Allgemeine Grundlagen

Die verschiedenen Bauformen von Wasserkraftwerken kommen je nach topologischen und hydrologischen Gegebenheiten zum Einsatz, wobei die Übergänge zwischen den einzelnen Typen oft fließend sind. Es lassen sich jedoch die nachfolgend angeführten Einteilungen treffen [Sch05].

3.1.1. Einteilung nach der Nutzfalhöhe

- Niederdruckkraftwerke ($< 20\text{m}$)
Beispiel: Laufkraftwerk Freudenau - Österreich (8,5 m)
- Mitteldruckkraftwerke (20 bis 100 m)
- Hochdruckkraftwerke ($>100\text{ m}$)
Beispiel: Speicherkraftwerk Kolbnitz - Österreich 587,5 m

3.1.2. Einteilung nach flussbaulichen und bautechnischen Gesichtspunkten

- Laufkraftwerke
- Schwellkraftwerke
- Speicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss
- Pumpspeicherkraftwerke (Speicherkraftwerke ohne und mit natürlichem Zufluss)

In dieser Arbeit werden zwei Kategorien unterschieden. In der ersten Kategorie sind Lauf- und Schwellkraftwerke und in der zweiten Kategorie sind Pump- und Pumpspeicherkraftwerke enthalten.

3.1.3. Einteilung nach energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten

- Grundlastkraftwerke (zB Laufkraftwerke)
- Mittellastkraftwerke
- Spitzenlastkraftwerke (zB Speicherkraftwerke)

In Abbildung 3.1 wird der Bedarf an Grund-, Mittel- und Spitzenlast am Beispiel eines Sommer- und eines Wintertages dargestellt.

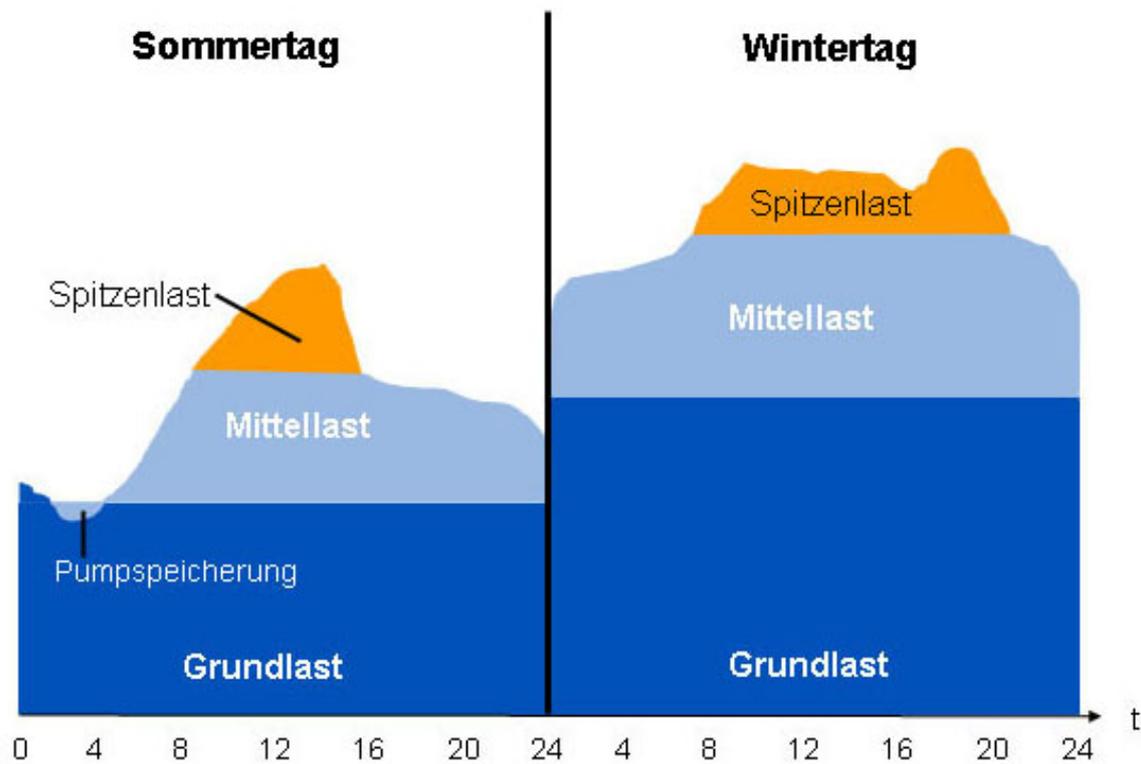


Abbildung 3.1.: Bedarf an Grund-, Mittel- und Spitzenlast am Beispiel eines Sommertages und eines Wintertages (Quelle: <http://www.rwetransportnetzstrom.com>)

3.1.4. Einteilung nach der installierten Leistung

- Kleinstkraftwerke (0-1 MW)
- Kleinkraftwerke (1-10 MW)
- Mittelgroße Krafwerke (10-100 MW)
- Großkraftwerke (> 100 MW)

3.2. Kraftwerkstypen

In diesem Abschnitt werden die nach der Nutzfallhöhe eingeteilten Kraftwerkstypen näher erläutert.

3.2.1. Niederdruckkraftwerke

Die wesentlichen Merkmale dieses Kraftwerktyps sind die geringe Fallhöhe bis ca. 20 m und das große Schluckvermögen der Turbinen (siehe Abbildung 3.5).

Es gibt verschiedene Bauformen von Niederdruckkraftwerken:

- Flusskraftwerke: Bei Flusskraftwerken liegt das Krafthaus direkt im Flussverlauf.
- Ausleitungskraftwerke: Bei Ausleitungskraftwerken wird das Wasser über Triebwasserkanäle oder Stollen zum Krafthaus geleitet.

Liegen mehrere Kraftwerke hintereinander im Flussverlauf, so spricht man von einer Kraftwerkskette.

Schwellbetrieb liegt dann vor, wenn das Wasser über einige Stunden im Stauraum gespeichert werden kann, um dann je nach Bedarf turbiniert zu werden. Damit kann - etwa zu Spitzenlastzeiten - die regelbare generatorische Leistung erhöht werden.

Bei Niederdruckkraftwerken kommen meist Kaplan- oder Propellerturbinen (siehe Abschnitt 3.4.1 Propeller-Turbine) zum Einsatz (siehe Abbildung 3.5). Die Stauhaltung erfolgt mittels fester oder beweglicher Wehre.

Laufkraftwerke dienen zur Abdeckung der Grundlast (siehe Abbildung 3.1). In Abbildung 3.2 wird das Schema eines Laufkraftwerkes dargestellt.

Laufkraftwerk – Schema

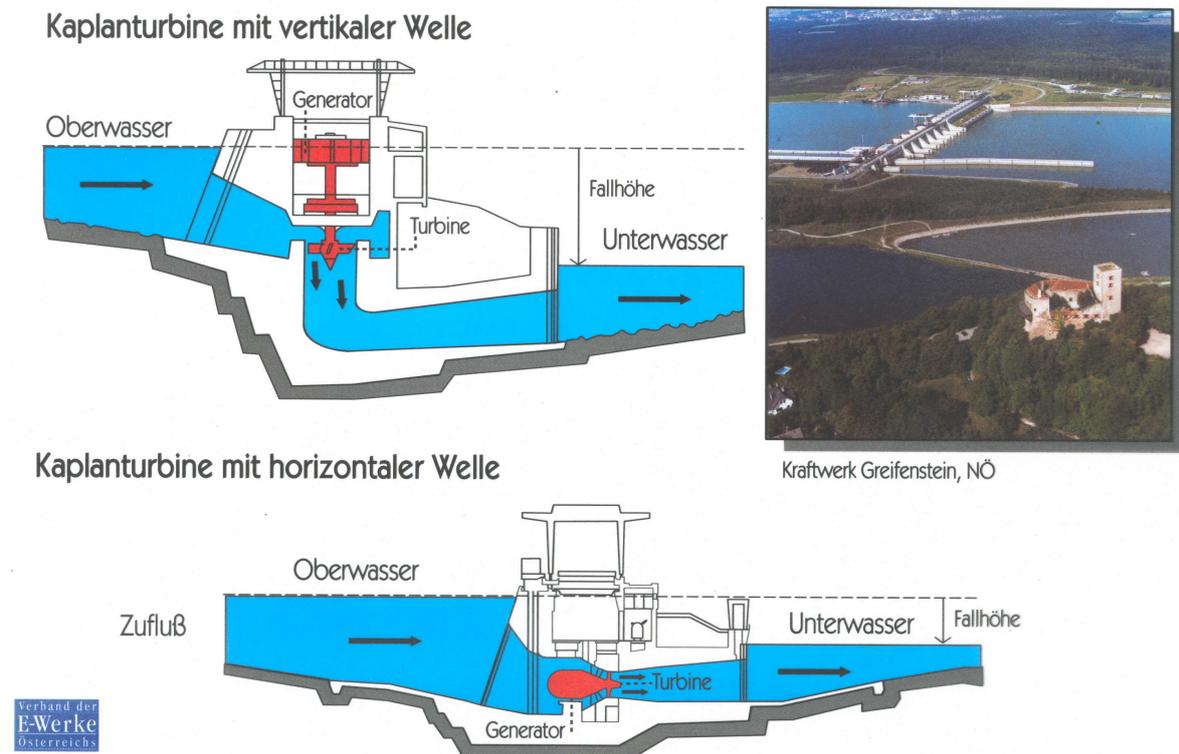


Abbildung 3.2.: Schemabild eines Laufkraftwerkes (Quelle: Verband der E-Werke Österreichs)

3.2.2. Mitteldruckkraftwerke

In diesen Bereich fallen Kraftwerke mit Fallhöhen von 20 m bis 100 m. Im unteren Bereich der Fallhöhen kommen meist Ausleitungskraftwerke und im oberen Bereich Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke mit den ihnen eigenen Merkmalen zum Einsatz.

3.2.3. Hochdruckkraftwerke

Bei diesem Kraftwerkstyp liegen die Fallhöhen über 100 m und der Durchfluss ist wesentlich geringer als bei Niederdruck-Kraftwerken. Je nach den örtlichen Gegebenheiten wird eine entsprechende Talsperre errichtet, das gestaute Wasser über einen Druckstollen oder eine Druckrohrleitung zur Turbine geleitet und von dort weiter in den Auslauf geführt. Bei Hochdruckkraftwerken kommen Pelton- oder Francis-Turbinen zum Einsatz (siehe Abbildung 3.5).

Die Ausbaufornen von Hochdruck-Kraftwerken sind Speicher- oder Pumpspeicherkraftwerke. In Abbildung 3.3 wird das Schema eines Speicherkraftwerkes und in Abbildung 3.4 das Schema eines Pumpspeicherkraftwerkes dargestellt.

Bei Pumpspeicherkraftwerken ist das Kraftwerk zusätzlich mit einer Pumpe ausgestattet. Mit Hilfe dieser Pumpe kann das im Unterwasserbecken gesammelte abgearbeitete Wasser wieder in das Oberwasserbecken zurückgepumpt werden.

Gestaut wird mittels Talsperren (Dämme oder Staumauern). Je nach Speichergröße spricht man von Tages-, Wochen- oder Jahresspeichern.

Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke weisen gegenüber Flusskraftwerken im Allgemeinen höhere Investitionskosten auf. Aufgrund dieser Tatsachen und wegen der Beschränktheit des Speichervolumens werden sie nur im Spitzenlastbereich eingesetzt. (siehe Abbildung 3.1)

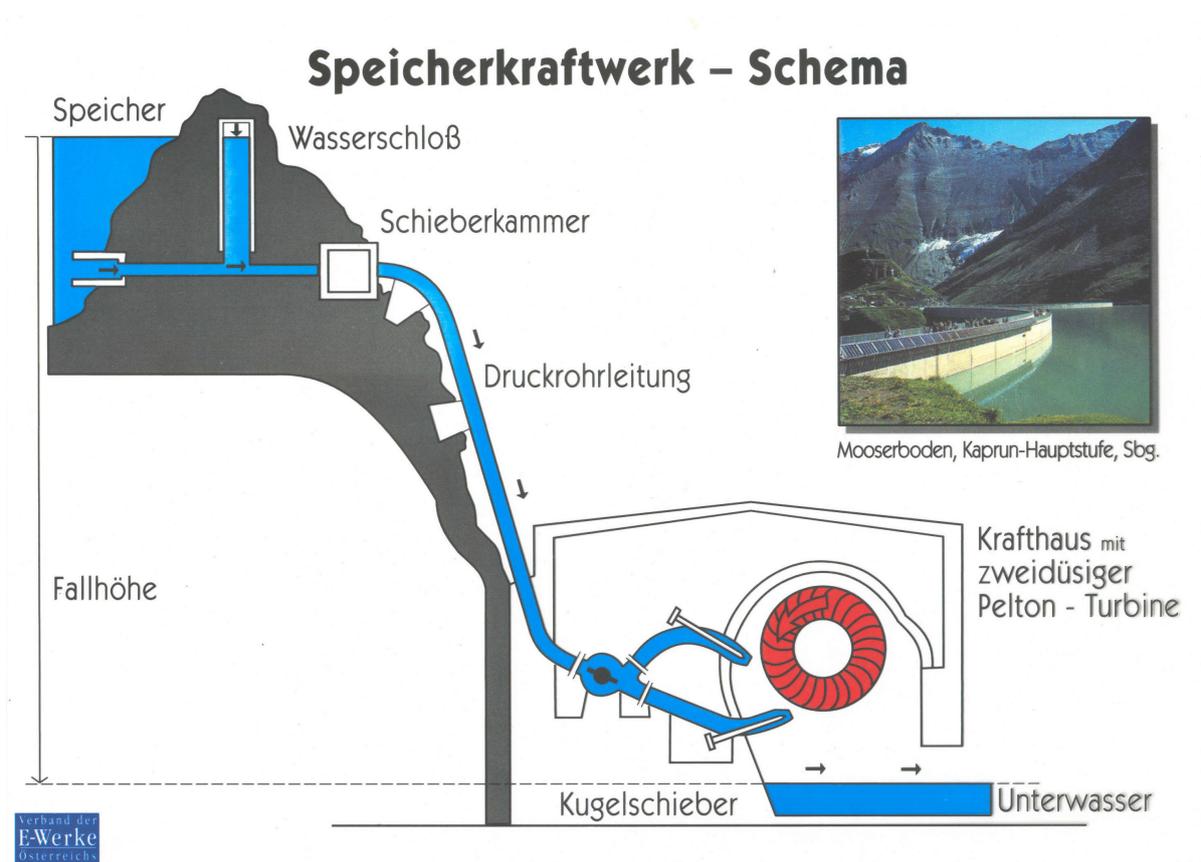


Abbildung 3.3.: Schemabild eines Speicherkraftwerkes (Quelle: Verband der E-Werke Österreichs)

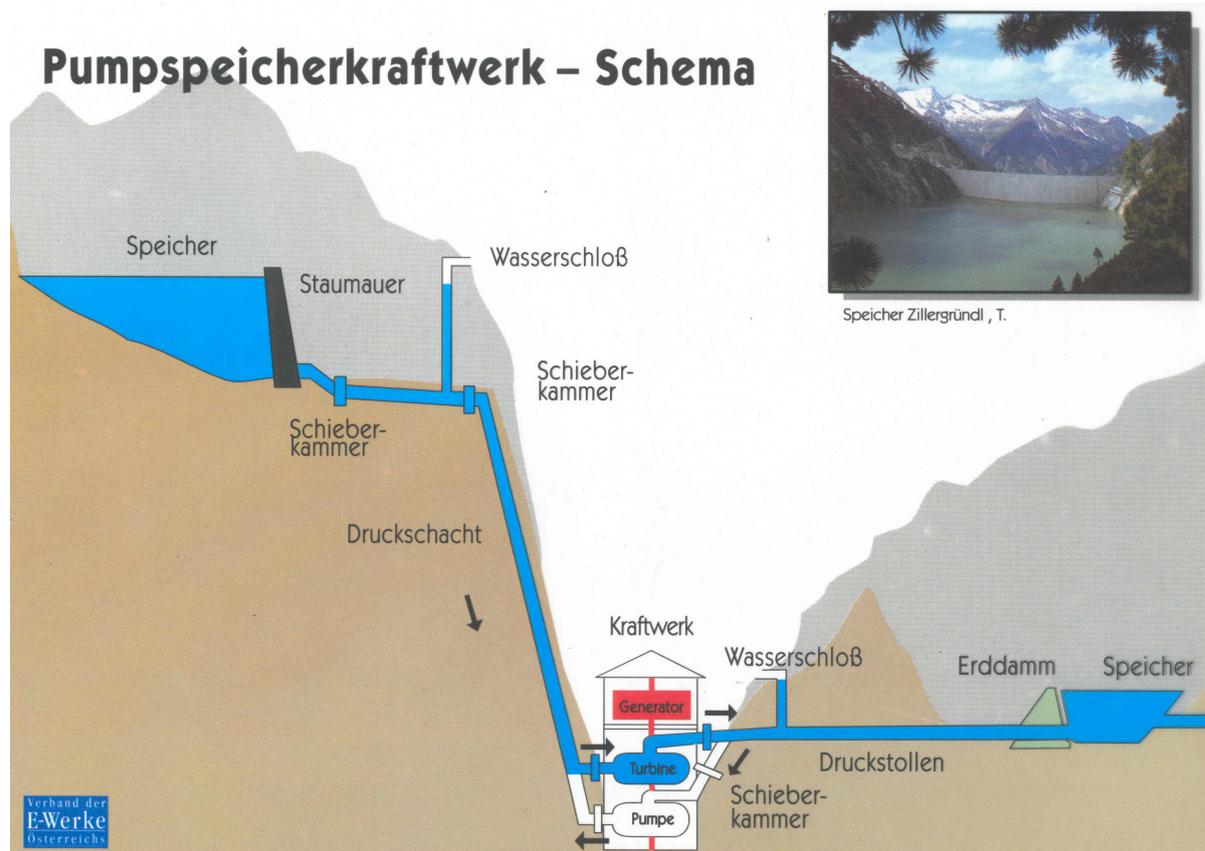


Abbildung 3.4.: Schemabild eines Pumpspeicherkraftwerkes (Quelle: Verband der E-Werke Österreichs)

3.3. Eingesetzte hydraulische Maschinen ([GM05])

Darunter fallen Maschinen, die mit Hilfe des Laufrades dem Wasser Energie entziehen und diese Energie dann mittels der Welle und gegebenenfalls mittels eines Getriebes im Generator zu elektrischer Energie umwandeln.

Es zählen aber auch Pumpen und Pumpturbinen zu den hydraulischen Maschinen. Mit Pumpen wird elektrische Energie in Strömungsenergie umgewandelt. Sie sind physikalisch das Gegenteil von Turbinen.

In Abbildung 3.5 werden die Einsatzweisen verschiedener Turbinentypen in Abhängigkeit des Durchflusses und der Fallhöhe dargestellt. (in der Abbildung bedeuten: durchgezogene Linien - Einsatzbereich der Pelton-Turbine, strichlierte Linien - Einsatzbereich der Francis-Turbine, strichpunktete Linien - Einsatzbereich der Kaplan-Turbine) Darauf folgend werden die wichtigsten eingesetzten hydraulischen Maschinen kurz beschrieben.

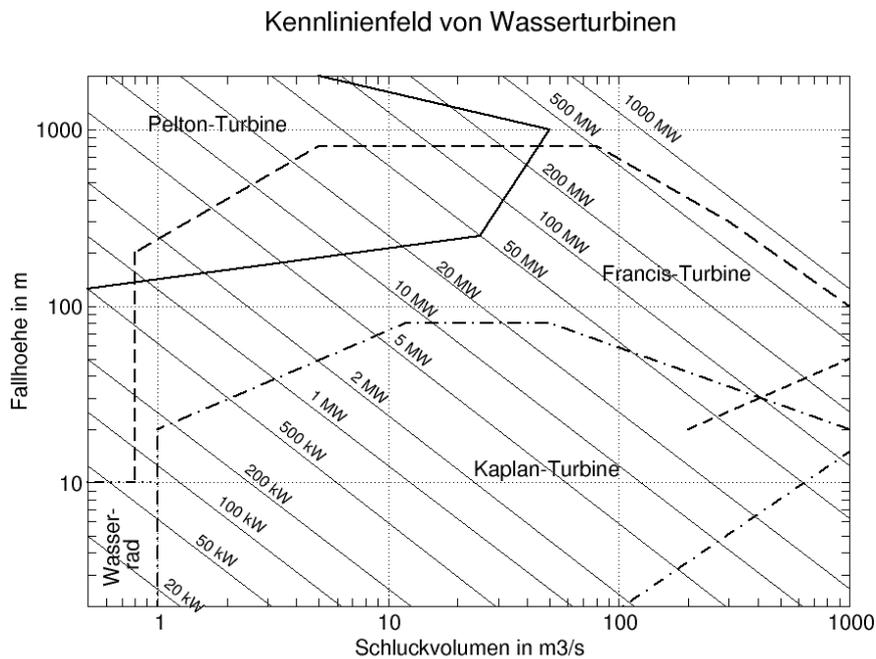


Abbildung 3.5.: Einsatzbereiche verschiedener Turbinentypen (Quelle: <http://www.wikiweise.de>)

3.4. Kaplan-Turbine

Hierbei handelt es sich um eine Axialturbine, die bei geringen Fallhöhen (bis zu 80 m) und größeren Durchflüssen zum Einsatz kommt. Es gibt Ausführungsarten mit horizontaler, leicht geneigter und vertikaler Wellenachse. Kaplan-Rohrturbinen werden mit horizontaler Wellenachse ausgeführt.

Kaplan-Turbinen haben bewegliche Laufradschaufeln. Dadurch können sie sehr gut geregelt werden und weisen über einen großen Beaufschlagungsbereich gute Wirkungsgrade zwischen 80 und 90 Prozent auf. Abbildung 3.6 zeigt das Laufrad einer Kaplan-Turbine.



Abbildung 3.6.: Laufrad einer Kaplanturbine (Quelle: <http://de.wikipedia.org>)

3.4.1. Propeller-Turbine

Propeller-Turbinen sind Kaplan-Turbinen, bei denen die Laufradschaufeln fix montiert sind. Sie werden mit horizontaler Wellenachse ausgeführt und kommen bei sehr gleichmäßigem Durchfluss oder in Krafthäusern mit mehreren Maschinen zum Einsatz, da der Wirkungsgrad sehr stark von der Wasserbeaufschlagung abhängt.

3.4.2. Francis-Turbine

Bei der Francis-Turbine (siehe Abbildung 3.7) strömt das Wasser radial von außen nach innen ein und axial wieder aus. Ihr Einsatzgebiet ist breit gefächert. Bei kleinen Fallhöhen überschneidet sich ihr Einsatzgebiet mit dem der Kaplan-Turbine und bei großen Fallhöhen mit dem der Pelton-Turbine. Die Francis-Turbinen können sowohl mit horizontaler als auch mit vertikaler Wellenachse ausgeführt werden.

Da die Laufradschaufeln fix montiert sind, kommen Francis-Turbinen vor allem bei Anlagen mit relativ gleichmäßiger Beaufschlagung zum Einsatz.



Abbildung 3.7.: Laufrad einer Francis-Turbine (Quelle: <http://it.wikipedia.org>)

3.4.3. Pelton-Turbine

Die Pelton-Turbine (siehe Abbildung 3.8) stellt eine Freistrahlturbine dar. Sie wird bei großen Fallhöhen und geringen Durchflüssen eingesetzt und kommt nahezu ausschließlich bei Speicherkraftwerken zum Einsatz. Es gibt verschiedene Ausführungen, bei denen unterschiedlich viele Düsen eingesetzt werden.

Pelton-Turbinen sind sehr gut und schnell regulierbar und werden damit insbesondere zur Deckung des Spitzenbedarfs eingesetzt.



Abbildung 3.8.: Laufgrad einer Pelton-Turbine (Quelle: <http://commons.wikimedia.org>)

3.4.4. Kreiselpumpen

Kreiselpumpen entsprechen vom Prinzip her umgekehrt betriebenen Turbinen.

Einteilung nach Bauart und Eigenschaften:

- Axialpumpen: Sowohl die An- als auch die Abströmung erfolgt axial. Das Aussehen des Laufrades entspricht dem der Propeller- bzw. der Kaplan-Turbine. Eingesetzt werden Axialpumpen zur Förderung großer Wassermengen auf kleine Förderhöhen.
- Diagonalpumpen: Die Anströmung erfolgt axial und die Abströmung diagonal (schräg). Das Aussehen des Laufrades entspricht einem Schraubenrad.
- Radialpumpen: Die Anströmung erfolgt axial und die Abströmung radial. Das Aussehen des Laufrades entspricht dem der Francis-Turbine. Eingesetzt werden Radialpumpen zur Überwindung großer Förderhöhen, wie es zum Beispiel bei Pumpspeicherwerken der Fall ist.

3.4.5. Pumpturbinen

Bei Pumpturbinen kommt sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb dasselbe Laufrad zum Einsatz. Gegenüber der Variante mit getrennter Turbine und Pumpe erhält man Kosteneinsparungen von bis zu 30 Prozent durch die Einsparung eines Maschinensatzes und durch den verminderten Raumbedarf im Krafthaus.

Grundsätzlich können alle bereits in Abschnitt 3.4.4 genannten Kreiselpumpentypen auch als Pumpturbine eingesetzt werden. Der Unterschied zur reinen Turbine bzw. reinen Pumpe besteht meist in der geringfügigen Umformung der Laufradschaufeln. Die Wirkungsgrade sind dadurch um etwa 3-4 Prozent niedriger, dieser Nachteil lässt sich aber durch Umschaltgetriebe mit verschiedenen Drehzahlen für Pump- und Turbinenbetrieb oder durch Motorgeneratoren mit Polumschaltern (Variation der Polpaarung) weitgehend beheben.

Abbildung 3.9 zeigt das Laufrad einer Pumpturbine.



Abbildung 3.9.: Laufrad einer Pumpturbine (Quelle: <http://lnw.creamermedia.co.za>)

4. Wasserkraftpotenziale

Als Grundlage dient der Bericht “2007 Survey of Energy Resorces“ vom World Energy Council. ([Wor07]) Die darin angegebenen Begriffsdefinitionen wurden von der Verfasserin aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt.

4.1. Definitionen

4.1.1. Theoretisches Potenzial

Das **theoretische Potenzial** ist jene Energie, die dem Staat jährlich zur Verfügung stünde, wenn das Gefälle aller natürlichen Ströme mit Hilfe von Turbinen bei 100 Prozent Wirkungsgrad ausgenützt wird. Sofern nicht anders angegeben, basieren die Zahlen auf einer Schätzung des vorhandenen Niederschlags- und Abflusswassers. Oft ist es schwierig, das theoretische Potenzial in Übereinstimmung mit dieser Definition zu bestimmen, besonders wenn die Daten von verschiedenen Quellen stammen. Gab es keine Angaben zum theoretischen Potenzial, dann wurde dieser Wert anhand des technisch verwertbaren Potenzials geschätzt, wobei ein Leistungsfaktor von 0.40 zugrunde liegt. Konnte auch das technisch verwertbare Potenzial nicht verifiziert werden, dann wurde das wirtschaftlich verwertbare Potenzial verwendet.

4.1.2. Technisch verwertbares Potenzial

Das **technisch verwertbare Potenzial** ist jene Menge des theoretischen Potenzials, die mit der heutigen Technologie verwertet werden kann.

4.1.3. Wirtschaftlich verwertbares Potenzial

Das **wirtschaftlich verwertbare Potenzial** ist jene Menge des theoretischen Potenzials, die mit der heutigen Technologie unter Berücksichtigung der bestehenden und zukünftig erwarteten lokalen Wirtschaftsbedingungen verwertet werden kann. Das Potenzial kann möglicherweise nicht vollkommen ausgeschöpft werden, sollten soziale oder umweltpolitische Gründe dagegen sprechen.

4.1.4. Derzeit installierte Leistung

Unter der **derzeit installierten Leistung** versteht man die Summe der installierten Leistungen aller Wasserkraftanlagen eines Staates, die Strom erzeugen oder erzeugen können.

4.1.5. Derzeit erzeugte elektrische Energie

Unter der **derzeit erzeugten elektrischen Energie** versteht man die tatsächlich produzierte elektrische Energie (mit Ausnahme des durch Pumpspeicherung erzeugten Stromes) im vorgegebenen Jahr.

4.1.6. Zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen

Darunter versteht man alle Anlagen, die noch nicht in Betrieb waren, deren Bestellung aber bis zu einem bestimmten Zeitpunkt geplant oder bereits durchgeführt wurde. In dieser Studie ist dieser Zeitpunkt das Ende des Jahres 2005.

4.1.7. Geplante Wasserkraftanlagen

Darunter versteht man alle Anlagen, für die Pläne oder Projektunterlagen vorgelegt wurden. Diese Projekte werden in der Regel innerhalb von zehn Jahren realisiert.

4.2. Globale Wasserkraftpotenziale

Das vom World Energy Council ermittelte weltweite theoretische Wasserkraftpotenzial liegt bei ca. 41.000 TWh/a (Terra-Watt-Stunden pro Jahr). Davon werden ca.

4. Wasserkraftpotenziale

16.500 TWh/a als technisches Potenzial und ca. 8.800 TWh/a als wirtschaftliches Potenzial eingestuft.

Tabelle 4.1 zeigt die Aufteilung dieser Potenziale auf die verschiedenen Regionen der Erde und ihre derzeitige Ausnutzung.

Region	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Afrika	3.884	1.852	1.007	21.644	83.735	5.668	63.901 - 81.435
Asien	16.285	5.523	3.279	222.697	718.172	85.727	166.805 - 214.521
Europa	4.945	2.714	1.632	225.202	705.470	10.072	13.958 - 14.497
Mittlerer Osten	418	168	121	7.185	16.864	10.567	12.656 - 13.056
Nordamerika	8.054	3.012	1.114	164.127	675.555	2.906	19.778
Ozeanien	495	189	69	13.471	40.425	19	286
Südamerika	7.121	3.036	1.624	123.712	596.518	9.084	60.817 - 62.515
Welt	41.202	16.494	8.846	778.038	2.836.739	124.043	338.201 - 406.088

Tabelle 4.1.: Prozentuelle Wasserkraftnutzung der Regionen

In Tabelle 4.2 ist die prozentuelle Wasserkraftnutzung der einzelnen Regionen dargestellt. Nordamerika weist hierbei den größten Nutzungsgrad auf. In Afrika sind die größten ungenutzten Potenziale zu finden. Weltweit liegt die Ausnutzung der Wasserkraftpotenziale bei 32 Prozent.

Region	Prozentuelle Wasserkraftnutzung (derzeit erzeugter Strom / wirtschaftliches Potenzial) [%]
Afrika	8,3
Asien	21,9
Europa	43,2
Mittlerer Osten	13,9
Nordamerika	60,6
Ozeanien	58,6
Südamerika	36,7
Welt Gesamt	32,1

Tabelle 4.2.: Prozentuelle Wasserkraftnutzung der Regionen

In den Tabellen 4.3 - 4.9 sind getrennt nach Kontinenten nähere Angaben für Länder mit einem theoretischen Wasserkraftpotenzial über 50 TWh/a aufgelistet. Daraus ist ersichtlich, dass momentan ca. 56 Prozent des aus Wasserkraft gewonnenen elektrischen Stroms von nur sechs Ländern erzeugt werden. Diese sind: Kanada, Brasilien, China, USA, Russland und Norwegen.

4. Wasserkraftpotenziale

In Norwegen wird die verbrauchte elektrische Energie zu 100 Prozent aus Wasserkraft gewonnen. In Österreich beträgt dieser Faktor 56 Prozent.

China, Indien und der Iran sind jene drei Länder, in denen die installierte Leistung derzeit am meisten erweitert wird.

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Ägypten	125	50	50	2.850	12.644	110	30
Angola	150	65	65	440	2.219		610 - 16.500
Äthiopien	650	260	160	662	2.848	3.050	1.250
Gabun	190	76	33	170	814		590
Kamerun	294	115	103	723	3.772		455
Kongo (Brazzaville)	50	10		89	352	120	1.621
Kongo (demokrat. Republik)	1.397	774	419	2.406	5.800		42.776
Madagaskar	321	180	49	105	540	12	4
Mosambik	95	38	32	2.136	11.548		2.898 - 3.898
Sambia	53	30	11	1.698	8.445		2.010
Südafrika	73	14	5	653	1.141		

Tabelle 4.3.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Afrika

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Bhutan	263	99	56	445	2.050	1.020	1.660 - 7.805
China	6.083	2.474	1.753	100.000	337.000	50.000	80.000
Georgien	180	80	40	2.700	6.400	724	400
Indien	2.638	660	600	31.982	97.403	13.245	8.860
Indonesien	2.147	402	40	3.221	9.831	135	802
Japan	718	136	114	27.759	80.715	745	19.052
Kambodscha	88	30	5	12	41	1	195
Kasachstan	170	62	29	2.247	8.610		350
Kirgisien	163	99	55	2.910	10.644	360	1.900
Korea (Republik)	52	26	19	1.584	3.674		
Laos	232	63		673	3.828	2.011	3.000 - 5.000
Malaysia	230	123		2.078	4.400	2.400	510
Mongolei	56	22		3	4	11	13 - 345
Myanmar (Burma)	342	130		745	1.639	1.786	8.000
Nepal	733	151	15	560	2.511	69	
Pakistan	480	219		6.499	25.671	734	8.100 - 25.671
Tadschikistan	527	264	264	4.528	15.000	670	5.000 - 27.000
Taiwan, China	103	20	12	1.910	4.054	447	440
Türkei	433	216	130	12.788	35.065	3.197	20.667
Usbekistan	88	27	15	1.420	6.286	249	913
Vietnam	300	123	78	4.198	18.000	7.768	4.614
Zypern	59	24		1	2		

Tabelle 4.4.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Asien

4. Wasserkraftpotenziale

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Bosnien-Herzegowina	70	24	19	2.411	6.200	130	200 - 450
Deutschland	120	25	20	4.525	27.700	121	20
Frankreich	270	100	70	25.526	56.245	U	U
Griechenland	80	15	12	3.060	4.920	600	
Island	184	64	40	1.160	7.014	690	100
Italien	340	105	65	17.326	36.067	45	190
Norwegen	560	200	187	27.698	136.400	300	859
Österreich	150	75	56	11.811	39.019	1.200	88
Rumänien	70	35	25	6.346	20.103	750	860
Russland	2.295	1.670	852	45.700	165.000	5.648	8.000
Schweden	130	100	85	16.100	72.100	U	U
Schweiz	125	43	41	13.356	30.128	221	
Spanien	150	66	32	18.674	23.215	51	170

Tabelle 4.5.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Europa

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Irak	225	90	67	260	1.862		
Iran	176	70	50	5.012	10.627	10.491	12.254

Tabelle 4.6.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder im Mittleren Osten

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Costa Rica	223	43	20	1.296	6.565	340	880
Dominikanische Republik	50	9	6	412	1.900	53	405
Grönland	800	120		32	185	8	8
Guatemala	54	22		644	2.500	162	2.349
Kanada	2.216	981	536	71.978	358.605	1.460	11.538
Mexiko	135	49	32	10.285	27.967	754	2.050
USA	4.485	1.752	501	77.354	269.587	8	16

Tabelle 4.7.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Nordamerika

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Australien	265	100	30	7.670	15.600		
Papua-Neuguinea	175	49	15	222	513		11

Tabelle 4.8.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Ozeanien

Land	theoretisches Potenzial [TWh/a]	technisches Potenzial [TWh/a]	wirtschaftliches Potenzial [TWh/a]	derzeit installierte Leistung [GW]	derzeit erzeugte elektr. Energie [GWh/a]	zur Zeit in Bau befindliche Wasserkraftanlagen [MW]	geplante Wasserkraftanlagen [MW]
Argentinien	354	130		9.921	34.192		2.400
Bolivien	178	126	50	458	1.424	90	700
Brasilien	3.040	1.488	811	71.060	337.457	4.997	36.635
Chile	227	162		4.695	25.489	300	3.000
Ecuador	167	134	106	1.773	6.883	452	412
Guyana	64	26	26	1	1	105	1.150
Kolumbien	1.000	200	140	9.000	37.000	660	10.000
Paraguay	130	106	101	7.410	51.156		1.945
Peru	1.577	395	260	3.207	17.977	230	1.079
Venezuela	320	246	130	14.413	77.229	2.250	2.964

Tabelle 4.9.: Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Südamerika

5. Methodik

Im Rahmen dieser Arbeit sind folgende Schritte zur Erhebung und Aufbereitung der notwendigen Daten durchzuführen (nach Rücksprache mit der Österreichischen Nationalbank werden dazu die nationalen Währungen generell in Buchstaben angegeben, und es wird für den Euro Cent die Abkürzung EUR Cent gewählt):

5.1. Erhebung der Rohdaten

In diesem Schritt erfolgt die Erfassung der folgenden Informationen - soweit sie zu finden sind - zu jedem Kraftwerk bzw. Kraftwerksprojekt.

- Land, in dem das Kraftwerk liegt
- Fluss, an dem das Kraftwerk liegt
- Kraftwerksname
- Art des Kraftwerkes (Laufkraftwerk, Schwellkraftwerk, Speicherkraftwerk, Pumpspeicherkraftwerk)
- Projektstatus
- Installierte Leistung in MW
- Regelarbeitsvermögen in GWh: Darunter versteht man den errechneten Mittelwert der Erzeugung aus einer langen Reihe von Betriebsjahren. Bei noch nicht in Betrieb befindlichen Anlagen sind dies die in den jeweiligen Quellen angegebenen Schätzwerte.
- Gesamtinvestitionskosten in Millionen der jeweils angegebenen Währung
- Jahr der Inbetriebnahme: bei noch nicht fertiggestellten Projekten das Jahr der voraussichtlichen Inbetriebnahme

- Jahr, aus dem die monetären Daten stammen: Meist ist dies das Jahr der Fertigstellung. Liegt der Zeitpunkt der voraussichtlichen Fertigstellung in der Zukunft, so wird das Jahr 2007 als Referenzjahr genommen.
- Quelle, aus der die Daten entnommen werden

5.2. Umformung zu vergleichbaren Daten

In diesem Schritt werden die erhobenen Daten klassifiziert und auf vergleichbare Werte umgerechnet.

5.2.1. Bestimmung des Kraftwerktyps

Ist bei den Recherchen keine Angabe zur Art des Kraftwerkes zu finden, so werden aus dem Regelarbeitsvermögen und der installierten Leistung die Betriebsstunden (Volllast-Betriebsstunden) nach den folgenden Formeln abgeleitet:

$$\text{Betriebsstunden im Regeljahr [h]} = \frac{\text{Regelarbeitsvermögen [GWh]} \times 10^9}{\text{installierte Leistung [MW]} \times 10^6}$$

$$\text{Betriebsstunden pro Tag [h]} = \frac{\text{Betriebsstunden im Regeljahr [h]}}{365,25}$$

Kraftwerke mit einer Betriebsstundenzahl von weniger als 2.500 Stunden werden der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke, Kraftwerke mit einer Betriebsstundenzahl von mehr als 2500 Stunden wurden der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke zugeordnet.

5.2.2. Umrechnung der Gesamtinvestitionskosten in EUR

$$\text{Gesamtinvestitionskosten [Mio EUR]} = \frac{\text{Gesamtinvestitionskosten in Fremdwahrung [Mio]}}{\text{Umrechnungskurs lt. Oenb [1]}}$$

Die Kosten werden mit Hilfe von Jahresdurchschnitts-Wechselkursen umgerechnet. Die dazu notwendigen Daten stammen vom Kursreferat der Österreichischen Nationalbank.

5.2.3. Umrechnung der Gesamtinvestitionskosten auf das monetäre Jahr 2007

$$\text{Gesamtinvestitionskosten 2007 [Mio EUR]} = \frac{\text{Gesamtinvestitionskosten [Mio EUR]} \times \text{Index 2007}}{\text{Index Jahr des Datenstandes}}$$

Da die Datenstände aus verschiedenen Jahren stammen, wird der Index VPI-Börsenkurier der Statistik Austria herangezogen, um alle Geldwerte auf den gemeinsamen Zeitpunkt 2007 zu beziehen. Die Indexdaten sind im Anhang A angeführt.

5.2.4. Berechnung der spezifischen Investitionskosten bezogen auf die installierte Leistung

$$\text{spezifische Investitionskosten [EUR/kW]} = \frac{\text{Gesamtinvestitionskosten 2007 [Mio EUR]} \times 10^6}{\text{installierte Leistung [MW]} \times 10^3}$$

Bei Pumpspeicherkraftwerken wird nur die installierte Leistung der Turbine zur Berechnung herangezogen.

5.2.5. Berechnung der spezifischen Investitionskosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen

Für diese Berechnung wird die Annuitätenmethode herangezogen. Es wird ein Zinssatz von $z = 5$ Prozent und eine Lebensdauer von $LD = 50$ Jahren angenommen. Die spezifischen Betriebskosten werden nicht berücksichtigt.

Annuitätenfaktor:

z ... Zinssatz

LD ... Lebensdauer

$$\alpha = \frac{z \cdot (1 + z)^{LD}}{(1 + z)^{LD} - 1}$$

Spezifische Investitionskosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen:

$$\text{spez. Investitionskosten [EUR Cent/kWh]} = \frac{\text{Gesamtinv.kosten 2007 [Mio EUR]} \times \alpha \times 100}{\text{Regelarbeitsvermögen [GWh]}}$$

Bei Pumpspeicherkraftwerken wird nur das Regelarbeitsvermögen im Turbinenbetrieb zur Berechnung herangezogen.

5.3. Auswertungen und Diagramme

In diesem Schritt werden die Daten in zwei Kategorien unterteilt und jeweils getrennt voneinander betrachtet. Die erste Kategorie sind Lauf- und Schwellkraftwerke, die zweite Kategorie sind Speicher- und Pumpspeicherwerke.

Danach werden die spezifischen Investitionskosten bezogen auf die installierte Leistung und bezogen auf das Regelarbeitsvermögen untersucht und in Diagrammen dargestellt. Nachfolgend werden die jeweils ausgeführten Schritte erläutert.

Zusammenfassende Ergebnisse werden danach im gleichnamigen Punkt dargestellt.

5.3.1. Darstellung der statistisch unbereinigten Daten

Es wird ein Punktdiagramm erstellt und darin eine Trendlinie eingezeichnet. Es wird jeweils die errechnete Gleichung und das zugehörige Bestimmtheitsmaß R^2 angeführt.

Die gekennzeichneten Datenpunkte sind jene, die bei der nachfolgend angeführten Bereinigung entfernt werden.

Weiters wird ein Boxplot anhand folgender Daten erstellt:

- Minimum
- 0,05-Quantil
- Arithmetischer Mittelwert
- 0,95-Quantil
- Maximum

Die Box wird oben und unten durch die 0,05- und 0,95-Quantile begrenzt. In der Box sind somit 90 Prozent der Datenpunkte zu finden. Die Whisker (Fühler) zeigen darüber hinaus die Bereiche zwischen der Box und dem Minimum bzw. Maximum. Der Boxplot wird für die in Kapitel Technische Grundlagen definierten Kraftwerksgruppen bezüglich der Kraftwerksleistung durchgeführt.

5.3.2. Bereinigung der Daten

Als Grundlage zur Bereinigung der Daten dienen die im Boxplot der unbereinigten Daten errechneten Quantile. Die Datenpunkte unter- bzw. oberhalb der 0,05- bzw. 0,95-Quantile werden nicht weiter berücksichtigt. Sind nicht genügend Daten als Grundlage vorhanden, so wird keine Bereinigung in der entsprechenden Gruppe durchgeführt.

5.3.3. Darstellung der statistisch bereinigten Daten

Es wird wiederum ein Punktdiagramm mit zugehöriger Trendlinie erstellt. Mit Hilfe der prozentuellen Abweichungen der einzelnen Datenpunkte bezogen auf die entsprechenden Punkte der Trendlinie wurde eine durchschnittlich bezogene Abweichung s ermittelt. Mit deren Hilfe wurde der Bereich $\pm s$ um die Trendlinie gekennzeichnet.

Zur Ermittlung der für den Vergleich mit der einschlägigen Literatur notwendigen Grenzen wird erneut ein Boxplot erstellt. Die dafür errechneten Quantile (gerundete Werte)

stellen die Grenzen der zu vergleichenden Bandbreiten dar.

5.3.4. Durchführung einer Sensitivitätsanalyse

Bei der Sensitivitätsanalyse werden die Bandbreiten der spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen mit verschiedenen Annuitätenfaktoren berechnet, wobei die Faktoren Zinssatz und Lebensdauer variiert werden. Es wurde jede Variation mit den statistisch bereinigten Daten berechnet. Die Ergebnisse werden in einem Diagramm dargestellt. Bei den spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung ist keine Sensitivitätsanalyse erforderlich, da kein Annuitätenfaktor in die Berechnung dieser Kosten einfließt.

5.3.5. Darstellung der Einzelergebnisse

In diesem Schritt werden die berechneten Ergebnisse mit Hilfe einer Tabelle dargestellt und interpretiert.

5.4. Vergleich mit der einschlägigen Literatur

In diesem Schritt werden die in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten mit den in verschiedenen Literaturstellen angeführten Daten verglichen.

6. Dokumentation der Daten

Die Suche nach geeigneten Quellen für die erforderlichen Kraftwerksdaten erweist sich als schwierig. Seit der Liberalisierung des Strommarktes werden Daten nur mehr selten und meist sehr ungenau publiziert.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine größere Anzahl von Firmen und Instituten angeschrieben, jedoch hat die Verfasserin von keiner dieser Stellen konkrete Daten erhalten. Daher wurden die gesammelten Daten nahezu ausschließlich durch Internetrecherchen ermittelt. Eine der Hauptquellen ist hierbei der regelmäßig erscheinende “Power Plant Tracker“ von Platts.

In den nachfolgend angeführten Tabellen 6.1 und 6.2 sind die für die weiteren Ausführungen wichtigen Rohdaten und die daraus abgeleiteten Daten geordnet nach dem Projektnamen für jedes Kraftwerk im Einzelnen angeführt. Tabelle 6.1 zeigt die Kraftwerke der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke, Tabelle 6.2 die Kraftwerke der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke. Die benutzten Quellen sind für jeden Datensatz einzeln angeführt.

Eine genauere Darstellung dieser Daten ist in Anhang B zu finden.

Kraftwerkname	Land	Art des Kraftwerkes	Status	installierte- Leistung [MW]	Regelarbeits- vermögen [GW _h /Jahr]	Jahr Daten- stand
A Loui	Vietnam	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	170,0	700,00	2007
Abwinden-Asten	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	168,0	1.028,00	1982
Aksar - Bitlis	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Genehmigt	36,0	113,70	2007
Aksu	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Genehmigt	43,7	137,50	2007
Allain Duhangon	Indien	Laufkraftwerk	in Bau	192,0	800,00	2007
Altenmarkt	Österreich	Ausleitungs-kraftwerk	in Betrieb	22,7	147,00	1959
Altenwörth	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	335,0	1.950,00	1982
Annabürcke	Österreich	Schwellkraftwerk	in Betrieb	88,0	390,00	1982
Arun 3	Nepal	Schwellkraftwerk	Detailstudie	402,0	2.891,00	1995
Aschach	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	286,0	1.648,00	1982
Bileca	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	36,0	127,00	2007
Bischofshofen	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	16,0	70,20	1985
Bistrica River Cascade	Bosnien-Herzegowina	3 Lauf- bzw. Schwellkraftwerke	in Bau	40,0	153,00	2007
Blanca	Slowenien	Laufkraftwerk	Ausgeschrieben	42,5	142,00	2007
Borcka	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	300,0	1.039,00	2007
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	Slowenien	5 Laufkraftwerke	Beauftragt	187,0	721,00	2007
Brodarevo	Serbien	Laufkraftwerk	in Planung	50,0	207,00	2007
Bujagali Hydro-Power Dam	Uganda	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Stillstand	250,0	1.750,00	2007
Bushati	Albanien	Laufkraftwerk	in Planung	57,0	230,00	2007
Cakit	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	20,0	96,00	2007
Camkoy	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Genehmigt	20,0	100,00	2007
Caruachi Hydroelectric Power Plant	Venezuela	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	2.160,0	12.000,00	2007
Cetin	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Genehmigt	350,0	1.240,00	2007
Changuinola 75	Panama	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	158,0		2007
Dai Ninh Hydro Plant	Vietnam	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	300,0	1.200,00	2007
Drenje	Kroatien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Beauftragt	39,3	107,00	2007
Dubrovnik 2	Kroatien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Vorgeschlagen	304,0		2007
Dumitra + Bumbesti	Rumänien	2 Laufkraftwerke	in Bau	24,5 + 38	92 + 167	2007
Flumenthal	Schweiz	Laufkraftwerk	in Betrieb	22,0	135,00	1970
Freudenau	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	172,0	1.037,00	1998
Gemeinschaftskraftwerk Inn	Österreich/Schweiz	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	88,0	404,00	2007
Ghazi Barotha	Pakistan	Laufkraftwerk	in Betrieb	1.450,0	6.600,00	2002

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 1

Kraftwerksname	Gesamtinvestitionskosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. Leist. [EUR/kW]	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
A Loui	147,46	867	1,2	1,5	2,1	2,3	[Pow08k]
Abwinden-Asten	454,94	2.708	2,4	3,1	4,5	4,9	[Düc]
Aksar - Bitlis	19,50	542	0,9	1,2	1,7	1,9	[Pla08, S. 74]
Aksu	45,00	1.030	1,8	2,3	3,3	3,6	[Pla08, S. 74]
Allain Duhanan	140,09	730	1,0	1,2	1,8	1,9	[Pow08a]; [SN 08]
Altenmarkt	77,46	3.412	2,9	3,7	5,3	5,8	[Pra73]
Altenwörth	560,62	1.673	1,6	2,0	2,9	3,2	[Düc]
Annabrücke	271,12	3.081	3,8	4,9	7,0	7,7	[sB8 1]; [Ver08c]
Arun 3	773,42	1.924	1,5	1,9	2,7	2,9	[Gov08a]
Aschach	377,54	1.320	1,3	1,6	2,3	2,5	[Düc]
Bileca	81,20	2.256	3,5	4,5	6,4	7,0	[Eur04, Appendix 8, S. 8-9]
Bischofshofen	80,21	5.013	6,3	8,1	11,5	12,6	[sB8 1]; [Ver08c]
Bistrica River Cascade	61,05	1.526	2,2	2,8	4,0	4,4	[Pla08, S. 12]
Bianca	70,30	1.654	2,7	3,5	5,0	5,5	[Pla07a, S. 59]
Borcka	386,72	1.289	2,0	2,6	3,8	4,1	[Pla07a, S. 60]
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	420,00	2.246	3,2	4,1	5,9	6,4	[Pla07a, S. 59]
Brodarevo	117,25	2.345	3,1	4,0	5,7	6,2	[Eur04, Appendix 8, S. 30]
Bujagali Hydro-Power Dam	386,72	1.547	1,2	1,6	2,2	2,4	[Pow08b]
Bushati	180,00	3.158	4,3	5,6	7,9	8,6	[Eur04, Appendix 8, S. 3-4]
Cakit	20,80	1.040	1,2	1,5	2,2	2,4	[Pla08, S. 71]
Camkoy	17,00	850	0,9	1,2	1,7	1,9	[Pla08, S. 74]
Caruachi Hydroelectric Power Plant	1.532,29	709	0,7	0,9	1,3	1,4	[Pow08c]
Cetin	246,00	703	1,1	1,4	2,0	2,2	[Pla08, S. 74]
Changuinola 75	233,49	1.478					[Pow08d]
Dai Ninh Hydro Plant	321,05	1.070	1,5	1,9	2,7	2,9	[Pow08e]; [Vie08]
Drenje	107,26	2.729	5,5	7,1	10,1	11,0	[Pla07a, S. 21]
Dubrovnik 2	175,00	576					[Pla08, S. 22]
Dumitra + Bumbesti	92,00	1.472	1,9	2,5	3,6	3,9	[Pla07a, S. 38-39]
Flumenthal	150,09	6.822	6,1	7,9	11,2	12,2	[BKW07a]
Freudenau	1.286,17	7.478	6,8	8,8	12,5	13,7	[Don98]
Gemeinschaftskraftwerk Inn	270,00	3.068	3,7	4,7	6,7	7,4	[Ver08a]
Ghazi Barotha	2.669,99	1.841	2,2	2,9	4,1	4,5	[Pow08g]; [AA00]

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 2

Kraftwerksname	Land	Art des Kraftwerkes	Status	installierte- Leistung [MW]	Regelarbeits- vermögen [GWh/Jahr]	Jahr Daten- stand
Gradec	Mazedonien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	55,0	245,00	2007
Greifenstein	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	293,0	1.717,30	1984
Grodna Station	Weißrussland	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	17,0		2007
Hiefiau, Laufwerkstufe	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	40,0	268,00	1954
Iskar River Cascade	Bulgarien	9 Laufkraftwerke	in Bau	25,0	142,00	2007
Islaz	Rumänien	Laufkraftwerk	in Planung	29,0	100,00	2007
Itá Hydroelectric Power Plant	Brasilien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	1.450,0	5.852,00	2000
Janjske Otok	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	29,6	101,30	2007
Kalivaci	Albanien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	90,0	400,00	2007
Kapichira	Malawi	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	64,0	432,00	2003
Karahnjukar	Island	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	690,0	4.450,00	2007
Karadino-Balkarien	Russland	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	15,0		2007
Kargi	Türkei	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Genehmigt	98,0	500,00	2007
Karkamis	Türkei	Laufkraftwerk	in Betrieb	180,0	652,50	2000
Kellerberg-Puch	Österreich	Schwellkraftwerk	in Betrieb	24,6	96,00	1986
Kosinj	Kroatien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	22,0	116,70	2007
Krcic	Kroatien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	7,9	37,10	2007
Krippau	Österreich	Ausleitungs-kraftwerk	in Betrieb	29,5	153,00	1964
Krupa	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	48,0	179,10	2007
Lambach	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	14,0	73,00	1997
Landl	Österreich	Ausleitungs-kraftwerk	in Betrieb	25,0	123,00	1966
Lower Arun	Nepal	Schwellkraftwerk	Machbarkeitsstudie	308,0	2.275,90	1990
Lower Kihansi	Tansania	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	180,0	935,00	2006
Melk	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	187,0	1.180,00	1983
Milunovici	Montenegro	Laufkraftwerk	in Planung	37,0	160,00	2007
Mostarsko Blato	Bosnien-Herzegowina	Laufkraftwerk	in Bau	61,0	167,00	2007
Nathpa Jhakri	Indien	Laufkraftwerk	in Betrieb	1.500,0	6.786,00	2004
Ottensheim-Wilhering	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	179,0	1.143,00	1982
Paternion	Österreich	Schwellkraftwerk	in Betrieb	23,5	95,00	1988
Podused	Kroatien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	Beantragt	43,0	219,00	2007
Polatsk	Weißrussland	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	23,0		2007
Ponte Brolla	Schweiz	Niederdruck-Laufkraftwerk	in Betrieb	3,0	11,00	2001

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 3

Kraftwerksname	Gesamtinvestitionskosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. Leist. [EUR/kW]	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Gradec	156,78	2,851	3,5	4,5	6,5	7,0	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Greifenstein	877,30	2,994	2,8	3,6	5,2	5,6	[sB81]; [Ver08c]
Grodna Station	48,49	2,852					[Pla07a, S. 12]
Hiefau, Laufwerkstufe	107,10	2,677	2,2	2,8	4,0	4,4	[Pra73]
Iskar River Cascade	60,00	2,400	2,3	3,0	4,3	4,7	[Pla08, S. 16]
Islaz	91,21	3,145	5,0	6,5	9,2	10,0	[Pla07a, S. 39]
Itá Hydroelectric Power Plant	1.736,90	1,198	1,6	2,1	3,0	3,3	[Pow08b]; [ita97]
Jaujske Otoke	50,00	1,689	2,7	3,5	5,0	5,4	[Pla07a, S. 15]
Kalivaci	97,10	1,079	1,3	1,7	2,4	2,7	[Eur04, Appendix 8, S. 3-4]
Kapichira	125,46	1,960	1,6	2,1	2,9	3,2	[kfw07a]
Karahnjukar	433,64	628	0,5	0,7	1,0	1,1	[Pla07b, S. 23]; [Föy08b]
Karbadino-Balkarien	25,70	1,713					[Ene07a]
Kargi	105,40	1,076	1,2	1,5	2,1	2,3	[Pla08, S. 74]
Karkamis	217,11	1,206	1,8	2,4	3,4	3,7	[Pow081]; [Föy08a]
Keller berg-Puch	110,41	4,488	6,3	8,2	11,6	12,7	[sB81]; [Ver08c]
Kosinj	77,79	3,536	3,7	4,7	6,7	7,3	[Eur04, Appendix 8, S. 15-16]
Krcic	30,00	3,817	4,4	5,7	8,2	8,9	[Eur04, Appendix 8, S. 15-16]
Krippau	91,73	3,110	3,3	4,3	6,0	6,6	[Pra73]
Krupa	66,20	1,379	2,0	2,6	3,7	4,1	[Eur04, Appendix 8, S. 8-9]
Lambach	59,54	4,253	4,5	5,8	8,2	9,0	[sB81]; [Alp08]
Landl	100,25	4,010	4,5	5,8	8,2	9,0	[Pra73]
Lower Arun	573,15	1,861	1,4	1,8	2,5	2,8	[Gov08a]
Lower Kihansi	216,70	1,204	1,3	1,6	2,3	2,6	[kfw07b]
Melk	734,61	3,928	3,4	4,4	6,3	6,9	[Düc]; [sB81]
Milunovici	95,00	2,568	3,3	4,2	6,0	6,5	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]
Mostarsko Blato	117,00	1,918	3,8	5,0	7,1	7,7	[Pla07a, S. 12]
Nathpa Jhakri	1.705,74	1,137	1,4	1,8	2,5	2,8	[Pow081]; [Föy08c]
Ottensheim-Wilherring	288,83	1,614	1,4	1,8	2,5	2,8	[Düc]
Paternion	106,82	4,546	6,2	8,0	11,3	12,4	[sB81]; [Ver08c]
Podsused	122,29	2,844	3,1	4,0	5,6	6,2	[Pla07a, S. 21]
Polatsk	50,66	2,202					[Pla07a, S. 12]
Ponte Brolla	4,44	1,479	2,2	2,9	4,1	4,4	[FBLW01, S. A-11]

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 4

Kraftwerksname	Land	Art des Kraftwerkes	Status	installierte- Leistung [MW]	Regelarbeits- vermögen [GWh/Jahr]	Jahr Daten- stand
Pradella-Martina	Schweiz	Hochdruck-Laufkraftwerk	in Betrieb	80,0	290,00	2001
Privatkraftwerk	Australien	Laufkraftwerk	in Betrieb	0,0		1998
Raslovići	Montenegro	Laufkraftwerk	in Planung	37,0	160,00	2007
Ruppoldingen	Schweiz	Niederdruck-Laufkraftwerk	in Betrieb	19,5	114,00	2001
Salto Caxias	Brasilien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	1.240,0	5.431,00	1999
Skavica 2	Albanien	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	350,0	1.100,00	2007
Spielfeld	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	13,0	67,00	1981
Srbinja	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	55,5	161,00	2007
St. Georgen	Österreich	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	6,5	32,00	1985
Stadtkraftwerk Leoben	Österreich	Schwellkraftwerk	in Betrieb	9,9	50,00	2006
Tala	Bhutan	Laufkraftwerk	in Betrieb	1.020,0	4.865,00	2006
Three Gorges Dam	China	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	18.200,0	84.700,00	2007
Trinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	Österreich	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	0,0	0,25	2006
Tysa Cascade	Ukraine	5 Schwellkraftwerke	Vorgeschlagen	220,0	657,00	2007
Upper Arun	Nepal	Schwellkraftwerk	Machbarkeitsstudie	335,0	2.050,00	1991
Upper Karnali	Nepal	Schwellkraftwerk	Machbarkeitsstudie	300,0	1.915,00	1998
Upper Trishuli 3A	Nepal	Laufkraftwerk	Machbarkeitsstudie	61,0	465,00	2005
Urreiting	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	16,5	76,20	1986
Ustikolina	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	66,0	255,00	2007
Villach	Österreich	Schwellkraftwerk	in Betrieb	24,6	100,00	1984
Vranduk	Bosnien-Herzegowina	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Planung	21,0	104,00	2007
Vrbas Cascade	Bosnien-Herzegowina	2 Laufkraftwerke	in Planung	86,0	327,00	2007
Wallsee-Mitterkirchen	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	210,0	1.320,00	1982
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	Deutschland	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	0,7	2,00	1993
Werfen / Pfarrwerfen	Österreich	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Bau	16,0	76,50	2007
White Water River Hydroelectric Stations	China	3 Lauf- bzw. Schwellkraftwerke	in Bau	78,0	369,00	2007
Xiaolangdi	China	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	1.836,0	5.100,00	2000
Ybbs-Persenbeug	Österreich	Laufkraftwerk	in Betrieb	200,0	1.282,00	1982
Yuncan	Peru	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	in Betrieb	130,0	901,00	2005
Zlatica	Montenegro	Laufkraftwerk	in Planung	37,0	190,00	2007

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 5

Kraftwerksname	Gesamt-investitions-kosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. Leist. [EUR/kW]	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Pradella-Martina	343,78	4.297	6,5	8,4	12,0	13,1	[FBLW01, S. A-11]
Privatkraftwerk	0,02	14.060					[Her98]
Raslovici	91,00	2.459	3,1	4,0	5,7	6,3	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]
Ruppoldingen	162,65	8.341	7,8	10,1	14,4	15,7	[FBLW01, S. A-11]
Salto Caxias	1.099,84	887	1,1	1,4	2,0	2,2	[Pow08m]
Skavica 2	600,00	1.714	3,0	3,9	5,5	6,0	[Pla07a, S. 11]
Spielfeld	57,17	4.398	4,7	6,1	8,6	9,4	[sB81]; [Ver08c]
Srbnje	114,70	2.067	3,9	5,1	7,2	7,8	[Eur04, Appendix 10, S. 6]
St. Georgen	28,88	4.442	4,9	6,4	9,1	9,9	[Gem07]
Stadtkraftwerk Leoben	34,74	3.509	3,8	4,9	7,0	7,7	[Ver08b]
Tala	715,59	702	0,8	1,0	1,5	1,6	[Pow08n]
Three Gorges Dam	17.511,86	962	1,1	1,5	2,1	2,3	[Pow08o]; [ABB08]
Thinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	0,66	22.136	14,6	18,8	26,8	29,3	[Ver07]
Tysa Cascade	90,99	414	0,8	1,0	1,4	1,5	[Pla07a, S. 68]
Upper Arun	601,71	1.796	1,6	2,1	3,0	3,2	[Gov08a]
Upper Karnali	482,21	1.607	1,4	1,8	2,5	2,8	[Gov08a]
Upper Trishuli 3A	99,98	1.639	1,2	1,5	2,2	2,4	[Gov08b]
Urreiting	78,87	4.780	5,7	7,3	10,4	11,4	[sB81]; [Ver08c]
Ustikolina	92,00	1.394	2,0	2,6	3,6	4,0	[Pla07a, S. 14]
Villach	132,42	5.383	7,3	9,4	13,4	14,6	[sB81]; [Ver08c]
Vranduk	48,00	2.286	2,5	3,3	4,7	5,1	[Pla07a, S. 14]
Vrbas Cascade	165,00	1.919	2,8	3,6	5,1	5,6	[Pla07a, S. 12]
Wallsee-Mitterkirchen	380,70	1.813	1,6	2,0	2,9	3,2	[Düc]
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	10,99	16.915	30,1	39,0	55,4	60,6	[Ene07b]
Werfen / Pfarrwerfen	63,50	3.969	4,5	5,9	8,4	9,1	[Sal08b]
White Water River Hydroelectric Stations	50,35	645	0,7	1,0	1,4	1,5	[Pow08q]
Xiaolangdi	5.582,90	3.041	6,0	7,8	11,0	12,1	[Pow08r]
Ybbs-Persenbeug	302,40	1.512	1,3	1,7	2,4	2,6	[Düc]
Yuncan	218,28	1.679	1,3	1,7	2,4	2,7	[Pow08s]
Zlatica	105,00	2.838	3,0	3,9	5,6	6,1	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]

Tabelle 6.1.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 6

Kraftwerksname	Land	Art des Kraftwerkes	Status	installierte- Leistung [MW]	Regelarbeits- vermögen [GWh/a]	Jahr Daten- stand
Andrijevo	Montenegro	Speicherkraftwerk	in Planung	127,4	327,00	2007
Avce	Slowenien	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	178,0	426,00	2007
Baixo Sabor, Northeast Portugal	Portugal	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	170,0	250,00	2007
Bistrica	Serbien	Pumpspeicherkraftwerk	in Planung	680,0		2007
Böckstein	Österreich	Speicherkraftwerk	in Betrieb	43,0	111,00	1981
Bodendorf	Österreich	Speicherkraftwerk	in Betrieb	37,5	120,00	1982
Boskov Most	Mazedonien	Speicherkraftwerk	in Planung	70,0	117,50	2007
Budhi Gandaki	Nepal	Speicherkraftwerk	Machbarkeitsstudie	600,0	2.495,00	1983
Chebrén	Mazedonien	Pumpspeicherkraftwerk	in Planung	333 (347 Pump)	840 (786 Pump)	2007
Dabar	Bosnien-Herzegowina	Speicherkraftwerk	in Planung	160,0	303,00	2007
Dudh Koshi	Nepal	Speicherkraftwerk	Machbarkeitsstudie	300,0	1.806,00	1998
Ertan Hydropower Plant	China	Speicherkraftwerk	in Betrieb	3.300,0	3.900,00	1999
Galiste	Mazedonien	Speicherkraftwerk	in Planung	193,5	262,50	2007
Gerhausen, Ulm	Deutschland	Pumpspeicherkraftwerk	Vorgeschlagen	45,0	130,00	2007
Glavicevo	Bosnien-Herzegowina	Speicherkraftwerk	in Planung	172,0	295,00	2007
Glendoe, Loch Ness	United Kingdom	Speicherkraftwerk	in Bau	100,0		2007
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	Bosnien-Herzegowina	Speicherkraftwerk	in Planung	150,0	400,00	2007
Hiefiau, Speicherstufe	Österreich	Speicherkraftwerk	in Betrieb	23,0		1963
Ilisu	Türkei	Speicherkraftwerk	in Bau	1.200,0	3.833,00	2007
Illanz	Schweiz	Speicherkraftwerk	in Betrieb	87,0	260,00	2001
Kali Gandaki 2	Nepal	Speicherkraftwerk	Machbarkeitsstudie	660,0	3.470,00	1985
Kanev	Ukraine	Pumpspeicherkraftwerk	Vorgeschlagen	1.000,0		2007
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant	Japan	Pumpspeicherkraftwerk	in Betrieb	1.600,0		2001
Kigi	Türkei	Speicherkraftwerk	in Bau	140,0	450,00	2007
Komarnica	Montenegro	Speicherkraftwerk	in Planung	168,0	202,00	2007
Konjic	Bosnien-Herzegowina	Speicherkraftwerk	Zurückgestellt	121,7	288,80	2007
Kopswerk II	Österreich	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	450 (450 Pump)		2007
Kostaucica	Montenegro	Speicherkraftwerk	in Planung	552,0	1.254,00	2007
LeniGAES	Russland	Pumpspeicherkraftwerk	in Planung	1560 (1760 Pump)	2.340,00	2007
Lesce	Kroatien	Speicherkraftwerk	in Bau	42,0	98,00	2007

Tabelle 6.2.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 1

Kraftwerksname	Gesamt- investitions- kosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. Leist. [EUR/kW]	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Andrijevo	240,00	1.884	4,0	5,2	7,4	8,1	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]
Arce	82,00	461	1,1	1,4	1,9	2,1	[Pla08, S. 67]
Baixo Sabor, Northeast Portugal	250,00	1.471	5,5	7,1	10,1	11,0	[Pla07b, S. 32]
Bistrica	816,00	1.200					[Pla07a, S. 57]
Böckstein	76,23	1.773	3,8	4,9	6,9	7,6	[sB81]; [Sal08a]
Bodendorf	115,68	3.085	5,3	6,8	9,7	10,6	[Gem07]
Boskov Most	75,00	1.071	3,5	4,5	6,4	7,0	[Pla07a, S. 32]
Budhi Gandaki	1.771,03	2.952	3,9	5,0	7,2	7,8	[Gov08a]
Chebren	338,38	1.016	2,2	2,9	4,1	4,4	[Pla07a, S. 33]
Dabar	171,70	1.073	3,1	4,0	5,7	6,2	[Eur04, Appendix 10, S. 7]
Dudh Koshi	732,50	2.442	2,2	2,9	4,1	4,5	[Gov08a]
Ertan Hydropower Plant	3.739,45	1.133	5,3	6,8	9,7	10,6	[Pow08f]
Galiste	200,00	1.034	4,2	5,4	7,7	8,4	[Pla07a, S. 33]
Gerhausen, Ulm	40,00	889	1,7	2,2	3,1	3,4	[Pla07b, S. 18]
Glavaticevo	180,00	1.047	3,3	4,3	6,2	6,7	[Pla07a, S. 14]
Glendoe, Loch Ness	184,12	1.841					[Pla07b, S. 32]
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	200,00	1.333	2,7	3,5	5,0	5,5	[Pla08, S. 13]
Hiefbau, Speicherstufe	39,75	1.728					[Pra73]
Ilisu	1.200,00	1.000	1,7	2,2	3,2	3,4	[Pla07a, S. 63-64]
Illanz	436,20	5.014	9,2	11,9	16,9	18,5	[FBLW01, S. A-11]
Kali Gandaki 2	1.861,88	2.821	2,9	3,8	5,4	5,9	[Gov08a]
Kanev	243,71	244					[Pla08, S. 79]
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant	2.743,04	1.714					[Pow08j]
Kigi	323,97	2.314	3,9	5,1	7,3	7,9	[Pla08, S. 71]
Komarnica	157,00	935	4,3	5,5	7,8	8,6	[Pla07a, S. 33]
Konjic	130,00	1.068	2,5	3,2	4,5	5,0	[Pla07a, S. 15]
Kopswerk II	370,00	822					[dEs07]
Kostanica	231,30	419	1,0	1,3	1,9	2,0	[Pla07a, S. 34]
LenGAES	4.283,47	2.746	10,0	13,0	18,5	20,2	[Pla08, S. 60]
Lescce	60,00	1.429	3,4	4,3	6,2	6,7	[Pla07a, S. 20]

Tabelle 6.2.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 2

Kraftwerksname	Land	Art des Kraftwerkes	Status	installierte Leistung [MW]	Regelarbeitsvermögen [GWh/a]	Jahr Datenstand
Limberg II, Salzburg	Österreich	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	480,0		2007
Ljutica	Montenegro	Speicherkraftwerk	in Planung	250,0	528,00	2007
Našfeld	Österreich	Speicherkraftwerk	in Betrieb	29,0		1984
Ombla	Kroatien	Speicherkraftwerk	Vorgeschlagen	68,5	156,30	2007
Reisack, Kärnten	Österreich	Pumpspeicherkraftwerk	Vorgeschlagen	350,0		2007
Ribarici	Serbien	Speicherkraftwerk	in Planung	46,7	76,00	2007
Sanetsch	Schweiz	Speicherkraftwerk	in Betrieb	18,0	38,00	1965
Sarganserland	Schweiz	Pumpspeicherkraftwerk	in Betrieb	370,0	526,00	2001
Skocivir	Mazedonien	Speicherkraftwerk	in Planung	46,0	108,00	2007
Sv. Petka [Matka-2]	Mazedonien	Speicherkraftwerk	in Bau	36,4	63,00	2007
Svodje	Serbien	Speicherkraftwerk	in Planung	48,0	65,00	2007
Tashlyk	Ukraine	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	906 (1494 Pump)		2007
Tianhuangping	China	Pumpspeicherkraftwerk	in Betrieb	1.800,0	3.160,00	2001
Trattenbach	Österreich	Speicherkraftwerk	in Betrieb	5,0	16,54	2005
Tzankov Kamak	Bulgarien	Speicherkraftwerk	in Bau	80,0	198,00	2007
Véles	Mazedonien	Speicherkraftwerk	in Planung	93,0	300,60	2007
Vrhpolje/Caplje	Bosnien-Herzegowina	2 Speicherkraftwerke	in Planung	92,0	215,00	2007
Vrilo	Bosnien-Herzegowina	Pumpspeicherkraftwerk	in Planung	52,0	93,00	2007
Vrutci	Serbien	Speicherkraftwerk	in Planung	31,8	42,20	2007
Zagorskaya GAES-2	Russland	Pumpspeicherkraftwerk	in Bau	840,0	1.100 (1.500 Pump)	2007
Zhur	Kosovo	Speicherkraftwerk	in Planung	293,0	398,00	2007

Tabelle 6.2.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 3

Kraftwerksname	Gesamtinvestitionskosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. Leist. [EUR/kW]	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent /kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Limberg II, Salzburg	365,00	760					[Pla07b, S. 10]
Ljutica	231,20	925	2,4	3,1	4,4	4,8	[Eur04, Appendix 10, S. 10]
Nakfeld	66,21	2.283					[sB81]
Ombla	61,17	893	2,1	2,8	3,9	4,3	[Pla08, S. 22]; [Aus08]
Reisbeck, Kärnten	215,00	614					[Pla07b, S. 11]
Ribarci	93,10	1.994	6,7	8,7	12,4	13,5	[Pla07a, S. 57]; [Pub07]
Sanetsch	70,34	3.908	10,1	13,1	18,7	20,4	[BKW07b]
Sarganserland	349,70	945	3,6	4,7	6,7	7,3	[FBLW01, S. A-11]
Skocivir	50,00	1.087	2,5	3,3	4,7	5,1	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Sv. Petka [Matka-2]	41,00	1.126	3,6	4,6	6,6	7,2	[Pla07a, S. 32]
Svodje	73,70	1.535	6,2	8,0	11,4	12,5	[Eur04, Appendix 8, S. 30]
Tashlyk	265,23	293					[Pla08, S. 78-79]
Tianhuangping	1.346,58	748	2,3	3,0	4,3	4,7	[Pow08p]; [WVL05]
Tiattenbach	7,15	1.439	2,4	3,1	4,4	4,8	[Sa105]
Tzankov Kamak	91,79	1.147	2,5	3,3	4,7	5,1	[Eur04, Appendix 8, S. 11]
Veles	251,13	2.700	4,6	5,9	8,4	9,2	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Vrhnolje/Caplje	157,00	1.707	4,0	5,2	7,4	8,0	[Pla07a, S. 14]
Vrilo	80,00	1.538	4,7	6,1	8,7	9,5	[Pla08, S. 12]
Vrutci	49,40	1.553	6,4	8,3	11,8	12,9	[Pla08, S. 64]
Zagorskaya GAES-2	856,69	1.020	4,3	5,5	7,9	8,6	[Pla07a, S. 51]
Zhur	172,90	590	2,4	3,1	4,4	4,8	[Eur04, Appendix 10, S. 11]

Tabelle 6.2.: Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 4

7. Auswertungen und Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden die in Kapitel 6 dokumentierten Daten statistisch bereinigt, ausgewertet und die Ergebnisse sowohl tabellarisch als auch grafisch dargestellt.

7.1. Lauf- und Schwellkraftwerke (LuS)

Die bereits in Betrieb befindlichen Kraftwerke weisen meist höhere Kosten auf als die noch nicht in Betrieb befindlichen. Eine mögliche Ursache ist die Tatsache, dass eine Umrechnung von alten Anlagen auf das monetäre Jahr 2007 aufgrund der vielen Einflussfaktoren (Preisentwicklungen, Kursentwicklungen, Entwicklung der Volkswirtschaften, etc.) sehr komplex ist. Weiters können die angegebenen Investitionskosten von noch nicht in Betrieb genommenen Kraftwerken stark schwanken, da oft im Verlauf der Kraftwerkrealisierung zusätzliche Kosten anfallen und das Kraftwerk somit verteuern.

7.1.1. Spezifische Kosten bezogen auf die installierte Leistung (LuS, [EUR/kW])

7.1.1.1. Darstellung der statistisch unbereinigten Daten (LuS, [EUR/kW])

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.1 sind die spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung über der installierten Leistung aufgetragen. In diesem Diagramm sind die Datenpunkte, die bei der statistischen Bereinigung aussortiert wurden, extra gekennzeichnet. Die Datenpunkte für die drei Kleinstkraftwerke (0-1 MW) und die Anlage Three Gorges Dam (18.200 MW) sind zugunsten einer exakten Darstellung der restlichen Datenpunkte in dieser Grafik nicht enthalten. Sie wurden jedoch zur Berechnung der Trendlinie herangezogen.

7. Auswertungen und Ergebnisse

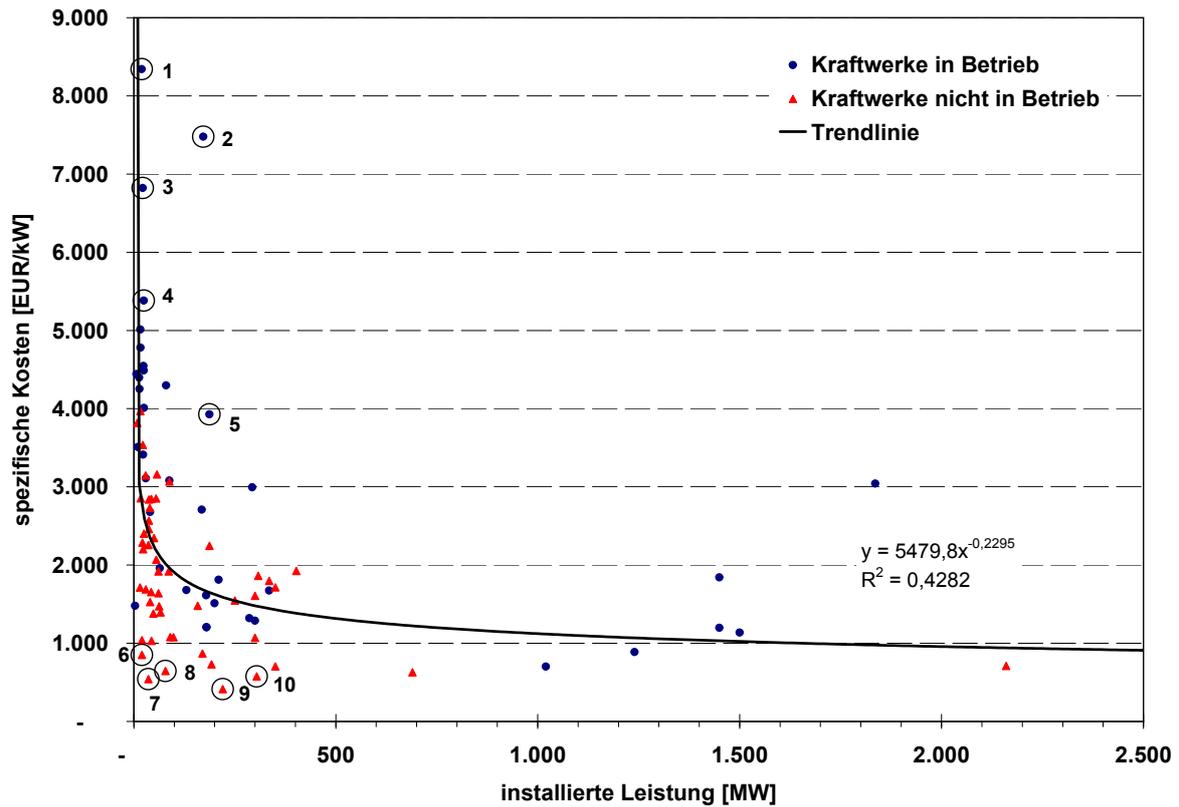


Abbildung 7.1.: Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

Beschreibung der in Abbildung 7.1 gekennzeichneten Datenpunkte

Obere Ausreißer:

- ① Ruppoldingen, Schweiz, 19,5 MW, 8.341 EUR/kW
- ② Freudenu, Österreich, 172,0 MW, 7.478 EUR/kW
Für die Realisierung dieses Kraftwerkes mussten alle Donaubrücken in Wien gehoben werden und es ist eine Schleusenanlage integriert. Weiters waren verschiedene Umweltmaßnahmen zu treffen. Das hat die Kosten für dieses Kraftwerk stark erhöht.
- ③ Flumenthal, Schweiz, 22,0 MW, 6,822 EUR/kW
- ④ Villach, Österreich, 24,6 MW, 5.383 EUR/kW
- ⑤ Melk, Österreich, 187,0 MW, 3,928 EUR/kW

Untere Ausreißer:

- ⑥ Camkoy, Türkei, 20,0 MW, 850 EUR/kW
- ⑦ Aksar-Bitlis, Türkei, 36,0 MW, 542 EUR/kW
- ⑧ White Water River Hydroelectric Stations, China, 78,0 MW, 645 EUR/kW
- ⑨ Tysa Cascade, Ukraine, 220,0 MW, 414 EUR/kW
- ⑩ Dubrovnik 2, Kroatien, 304,0 MW, 576 EUR/kW

Der in Abbildung 7.2 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch unbereinigten Daten. Die Abweichungen zwischen dem oberen Quantilwert und dem Maximum sind bei den Gruppen Mittelgroße Kraftwerke und Großkraftwerke beträchtlich.

In Tabelle 7.1 sind die zu Abbildung 7.2 zugehörigen Werte und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen abgebildet .

7. Auswertungen und Ergebnisse

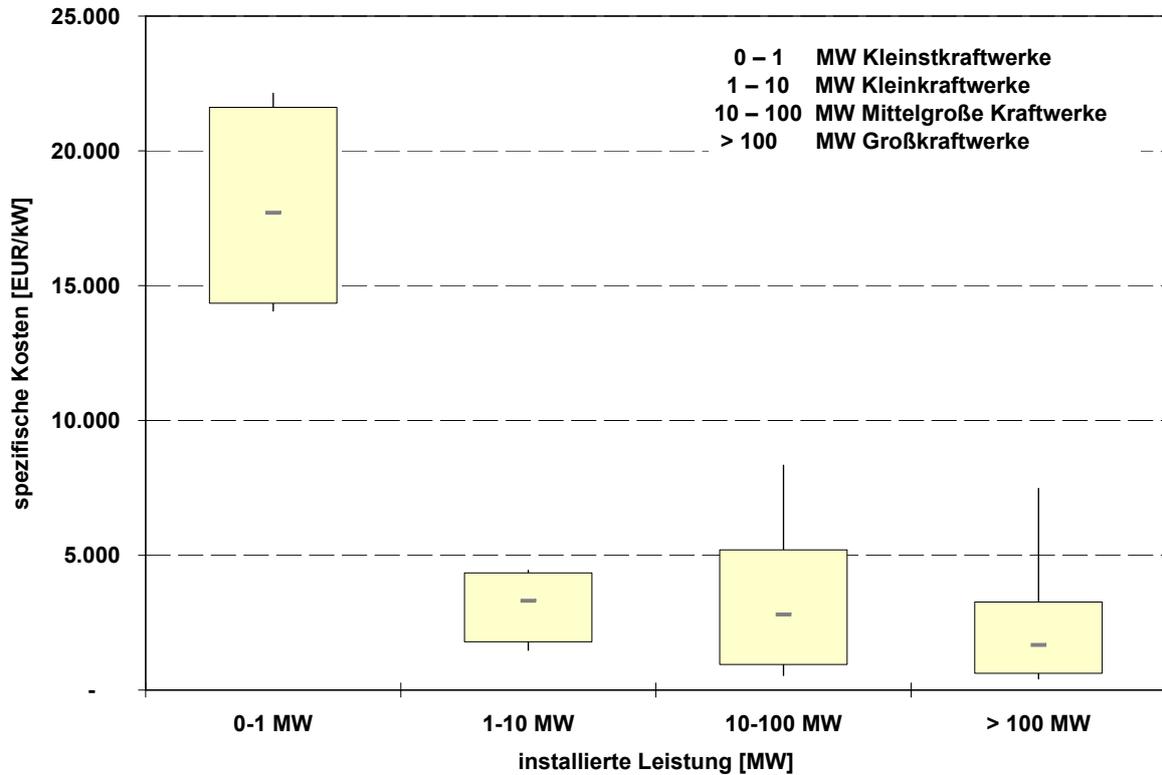


Abbildung 7.2.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR/kW]	0,05 Quantil [EUR/kW]	arithmetischer Mittelwert [EUR/kW]	0,95 Quantil [EUR/kW]	Maximum [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
0-1 MW	14.060	14.346	17.704	21.614	22.136	3
1-10 MW	1.479	1.783	3.312	4.349	4.442	4
10-100 MW	542	940	2.798	5.198	8.341	51
> 100 MW	414	615	1.668	3.263	7.478	36

Tabelle 7.1.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.2) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

7.1.1.2. Darstellung der statistisch bereinigten Daten (LuS, EUR/kW)

Die Gruppen 0-10 MW und 10-100 MW werden nicht statistisch bereinigt, da hierfür nicht genügend Datensätze als Grundlage vorhanden sind.

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.3 werden die spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung über der installierten Leistung aufgetragen. In diesem Diagramm sind nur mehr die statistisch bereinigten Datenpunkte abgebildet. Die Datenpunkte für die drei Kleinstkraftwerke und die Anlage Three Gorges Dam werden wiederum zugunsten einer exakten Darstellung der restlichen Datenpunkte in der Grafik nicht abgebildet. Sie wurden jedoch zur Berechnung der Trendlinie herangezogen.

Die durchschnittliche statistische Abweichung von der Trendlinie liegt bei 49 Prozent und wird als Trichter dargestellt.

Bemerkenswert ist hier das Kraftwerk Xiaolangdi in China (1.836,0 MW, 3.041 EUR/kW). Die Kosten liegen bei diesem Kraftwerk so hoch, da die Umsiedelung der dort ansässigen Personen 1 Milliarde USD gekostet hat. Das entspricht 22 Prozent der Gesamtkosten für dieses Kraftwerk.

Der in Abbildung 7.4 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch bereinigten Daten. Die Gruppe 0-1 MW wird hier nicht dargestellt, da die Daten genau den in Abbildung 7.2 dargestellten Daten entsprechen und die Bandbreiten der restlichen Gruppen sich dadurch exakter darstellen lassen.

In Tabelle 7.2 sind die zu Abbildung 7.4 zugehörigen Werte und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen abgebildet.

7. Auswertungen und Ergebnisse

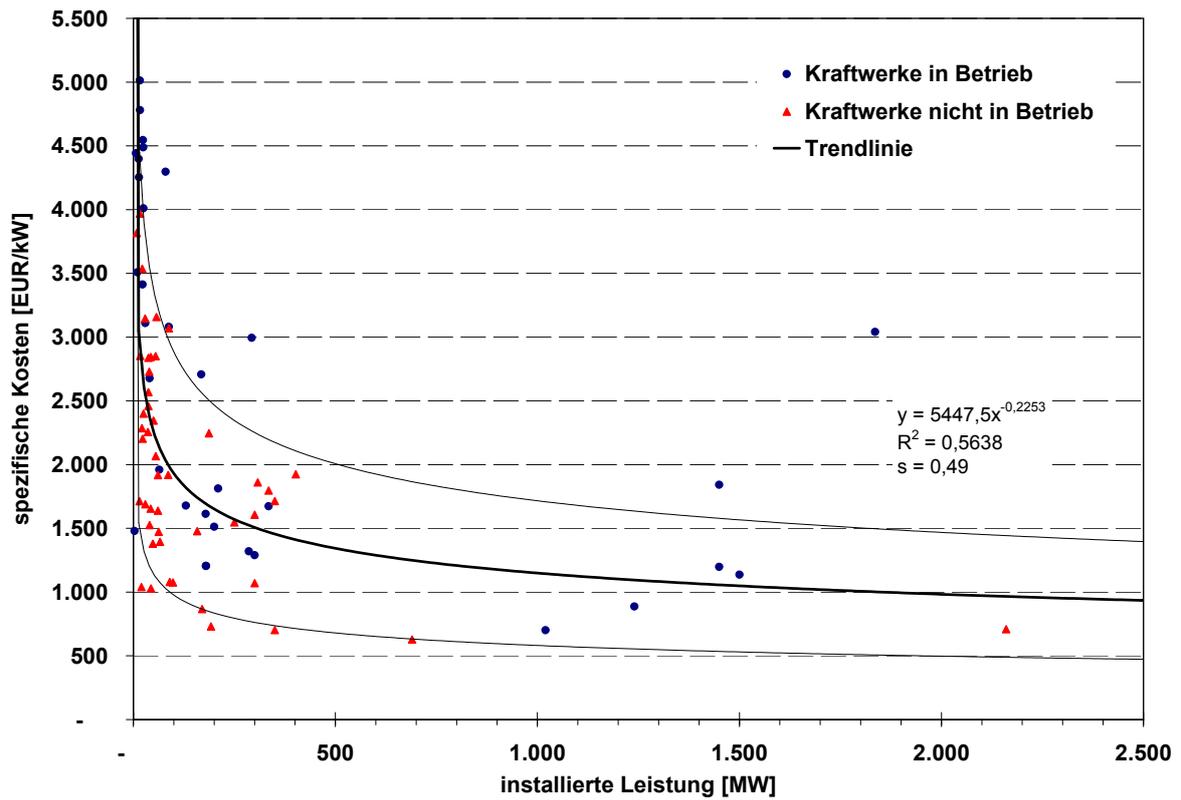


Abbildung 7.3.: Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

7. Auswertungen und Ergebnisse

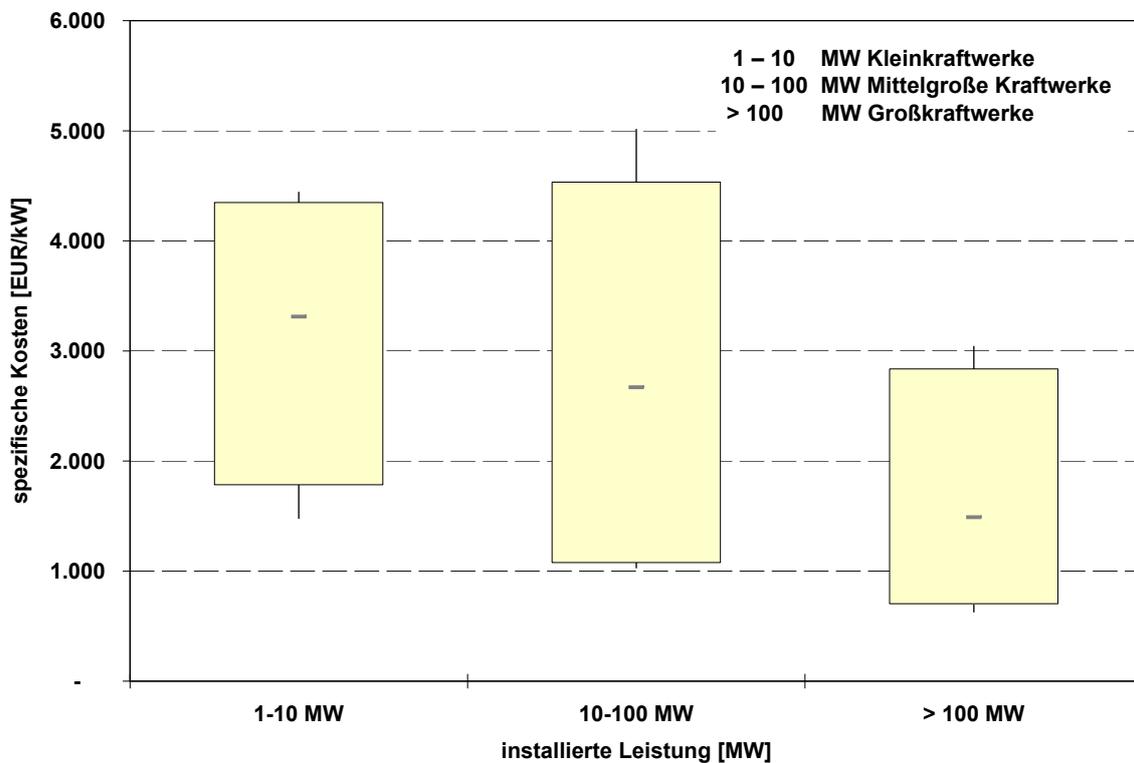


Abbildung 7.4.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR/kW]	0,05 Quantil [EUR/kW]	arithmetischer Mittelwert [EUR/kW]	0,95 Quantil [EUR/kW]	Maximum [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
1-10 MW	1.479	1.783	3.312	4.349	4.442	4
10-100 MW	1.030	1.076	2.669	4.534	5.013	45
> 100 MW	628	702	1.489	2.837	3.041	32

Tabelle 7.2.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.4) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

7.1.1.3. Ergebnisse (LuS, EUR/kW)

Die in dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung von Lauf- bzw. Schwellkraftwerken werden in Tabelle 7.3 dargestellt.

Kraftwerksgröße	spezifische Kosten [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
Kleinstkraftwerke (0-1 MW)	14.300 - 21.600	3
Kleinkraftwerke (1-10 MW)	1.800 - 4.300	4
Mittelgroße Kraftwerke (10-100 MW)	1.100 - 4.500	45
Großkraftwerke (> 100 MW)	700 - 2.800	32

Tabelle 7.3.: Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

Die ermittelten Werte für Kleinst- und Kleinkraftwerke haben geringere Aussagekraft, da hierfür nur sehr wenige Datensätze zur Verfügung standen. Dadurch erklärt sich auch die geringere Bandbreite im Bereich der Kleinkraftwerke.

Der arithmetische Mittelwert der Gruppen verhält sich entsprechend der ermittelten Trendlinie, und obwohl im Bereich über 500 MW nur mehr wenige Datensätze zur Verfügung standen, ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Kraftwerksgröße die spezifischen Kosten geringer werden.

7.1.2. Spezifische Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen (LuS, EUR Cent/kWh)

In den folgenden Auswertungen sind weniger Datensätze enthalten, da für einige Anlagen keine Angaben zum Regelarbeitsvermögen zu finden oder zu ermitteln waren.

7.1.2.1. Darstellung der statistisch unbereinigten Daten (LuS, EUR Cent/kWh)

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.5 sind die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen über der installierten Leistung aufgetragen. Dieser Berechnung liegen ein Zinssatz von 5 Prozent pro Jahr und eine Lebensdauer von 50 Jahren als Annahme zugrunde. In diesem Diagramm sind die Datenpunkte, die bei der statistischen Bereinigung aussortiert wurden, extra gekennzeichnet. Die Datenpunkte für die zwei Kleinstkraftwerke (0-1 MW) und die Anlage Three Gorges Dam (18.200 MW) sind zugunsten einer exakten Darstellung der restlichen Datenpunkte in dieser Grafik nicht enthalten. Sie wurden jedoch zur Berechnung der Trendlinie herangezogen.

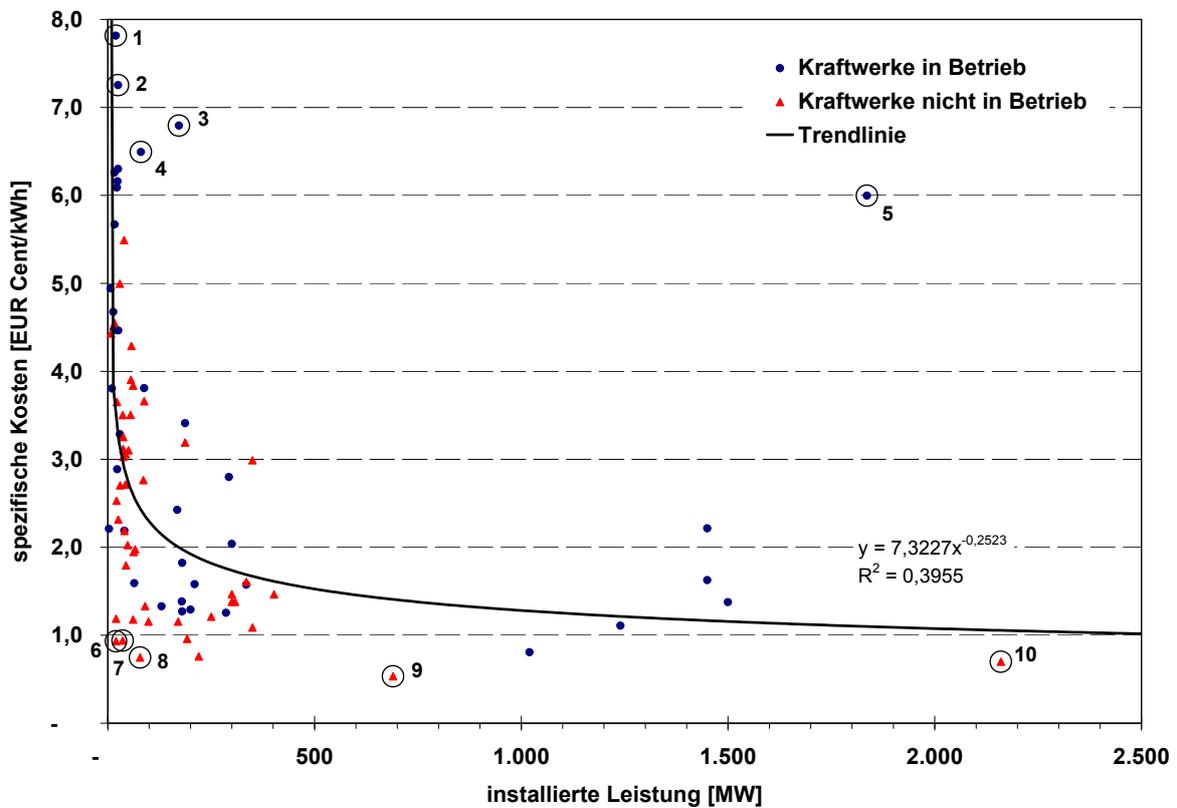


Abbildung 7.5.: Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)

Beschreibung der in Abbildung 7.5 gekennzeichneten Datenpunkte

Obere Ausreißer:

- ① Ruppoldingen, Schweiz, 19,5 MW, 7,8 EUR Cent/kWh
- ② Villach, Österreich, 24,6 MW, 7,3 EUR Cent/kWh
- ③ Freudenu, Österreich, 172,0 MW, 6,8 EUR Cent/kWh
Für die Realisierung dieses Kraftwerkes mussten alle Donaubrücken in Wien gehoben werden und es ist eine Schleusenanlage integriert. Weiters waren etliche Umweltmaßnahmen zu treffen. Das hat die Kosten für dieses Kraftwerk stark erhöht.
- ④ Pradella-Martina, Schweiz, 80,0 MW, 6,5 EUR Cent/kWh
- ⑤ Xiaolangdi, China, 1.836,0 MW, 6,0 EUR Cent/kWh
Die Kosten für dieses Kraftwerk liegen so hoch, da die Umsiedelung der dort ansässigen Personen 1 Milliarde USD gekostet hat. Das entspricht 22 Prozent der Gesamtkosten für dieses Kraftwerk.

Untere Ausreißer:

- ⑥ Camkoy, Türkei, 20 MW, 0,9 EUR Cent/kWh
- ⑦ Aksar-Bitlis, Türkei 36,0 MW, 0,9 EUR Cent/kWh
- ⑧ White Water River Hydroelectric Stations, China, 78 MW, 0,7 EUR Cent/kWh
- ⑨ Karahnjukar, Island, 690 MW, 0,5 EUR Cent/kWh
- ⑩ Caruachi Hydroelectric Power Plant, Venezuela, 2.160 MW, 0,9 EUR Cent/kWh

Die Mehrzahl der ermittelten Ausreißer entspricht jenen von Abschnitt 7.1.1.1. Die dennoch auftretenden Unterschiede sind auf die Tatsache zurückzuführen, dass in den Quantilbereichen die spezifischen Kosten mehrerer Kraftwerke dicht beieinander liegen. Eine weitere Ursache liegt darin, dass es nicht möglich war, für alle Kraftwerke das Regelarbeitsvermögen zu ermitteln.

Der in Abbildung 7.6 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch unbereinigten Daten.

7. Auswertungen und Ergebnisse

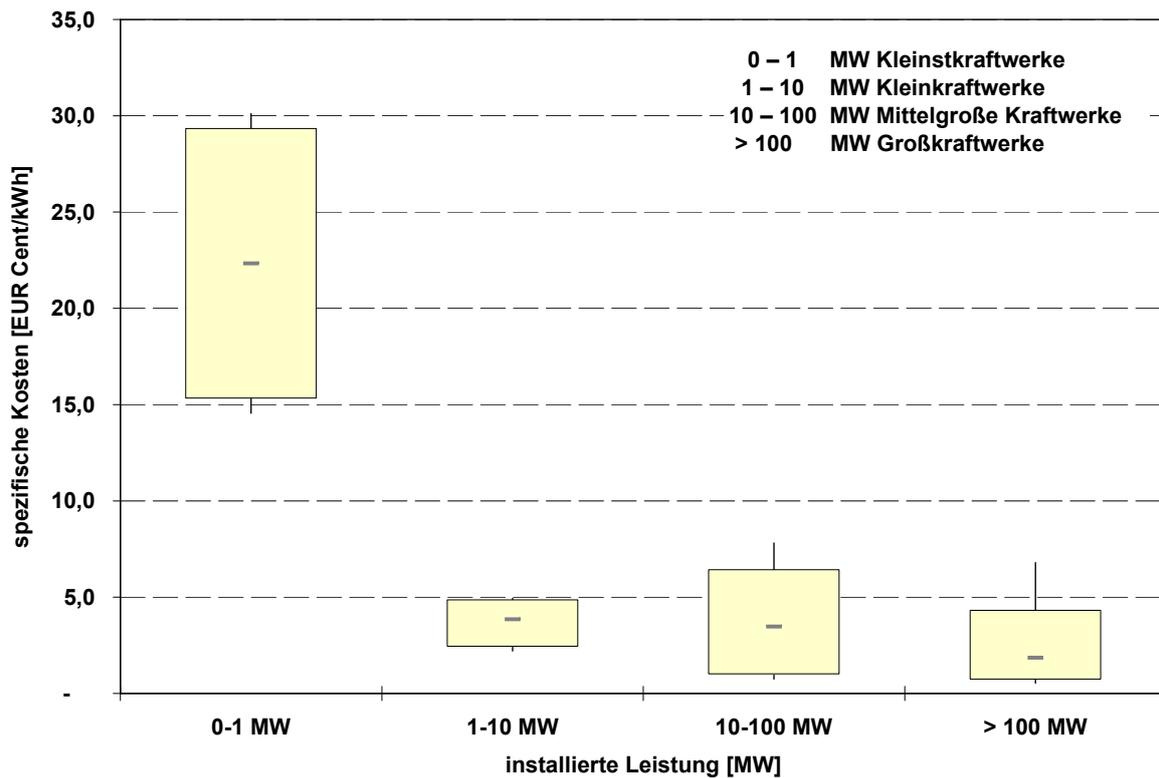


Abbildung 7.6.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5\%$, $LD = 50$ Jahre)

In Tabelle 7.4 sind die zu Abbildung 7.6 zugehörigen Werte dargestellt und die Anzahl der Datensätze angeführt, die diesen Berechnungen zugrunde liegen.

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR Cent /kWh]	0,05 Quantil [EUR Cent /kWh]	arithmetischer Mittelwert [EUR Cent /kWh]	0,95 Quantil [EUR Cent /kWh]	Maximum [EUR Cent /kWh]	Anzahl der Datensätze
0-1 MW	14,6	15,3	22,3	29,3	30,1	2
1-10 MW	2,2	2,4	3,8	4,9	4,9	4
10-100 MW	0,7	1,0	3,5	6,4	7,8	48
> 100 MW	0,5	0,7	1,9	4,3	6,8	34

Tabelle 7.4.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.6) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5\%$, LD = 50 Jahre)

7.1.2.2. Darstellung der statistisch bereinigten Daten (LuS, EUR Cent/kWh)

Die Gruppen 0-10 MW und 10-100 MW werden statistisch nicht bereinigt, da hierfür nicht genügend Datensätze als Grundlage vorhanden sind.

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.7 sind die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen über der installierten Leistung aufgetragen. In diesem Diagramm sind nur mehr die statistisch bereinigten Datenpunkte abgebildet. Die Datenpunkte für die zwei Kleinstkraftwerke und die Anlage Three Gorges Dam sind wiederum zugunsten einer exakten Darstellung der restlichen Datenpunkte in dieser Grafik nicht mehr enthalten. Sie wurden jedoch zur Berechnung der Trendlinie herangezogen.

Die durchschnittliche statistische Abweichung von der Trendlinie liegt bei 52 Prozent und wird als Trichter dargestellt.

Der in Abbildung 7.8 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch bereinigten Daten. Die Gruppe 0-1 MW wird hier nicht dargestellt, da die Daten genau den in Abbildung 7.6 dargestellten Daten entsprechen und die Bandbreiten der restlichen Gruppen dadurch exakter dargestellt werden können.

In Tabelle 7.5 sind die zu Abbildung 7.8 zugehörigen Werte abgebildet und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen.

7. Auswertungen und Ergebnisse

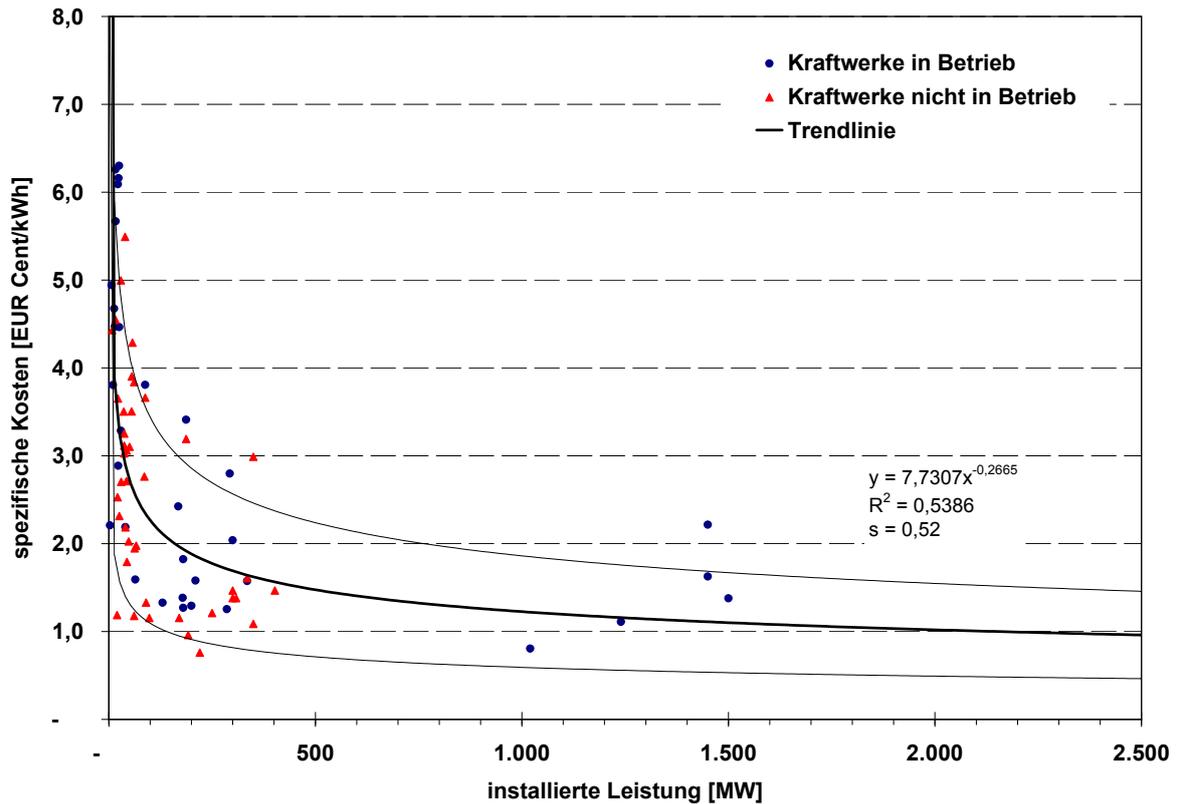


Abbildung 7.7.: Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)

7. Auswertungen und Ergebnisse

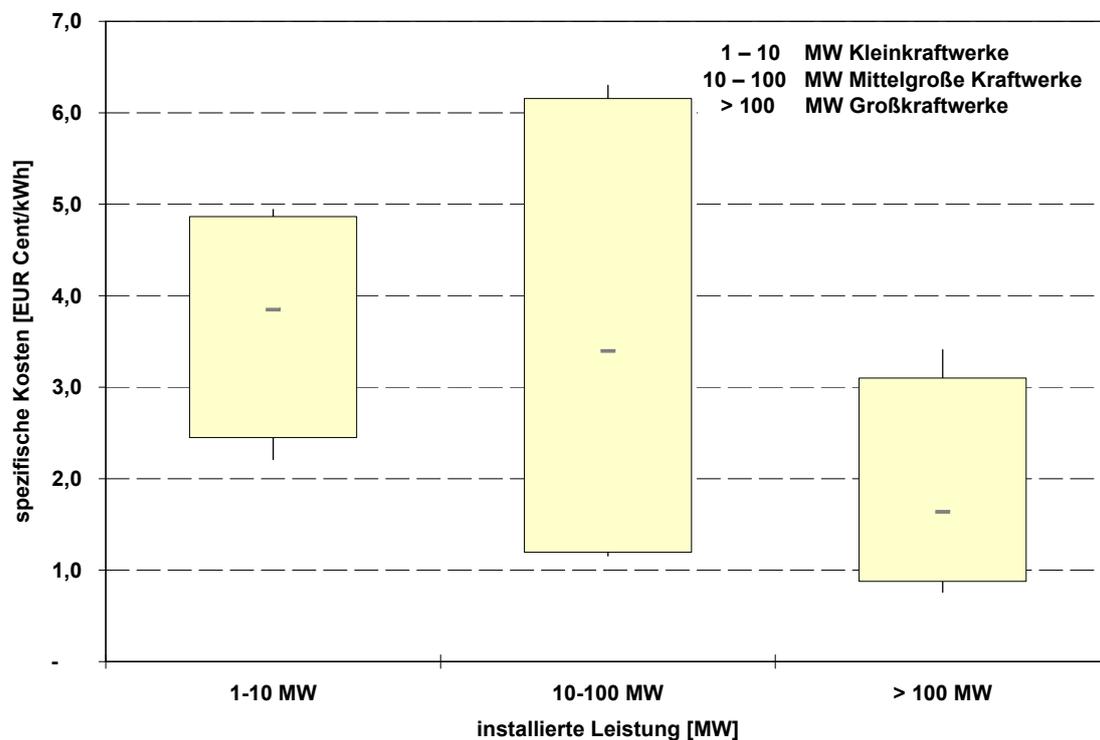


Abbildung 7.8.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5\%$, $LD = 50$ Jahre)

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR Cent /kWh]	0,05 Quantil [EUR Cent /kWh]	arithmetischer Mittelwert [EUR Cent /kWh]	0,95 Quantil [EUR Cent /kWh]	Maximum [EUR Cent /kWh]	Anzahl der Datensätze
1-10 MW	2,2	2,4	3,8	4,9	4,9	4
10-100 MW	1,2	1,2	3,4	6,2	6,3	48
> 100 MW	0,8	0,9	1,6	3,1	3,4	34

Tabelle 7.5.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.8) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5\%$, $LD = 50$ Jahre)

7.1.2.3. Sensitivitätsanalyse (LuS, EUR Cent/kWh)

In Abbildung 7.9 ist gut erkennbar, dass die Ermittlung der spezifischen Kosten sehr stark von den zugrunde liegenden Annahmen für den Zinssatz und die Lebensdauer abhängen. Verdoppelt man den angenommenen Zinssatz, so steigen die ermittelten Kosten nahezu auf den doppelten Wert an. Eine Halbierung der angenommenen Lebensdauer bewirkt eine Kostensteigerung von etwa einem Drittel. Daraus lässt sich erkennen, dass der Zinssatz weit größeren Einfluß auf die ermittelten Kosten hat als die angenommene Lebensdauer. Die zugrunde liegenden Annuitätenfaktoren sind in Tabelle 7.6 angeführt.

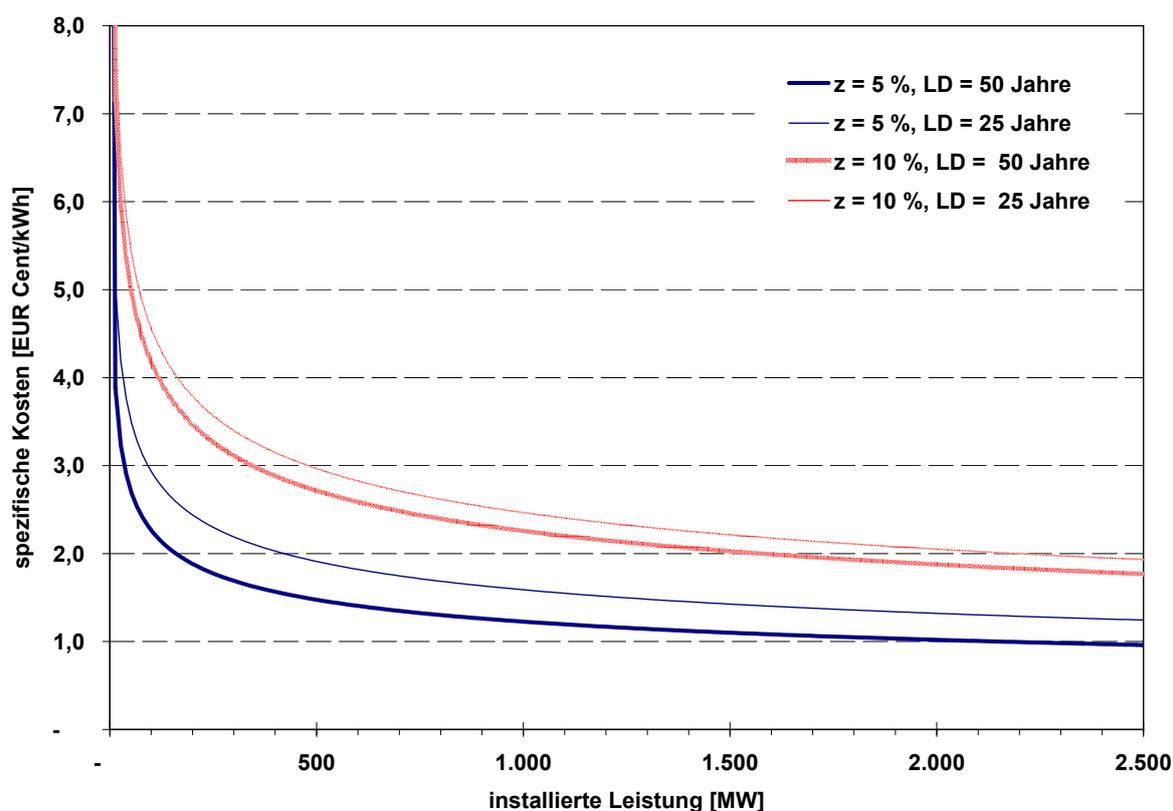


Abbildung 7.9.: Darstellung der Trendlinien für die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke, unter Berücksichtigung verschiedener Zinssätze und Lebensdauern

7.1.2.4. Ergebnisse (LuS, EUR Cent/kWh)

Die in dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen von Lauf- bzw. Schwellkraftwerken werden in Tabelle 7.6 zusammengefasst.

Kraftwerksgröße	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Anzahl der Daten- sätze
Annuitätenfaktor	0,0548	0,0710	0,1009	0,1102	
Kleinstkraftwerke (0-1 MW)	15,3 - 29,3	19,9 - 38,0	28,2 - 54,0	30,8 - 59,0	2
Kleinkraftwerke (1-10 MW)	2,4 - 4,9	3,2 - 6,3	4,5 - 9,0	4,9 - 9,8	4
Mittelgroße Kraftwerke (10-100 MW)	1,2 - 6,2	1,5 - 8,0	2,2 - 11,3	2,4 - 12,4	48
Großkraftwerke (> 100 MW)	0,9 - 3,1	1,1 - 4,0	1,6 - 5,7	1,8 - 6,2	34

Tabelle 7.6.: Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke

Die Werte für Kleinst- und Kleinkraftwerke haben geringere Aussagekraft, da hierfür nur wenige Datensätze zur Verfügung standen. Die Daten in der Gruppe der Mittelgroßen Kraftwerke streuen stark und es entstehen weite Bandbreiten.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Kraftwerke in der Gruppe Großkraftwerke tendenziell geringere Kosten aufweisen als Kraftwerke in der Gruppe Mittelgroße Kraftwerke. Innerhalb der Gruppe Großkraftwerke ist aufgrund des zu geringen Datenmaterials eine diesbezügliche Aussage nicht möglich.

7.2. Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke (SuP)

In dieser Kategorie sind weit weniger Kraftwerke enthalten als in der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke, da nur wenige Quellen zu finden waren. Es ist kein Datensatz in der Kategorie Kleinstkraftwerke und nur ein Datensatz in der Kategorie Kleinkraftwerke vorhanden, deshalb werden diese Kategorien nicht in den Boxplots dargestellt. In den Punktdiagrammen sind jedoch alle Datensätze enthalten.

Aus den folgenden Diagrammen ist zu entnehmen, dass die spezifischen Kosten von Pumpspeicherkraftwerken nicht höher sind als die von reinen Speicherkraftwerken. Dar-

aus kann man ersehen, dass die Mehrkosten für die Pumpen bzw. Pumpturbinen die spezifischen Kosten nicht signifikant erhöhen.

7.2.1. Spezifische Kosten bezogen auf die installierte Leistung (SuP, EUR/kW)

7.2.1.1. Darstellung der statistisch unbereinigten Daten (SuP, EUR/kW)

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.10 sind die spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung über der installierten Leistung in MW aufgetragen. In diesem Diagramm sind die Datenpunkte, die bei der statistischen Bereinigung aussortiert werden, besonders gekennzeichnet.

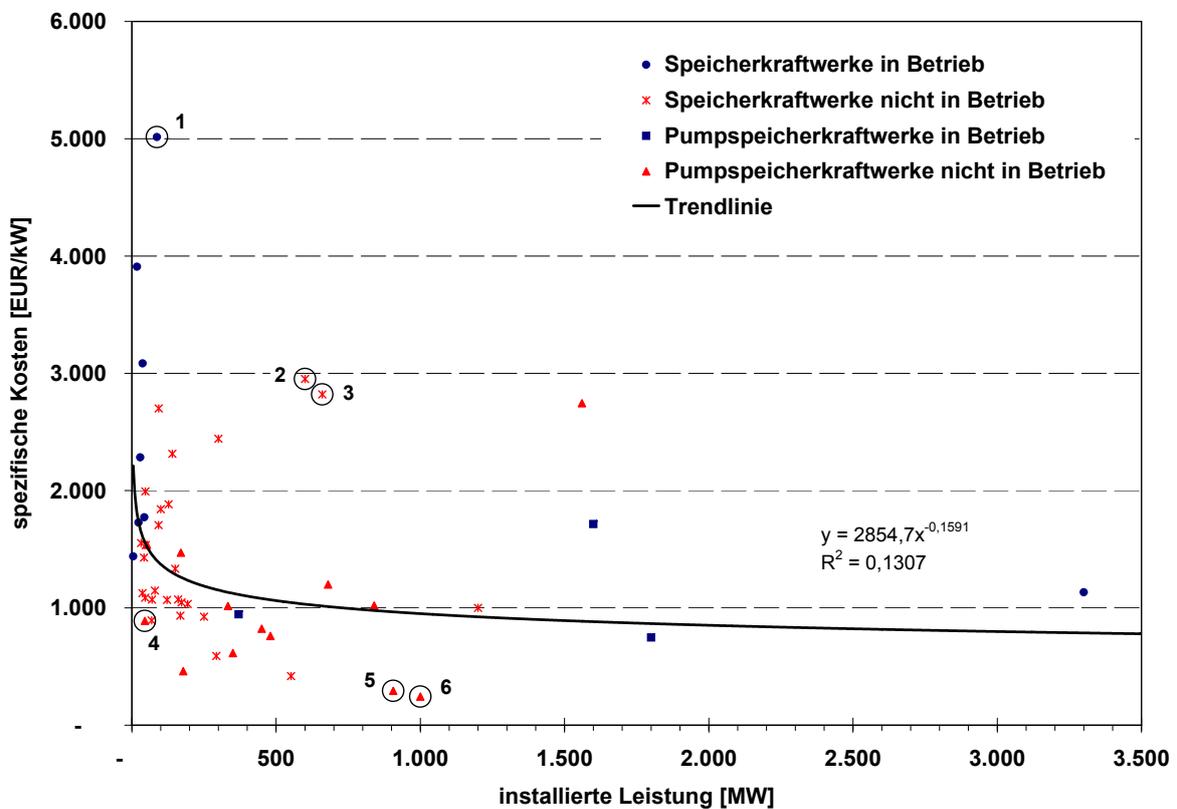


Abbildung 7.10.: Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Beschreibung der in Abbildung 7.10 gekennzeichneten Datenpunkte

Obere Ausreißer:

- ① Illanz, Schweiz, 87,0 MW, 5.014 EUR/kW
- ② Budhi Gandaki, Nepal, 600,0 MW, 2.952 EUR/kW
- ③ Kali Gandaki 2, Nepal, 660,0 MW, 2.821 EUR/kW

Untere Ausreißer:

- ④ Gerhausen, Deutschland, 45,0 MW, 889 EUR/kW
- ⑤ Tashlyk, Ukraine, 906,0 MW, 293 EUR/kW
- ⑥ Kanev, Ukraine, 1.000,0 MW, 244 EUR/kW

Der in Abbildung 7.11 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch unreinigten Daten. Die Abweichung zwischen dem oberen Quantil und dem Maximum ist bei der Gruppe Mittelgroße Kraftwerke sehr groß.

In Tabelle 7.7 sind die zu Abbildung 7.11 zugehörigen Werte abgebildet und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen.

7. Auswertungen und Ergebnisse

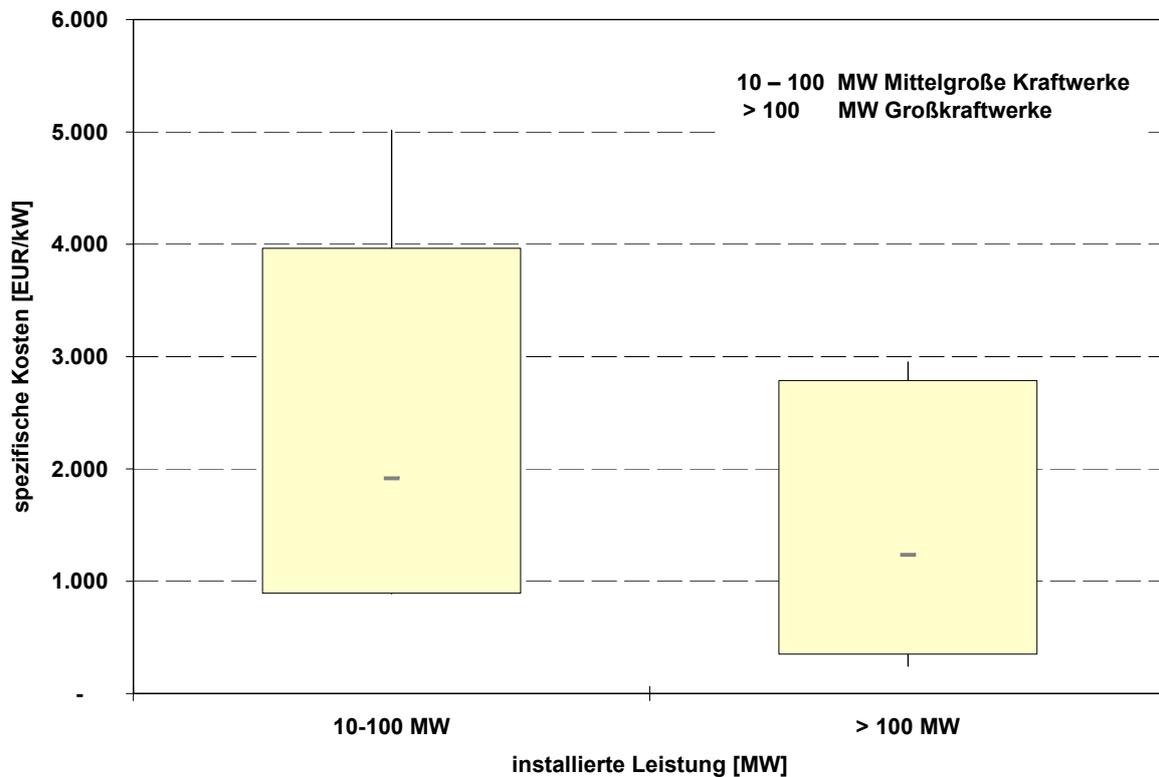


Abbildung 7.11.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR/kW]	0,05 Quantil [EUR/kW]	arithmetischer Mittelwert [EUR/kW]	0,95 Quantil [EUR/kW]	Maximum [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
10-100 MW	889	893	1.915	3.963	5.014	20
> 100 MW	244	350	1.234	2.787	2.952	30

Tabelle 7.7.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.11) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

7.2.1.2. Darstellung der statistisch bereinigten Daten (SuP, EUR/kW)

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.12 sind die spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung über der installierten Leistung aufgetragen. In diesem Diagramm sind nur mehr die statistisch bereinigten Datenpunkte abgebildet. Die durchschnittliche statistische Abweichung von der Trendlinie liegt bei 54 Prozent und wird als Trichter veranschaulicht. Als Ausreißer stellt sich hier das Kraftwerk LenGAES in Russland (1560,0 MW, 2.746 EUR/kW) dar.

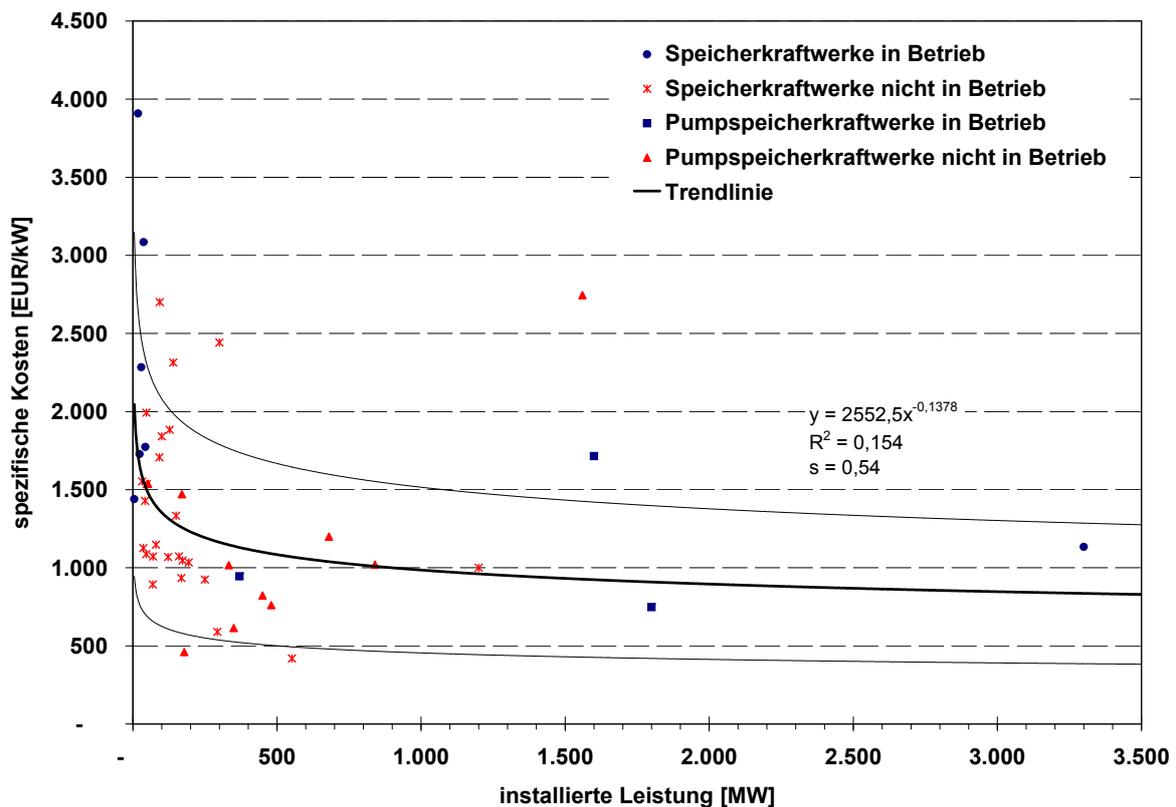


Abbildung 7.12.: Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Der in Abbildung 7.13 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch bereinigten Daten.

In Tabelle 7.8 sind die zu Abbildung 7.13 zugehörigen Werte und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen abgebildet.

7. Auswertungen und Ergebnisse

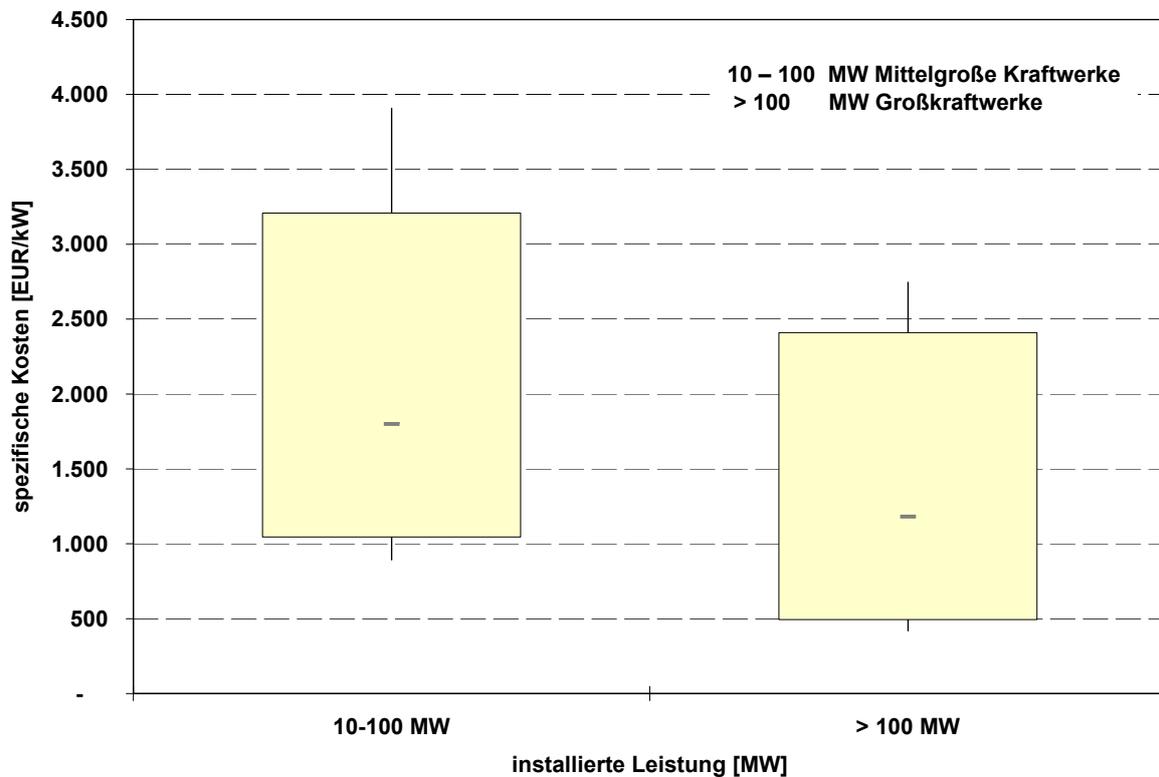


Abbildung 7.13.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR/kW]	0,05 Quantil [EUR/kW]	arithmetischer Mittelwert [EUR/kW]	0,95 Quantil [EUR/kW]	Maximum [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
10-100 MW	893	1.045	1.800	3.208	3.908	18
> 100 MW	419	493	1.181	2.410	2.746	26

Tabelle 7.8.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.13) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

7.2.1.3. Ergebnisse (SuP, EUR/kW)

Die in dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung von Speicher bzw. Pumpspeicherkraftwerke werden in Tabelle 7.9 dargestellt.

Kraftwerksgröße	spezifische Kosten [EUR/kW]	Anzahl der Datensätze
Mittelgroße Kraftwerke (10-100 MW)	1.100 - 3.200	18
Großkraftwerke (> 100 MW)	500 - 2.400	26

Tabelle 7.9.: Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Für die Gruppen Kleinst- und Kleinkraftwerke können aufgrund mangelnder Quellen keine Bereiche ermittelt werden.

Der arithmetische Mittelwert der Gruppen Mittelgroße Kraftwerke und Großkraftwerke verhält sich entsprechend der ermittelten Trendlinie. Es kann davon ausgegangen werden, dass im Bereich bis 1.300 MW die spezifischen Kosten pro kW installierter Leistung bei steigender Kraftwerksgröße fallen. Für den Bereich über 1.300 kW kann keine Aussage getroffen werden, da hierfür zu wenig Datensätze vorhanden sind.

7.2.2. Spezifische Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen (SuP, EUR Cent/kWh)

In den folgenden Auswertungen sind weniger Datensätze enthalten, da für einige Kraftwerke keine Angaben zum Regelarbeitsvermögen zu finden oder zu ermitteln waren.

7.2.2.1. Darstellung der statistisch unbereinigten Daten (SuP, EUR Cent/kWh)

Im Punktdiagramm in Abbildung 7.14 sind die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regularbeitsvermögen über der installierten Leistung aufgetragen. Dieser Berechnung liegen ein angenommener Zinssatz von 5 Prozent pro Jahr und eine angenommene Lebensdauer von 50 Jahren zugrunde.

In diesem Diagramm sind die Datenpunkte, welche bei der statistischen Bereinigung aussortiert werden, extra gekennzeichnet.

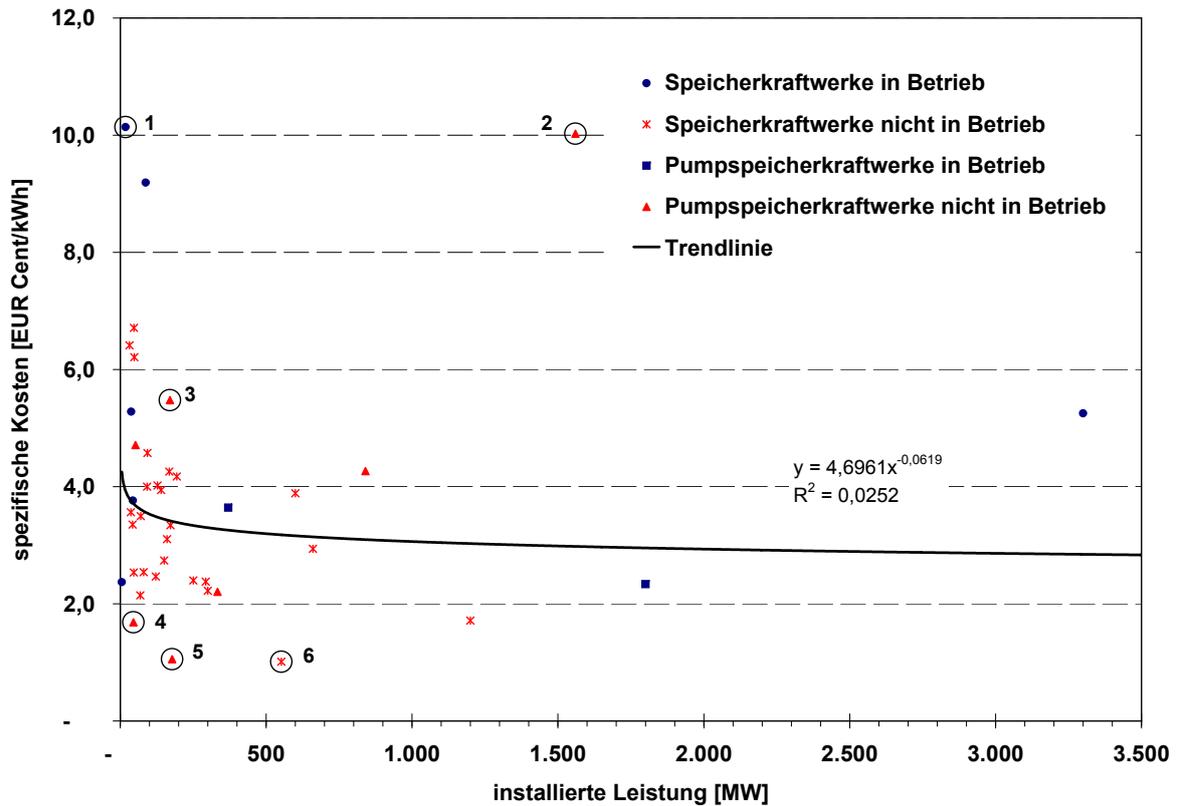


Abbildung 7.14.: Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regularbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)

Beschreibung der in Abbildung 7.14 gekennzeichneten Datenpunkte

Obere Ausreißer:

- ① Sanetsch, Schweiz 18,0 MW, 10,1 EUR Cent/kWh
- ② LenGAS, Russland, 1.560,0 MW, 10,0 EUR Cent/kWh
- ③ Baixo Sabor, Portugal, 170,0 MW, 5,5 EUR Cent/kWh

Untere Ausreißer:

- ④ Gerhausen, Ulm, Deutschland, 45,0 MW, 1,7 EUR Cent/kWh
- ⑤ Avce, Slowenien, 178,0 MW, 1,1 EUR Cent/kWh
- ⑥ Kostanica, Montenegro, 552,0 MW, 1,0 EUR Cent/kWh

Die Mehrzahl der ermittelten Ausreißer entspricht nicht jenen von Abschnitt 7.2.1.1. Die auftretenden Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass der Großteil dieser Kraftwerke noch nicht fertig gestellt ist und somit für das Regelarbeitsvermögen nur Schätzwerte angegeben wurden. Eine weitere Ursache liegt darin, dass es nicht möglich war, für alle Kraftwerke das Regelarbeitsvermögen zu ermitteln.

Der in Abbildung 7.15 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch unreinigten Daten. Die Abweichung zwischen dem oberen Quantilwert und dem Maximum sind bei der Gruppe Großkraftwerke sehr hoch.

In Tabelle 7.10 sind die zu Abbildung 7.15 zugehörigen Werte und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen abgebildet.

7. Auswertungen und Ergebnisse

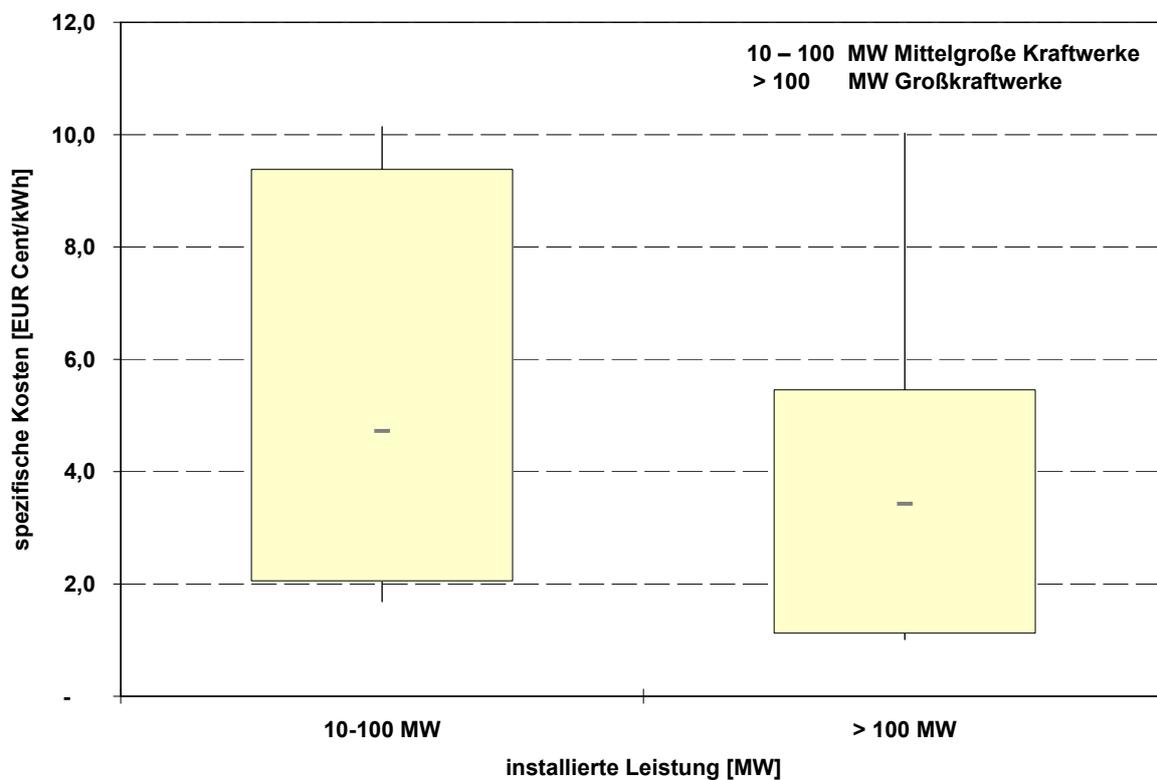


Abbildung 7.15.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh erzeugter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR Cent /kWh]	0,05 Quantil [EUR Cent /kWh]	arithmetischer Mittelwert [EUR Cent /kWh]	0,95 Quantil [EUR Cent /kWh]	Maximum [EUR Cent /kWh]	Anzahl der Datensätze
10-100 MW	1,7	2,1	4,7	9,4	10,1	17
> 100 MW	1,0	1,1	3,4	5,5	10,0	23

Tabelle 7.10.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.15) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)

7.2.2.2. Darstellung der statistisch bereinigten Daten (SuP, EUR Cent/kWh)

Im Punktdiagramm der Abbildung 7.16 sind die spezifischen Kosten in Euro pro kWh Regularbeitsvermögen über der installierten Leistung aufgetragen. In diesem Diagramm sind nur mehr die statistisch bereinigten Datenpunkte abgebildet.

Die durchschnittliche statistische Abweichung von der Trendlinie liegt bei 43 Prozent und wird als Trichter dargestellt.

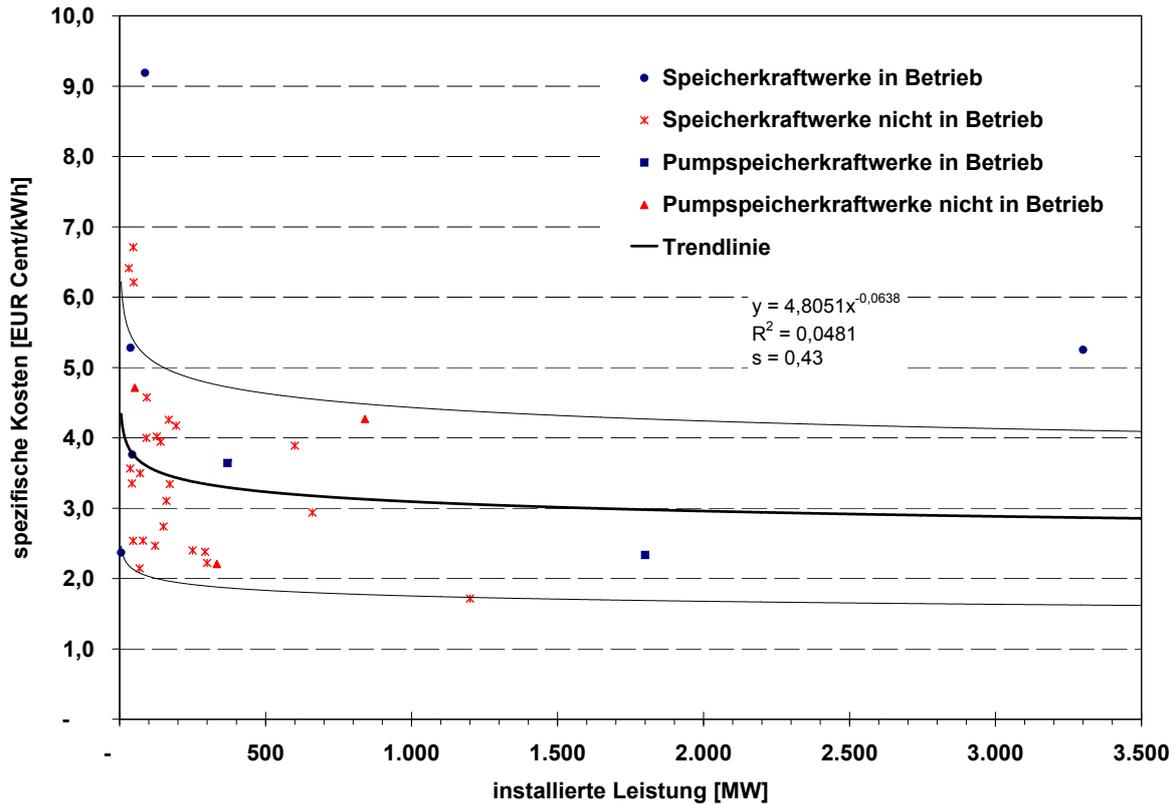


Abbildung 7.16.: Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regularbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)

Der in Abbildung 7.17 dargestellte Boxplot zeigt die Bandbreiten der statistisch bereinigten Daten.

In Tabelle 7.11 sind die zu Abbildung 7.17 zugehörigen Werte und die Anzahl der Datensätze, die diesen Berechnungen zugrunde liegen abgebildet.

7. Auswertungen und Ergebnisse

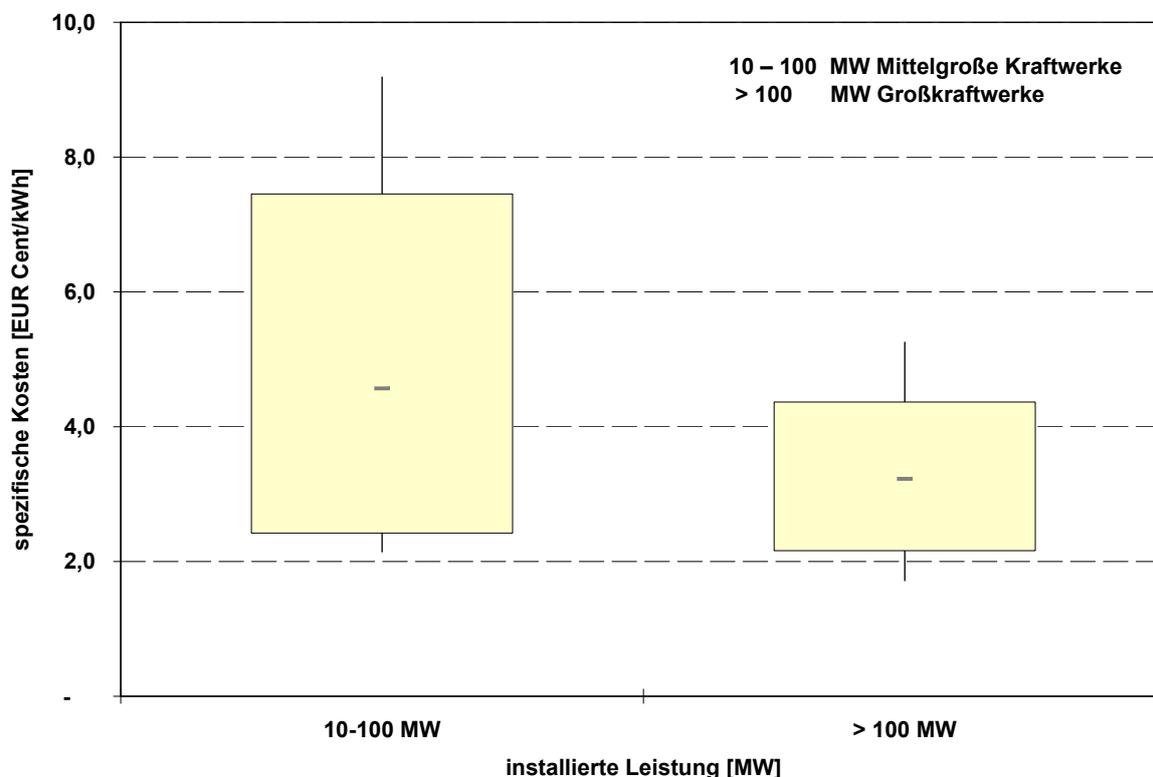


Abbildung 7.17.: Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5\%$, LD = 50 Jahre)

Kraftwerksgröße	Minimum [EUR Cent /kWh]	0,05 Quantil [EUR Cent /kWh]	arithmetischer Mittelwert [EUR Cent /kWh]	0,95 Quantil [EUR Cent /kWh]	Maximum [EUR Cent /kWh]	Anzahl der Datensätze
10-100 MW	2,1	2,4	4,6	7,5	9,2	15
> 100 MW	1,7	2,2	3,2	4,4	5,3	19

Tabelle 7.11.: Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.17) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5\%$, LD = 50 Jahre)

7.2.2.3. Sensitivitätsanalyse (SuP, EUR Cent/kWh)

In Abbildung 7.18 ist gut erkennbar, dass die Ermittlung der spezifischen Kosten sehr stark von den zugrunde liegenden Annahmen für den Zinssatz und die Lebensdauer abhängen. Da für diese Abbildung mit gleichen Annuitätenfaktoren gerechnet wurde wie in Abschnitt 7.1.2.3, sieht man hier die oben angeführten Aussagen bestätigt.

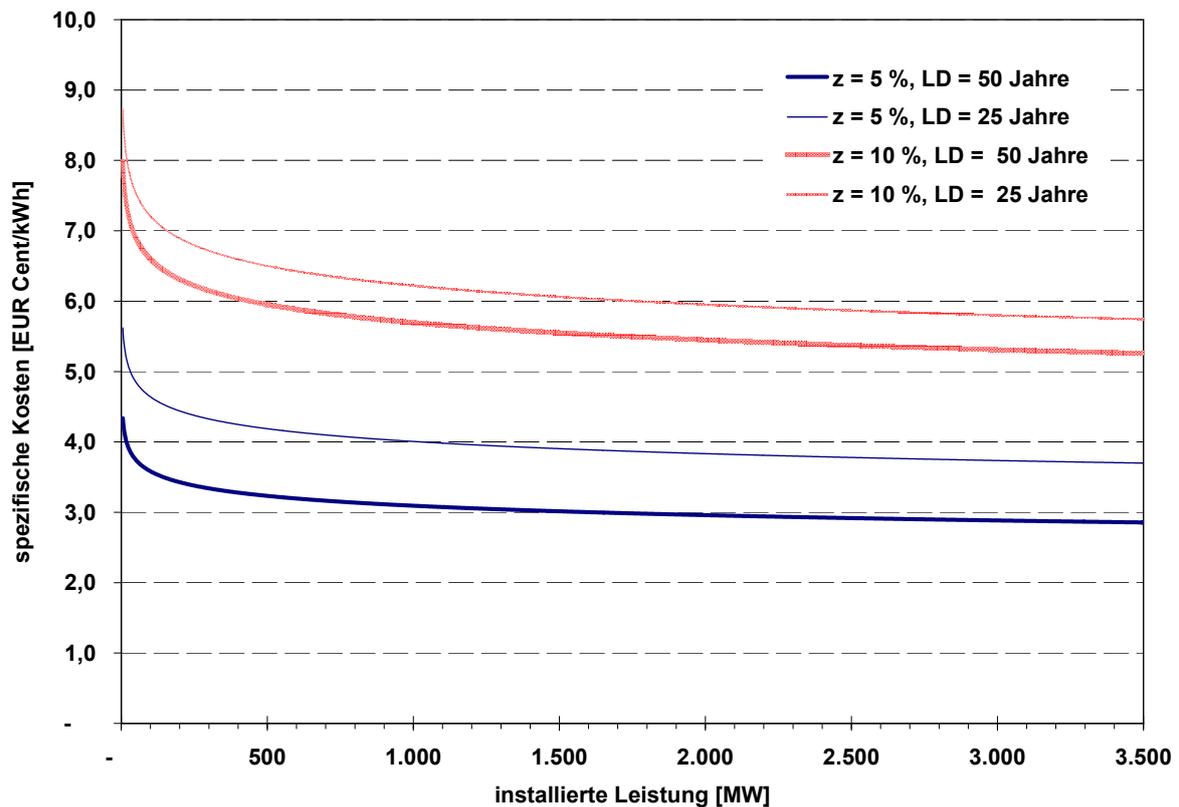


Abbildung 7.18.: Darstellung der Trendlinien für die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke unter Berücksichtigung verschiedener Zinssätze und Lebensdauern

7.2.2.4. Ergebnisse (SuP, EUR Cent/kWh)

Die in dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen von Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken werden in Tabelle 7.12 dargestellt.

Kraftwerksgröße	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Anzahl der Daten- sätze
Annuitätenfaktor	0,0548	0,0710	0,1009	0,1102	
Mittelgroße Kraftwerke (10-100 MW)	2,4 - 7,5	3,1 - 9,7	4,5 - 13,7	4,9 - 15,0	15
Großkraftwerke (> 100 MW)	2,2 - 4,4	2,8 - 5,7	4,0 - 8,0	4,3 - 8,8	19

Tabelle 7.12.: Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten, bezogen auf das Regelarbeitsvermögen für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Es kann davon ausgegangen werden, dass Kraftwerke in der Gruppe Großkraftwerke tendenziell geringere spezifische Kosten aufweisen als Kraftwerke in der Gruppe Mittelgroße Kraftwerke. Die arithmetischen Mittelwerte verhalten sich entsprechend der berechneten Trendlinie, jedoch kann ab einer Größe von 1.300 MW aufgrund der zu geringen Anzahl von Datensätzen keine diesbezügliche Aussage getroffen werden.

Die Bandbreite in der Gruppe Großkraftwerke ist wesentlich geringer als jene in der Gruppe Mittelgroße Kraftwerke.

7.3. Weltweiter regionaler Vergleich

In diesem Abschnitt werden die durchschnittlichen spezifischen Kosten innerhalb einzelner Regionen dargestellt und miteinander verglichen. Für diesen Vergleich wurden die Kraftwerke der Kategorien Kleinst- und Kleinkraftwerke nicht mitberücksichtigt.

Da es weltweit nur wenige Anbieter mit dem Know-How für die Errichtung von Wasserkraftwerken gibt, kann davon ausgegangen werden, dass die großen Preisunterschiede hauptsächlich durch die nationalen Unterschiede bei den Lohn- und Lohnnebenkosten zustande kommen.

Besonders deutlich ist dieser Unterschied innerhalb Europas zu sehen. Die spezifischen

7. Auswertungen und Ergebnisse

Investitionskosten in Westeuropa sind nahezu doppelt so hoch wie jene in Osteuropa. Damit kann die Empfehlung abgegeben werden in Osteuropäische Wasserkraftwerksprojekte zu investieren, bevor sich die Lohn- und Lohnnebenkosten an das EU-Niveau angleichen.

Die in den Tabellen 7.13 und 7.14 dargestellten Werte zeigen die weltweit nach Regionen eingeteilten durchschnittlichen spezifischen Kosten der Kategorien Lauf- und Schwellkraftwerke sowie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke.

Region	durchschn. spezifische Kosten [EUR/kW]	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 5% 50 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 5% 25 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 10% 50 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 10% 25 Jahre	Anzahl der Datensätze für EUR/kW	Anzahl der Datensätze für EUR Cent/kWh
Südamerika	1.118	1,2	1,5	2,2	2,4	4	4
Asien	1.416	1,6	2,1	3,0	3,3	14	14
Afrika	1.570	1,4	1,8	2,5	2,7	3	3
Osteuropa	1.867	2,6	3,4	4,8	5,3	38	34
Westeuropa	3.752	4,0	5,2	7,4	8,1	27	27

Tabelle 7.13.: Vergleich der durchschnittlichen spezifischen Kosten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke in verschiedenen Regionen

Region	durchschn. spezifische Kosten [EUR/kW]	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 5% 50 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 5% 25 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 10% 50 Jahre	durchschn. spezifische Kosten [EUR Cent/kWh] 10% 25 Jahre	Anzahl der Datensätze für EUR/kW	Anzahl der Datensätze für EUR Cent/kWh
Osteuropa	1.553	6,4	8,3	11,8	12,9	31	29
Asien	1.968	3,3	4,3	6,1	6,7	6	5
Westeuropa	3.908	10,1	13,1	18,7	20,4	13	7

Tabelle 7.14.: Vergleich der durchschnittlichen spezifischen Kosten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke in verschiedenen Regionen

7.4. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

In Tabelle 7.15 werden nochmals alle in dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten zusammengefasst dargestellt.

7. Auswertungen und Ergebnisse

	spezifische Kosten [EUR/kW]	Anzahl der Daten- sätze	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spezifische Kosten [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Anzahl der Daten- sätze
LAUF- UND SCHWELLKRAFTWERKE							
Annuitätenfaktor			0,0548	0,0710	0,1009	0,1102	
Kleinstkraftwerke (0-1 MW)	14.300 - 21.600	3	15,3 - 29,3	19,9 - 38,0	28,2 - 54,0	30,8 - 59,0	2
Kleinkraftwerke (1-10 MW)	1.800 - 4.300	4	2,4 - 4,9	3,2 - 6,3	4,5 - 9,0	4,9 - 9,8	4
Mittlere Kraftwerke (10-100 MW)	1.100 - 4.500	45	1,2 - 6,2	1,5 - 8,0	2,2 - 11,3	2,4 - 12,4	48
Großkraftwerke (> 100 MW)	700 - 2.800	32	0,9 - 3,1	1,1 - 4,0	1,6 - 5,7	1,8 - 6,2	34
SPEICHER- UND PUMPSPEICHERKRAFTWERKE							
Annuitätenfaktor			0,0548	0,0710	0,1009	0,1102	
Mittlere Kraftwerke (10-100 MW)	1.100 - 3.200	18	2,4 - 7,5	3,1 - 9,7	4,5 - 13,7	4,9 - 15,0	15
Großkraftwerke (> 100 MW)	500 - 2.400	26	2,2 - 4,4	2,8 - 5,7	4,0 - 8,0	4,3 - 8,8	19

Tabelle 7.15.: Zusammengefasste Darstellung der ermittelten Ergebnisse

8. Vergleich mit Quellen aus der Literatur und Wirtschaft

In diesem Kapitel werden die in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten mit den Werten aus drei verschiedenen Quellen verglichen.

Da in diesen Veröffentlichungen meist verschiedene Grundannahmen getroffen werden, gestaltet sich eine Gegenüberstellung sehr schwierig. Vor allem verschiedene Klasseneinteilungen erschweren den direkten Vergleich.

Weiters werden nur die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung verglichen. Es gibt nur sehr wenige Veröffentlichungen, in denen Angaben zu den spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen gemacht werden, und in keiner der gefundenen Literaturstellen werden detaillierte Angaben über die in den Annuitätenfaktor einfließenden Berechnungsgrundlagen gemacht. Daher ist ein direkter Vergleich nicht möglich.

Da die in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung durch den Vergleich mit den Quellen bestätigt werden, wird davon ausgegangen, dass die spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen in gleichem Maße aussagekräftig sind.

8.1. Vergleich mit Angaben aus dem Praxisbuch Energiewirtschaft ([Kon07])

In dieser Publikation werden für die spezifischen Investitionskosten bezogen auf die installierte Leistung die in Tabelle 8.1 angeführten Werte für den Neubau von Wasserkraftwerken angegeben. Es wird nach den Kategorien Fallhöhe, Turbinenart und günstige oder erschwerte Bedingungen unterschieden.

8. Vergleich mit Quellen aus der Literatur und Wirtschaft

Weiters finden sich in Tabelle 8.1 die in dieser Arbeit ermittelten Vergleichswerte.

aus Literatur entnommen			in dieser Arbeit ermittelte Bandbreiten		
30 m Fallhöhe Francis-Turbine 20 - 80 MW Leistung	günstige Bedingungen		3.530 EUR/kW	Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 3.200 EUR/kW
	erschwerte Bedingungen		4.970 EUR/kW		
8 m Fallhöhe Kaplan-Turbine	< 15 MW	günstige Bedingungen	4.600 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 0 - 1 MW 1 - 10 MW	14.300 - 21.600 EUR/kW 1.800 - 4.300 EUR/kW
		erschwerte Bedingungen	6.200 EUR/kW		
	15 - 50 MW	günstige Bedingungen	3.750 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 4.500 EUR/kW
		erschwerte Bedingungen	4.950 EUR/kW		
	> 50 MW	günstige Bedingungen	2.690 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 10 - 100 MW > 100 MW	1.100 - 4.500 EUR/kW 700 - 2.800 EUR/kW
		erschwerte Bedingungen	3.720 EUR/kW		

Tabelle 8.1.: Daten aus dem Praxisbuch Energiewirtschaft ([Kon07]) verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten

Die Daten für die Annahme von günstigen Bedingungen korrespondieren mit den errechneten Werten. Unter der Annahme erschwerter Bedingungen sind die Werte jedoch geringfügig höher. Diese Fälle sind aber durchaus mit den in dieser Arbeit ermittelten Ausreißern zu vergleichen.

8.2. Vergleich mit Angaben der Firma Pöyry Energy GmbH

Die von einem Mitarbeiter der Fa. Pöyry Energy GmbH gemachten Angaben beziehen sich auf Wasserkraftwerke im Allgemeinen. Daher werden sowohl die Daten aus der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke als auch die Daten aus der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke gegenübergestellt (siehe Tabelle 8.2).

Die angegebenen Bandbreiten der Fa. Pöyry GmbH sind schmaler. Sie liegen jedoch alle in den Bandbreiten, die in dieser Arbeit ermittelt wurden.

aus Literatur entnommen			in dieser Arbeit ermittelte Bandbreiten	
Small Hydropower Plants (1 - 20 MW)	1 MW	2.000 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 4.500 EUR/kW
	20 MW	1.750 EUR/kW	Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 3.200 EUR/kW
Medium Hydropower Plants (20 - 100 MW)	20 MW	1.750 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 4.500 EUR/kW
	100 MW	1.500 EUR/kW	Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 3.200 EUR/kW
Large Hydropower Plants (> 100 MW)	100 MW	1.500 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke > 100 MW	700 - 2.800 EUR/kW
	1.000 MW	700 EUR/kW	Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke > 100 MW	500 - 2.400 EUR/kW

Tabelle 8.2.: Daten der Firma Pöyry Energy GmbH verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten

8.3. Vergleich mit Angaben aus einer Veröffentlichung der World Bank Group ([wor06])

Da die von der World Bank Group angeführten Daten in US Dollar angegeben sind, werden sie für den Vergleich in Tabelle 8.3 mit dem von der Österreichischen Nationalbank veröffentlichten Jahresdurchschnittswchselkurs aus dem Jahr 2005 auf Euro umgerechnet (1 Euro entspricht 1,2441 US Dollar).

Auch hier bestätigen die angegebenen Daten die innerhalb dieser Arbeit ermittelten Bandbreiten. In derselben Literaturstelle werden auch Angaben zu Stromgestehungskosten gemacht. Sie sind allerdings nicht vergleichbar, da keine konkreten Angaben zu den zugrunde liegenden Faktoren für die Berechnung des Annuitätenfaktors gemacht werden.

8. Vergleich mit Quellen aus der Literatur und Wirtschaft

aus Literatur entnommen				in dieser Arbeit ermittelte Bandbreiten	
Mini Hydroelectric Power Plant	5 MW	2.370 USD/kW	1.900 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke 10 - 100 MW	1.100 - 4.500 EUR/kW
Large Hydroelectric Pondage Power Plant	100 MW	2.140 USD/kW	1.720 EUR/kW	Lauf- und Schwellkraftwerke > 100 MW	700 - 2.800 EUR/kW
Large Hydroelectric Pumped Storage Power Plant	150 MW	3.170 USD/kW	2.550 EUR/kW	Pump- und Pumpspeicherkraftwerke > 100 MW	500 - 2.400 EUR/kW

Tabelle 8.3.: Veröffentlichte Daten von der World Bank Group ([wor06]) verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten

8.4. Verweis auf weiterführende Literatur

Kurz vor Beendigung dieser Diplomarbeit ist die Verfasserin bei den abschließenden Recherchen auf die von der EU in Auftrag gegebene Studie “Hydropower development with a focus on Asia and Western Europe“ gestoßen ([LEdH03]). Die Einarbeitung dieser Studie übersteigt jedoch den Rahmen dieser Diplomarbeit.

9. Schlussfolgerungen

Die in Kapitel 7 ermittelten Ergebnisse belegen, dass sich die spezifischen Investitionskosten mit zunehmender Kraftwerksgröße verringern.

Die spezifischen Investitionskosten von Speicherkraftwerken sind mit jenen von Pumpspeicherkraftwerken vergleichbar. Daraus ist ersichtlich, dass sich die zusätzlichen Kosten für die Pumpen bzw. Pumpturbinen nicht maßgeblich auf die spezifischen Investitionskosten auswirken.

Die den Berechnungen zugrunde liegenden Faktoren Laufzeit und Zinssatz wirken sich entscheidend auf die spezifischen Investitionskosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen aus.

Die Lohn- und Lohnnebenkosten haben entscheidenden Einfluss auf die spezifischen Investitionskosten. Auf Europa umgelegt kann daher die Empfehlung abgegeben werden in Osteuropa in Wasserkraftwerke zu investieren, bevor sich die Lohn- und Lohnnebenkosten an das EU-Niveau angleichen.

Literaturverzeichnis

- [AA00] J. C. Ackers and M. A. Akhtar. Hydraulic model studies for the ghazi-barotha hydropower project, pakistan. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Water, maritime and energy* ISSN 0965-0946, 142(1):29–43, 2000. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1362645>.
- [ABB08] ABB AG. *Drei Schluchten: Hochspannungssystem in Betrieb genommen*, 06. September 2008. [http://www02.abb.com/global/abbzh/abbzh250.nsf/0/ad9dd0a2bdde9c95c1256e63005b4d93/\\$file/China_threegorges1_D.pdf](http://www02.abb.com/global/abbzh/abbzh250.nsf/0/ad9dd0a2bdde9c95c1256e63005b4d93/$file/China_threegorges1_D.pdf).
- [Alp08] Alpine Bau GmbH. *Kraftwerk Lambach*, 22. September 2008. <http://www.alpine.at/de/index.php?main=/de/nl/utb/suitb/kraftw/12812.html>.
- [Aus08] Austrian Energy Agency. *Supply: Energy Sources*, 08. September 2008. [http://www.energyagency.at/\(print\)/enercee/hr/supplybycarrier.en.htm](http://www.energyagency.at/(print)/enercee/hr/supplybycarrier.en.htm).
- [BB82] Thomas Bohn and Walter Bitterlich. *Grundlagen der Energie- und Kraftwerkstechnik*. Technischer Verlag Resch, Verlag TÜV Rheinland, 1982.
- [BKW07a] BKW FMB Energie AG, Schweiz. *Flumenthal*, 12. Dezember 2007. <http://www.bkw-fmb.ch/de/energie/energiequellen/wasserkraft/laufkraft/flumenthal.html>.
- [BKW07b] BKW FMB Energie AG, Schweiz. *Kraftwerk Sanetsch AG*, 12. Dezember 2007. http://www.bkw-fmb.ch/de/energie/energiequellen/wasserkraft/speicherkraft/kraftwerke_sanetsch.html.
- [Düc] Andreas Dückstein. *Donaustrom*. Verlag A. F. Koska, Wien – Berlin.
- [dEs07] Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs. Kopswerk ii. *VEÖ Journal*, pages 29–31, Oktober 2007.
- [Don98] Donaukraft. *Kraftwerk Freudenau*, 1998.
- [Ene07a] Energieforum Russland und Deutsche Energie-Agentur. *Wasserkraftwerk in Karbadino-Balkarien gebaut*, 31. Oktober 2007. http://www.energieforum.ru/de/nachrichtenarchiv/wasserkraftwerk_in_kabardino_balkarien_gebaut_397.html.

Literaturverzeichnis

- [Ene07b] Energieversorgung Limburg GmbH. *Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"*, 12. Dezember 2007. <http://www.evl.de/leistungen/strom/wasserkraftwerk.php>.
- [E.O08] E.ON Wasserkraft GmbH. 16. Juli 2008. <http://www.eon-wasserkraft.com>.
- [Eur04] The European Union's CARDS programme for the Balkan region - Contract No. 52276. *REBIS: GIS, Volume 5: Generation & Transmission Appendices; Final Report*, 31. Dezember 2004. http://siteresources.worldbank.org/INTECAREGTOPPOWER/Home/20551062/Volume%205%20-%20G&T%20Appendices_final.pdf.
- [FBLW01] M. Filippini, S. Banfi, C. Luchsinger, and J. Wild. *Perspektiven für die Wasserkraftwerke in der Schweiz, Langfristige Wettbewerbsfähigkeit und mögliche Verbesserungspotenziale*. Bundesamt für Energie, Bundesamt für Wasser und Geologie und Interessensgruppe Wasserkraft, Schweiz, Dezember 2001.
- [Gem07] Gemeindeserver Steiermark. *Wasserkraftwerke Bodendorf und St. Georgen*, 12. Dezember 2007. http://tgi19.telekom.at/portal/page?_pageid=1127,159191&_dad=portal&_schema=PORTAL.
- [GM05] Jürgen Giesecke and Emil Mosonyi. *Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, 4. aktualisierte und erweiterte Auflage*. Springer Verlag, 2005.
- [Gov08a] Government of Nepal, Ministry of Water Resources, Department of Electricity Development. *Hydropower Projects in Nepal*, 21. April 2008. <http://www.doed.gov.np/uploaded/documents/HydropowerProjects%20in%20Nepal.PPT>.
- [Gov08b] Government of Nepal, Ministry of Water Resources, Department of Electricity Development. *Three Hydropower Projects selected for Development*, 21. April 2008. www.doed.gov.np/uploaded/documents/THREE%20HYDROPOWER%20PROJECTS%20SELECTED%20FOR%20DEVELOPMENT-A%20Karki.ppt.
- [Haa08] Reinhard Haas. *Regulierung und Markt in der Energiewirtschaft, Skriptum zur Vorlesung*. 14. Juli 2008.
- [Her98] John Hermans. 240 vac direct drive hydro. *Home Power*, 65:36–41, Juni/Juli 1998.
- [Int07] International Energy Agency. *IEA Statistics, Renewables Information 2007*, 2007.
- [ita97] Ita hydroelectric power plant – environment and social impact report. Technical report, Inter-American Development Bank, September 1997. <http://www.iadb.org/EXR/doc98/apr/rbr0271.htm>.

Literaturverzeichnis

- [kfw07a] kfw Entwicklungsbank. *Malawi: Wasserkraftwerk Kaipichira*, 22. November 2007. http://www.kfw-entwicklungsbank.de/DE_Home/Evaluierung/Weitere_Informationen/Schlussprf90/PDF-Dokumente/malaw_kapichira.pdf.
- [kfw07b] kfw Entwicklungsbank. *Tansania: Wasserkraftwerk Lower Kihansi*, 22. November 2007. http://www.kfw-entwicklungsbank.de/DE_Home/Evaluierung/Weitere_Informationen/Schlussprf90/PDF-Dokumente/tansania_wkw_lower_kihansi.pdf.
- [Kon07] Panos Konstantin. *Praxisbuch Energiewirtschaft, Energiewandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt*. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- [LEdH03] P. Lako, H. Eder, M. de Noord, and H.Reisinger. *Hydropower development with a focus on asia and western europe, Overview in the framework of VLEEM 2*, Juli 2003. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2003/c03027.pdf>.
- [Pioer] Michel Piot. *10. Exkurs: Elektrizität aus Wasserkraft*. Bundesamt für Energie, Schweiz, 2006 Oktober. http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_599294349.pdf.
- [Pla07a] Platts. New power generation project tracker – november 2007. *Energy in East Europe*, 127, 23. November 2007.
- [Pla07b] Platts. Pie's new power plant project tracker – september 2007. *Power in Europe*, 508, 10. September 2007.
- [Pla08] Platts. New power generation project tracker – april 2008. *Energy in East Europe*, 138, 25. April 2008.
- [Pow08a] Power Technology. *Allain Duhangan 192 MW Hydroelectric Plant, India*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/allainduhangan/>.
- [Pow08b] Power Technology. *Bujagali Hydro-Power Dam, Jinja, Uganda*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/bujagali/>.
- [Pow08c] Power Technology. *Caruachi Hydroelectric Power Plant, Venezuela*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/caruachi/>.
- [Pow08d] Power Technology. *Changuinola 75 Hydroelectric facility, Panama*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/changuinola75/>.
- [Pow08e] Power Technology. *Dai Ninh Hydro Plant, Vietnam*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/caruachi/>.

Literaturverzeichnis

- [Pow08f] Power Technology. *Ertan Hydropower Plant, Yalong River, China*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/ertan/>.
- [Pow08g] Power Technology. *Ghazi Barotha Run-of-River Hydroelectric Project, Pakistan*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/ghazi/>.
- [Pow08h] Power Technology. *Itá Hydroelectric Power Plant, Brazil*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/ita/>.
- [Pow08i] Power Technology. *Karkamis Hydroelectric Power Plant, Turkey*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/karkamis/>.
- [Pow08j] Power Technology. *Kazunogawa Hydroelectric Power Plant, Japan*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/kazunogawa/>.
- [Pow08k] Power Technology. *A Loui Hydro Power Plant, Vietnam*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/luoihydropower/>.
- [Pow08l] Power Technology. *Nathpa Jhakri Hydroelectric Power Project, India*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/nathpa/>.
- [Pow08m] Power Technology. *Salto Caxias Hydroelectric Power Plant, Brazil*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/salto/>.
- [Pow08n] Power Technology. *Tala Hydroelectric Project, Bhutan*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/tala/>.
- [Pow08o] Power Technology. *Three Gorges Dam Hydroelectric Power Plant, China*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/gorges/>.
- [Pow08p] Power Technology. *Tianhuangping Pumped-Storage Hydro Plant, China*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/tianhuangping/>.
- [Pow08q] Power Technology. *White Water River Hydroelectric Stations, Yunnan, China*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/yunnanwhitewater/>.
- [Pow08r] Power Technology. *Xiaolangdi Hydroelectric Power Plant, China*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/xiaolangdi/>.
- [Pow08s] Power Technology. *Yuncan Hydroelectric Project, Peru*, 25. April 2008. <http://www.power-technology.com/projects/yuncan/>.
- [Pra73] Günther Praun. *Baukosten der Kraftwerke an der steirischen Enns*. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, Mai 1973.
- [Pub07] Public Enterprise "Electric power industry of Serbia". 31. Oktober 2007. <http://www.eps.co.yu/razvoj/newfacilities.htm>.

Literaturverzeichnis

- [Pöy08a] Pöyry Energy GmbH. *Karkamis Run-of-River Power Plant*, 16. Mai 2008. http://www.poyry.at/dld/en/Karkamis_HPP_E_v1.pdf.
- [Pöy08b] Pöyry Energy GmbH. *Kárahnjúkar Hydropower Scheme Iceland*, 06. September 2008. <http://www.ewe.ch/projects/Karahnjukar.pdf>.
- [Pöy08c] Pöyry Energy GmbH. *Nathpajhakri2 Hydropower Scheme India*, 06. September 2008. <http://www.ewe.ch/projects/NathpaJhakri.pdf>.
- [Sal05] Salzburg AG. *Kraftwerksgruppe Oberpinzgau – Strom aus Wasserkraft*, August 2005. S 6-7.
- [Sal08a] Salzburg AG. *Kraftwerksgruppe Gasteinertal*, 22. September 2008. <http://www.salzburg-ag.at/Kraftwerksgruppe-Gasteiner-Tal.573.0.html>.
- [Sal08b] Salzburg AG. *Kraftwerksprojekt Werfen/Pfarrwerfen*, 19. Februar 2008. <http://www.salzburg-ag.at/Kraftwerksprojekt-Werfen-Pfarr.571.0.html>.
- [sB81] Österreichische Bundesregierung, editor. *Energiebericht der Bundesregierung 1981*, page 139ff. 1981.
- [Sch05] Thomas Schuster. *Mögliche Kraftwerksausbaupfade für Österreich bis 2050 - ein Optimierungsmodell (Energie-Wirtschaftlichkeit-Umwelt)*. November 2005.
- [SN 08] SN Power, Lilleakerveien 2B, 0216 Oslo, Norway. *Our Business – Projects*, 25. April 2008. http://www.snpower.no/Our_business.
- [Ver07] Verbund. *Verbund Nachhaltigkeitsbericht 2006 – 2006 im Überblick*, 12. Dezember 2007. <http://reports.verbund.at/2006/nhb/2006imueberblick.html>.
- [Ver08a] Verbund. *Gemeinschaftskraftwerk Inn: Saubere Energie für Tirol*, 3. März 2008. http://verbund.at/cps/rde/xchg/SID-3E1B22D8-C2BEAC5D/internet/hs.xsl/191_1160.htm.
- [Ver08b] Verbund. *StadtKraftWerk Leoben: Aus Tradition zur Innovation!*, 3. März 2008. http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/191_1049.htm.
- [Ver08c] Verbund Austrian Hydro Power. *Strom aus Wasserkraft*, 22. September 2008. http://www.verbund.at/cps/rde/xbcr/SID-3E1B22D8-FCE7749E/internet/AHP_Broschuere_dt.pdf.
- [Ver08d] Verbund (Österreichische Elektrizitätswirtschafts-AG). *Strom aus Wasserkraft*, 16. Juli 2008. <http://www.verbund.at>.

Literaturverzeichnis

- [Vie08] Vietnam News Agency. *Dai Ninh hydro power project links to national grid*, 14. Mai 2008. <http://www.vnagency.com.vn/Home/EN/tabid/119/itemid/232462/Default.aspx>.
- [WL05] Y.S. Wanga and S.H. Liu. Treatment for a fully weathered rock dam foundation. *Engineering Geology*, 77(1-2):115, Februar 2005.
- [wor06] *Technical and Economic Assessment of Off-Grid, Mini-Grid and Grid Electrification Technologies, Annexes*, pages A 46–52, C7. September 2006. <http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY/Resources/336805-1157034157861/ElectrificationAssessmentRptAnnexesFINAL17May07.pdf>.
- [Wor07] World Energy Council. *2007 Survey of Energy Resources*, 2007. http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf.

Abbildungsverzeichnis

2.1. Stoßrad	3
2.2. Unterschlächtiges Wasserrad	4
2.3. Oberschlächtiges Wasserrad	4
2.4. James B. Francis	5
2.5. Lester A. Pelton	5
2.6. Viktor Kaplan	5
3.1. Bedarf an Grund-, Mittel- und Spitzenlast am Beispiel eines Sommertages und eines Wintertages	9
3.2. Schemabild eines Laufkraftwerkes	11
3.3. Schemabild eines Speicherkraftwerkes	13
3.4. Schemabild eines Pumpspeicherkraftwerkes	14
3.5. Einsatzbereiche verschiedener Turbinentypen	15
3.6. Laufrad einer Kaplanmaschine	16
3.7. Laufrad einer Francis-Turbine	17
3.8. Laufrad einer Pelton-Turbine	18
3.9. Laufrad einer Pumpturbine	19
7.1. Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke	43
7.2. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwell- kraftwerke	45
7.3. Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke	47
7.4. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwell- kraftwerke	48
7.5. Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufge- tragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unberein- igten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD =$ 50 Jahre)	50

7.6. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	52
7.7. Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	54
7.8. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	55
7.9. Darstellung der Trendlinien für die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke, unter Berücksichtigung verschiedener Zinssätze und Lebensdauern	56
7.10. Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	58
7.11. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	60
7.12. Spezifische Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	61
7.13. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro pro kW installierter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	62
7.14. Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	64
7.15. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh erzeugter Leistung, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	66
7.16. Spezifische Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, $LD = 50$ Jahre)	67

Abbildungsverzeichnis

7.17. Boxplot der spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, dargestellt über der in Klassen eingeteilten installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5\%$, $LD = 50$ Jahre)	68
7.18. Darstellung der Trendlinien für die spezifischen Kosten in Euro Cent pro kWh Regelarbeitsvermögen, aufgetragen über der installierten Leistung in MW für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke unter Berücksichtigung verschiedener Zinssätze und Lebensdauern	69

Tabellenverzeichnis

4.1.	Prozentuelle Wasserkraftnutzung der Regionen	22
4.2.	Prozentuelle Wasserkraftnutzung der Regionen	22
4.3.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Afrika	23
4.4.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Asien	23
4.5.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Europa	24
4.6.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder im Mittleren Osten	24
4.7.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Nordamerika	24
4.8.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Ozeanien	24
4.9.	Wasserkraftpotenziale einzelner Länder in Südamerika	24
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 1	32
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 2	33
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 3	34
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 4	35
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 5	36
6.1.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 6	37
6.2.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 1	38
6.2.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 2	39
6.2.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 3	40
6.2.	Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 4	41
7.1.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.2) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke	45
7.2.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.4) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke .	48

7.3.	Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke	49
7.4.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.6) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)	53
7.5.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.8) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)	55
7.6.	Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf das Regelarbeitsvermögen für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke	57
7.7.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.11) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	60
7.8.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.13) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	62
7.9.	Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten bezogen auf die installierte Leistung für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	63
7.10.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.15) ermittelten Daten für die statistisch unbereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)	66
7.11.	Darstellung der im Boxplot (Abbildung 7.17) ermittelten Daten für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke ($z = 5 \%$, LD = 50 Jahre)	68
7.12.	Darstellung der ermittelten Bandbreiten für die spezifischen Kosten, bezogen auf das Regelarbeitsvermögen für die statistisch bereinigten Daten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke	70
7.13.	Vergleich der durchschnittlichen spezifischen Kosten der Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke in verschiedenen Regionen	71
7.14.	Vergleich der durchschnittlichen spezifischen Kosten der Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke in verschiedenen Regionen	71
7.15.	Zusammengefasste Darstellung der ermittelten Ergebnisse	72
8.1.	Daten aus dem Praxisbuch Energiewirtschaft ([Kon07]) verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten	74
8.2.	Daten der Firma Pöyry Energy GmbH verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten	75
8.3.	Veröffentlichte Daten von der World Bank Group ([wor06]) verglichen mit den in dieser Arbeit errechneten Bandbreiten	76
A.1.	VPI Börsenkurier	90

Tabellenverzeichnis

B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 1	91
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 2	92
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 3	93
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 4	94
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 5	95
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 6	96
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 7	97
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 8	98
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 9	99
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 10	100
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 11	101
B.2. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 12	102
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 1	103
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 2	104
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 3	105
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 4	106
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 5	107
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 6	108
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 7	109
B.3. Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 8	110

Anhänge

A. Index der österreichischen Währung

Jahr	Index	Jahr	Index
1948	329,0	1978	1849,9
1949	403,0	1979	1918,5
1950	462,0	1980	2039,9
1951	589,0	1981	2178,7
1952	669,0	1982	2297,2
1953	664,0	1983	2373,9
1954	681,0	1984	2508,4
1955	698,0	1985	2588,3
1956	718,0	1986	2632,4
1957	747,0	1987	2669,7
1958	755,0	1988	2720,8
1959	765,5	1989	2790,6
1960	778,4	1990	2881,6
1961	803,2	1991	2977,9
1962	842,2	1992	3097,7
1963	866,2	1993	3210,0
1964	899,3	1994	3305,0
1965	947,2	1995	3379,1
1966	965,0	1996	3441,9
1967	1003,4	1997	3486,9
1968	1031,2	1998	3519,1
1969	1063,0	1999	3538,8
1970	1109,4	2000	3622,0
1971	1161,6	2001	3718,3
1972	1235,5	2002	3785,3
1973	1328,5	2003	3836,6
1974	1455,0	2004	3915,7
1975	1577,9	2005	4005,9
1976	1693,3	2006	4064,0
1977	1786,0	2007	4152,1

Tabelle A.1.: VPI Börsenkurier (Quelle: Statistik Austria)

B. Ausführliche Dokumentation der erfassten Daten

In den nachfolgenden Tabellen werden alle dokumentierten Daten ausführlich dargestellt.

Kraftwerksname	Land	Fluss	Art des Kraftwerkes	Angabe zu Art des Kraftwerkes gefunden
A Loui	Vietnam	A Sap River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Abwinden-Asten	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Aksar - Bitlis	Türkei		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Aksu	Türkei	Aksu River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Allain Duhangan	Indien	Allain and Duhangan Rivers	Laufkraftwerk	ja
Altenmarkt	Österreich	Enns	Ausleitungskraftwerk	ja
Altenwörth	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Annabürcke	Österreich	Drau	Schwellkraftwerk	ja
Arun 3	Nepal	Arun River	Schwellkraftwerk	ja
Aschach	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Bileca	Bosnien-Herzegowina	Trebinjica River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Bischofshofen	Österreich	Salzach	Laufkraftwerk	ja
Bistrica River Cascade	Bosnien-Herzegowina	Bistrica River	3 Lauf- bzw. Schwellkraftwerke	nein
Blanca	Slowenien	Lower Sava River	Laufkraftwerk	ja
Borcka	Türkei	Coruh River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	Slowenien	Lower Sava River	5 Laufkraftwerke	ja
Brodarevo	Serbien	Lim River	Laufkraftwerk	ja
Bujagali Hydro-Power Dam	Uganda	Nile River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Bushati	Albanien	Drin River	Laufkraftwerk	ja
Cakit	Türkei	Cakit River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Camkoy	Türkei		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Caruachi Hydroelectric Power Plant	Venezuela	Caroni River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Cetin	Türkei	Botan River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Changuinola 75	Panama	Changuinola River Basin	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Dai Ninh Hydro Plant	Vietnam	Dong Nai River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Drenje	Kroatien	Sava River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Dubrovnik 2	Kroatien	Trebinjica River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Dumitra + Bumbesti	Rumänien	Jiu River	2 Laufkraftwerke	ja
Flumenthal	Schweiz	Aare	Laufkraftwerk	ja
Freudenau	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Gemeinschaftskraftwerk Inn	Österreich/Schweiz	Inn	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Ghazi Barotha	Pakistan	Indus River	Laufkraftwerk	ja

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 1

Kraftwerksname	Status	installierte- Leistung [MW]	Regel- arbeits- vermögen [GWh/a]	Vollstun- den im Regeljahr [h/a]	Vollstun- den pro Tag [h/d]	Gesamt- investitions- kosten [Mio]	Währung
A Loui	in Bau	170,0	700,00	4.117,6	11,3	202,1	USD
Abwinden-Asten	in Betrieb	168,0	1.028,00	6.119,0	16,8	3.463,5	ATS
Aksar - Bitlis	Genehmigt	36,0	113,70	3.158,3	8,6	19,5	EUR
Aksu	Genehmigt	43,7	137,50	3.146,5	8,6	45,0	EUR
Allain Duhangan	in Bau	192,0	800,00	4.166,7	11,4	192,0	USD
Altenmarkt	in Betrieb	22,7	147,00	6.475,8	17,7	196,5	ATS
Altenwörth	in Betrieb	335,0	1.950,00	5.820,9	15,9	4.268,0	ATS
Annabürcke	in Betrieb	88,0	390,00	4.431,8	12,1	150,0	EUR
Arun 3	Detailstudie	402,0	2.891,00	7.191,5	19,7	859,1	USD
Aschach	in Betrieb	286,0	1.648,00	5.762,2	15,8	2.874,2	ATS
Bileca	in Planung	36,0	127,00	3.527,8	9,7	81,2	EUR
Bischofshofen	in Betrieb	16,0	70,20	4.387,5	12,0	50,0	EUR
Bistrica River Cascade	in Bau	40,0	153,00	3.825,0	10,5	83,7	USD
Blanca	Ausgeschrieben	42,5	142,00	3.341,2	9,1	70,3	EUR
Borcka	in Betrieb	300,0	1.039,00	3.463,3	9,5	530,0	USD
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	Beauftragt	187,0	721,00	3.855,6	10,6	420,0	EUR
Brodarevo	in Planung	50,0	207,00	4.140,0	11,3	117,3	EUR
Bujagali Hydro-Power Dam	Stillstand	250,0	1.750,00	7.000,0	19,2	530,0	USD
Bushati	in Planung	57,0	230,00	4.035,1	11,0	180,0	EUR
Cakit	in Bau	20,0	96,00	4.800,0	13,1	20,8	EUR
Camkoy	Genehmigt	20,0	100,00	5.000,0	13,7	17,0	EUR
Caruachi Hydroelectric Power Plant	in Bau	2.160,0	12.000,00	5.555,6	15,2	2.100,0	USD
Cetin	Genehmigt	350,0	1.240,00	3.542,9	9,7	246,0	EUR
Changuinola 75	in Bau	158,0				320,0	USD
Dai Ninh Hydro Plant	in Bau	300,0	1.200,00	4.000,0	11,0	440,0	USD
Drenje	Beauftragt	39,3	107,00	2.722,6	7,5	147,0	USD
Dubrovnik 2	Vorgeschlagen	304,0				175,0	EUR
Dumitra + Bumbesti	in Bau	24,5 + 38	92 + 167	4.144,0	11,3	92,0	EUR
Flumenthal	in Betrieb	22,0	135,00	6.136,4	16,8	92,0	SFR
Freudenau	in Betrieb	172,0	1.037,00	6.029,1	16,5	15.000,0	ATS
Gemeinschaftskraftwerk Inn	in Planung	88,0	404,00	4.590,9	12,6	270,0	EUR
Ghazi Barotha	in Betrieb	1.450,0	6.600,00	4.551,7	12,5	2.300,0	USD

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 2

Kraftwerksname	Umrrechnungs- kurs	Gesamt- investitions- Jahr Datenstand [Mio EUR]	Jahr der Inbetrieb- nahme	Jahr Daten- stand	VPI- Index Jahr Daten- stand	VPI Index 2007	Gesamt- investitions- kosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten. pro kW inst. L. [EUR/kW]
A Loui	1,3705	147,5	2010	2007	4152,1	4152,1	147,46	867
Abwinden-Astren	13,7603	251,7	1980	1982	2297,2	4152,1	454,94	2.708
Aksar - Bitilis	1,0000	19,5		2007	4152,1	4152,1	19,50	542
Aksu	1,0000	45,0		2007	4152,1	4152,1	45,00	1.030
Allain Duhangan	1,3705	140,1	2008	2007	4152,1	4152,1	140,09	730
Altenmarkt	13,7603	14,3	1959	1959	765,5	4152,1	77,46	3.412
Altenwörth	13,7603	310,2	1978	1982	2297,2	4152,1	560,62	1.673
Annabrücke	1,0000	150,0	1982	1982	2297,2	4152,1	271,12	3.081
Arun 3	1,3649	629,4		1995	3379,1	4152,1	773,42	1.924
Aschach	13,7603	208,9	1964	1982	2297,2	4152,1	377,54	1.320
Bileca	1,0000	81,2		2007	4152,1	4152,1	81,20	2.256
Bischofshofen	1,0000	50,0	1985	1985	2588,3	4152,1	80,21	5.013
Bistrica River Cascade	1,3705	61,1	2011	2007	4152,1	4152,1	61,05	1.526
Blanca	1,0000	70,3	2009	2007	4152,1	4152,1	70,30	1.654
Borcka	1,3705	386,7	2007	2007	4152,1	4152,1	386,72	1.289
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	1,0000	420,0	2006	2007	4152,1	4152,1	420,00	2.246
Brodarevo	1,0000	117,3		2007	4152,1	4152,1	117,25	2.345
Bujagali Hydro-Power Dam	1,3705	386,7		2007	4152,1	4152,1	386,72	1.547
Bushati	1,0000	180,0		2007	4152,1	4152,1	180,00	3.158
Cakit	1,0000	20,8	2009	2007	4152,1	4152,1	20,80	1.040
Camkoy	1,0000	17,0		2007	4152,1	4152,1	17,00	850
Caruachi Hydroelectric Power Plant	1,3705	1.532,3	2010	2007	4152,1	4152,1	1.532,29	709
Cetin	1,0000	246,0		2007	4152,1	4152,1	246,00	703
Changuinola 75	1,3705	233,5	2010	2007	4152,1	4152,1	233,49	1.478
Dai Ninh Hydro Plant	1,3705	321,1	2008	2007	4152,1	4152,1	321,05	1.070
Drenje	1,3705	107,3		2007	4152,1	4152,1	107,26	2.729
Dubrovnik 2	1,0000	175,0		2007	4152,1	4152,1	175,00	576
Dumitra + Bumbesti	1,0000	92,0	2008-2009	2007	4152,1	4152,1	92,00	1.472
Flumenthal	2,2942	40,1	1970	1970	1109,4	4152,1	150,09	6.822
Freudenau	13,7603	1.090,1	1998	1998	3519,1	4152,1	1.286,17	7.478
Gemeinschaftskraftwerk Inn	1,0000	270,0	2013	2007	4152,1	4152,1	270,00	3.068
Ghazi Barotha	0,9449	2.434,1	2002	2002	3785,3	4152,1	2.669,99	1.841

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 3

Kraftwerksname	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
A Loui	1,2	1,5	2,1	2,3	[Pow08k]
Abwinden-Astien	2,4	3,1	4,5	4,9	[Düc]
Aksar - Bitlis	0,9	1,2	1,7	1,9	[Pla08, S. 74]
Aksu	1,8	2,3	3,3	3,6	[Pla08, S. 74]
Allain Duhangang	1,0	1,2	1,8	1,9	[Pow08a]; [SN 08]
Altenmarkt	2,9	3,7	5,3	5,8	[Pra73]
Altenwörth	1,6	2,0	2,9	3,2	[Düc]
Annabrücke	3,8	4,9	7,0	7,7	[sB81]; [Ver08c]
Arun 3	1,5	1,9	2,7	2,9	[Gov08a]
Aschach	1,3	1,6	2,3	2,5	[Düc]
Bileca	3,5	4,5	6,4	7,0	[Eur04, Appendix 8, S. 8-9]
Bischofshofen	6,3	8,1	11,5	12,6	[sB81]; [Ver08c]
Bistrica River Cascade	2,2	2,8	4,0	4,4	[Pla08, S. 12]
Blanca	2,7	3,5	5,0	5,5	[Pla07a, S. 59]
Borcka	2,0	2,6	3,8	4,1	[Pla07a, S. 60]
Bostanj, Blanca, Krsko, Brezice, Mokrice	3,2	4,1	5,9	6,4	[Pla07a, S. 59]
Brodarevo	3,1	4,0	5,7	6,2	[Eur04, Appendix 8, S. 30]
Bujagali Hydro-Power Dam	1,2	1,6	2,2	2,4	[Pow08b]
Bushati	4,3	5,6	7,9	8,6	[Eur04, Appendix 8, S. 3-4]
Cakit	1,2	1,5	2,2	2,4	[Pla08, S. 71]
Camkoy	0,9	1,2	1,7	1,9	[Pla08, S. 74]
Caruachi Hydroelectric Power Plant	0,7	0,9	1,3	1,4	[Pow08c]
Cetin	1,1	1,4	2,0	2,2	[Pla08, S. 74]
Changuinola 75					[Pow08d]
Dai Ninh Hydro Plant	1,5	1,9	2,7	2,9	[Pow08e]; [Vic08]
Drenje	5,5	7,1	10,1	11,0	[Pla07a, S. 21]
Dubrovnik 2					[Pla08, S. 22]
Dumitra + Bumbesti	1,9	2,5	3,6	3,9	[Pla07a, S. 38-39]
Flumenthal	6,1	7,9	11,2	12,2	[BKW07a]
Freudenau	6,8	8,8	12,5	13,7	[Don98]
Gemeinschaftskraftwerk Inn	3,7	4,7	6,7	7,4	[Ver08a]
Ghazi Barotha	2,2	2,9	4,1	4,5	[Pow08g]; [AA00]

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 4

Kraftwerksname	Land	Fluß	Art des Kraftwerkes	Angabe zu Art des Kraftwerkes gefunden
Gradec	Mazedonien	Vardar River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Greifenstein	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Grodna Station	Weißrussland	Nioman River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Hiefiau, Laufwerkstufe	Österreich	Enns	Laufkraftwerk	ja
Iskar River Cascade	Bulgarien	Iskar River	9 Laufkraftwerke	ja
Islaz	Rumänien	Olt River	Laufkraftwerk	ja
Itá Hydroelectric Power Plant	Brasilien	Uruguai River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Janjske Otok	Bosnien-Herzegowina	River Janj	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Kalivaci	Albanien	Vjosa River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Kapichira	Malawi	Shire River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Karahnjukar	Island		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Karbadino-Balkarien	Russland		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Kargi	Türkei	Kizilirmak River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Karkamis	Türkei	Euphrates River	Laufkraftwerk	ja
Kellerberg-Puch	Österreich	Drau	Schwellkraftwerk	ja
Kosinj	Kroatien	Lika River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Krcic	Kroatien	Krka River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Krippau	Österreich	Enns	Ausleitungs-kraftwerk	ja
Kruppa	Bosnien-Herzegowina	Vrbas River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Lambach	Österreich		Laufkraftwerk	ja
Landl	Österreich	Enns	Ausleitungs-kraftwerk	ja
Lower Arun	Nepal	Arun River	Schwellkraftwerk	ja
Lower Kihansi	Tansania	Kihansi River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Melk	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Milunovici	Montenegro	Moraca River	Laufkraftwerk	ja
Mostarsko Blato	Bosnien-Herzegowina	Mündung Litica und Ugrovaca Rivers	Laufkraftwerk	ja
Nathpa Jhakri	Indien	Satluj River	Laufkraftwerk	ja
Ottensheim-Wilhering	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Paternion	Österreich	Drau	Schwellkraftwerk	ja
Podsused	Kroatien	Sava River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Polatsk	Weißrussland	Eastern Dzvina River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Ponte Brolla	Schweiz	Maggia	Niederdruck-Laufkraftwerk	ja

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 5

Kraftwerksname	Status	installierte- Leistung [MW]	Regel- arbeits- vermögen [GW h/a]	Vollst- stunden im Regeljahr [h/a]	Vollst- stunden pro Tag [h/d]	Gesamt- investitions- kosten [Mio]	Währung
Gradec	in Planung	55,0	245,00	4.454,5	12,2	156,8	EUR
Greifenstein	in Betrieb	293,0	1.717,30	5.861,1	16,0	530,0	EUR
Grodna Station	in Planung	17,0				143.380,0	BYR
Hiefiau, Laufwerkstufe	in Betrieb	40,0	268,00	6.700,0	18,3	241,7	ATS
Iskar River Cascade	in Bau	25,0	142,00	5.680,0	15,6	60,0	EUR
Islaz	in Planung	29,0	100,00	3.448,3	9,4	125,0	USD
Itá Hydroelectric Power Plant	in Betrieb	1.450,0	5.852,00	4.035,9	11,0	1.400,0	USD
Janjske Otoke	in Planung	29,6	101,30	3.422,3	9,4	50,0	EUR
Kalivaci	in Planung	90,0	400,00	4.444,4	12,2	97,1	EUR
Kapichira	in Betrieb	64,0	432,00	6.750,0	18,5	131,1	USD
Karahnjukar	in Bau	690,0	4.450,00	6.449,3	17,7	38.000,0	ISK
Karbadino-Balkarien	in Bau	15,0				25,7	EUR
Kargi	Genehmigt	98,0	500,00	5.102,0	14,0	105,4	EUR
Karkamis	in Betrieb	180,0	652,50	3.625,0	9,9	175,0	USD
Kellerberg-Puch	in Betrieb	24,6	96,00	3.902,4	10,7	70,0	EUR
Kosinj	in Planung	22,0	116,70	5.304,5	14,5	77,8	EUR
Krcic	in Planung	7,9	37,10	4.720,1	12,9	30,0	EUR
Krippau	in Betrieb	29,5	153,00	5.186,4	14,2	273,4	ATS
Krupa	in Planung	48,0	179,10	3.731,3	10,2	66,2	EUR
Lambach	in Betrieb	14,0	73,00	5.214,3	14,3	50,0	EUR
Landl	in Betrieb	25,0	123,00	4.920,0	13,5	320,6	ATS
Lower Arun	Machbarkeitsstudie	308,0	2.275,90	7.389,3	20,2	481,4	USD
Lower Kihansi	in Betrieb	180,0	935,00	5.194,4	14,2	212,1	EUR
Melk	in Betrieb	187,0	1.180,00	6.310,2	17,3	420,0	EUR
Milunovici	in Planung	37,0	160,00	4.324,3	11,8	95,0	EUR
Mostarsko Blato	in Bau	61,0	167,00	2.737,7	7,5	117,0	EUR
Nathpa Jhakri	in Betrieb	1.500,0	6.786,00	4.524,0	12,4	2.000,0	USD
Ottensheim-Wilhering	in Betrieb	179,0	1.143,00	6.385,5	17,5	2.198,9	ATS
Paternion	in Betrieb	23,5	95,00	4.042,6	11,1	70,0	EUR
Podsused	Beantragt	43,0	219,00	5.093,0	13,9	167,6	USD
Polatsk	in Planung	23,0				149.780,0	BYR
Ponte Brolla	in Betrieb	3,0	11,00	3.666,7	10,0	6,0	SFR

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 6

Kraftwerksname	Umrrechnungs- kurs	Gesamt- investitionsk. Datenstand [Mio EUR]	Jahr der Inbetrieb- nahme	Jahr Daten- stand	VPI- Index Jahr Daten- stand	VPI Index 2007	Gesamt- investitions- kosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten- pro kW inst. L. [EUR/kW]
Gradec	1,0000	156,8		2007	4152,1	4152,1	156,78	2.851
Greifenstein	1,0000	530,0	1984	1984	2508,4	4152,1	877,30	2.994
Grodna Station	2956,7583	48,5	2010	2007	4152,1	4152,1	48,49	2.852
Hiefiau, Laufwerkstufe	13,7603	17,6	1954	1954	681	4152,1	107,10	2.677
Iskar River Cascade	1,0000	60,0	2008-2011	2007	4152,1	4152,1	60,00	2.400
Islaz	1,3705	91,2	2008-2009	2007	4152,1	4152,1	91,21	3.145
Itá Hydroelectric Power Plant	0,9240	1.515,2	2000	2000	3622	4152,1	1.736,90	1.198
Janjske Otoke	1,0000	50,0		2007	4152,1	4152,1	50,00	1.689
Kállvaci	1,0000	97,1		2007	4152,1	4152,1	97,10	1.079
Kapichira	1,1309	115,9	2000	2003	3836,6	4152,1	125,46	1.960
Karahjukar	87,6300	433,6	2006-2007	2007	4152,1	4152,1	433,64	628
Káradimo-Balkarien	1,0000	25,7	2009	2007	4152,1	4152,1	25,70	1.713
Kargi	1,0000	105,4		2007	4152,1	4152,1	105,40	1.076
Karkamis	0,9240	189,4	2000	2000	3622	4152,1	217,11	1.206
Kellerberg-Puch	1,0000	70,0	1986	1986	2632,4	4152,1	110,41	4.488
Kosinj	1,0000	77,8	2012	2007	4152,1	4152,1	77,79	3.536
Krcic	1,0000	30,0	2012	2007	4152,1	4152,1	30,00	3.817
Krippau	13,7603	19,9	1964	1964	899,3	4152,1	91,73	3.110
Krupa	1,0000	66,2		2007	4152,1	4152,1	66,20	1.379
Lambach	1,0000	50,0	1997	1997	3486,9	4152,1	59,54	4.253
Landl	13,7603	23,3	1966	1966	965	4152,1	100,25	4.010
Lower Arun	1,2102	397,8		1990	2881,6	4152,1	573,15	1.861
Lower Kihansi	1,0000	212,1	2001	2006	4064	4152,1	216,70	1.204
Melk	1,0000	420,0	1983	1983	2373,9	4152,1	734,61	3.928
Milunovici	1,0000	95,0		2007	4152,1	4152,1	95,00	2.568
Mostarsko Blato	1,0000	117,0	2009	2007	4152,1	4152,1	117,00	1.918
Nathpa Jhakri	1,2433	1.608,6	2004	2004	3915,7	4152,1	1.705,74	1.137
Ottensheim-Wilhering	13,7603	159,8	1974	1982	2297,2	4152,1	288,83	1.614
Paternion	1,0000	70,0	1988	1988	2720,8	4152,1	106,82	4.546
Podused	1,3705	122,3		2007	4152,1	4152,1	122,29	2.844
Polatsk	2956,7583	50,7	2010	2007	4152,1	4152,1	50,66	2.202
Ponte Brolla	1,5104	4,0	2000	2001	3718,3	4152,1	4,44	1.479

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 7

Kraftwerksname	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Gradec	3,5	4,5	6,5	7,0	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Greifenstein	2,8	3,6	5,2	5,6	[sB81]; [Ver08c]
Grodna Station					[Pla07a, S. 12]
Hiefiau, Laufwerkstufe	2,2	2,8	4,0	4,4	[Pra73]
Iskar River Cascade	2,3	3,0	4,3	4,7	[Pla08, S. 16]
Islaz	5,0	6,5	9,2	10,0	[Pla07a, S. 39]
Itú Hydroelectric Power Plant	1,6	2,1	3,0	3,3	[Pow08h]; [Ita97]
Jaujske Otoke	2,7	3,5	5,0	5,4	[Pla07a, S. 15]
Kalivaci	1,3	1,7	2,4	2,7	[Eur04, Appendix 8, S. 3-4]
Kapichira	1,6	2,1	2,9	3,2	[kfw07a]
Karahnjukar	0,5	0,7	1,0	1,1	[Pla07b, S. 23]; [Föy08b]
Karbadino-Balkanien					[Ene07a]
Kargi	1,2	1,5	2,1	2,3	[Pla08, S. 74]
Karkamis	1,8	2,4	3,4	3,7	[Pow08i], [Föy08a]
Kellerberg-Puch	6,3	8,2	11,6	12,7	[sB81]; [Ver08c]
Kosinj	3,7	4,7	6,7	7,3	[Eur04, Appendix 8, S. 15-16]
Krcic	4,4	5,7	8,2	8,9	[Eur04, Appendix 8, S. 15-16]
Krippau	3,3	4,3	6,0	6,6	[Pra73]
Krupa	2,0	2,6	3,7	4,1	[Eur04, Appendix 8, S. 8-9]
Lambach	4,5	5,8	8,2	9,0	[sB81]; [Alp08]
Landl	4,5	5,8	8,2	9,0	[Pra73]
Lower Arun	1,4	1,8	2,5	2,8	[Gov08a]
Lower Kihansi	1,3	1,6	2,3	2,6	[kfw07b]
Melk	3,4	4,4	6,3	6,9	[Düc]; [sB81]
Milunovici	3,3	4,2	6,0	6,5	[Eur04, Appendix 8, S. 24+25]
Mostarsko Blato	3,8	5,0	7,1	7,7	[Pla07a, S. 12]
Nat hpa Jhakri	1,4	1,8	2,5	2,8	[Pow08l]; [Föy08c]
Ottensheim-Wilhering	1,4	1,8	2,5	2,8	[Düc]
Paternion	6,2	8,0	11,3	12,4	[sB81]; [Ver08c]
Podsused	3,1	4,0	5,6	6,2	[Pla07a, S. 21]
Polatsk					[Pla07a, S. 12]
Ponte Brolla	2,2	2,9	4,1	4,4	[FBLW01, S. A-11]

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 8

Kraftwerksname	Land	Fluß	Art des Kraftwerkes	Angabe zu Art des Kraftwerkes gefunden
Pradella-Martina	Schweiz	Inn	Hochdruck-Laufkraftwerke	ja
Privatkraftwerk	Australien		Laufkraftwerk	ja
Raslovići	Montenegro	Moraca River	Laufkraftwerk	ja
Ruppoldingen	Schweiz	Aare	Niederdruck-Laufkraftwerk	ja
Salto Caxias	Brasilien	River Iguacu	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Skavica 2	Albanien	Drin River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Spielfeld	Österreich	Mur	Laufkraftwerk	ja
Srbinja	Bosnien-Herzegowina	Drina River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
St. Georgen	Österreich	Mur	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Stadtkraftwerk Leoben	Österreich	Mur	Schwellkraftwerk	ja
Tala	Bhutan	Wangchu River	Laufkraftwerk	ja
Three Gorges Dam	China	Yangtze River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Trinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	Österreich		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Tysa Cascade	Ukraine	Tysa River	5 Schwellkraftwerke	ja
Upper Arun	Nepal	Arun River	Schwellkraftwerk	ja
Upper Karnali	Nepal	Karnali River	Schwellkraftwerk	ja
Upper Trishuli 3A	Nepal	Trishuli River	Laufkraftwerk	ja
Urreiting	Österreich	Salzach	Laufkraftwerk	ja
Ustikolina	Bosnien-Herzegowina	Drina River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Villach	Österreich	Drau	Schwellkraftwerk	ja
Vranduk	Bosnien-Herzegowina	Bosna River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Vrbas Cascade	Bosnien-Herzegowina	Vrbas River	2 Laufkraftwerke	ja
Wallsee-Mitterkirchen	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	Deutschland		Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Werfen / Pfarrwerfen	Österreich	Salzach	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
White Water River Hydroelectric Stations	China	White Water River	3 Lauf- bzw. Schwellkraftwerke	nein
Xiaolangdi	China	Yellow River	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Ybbs-Persenbeug	Österreich	Donau	Laufkraftwerk	ja
Yuncan	Peru	Paucartambo and Huachon Rivers	Lauf- bzw. Schwellkraftwerk	nein
Zlatica	Montenegro	Moraca River	Laufkraftwerk	ja

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 9

Kraftwerksname	Status	installierte Leistung [MW]	Regel-arbeitsvermögen [GW]/a]	Vollast-stunden im Regeljahr [h/a]	Vollast-stunden pro Tag [h/d]	Gesamt-investitions-kosten [Mio]	Währung
Pradella-Martina	in Betrieb	80,0	290,00	3.625,0	9,9	465,0	SFR
Privatkraftwerk	in Betrieb	0,0				0,0	EUR
Raslovići	in Planung	37,0	160,00	4.324,3	11,8	91,0	EUR
Ruppoldingen	in Betrieb	19,5	114,00	5.846,2	16,0	220,0	SFR
Salto Caxias	in Betrieb	1.240,0	5.431,00	4.379,8	12,0	1.000,0	USD
Skavica 2	in Planung	350,0	1.100,00	3.142,9	8,6	600,0	EUR
Spielfeld	in Betrieb	13,0	67,00	5.153,8	14,1	30,0	EUR
Srbinja	in Planung	55,5	161,00	2.900,9	7,9	114,7	EUR
St. Georgen	in Betrieb	6,5	32,00	4.923,1	13,5	18,0	EUR
Stadtkraftwerk Leoben	in Betrieb	9,9	50,00	5.050,5	13,8	34,0	EUR
Tala	in Betrieb	1.020,0	4.865,00	4.769,6	13,1	40.000,0	BTN
Three Gorges Dam	in Bau	18.200,0	84.700,00	4.653,8	12,7	24.000,0	USD
Trinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	in Betrieb	0,0	0,25	8.333,3	22,8	0,7	EUR
Tysa Cascade	Vorgeschlagen	220,0	657,00	2.986,4	8,2	124,7	USD
Upper Arun	Machbarkeitsstudie	335,0	2.050,00	6.119,4	16,8	508,8	USD
Upper Karnali	Machbarkeitsstudie	300,0	1.915,00	6.383,3	17,5	454,3	USD
Upper Trishuli 3A	Machbarkeitsstudie	61,0	465,00	7.623,0	20,9	120,0	USD
Urreiting	in Betrieb	16,5	76,20	4.618,2	12,6	50,0	EUR
Ustikolina	in Planung	66,0	255,00	3.863,6	10,6	92,0	EUR
Villach	in Betrieb	24,6	100,00	4.065,0	11,1	80,0	EUR
Vranduk	in Planung	21,0	104,00	4.952,4	13,6	48,0	EUR
Vrbas Cascade	in Planung	86,0	327,00	3.802,3	10,4	165,0	EUR
Wallsee-Mitterkirchen	in Betrieb	210,0	1.320,00	6.285,7	17,2	2.898,3	ATS
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	in Betrieb	0,7	2,00	3.076,9	8,4	8,5	EUR
Werfen / Pfarrwerfen	in Bau	16,0	76,50	4.781,3	13,1	63,5	EUR
White Water River Hydroelectric Stations	in Bau	78,0	369,00	4.730,8	13,0	69,0	USD
Xiaolangdi	in Betrieb	1.836,0	5.100,00	2.777,8	7,6	4.500,0	USD
Ybbs-Persenbeug	in Betrieb	200,0	1.282,00	6.410,0	17,5	2.302,2	ATS
Yuncan	in Betrieb	130,0	901,00	6.930,8	19,0	262,0	USD
Zlatica	in Planung	37,0	190,00	5.135,1	14,1	105,0	EUR

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 10

Kraftwerksname	Umsrechnungs- kurs	Gesamt- investitionsk. Jahr Datenstand [Mio EUR]	Jahr der Inbetrieb- nahme	Jahr Daten- stand	VPI- Index Jahr Daten- stand	VPI Index 2007	Gesamt- investitions- kosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten- pro kW inst. L. [EUR/kW]
Pradella-Martina	1,5104	307,9	1993	2001	3718,3	4152,1	343,78	4.297
Privatkraftwerk	1,0000	0,0		1998	3519,1	4152,1	0,02	14.060
Raslovici	1,0000	91,0		2007	4152,1	4152,1	91,00	2.459
Ruppoldingen	1,5104	145,7	1991	2001	3718,3	4152,1	162,65	8.341
Salto Caxias	1,0668	937,4	1999	1999	3538,8	4152,1	1.099,84	887
Skavica 2	1,0000	600,0	2012	2007	4152,1	4152,1	600,00	1.714
Spielfeld	1,0000	30,0	1981	1981	2178,7	4152,1	57,17	4.398
Srbinje	1,0000	114,7		2007	4152,1	4152,1	114,70	2.067
St. Georgen	1,0000	18,0	1985	1985	2588,3	4152,1	28,88	4.442
Stadtkraftwerk Leoben	1,0000	34,0	2006	2006	4064	4152,1	34,74	3.509
Tala	57,1100	700,4	2006	2006	4064	4152,1	715,59	702
Three Gorges Dam	1,3705	17.511,9	2009	2007	4152,1	4152,1	17.511,86	962
Trinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	1,0000	0,7	2006	2006	4064	4152,1	0,66	22.136
Tysa Cascade	1,3705	91,0		2007	4152,1	4152,1	90,99	414
Upper Arun	1,1790	431,5		1991	2977,9	4152,1	601,71	1.796
Upper Karnali	1,1116	408,7		1998	3519,1	4152,1	482,21	1.607
Upper Trishuli 3A	1,2441	96,5		2005	4005,9	4152,1	99,98	1.639
Urreiting	1,0000	50,0	1986	1986	2632,4	4152,1	78,87	4.780
Ustikolina	1,0000	92,0		2007	4152,1	4152,1	92,00	1.394
Villach	1,0000	80,0	1984	1984	2508,4	4152,1	132,42	5.383
Vranduk	1,0000	48,0		2007	4152,1	4152,1	48,00	2.286
Vrbas Cascade	1,0000	165,0	2008	2007	4152,1	4152,1	165,00	1.919
Wallsee-Mitterkirchen	13,7603	210,6	1969	1982	2297,2	4152,1	380,70	1.813
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	1,0000	8,5	1993	1993	3210	4152,1	10,99	16.915
Werfen / Pfarrwerfen	1,0000	63,5	2009	2007	4152,1	4152,1	63,50	3.969
White Water River Hydroelectric Stations	1,3705	50,3	2007	2007	4152,1	4152,1	50,35	645
Xiaolangdi	0,9240	4.870,1	2000	2000	3622	4152,1	5.582,90	3.041
Ybbs-Persenbeug	13,7603	167,3	1959	1982	2297,2	4152,1	302,40	1.512
Yuncan	1,2441	210,6	2005	2005	4005,9	4152,1	218,28	1.679
Zlatica	1,0000	105,0		2007	4152,1	4152,1	105,00	2.838

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 11

Kraftwerksname	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Pradella-Martina	6,5	8,4	12,0	13,1	[FBLW01, S. A-11]
Privatkraftwerk					[Her98]
Raslovici	3,1	4,0	5,7	6,3	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]
Ruppoldingen	7,8	10,1	14,4	15,7	[FBLW01, S. A-11]
Salto Caxias	1,1	1,4	2,0	2,2	[Pow08m]
Skavica 2	3,0	3,9	5,5	6,0	[Pla07a, S. 11]
Spielfeld	4,7	6,1	8,6	9,4	[sB81]; [Ver08c]
Srbinje	3,9	5,1	7,2	7,8	[Eur04, Appendix 10, S. 6]
St. Georgen	4,9	6,4	9,1	9,9	[Gem07]
Stadtkraftwerk Leoben	3,8	4,9	7,0	7,7	[Ver08b]
Tala	0,8	1,0	1,5	1,6	[Pow08n]
Three Gorges Dam	1,1	1,5	2,1	2,3	[Pow08o]; [ABB08]
Trinkwasser-Kraftwerk-Kolbnitz	14,6	18,8	26,8	29,3	[Ver07]
Tysa Cascade	0,8	1,0	1,4	1,5	[Pla07a, S. 68]
Upper Arun	1,6	2,1	3,0	3,2	[Gov08a]
Upper Karnali	1,4	1,8	2,5	2,8	[Gov08a]
Upper Trishuli 3A	1,2	1,5	2,2	2,4	[Gov08b]
Urreiting	5,7	7,3	10,4	11,4	[sB81]; [Ver08c]
Ustikolina	2,0	2,6	3,6	4,0	[Pla07a, S. 14]
Villach	7,3	9,4	13,4	14,6	[sB81]; [Ver08c]
Vranduk	2,5	3,3	4,7	5,1	[Pla07a, S. 14]
Vrbas Cascade	2,8	3,6	5,1	5,6	[Pla07a, S. 12]
Wallsee-Mitterkirchen	1,6	2,0	2,9	3,2	[Düc]
Wasserkraftwerk "Am Brückenturm"	30,1	39,0	55,4	60,6	[Ene07b]
Werfen / Pfarrwerfen	4,5	5,9	8,4	9,1	[Sal08b]
White Water River Hydroelectric Stations	0,7	1,0	1,4	1,5	[Pow08q]
Xiaolangdi	6,0	7,8	11,0	12,1	[Pow08r]
Ybbs-Persenbeug	1,3	1,7	2,4	2,6	[Düc]
Yuncan	1,3	1,7	2,4	2,7	[Pow08s]
Zlatica	3,0	3,9	5,6	6,1	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]

Tabelle B.2.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Lauf- und Schwellkraftwerke Teil 12

Kraftwerksname	Land	Fluß	Art des Kraftwerkes	Angabe zu Art des Kraftwerkes gefunden
Andrijevo	Montenegro	Moraca River	Speicherkraftwerk	ja
Avce	Slowenien	Soca River	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Baixo Sabor, Northeast Portugal	Portugal		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Bistrica	Serbien		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Böckstein	Österreich		Speicherkraftwerk	ja
Bodendorf	Österreich	Mur	Speicherkraftwerk	ja
Boskov Most	Mazedonien	Mala Reka River	Speicherkraftwerk	ja
Budhi Gandaki	Nepal	Budhi Gandaki River	Speicherkraftwerk	ja
Chebren	Mazedonien	Crna River	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Dabar	Bosnien-Herzegowina	Trebinjica River	Speicherkraftwerk	nein
Dudh Koshi	Nepal	Dudh Koshi River	Speicherkraftwerk	ja
Ertan Hydropower Plant	China	Yalong River	Speicherkraftwerk	nein
Galliste	Mazedonien	Crna River	Speicherkraftwerk	ja
Gerhausen, Ulm	Deutschland		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Glavatičevo	Bosnien-Herzegowina	Neretva River	Speicherkraftwerk	nein
Glendoe, Loch Ness	United Kingdom		Speicherkraftwerk	ja
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	Bosnien-Herzegowina	Drina River	Speicherkraftwerk	ja
Hiefiau, Speicherstufe	Österreich	Enns	Speicherkraftwerk	ja
Ilisu	Türkei	Tigris	Speicherkraftwerk	ja
Illanz	Schweiz		Speicherkraftwerk	ja
Kali Gandaki 2	Nepal	Kali Gandaki River	Speicherkraftwerk	ja
Kanev	Ukraine	Dnieper	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant	Japan		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Kigi	Türkei	Peri River	Speicherkraftwerk	ja
Komarnica	Montenegro	Piva River	Speicherkraftwerk	ja
Konjic	Bosnien-Herzegowina	River Neretva	Speicherkraftwerk	nein
Kopswerk II	Österreich		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Kostanica	Montenegro	Tara River	Speicherkraftwerk	ja
LenGAEŠ	Russland		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Lesce	Kroatien	Dobra River	Speicherkraftwerk	nein

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 1

Kraftwerksname	Status	installierte- Leistung [MW]	Regel- arbeits- vermögen [GWh/a]	Vollast- stunden in Regeljahr [h/a]	Vollast- stunden pro Tag [h/d]	Gesamt- investitions- kosten [Mio]	Währung
Andrijevo	in Planung	127,4	327,00	2.566,7	7,0	240,0	EUR
Ayce	in Bau	178,0	426,00	2.393,3	6,6	82,0	EUR
Baixo Sabor, Northeast Portugal	in Bau	170,0	250,00	1.470,6	4,0	250,0	EUR
Bisrica	in Planung	680,0				816,0	EUR
Böckstein	in Betrieb	43,0	111,00	2.581,4	7,1	40,0	EUR
Bodendorf	in Betrieb	37,5	120,00	3.200,0	8,8	64,0	EUR
Boskov Most	in Planung	70,0	117,50	1.678,6	4,6	75,0	EUR
Budhi Gandaki	Machbarkeitsstudie	600,0	2.495,00	4.158,3	11,4	774,0	USD
Chebren	in Planung	333 (347 Pump)	840 (786 Pump)	2.522,5	6,9	338,4	EUR
Dabar	in Planung	160,0	303,00	1.893,8	5,2	171,7	EUR
Dudh Koshi	Machbarkeitsstudie	300,0	1.806,00	6.020,0	16,5	690,1	USD
Ertan Hydropower Plant	in Betrieb	3.300,0	3.900,00	1.181,8	3,2	3.400,0	USD
Galiste	in Planung	193,5	262,50	1.356,6	3,7	200,0	EUR
Gerhausen, Ulm	Vorgeschlagen	45,0	130,00	2.888,9	7,9	40,0	EUR
Glavaticevo	in Planung	172,0	295,00	1.715,1	4,7	180,0	EUR
Glendoe, Loch Ness	in Bau	100,0				126,0	GBP
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	in Planung	150,0	400,00	2.666,7	7,3	200,0	EUR
Hiefau, Speicherstufe	in Betrieb	23,0				114,1	ATS
Ilisu	in Bau	1.200,0	3.833,00	3.194,2	8,7	1.200,0	EUR
Illanz	in Betrieb	87,0	260,00	2.988,5	8,2	590,0	SFR
Kali Gandaki 2	Machbarkeitsstudie	660,0	3.470,00	5.257,6	14,4	772,0	USD
Kanev	Vorgeschlagen	1.000,0				334,0	USD
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant	in Betrieb	1.600,0				2.200,0	USD
Kigi	in Bau	140,0	450,00	3.214,3	8,8	444,0	USD
Komarnica	in Planung	168,0	202,00	1.202,4	3,3	157,0	EUR
Konjic	Zurückgestellt	121,7	288,80	2.373,0	6,5	130,0	EUR
Kopsverk II	in Bau	450 (450 Pump)				370,0	EUR
Kostanica	in Planung	552,0	1.254,00	2.271,7	6,2	317,0	USD
LenGAES	in Planung	1560 (1760 Pump)	2.340,00	1.500,0	4,1	150.000,0	RUB
Lesce	in Bau	42,0	98,00	2.333,3	6,4	60,0	EUR

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 2

Kraftwerksname	Umrechnungskurs	Gesamtinvestitionsk. Jahr Datenstand [Mio EUR]	Jahr der Inbetriebnahme	Jahr Datenstand	VPI-Index Jahr Datenstand	VPI Index 2007	Gesamtinvestitionskosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. L. [EUR/kW]
Andrijevo	1,0000	240,0		2007	4152,1	4152,1	240,00	1.884
Avce	1,0000	82,0	2008	2007	4152,1	4152,1	82,00	461
Baixo Sabor, Northeast Portugal	1,0000	250,0	2010-2011	2007	4152,1	4152,1	250,00	1.471
Bistrica	1,0000	816,0		2007	4152,1	4152,1	816,00	1.200
Böckstein	1,0000	40,0	1981	1981	2178,7	4152,1	76,23	1.773
Bodendorf	1,0000	64,0	1982	1982	2297,2	4152,1	115,68	3.085
Boskov Most	1,0000	75,0	2012	2007	4152,1	4152,1	75,00	1.071
Budhi Gandaki	0,7644	1.012,6		1983	2373,9	4152,1	1.771,03	2.952
Chebren	1,0000	338,4	2012-2013	2007	4152,1	4152,1	338,38	1.016
Dabar	1,0000	171,7		2007	4152,1	4152,1	171,70	1.073
Duch Koshi	1,1116	620,8		1998	3519,1	4152,1	732,50	2.442
Ertan Hydropower Plant	1,0668	3.187,1	1999	1999	3538,8	4152,1	3.739,45	1.133
Galiste	1,0000	200,0	2013	2007	4152,1	4152,1	200,00	1.034
Gerhausen, Ulm	1,0000	40,0	2010	2007	4152,1	4152,1	40,00	889
Glavaticvo	1,0000	180,0		2007	4152,1	4152,1	180,00	1.047
Glendoe, Loch Ness	0,6843	184,1	2008	2007	4152,1	4152,1	184,12	1.841
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	1,0000	200,0	1013-2014	2007	4152,1	4152,1	200,00	1.333
Hiefau, Speicherstufe	13,7603	8,3	1963	1963	866,2	4152,1	39,75	1.728
Ilisu	1,0000	1.200,0	2014-2015	2007	4152,1	4152,1	1.200,00	1.000
Illanz	1,5104	390,6	1992	2001	3718,3	4152,1	436,20	5.014
Kali Gandaki 2	0,6652	1.160,6		1985	2588,3	4152,1	1.861,88	2.821
Kanev	1,3705	243,7	2015-2020	2007	4152,1	4152,1	243,71	244
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant	0,8956	2.456,5	2001	2001	3718,3	4152,1	2.743,04	1.714
Kigi	1,3705	324,0	2009	2007	4152,1	4152,1	323,97	2.314
Komarica	1,0000	157,0		2007	4152,1	4152,1	157,00	935
Konjic	1,0000	130,0		2007	4152,1	4152,1	130,00	1.068
Kopswerk II	1,0000	370,0	2008	2007	4152,1	4152,1	370,00	822
Kostanica	1,3705	231,3		2007	4152,1	4152,1	231,30	419
LenGAES	35,0183	4.283,5	2014-2017	2007	4152,1	4152,1	4.283,47	2.746
Lesce	1,0000	60,0	2009	2007	4152,1	4152,1	60,00	1.429

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 3

Kraftwerksname	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Andrijevo	4,0	5,2	7,4	8,1	[Eur04, Appendix 8, S. 24-25]
Avce	1,1	1,4	1,9	2,1	[Pla08, S. 67]
Baixo Sabor, Northeast Portugal	5,5	7,1	10,1	11,0	[Pla07b, S. 32]
Bistrica					[Pla07a, S. 57]
Böckstein	3,8	4,9	6,9	7,6	[sB81]; [Sal08a]
Bodendorf	5,3	6,8	9,7	10,6	[Gem07]
Boskov Most	3,5	4,5	6,4	7,0	[Pla07a, S. 32]
Budhi Gandaki	3,9	5,0	7,2	7,8	[Gov08a]
Chebren	2,2	2,9	4,1	4,4	[Pla07a, S. 33]
Dabar	3,1	4,0	5,7	6,2	[Eur04, Appendix 10, S. 7]
Dudh Koshi	2,2	2,9	4,1	4,5	[Gov08a]
Ertan Hydropower Plant	5,3	6,8	9,7	10,6	[Pow08f]
Galiste	4,2	5,4	7,7	8,4	[Pla07a, S. 33]
Gerhausen, Ulm	1,7	2,2	3,1	3,4	[Pla07b, S. 18]
Glavaticevo	3,3	4,3	6,2	6,7	[Pla07a, S. 14]
Glendoe, Loch Ness					[Pla07b, S. 32]
Gornja Drina (vorher Buk Bijela)	2,7	3,5	5,0	5,5	[Pla08, S. 13]
Hiefiau, Speicherstufe					[Pra73]
Ilisu	1,7	2,2	3,2	3,4	[Pla07a, S. 63-64]
Illanz	9,2	11,9	16,9	18,5	[FBLW01, S. A-11]
Kali Gandaki 2	2,9	3,8	5,4	5,9	[Gov08a]
Kanev					[Pla08, S. 79]
Kazunogawa Hydroelectric Power Plant					[Pow08j]
Kigi	3,9	5,1	7,3	7,9	[Pla08, S. 71]
Komarnica	4,3	5,5	7,8	8,6	[Pla07a, S. 33]
Konjic	2,5	3,2	4,5	5,0	[Pla07a, S. 15]
Kopswerk II					[dEs07]
Kostanica	1,0	1,3	1,9	2,0	[Pla07a, S. 34]
LenGAES	10,0	13,0	18,5	20,2	[Pla08, S. 60]
Lesce	3,4	4,3	6,2	6,7	[Pla07a, S. 20]

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 4

Kraftwerksname	Land	Fluß	Art des Kraftwerkes	Angabe zu Art des Kraftwerkes gefunden
Limberg II, Salzburg	Österreich		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Ljutica	Montenegro	Tara River	Speicherkraftwerk	ja
Naßfeld	Österreich		Speicherkraftwerk	ja
Ombla	Kroatien	Ombla River Spring	Speicherkraftwerk	nein
Reisseck, Kärnten	Österreich		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Ribarici	Serbien	Ibar River	Speicherkraftwerk	ja
Sanetsch	Schweiz	Saane	Speicherkraftwerk	ja
Sarganserland	Schweiz		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Skocivir	Mazedonien	Crna River	Speicherkraftwerk	nein
Sv. Petka [Matka-2]	Mazedonien	Treska River	Speicherkraftwerk	ja
Svodje	Serbien		Speicherkraftwerk	ja
Tashlyk	Ukraine	Southern Buh River	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Tianhuangping	China	Xitiao River	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Trattenbach	Österreich	Trattenbach, Tortalbach	Speicherkraftwerk	ja
Tzankov Kamak	Bulgarien	Vacha River	Speicherkraftwerk	nein
Veles	Mazedonien	Vardar River	Speicherkraftwerk	ja
Vrhpolje/Caplje	Bosnien-Herzegowina	Sana River	2 Speicherkraftwerke	nein
Vrilo	Bosnien-Herzegowina	Suica River	Pumpspeicherkraftwerk	ja
Vrutci	Serbien	River Djetina	Speicherkraftwerk	nein
Zagorskaya GAES-2	Russland		Pumpspeicherkraftwerk	ja
Zhur	Kosovo		Speicherkraftwerk	nein

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 5

Kraftwerksname	Status	installierte- Leistung [MW]	Regel- arbeits- vermögen [GWh/a]	Vollst- stunden im Regeljahr [h/a]	Vollst- stunden pro Tag [h/d]	Gesamt- investitions- kosten [Mio]	Währung
Limberg II, Salzburg	in Bau	480,0				365,0	EUR
Ljutica	in Planung	250,0	528,00	2.112,0	5,8	231,2	EUR
Nakfeld	in Betrieb	29,0				40,0	EUR
Ombla	Vorgeschlagen	68,5	156,30	2.281,8	6,2	83,8	USD
Reisseck, Kärnten	Vorgeschlagen	350,0				215,0	EUR
Ribarici	in Planung	46,7	76,00	1.627,4	4,5	93,1	EUR
Sanetsch	in Betrieb	18,0	38,00	2.111,1	5,8	37,0	SFR
Sarganserland	in Betrieb	370,0	526,00	1.421,6	3,9	473,0	SFR
Skocivir	in Planung	46,0	108,00	2.347,8	6,4	50,0	EUR
Sv. Petka [Matka-2]	in Bau	36,4	63,00	1.730,8	4,7	41,0	EUR
Svodje	in Planung	48,0	65,00	1.354,2	3,7	73,7	EUR
Tashlyk	in Bau	906 (1494 Pump)				363,5	USD
Tianhuangping	in Betrieb	1.800,0	3.160,00	1.755,6	4,8	1.080,0	USD
Trattenbach	in Betrieb	5,0	16,54	3.328,0	9,1	6,9	EUR
Tzankov Kamak	in Bau	80,0	198,00	2.475,0	6,8	91,8	EUR
Veles	in Planung	93,0	300,60	3.232,3	8,8	251,1	EUR
Vrhpolje/Caplje	in Planung	92,0	215,00	2.337,0	6,4	157,0	EUR
Vrilo	in Planung	52,0	93,00	1.788,5	4,9	80,0	EUR
Vrutci	in Planung	31,8	42,20	1.327,0	3,6	49,4	EUR
Zagorskaya GAES-2	in Bau	840,0	1.100 (1.500 Pump)	1.309,5	3,6	30.000,0	RUB
Zhur	in Planung	293,0	398,00	1.358,4	3,7	172,9	EUR

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 6

Kraftwerksname	Umrechnungskurs	Gesamtinvestitionsk. Jahr Datenstand [Mio EUR]	Jahr der Inbetriebnahme	Jahr Datenstand	VPI-Index Jahr Datenstand	VPI Index 2007	Gesamtinvestitionskosten Stand 2007 [Mio EUR]	spez. Kosten pro kW inst. L. [EUR/kW]
Limberg II, Salzburg	1,0000	365,0	2011	2007	4152,1	4152,1	365,00	760
Ljutica	1,0000	231,2		2007	4152,1	4152,1	231,20	925
Nakfeld	1,0000	40,0	1984	1984	2508,4	4152,1	66,21	2.283
Omla	1,3705	61,2		2007	4152,1	4152,1	61,17	893
Reisseeck, Kärnten	1,0000	215,0	2014	2007	4152,1	4152,1	215,00	614
Ribarici	1,0000	93,1		2007	4152,1	4152,1	93,10	1.994
Sanetsch	2,3057	16,0	1965	1965	947,2	4152,1	70,34	3.908
Sarganserland	1,5104	313,2	1978	2001	3718,3	4152,1	349,70	945
Skocivir	1,0000	50,0		2007	4152,1	4152,1	50,00	1.087
Sv. Petka [Matka-2]	1,0000	41,0	2009	2007	4152,1	4152,1	41,00	1.126
Svodje	1,0000	73,7		2007	4152,1	4152,1	73,70	1.535
Tashlyk	1,3705	265,2	2006-2012	2007	4152,1	4152,1	265,23	293
Tianhuangping	0,8956	1.205,9	2001	2001	3718,3	4152,1	1.346,58	748
Trattenbach	1,0000	6,9	2005	2005	4005,9	4152,1	7,15	1.439
Tzankov Kamak	1,0000	91,8	2009	2007	4152,1	4152,1	91,79	1.147
Veles	1,0000	251,1		2007	4152,1	4152,1	251,13	2.700
Vrhpolje/Caplje	1,0000	157,0		2007	4152,1	4152,1	157,00	1.707
Vrilo	1,0000	80,0		2007	4152,1	4152,1	80,00	1.538
Vrutci	1,0000	49,4		2007	4152,1	4152,1	49,40	1.553
Zagorskaya GAES-2	35,0183	856,7	2010-2012	2007	4152,1	4152,1	856,69	1.020
Zhur	1,0000	172,9		2007	4152,1	4152,1	172,90	590

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 7

Kraftwerksname	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 5 % LD = 25 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 50 a	spez. K. [EUR Cent/ kWh] z = 10 % LD = 25 a	Quellen
Limberg II, Salzburg	2,4	3,1	4,4	4,8	[Pla07b, S. 10] [Eur04, Appendix 10, S. 10]
Ljutica					[sB81]
Nalsfeld					
Ombla	2,1	2,8	3,9	4,3	[Pla08, S. 22]; [Aus08]
Reisack, Kärnten					[Pla07b, S. 11]
Ribarci	6,7	8,7	12,4	13,5	[Pla07a, S. 57]; [Pub07]
Saretsch	10,1	13,1	18,7	20,4	[BKW07b]
Sarganserland	3,6	4,7	6,7	7,3	[FBLW01, S. A-11]
Skocivir	2,5	3,3	4,7	5,1	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Sv. Petka [Matka-2]	3,6	4,6	6,6	7,2	[Pla07a, S. 32]
Svodje	6,2	8,0	11,4	12,5	[Eur04, Appendix 8, S. 30]
Tashlyk					[Pla08, S. 78-79]
Tianhuangping	2,3	3,0	4,3	4,7	[Pow08p]; [WL05]
Trattenbach	2,4	3,1	4,4	4,8	[Sal05]
Tzankov Karmak	2,5	3,3	4,7	5,1	[Eur04, Appendix 8, S. 11]
Veles	4,6	5,9	8,4	9,2	[Eur04, Appendix 8, S. 18-20]
Vrhpolje/Caplje	4,0	5,2	7,4	8,0	[Pla07a, S. 14]
Vrilo	4,7	6,1	8,7	9,5	[Pla08, S. 12]
Vrutci	6,4	8,3	11,8	12,9	[Pla08, S. 64]
Zagorskaya GAES-2	4,3	5,5	7,9	8,6	[Pla07a, S. 51]
Zhur	2,4	3,1	4,4	4,8	[Eur04, Appendix 10, S. 11]

Tabelle B.3.: Ausführliche Darstellung der benötigten Daten für die Kategorie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke Teil 8