



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Energiewirtschaft

Bericht vom 16. Dezember 2022

---

# **Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien**

---

**Datum:** 16. Dezember 2022

**Ort:** Bern

**Auftraggeberin:** Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer/in:** IFBC AG, Zürich

**Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.**

## **Vorwort des BFE**

Die im vorliegenden Gutachten dargelegte Methodik zur Bestimmung der Kapitalkostensätze der Förderinstrumente für die Kleinwasserkraft, die Biomasse, die Photovoltaik, die Windenergie und die Geothermie sowie die darin genannten, effektiven Werte der einzelnen Parameter gelten nur zur Bestimmung der Kapitalkosten von Investitionen in diese Technologien im Rahmen dieser Förderinstrumente. Die Resultate des Gutachtens sowie die im Gutachten dargelegten Folgerungen können nicht in unveränderter Weise auf Kraftwerksprojekte ausserhalb der Förderinstrumente, auf Projekte anderer Erzeugungstechnologien oder weitere Investitionsprojekte der Schweizer Energiewirtschaft übertragen werden.

# Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien

**Gutachten**

Zürich, 16. Dezember 2022

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Abkürzungsverzeichnis .....	4
Zusammenfassung .....	6
Synthèse.....	9
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>12</b>
1.1 Ausgangslage.....	12
1.2 Zielsetzungen .....	13
1.3 Vorgehen.....	13
1.4 Informationsbasis.....	14
<b>2 Übersicht zur Kapitalkostenbestimmung im Rahmen der aktuellen Regulierung.....</b>	<b>15</b>
2.1 Grosswasserkraft als geeignete Referenz zur Risikobeurteilung.....	15
2.2 Angewandte Methodik zur Bestimmung des Kapitalkostensatzes .....	16
<b>3 Ermittlung der Beta-Werte .....</b>	<b>19</b>
3.1 Vorgehen zur Risikobeurteilung .....	19
3.2 Resultate der Risikobeurteilung.....	22
3.3 Überführung der Risikofaktoren in Beta-Werte .....	24
<b>4 Resultierende Kapitalkostensätze .....</b>	<b>26</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definition WACC-Parameter erneuerbare Energien .....	7
Illustration 2: Définition des paramètres WACC pour les énergies renouvelables .....	10
Abbildung 3: Methodik der Bestimmung des Kapitalkostensatzes bei der Grosswasserkraft .....	16
Abbildung 4: Definition bzw. Herleitung WACC-Parameter Grosswasserkraft .....	17
Abbildung 5: Beispielfrage zur Risikobeurteilung.....	21
Abbildung 6: Resultat der quantitativen Auswertung der Fragebögen .....	22
Abbildung 7: Resultat der Auswertung der Gesamtbeurteilungen .....	23
Abbildung 8: Überführung der Risikofaktoren in Beta-Werte .....	24
Abbildung 9: Beta-Werte nach Energiearten .....	25
Abbildung 10: Definierte WACC-Parameter und resultierende WACC per 31. Dezember 2021 .....	26

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
allg.	allgemein
ARA	Abwasserreinigungsanlage
BFE	Bundesamt für Energie
Bp	Basispunkte
bzw.	beziehungsweise
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CHF	Schweizer Franken
EnFV	Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien
EnG	Energiegesetz
EnV	Energieverordnung
EK	Eigenkapital
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FK	Fremdkapital
gem.	gemäss
GK	Gesamtkapital
HHKW	Holzheizkraftwerk
IFBC	IFBC AG
inkl.	inklusive
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
KW	Grosswasserkraft
PV	Photovoltaik
resp.	respektive

StromVG	Stromversorgungsgesetz
StromVV	Stromversorgungsverordnung
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
WACC	Weighted Average Cost of Capital (durchschnittlicher Kapitalkostensatz)

## Zusammenfassung

### Ausgangslage

Für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien existieren verschiedene Förderinstrumente. Es sind dies unter anderem Investitionsbeiträge, Marktprämien sowie Erkundungsbeiträge und Garantien. Für die Berechnung allfälliger Unterstützungsbeiträge kommen für die einzelnen Förderinstrumente jeweils energiespezifische Kapitalkostensätze zur Anwendung. Die anzuwendenden Kapitalkostensätze werden auf Basis des Weighted Average Cost of Capital (WACC) Konzepts ermittelt, was der internationalen Best Practice entspricht. Die Details für die Bestimmung der relevanten Kapitalkostensätze für die Förderinstrumenten sind in der Energieförderungsverordnung (EnFV) festgehalten.

### Neue Förderinstrumente für weitere erneuerbare Energien

Neben den bereits bestehenden Fördermassnahmen für Grosswasserkraft, Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie werden neu auch Instrumente in den Bereichen Windkraft sowie Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) etabliert. Für diese erneuerbaren Energien sind ebenfalls entsprechende Kapitalkostensätze zu bestimmen.

### WACC-Methodik

Das für die Fördermassnahmen für Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie im Jahr 2017 definierte WACC-Konzept mit nachhaltigen Werten und darauf ausgerichtetem Anpassungsmechanismus entspricht dem Konzept, das bereits im Rahmen der Kapitalkostenbestimmung für die Stromnetze und die Grosswasserkraft zur Anwendung kommt. Dabei werden die Parameter des nachhaltigen Eigenkapitalkostensatzes bei zweimaliger Über- oder Unterschreitung von definierten Grenzwerten innerhalb von zwei Jahre angepasst. Der Fremdkapitalkostensatz orientiert sich demgegenüber stärker an den aktuellen Gegebenheiten, weshalb eine Anpassung bereits bei einmaliger Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte erfolgt.

### Überprüfung der festgelegten Risikofaktoren für bestehende Förderinstrumente

Es stellt sich nun die Frage, ob die im Jahr 2017 definierten Risikofaktoren, im Rahmen der WACC-Berechnung ausgedrückt als sogenannter Beta-Werte, für die bestehenden Förderinstrumente nach wie vor angemessen sind. Im Anschluss an die Überprüfung der Beta-Faktoren werden die entsprechenden Kapitalkostensätze für die Energieerzeugungsarten Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie ermittelt.

Für die neuen Förderinstrumente bei den Energieerzeugungsarten Windkraft und Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) kommt die gleiche WACC-Methodik wie für die anderen erneuerbaren Energien zur Anwendung. Mit Ausnahme des Risikofaktors (Beta-Wert) können zudem sämtliche WACC-Parameter übernommen werden. Vor diesem Hintergrund sind die Beta-Werte für Windkraft und Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) neu festzulegen, damit die entsprechenden Kapitalkostensätze ermittelt werden können.

Die Beta-Werte werden mittels Risikobeurteilung in Relation zur Grosswasserkraft festgelegt

Für die relevanten Energieerzeugungsarten existieren keine börsenkotierten Vergleichsunternehmen, womit die Möglichkeit zur Beta-Bestimmung mittels Peer-Group-Unternehmen entfällt. Folglich werden die Beta-Werte auf Basis einer Risikobeurteilung eines Expertenpanels festgelegt. Die Beurteilung der insgesamt 17 Energieexpertinnen und Experten erfolgt dabei in Relation zur Grosswasserkraft.

Die Auswertungen der Expertenbeurteilungen zeigen für die Energieerzeugungsarten Kleinwasserkraft, Biomasse und alpine Photovoltaik-Grossanlagen ein der Grosswasserkraft entsprechendes Risiko. Das Risiko von Photovoltaik allgemein wird vergleichsweise geringer und diejenigen von Windkraft sowie Geothermie höher als dasjenige der Grosswasserkraft eingeschätzt. Dementsprechend wurden die individuellen unlevered Beta-Werte bestimmt.

Abbildung I zeigt summarisch die für die einzelnen Kapitalkostenparameter definierte Berechnungsweise sowie den per Ende 2021 resultierenden Werte. Wie bereits erwähnt, entsprechen mit Ausnahme des unlevered Beta alle Definitionen und Werte denjenigen beim WACC für die Grosswasserkraft.

Definition der Parameter und Werte per Ende 2021

**Abbildung I: Definition WACC-Parameter erneuerbare Energien**

Parameter	Definition	Per Ende 2021 angewandte Werte
<b>Risikoloser Zinssatz (Eigenkapitalkostensatz)</b>	Durchschnittliche Jahresrendite (12 Monatsrenditen) des Vorjahres von Schweizer Bundesobligationen mit einer Restlaufzeit von 10 Jahren. Der Mindestwert beträgt dabei 2.5%.	<b>2.50%</b>
<b>Marktrisikoprämie</b>	Einfacher Durchschnitt zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel der Differenz zwischen der Aktienmarktrendite und der Rendite einer risikolosen Anlage.	<b>5.00%</b>
<b>Beta Unlevered</b>	Beta-Bestimmung mittels Risikobeurteilung eines Expertenpanels (relativ zur Grosswasserkraft). Einmalige Festlegung ohne jährlichen Anpassungsmechanismus.	Kleinwasserkraft: <b>0.60</b> Biomasse: <b>0.60</b> Windkraft: <b>0.65</b> Photovoltaik (allg.): <b>0.45</b> Photovoltaik (alpin): <b>0.60</b> Geothermie: <b>0.70</b>

Parameter	Definition	Per Ende 2021 angewandte Werte
<b>Steuersatz</b>	Ermittlung des Kapitalkostensatzes ohne Steueradjustierung. Steuersatz für das Relevering des Unlevered Beta-Werts von 18.0%. Einmalige Festlegung ohne jährlichen Anpassungsmechanismus.	<b>18.00%</b>
<b>Risikoloser Zinssatz (Fremdkapitalkostensatz)</b>	Durchschnittliche Jahresrendite (12 Monatsrenditen) des Vorjahres von Schweizer Bundesobligationen mit einer Restlaufzeit von 5 Jahren. Der Mindestwert beträgt dabei 0.5%.	<b>0.50%</b>
<b>Credit Spread (inkl. Beschaffungs- und Emissionskosten)</b>	Differenz zwischen der durchschnittlichen Verzinsung von Schweizer Unternehmensanleihen der Ratingkategorien BBB sowie A und der durchschnittlichen Verzinsung Schweizer Staatsanleihen, zuzüglich eines Zuschlags für Emissions- und Beschaffungskosten von 50 Basispunkten.	<b>150 Bp</b>
<b>Kapitalstruktur</b>	Marktwertige Kapitalstruktur von 50% Eigenkapital und 50% Fremdkapital. Einmalige Festlegung ohne jährlichen Anpassungsmechanismus.	<b>50% / 50%</b>

WACC per Ende 2021:  
 Kleinwasserkraft: 4.98%,  
 Biomasse: 4.98%,  
 Windkraft: 5.21%  
 Photovoltaik (allg.): 4.30%  
 Photovoltaik (alpin): 4.98%  
 Geothermie: 5.44%

Die in der vorliegenden Studie definierte Kapitalkostenmethodik garantiert durch die Berücksichtigung der energiespezifischen Risiken sowie der nachhaltigen und aktuellen Marktbedingungen eine markt- und risikogerechte Ermittlung der WACC-Werte für die Fördermassnahmen der Energieerzeugungsarten Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) sowie Geothermie.

Per Ende 2021 ergibt sich für die **Kleinwasserkraft, Biomasse und alpine Photovoltaik-Grossanlagen** ein WACC in Höhe von **4.98%**. Für **Photovoltaik allgemein** beträgt der WACC **4.30%**, für **Windkraft 5.21%** und für **Geothermie 5.44%**.

# Synthèse

## Contexte

Il existe différents instruments d'encouragement pour la production d'électricité issue d'énergies renouvelables, dont les contributions d'investissement, les primes de marché, les contributions à la recherche de ressources géothermiques ou les garanties. Pour calculer la contribution découlant d'un instrument d'encouragement, quel qu'il soit, on se fonde sur le coût moyen pondéré du capital (Weighted Average Cost of Capital, WACC) correspondant au type d'énergie concernée. Le WACC à appliquer est déterminé sur la base du concept de calcul du WACC (concept WACC), qui correspond aux bonnes pratiques internationales. L'ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (OEnER) règle les détails permettant de déterminer le coût moyen pondéré du capital pertinent en fonction de l'instrument d'encouragement.

## Nouveaux instruments d'encouragement pour d'autres énergies renouvelables

Outre les mesures d'encouragement existantes pour la grande et la petite hydraulique, la biomasse et la géothermie, de nouveaux instruments sont introduits dans les domaines de l'énergie éolienne et du photovoltaïque (général et alpin). Par conséquent, il faut également fixer les WACC relatifs à ces énergies renouvelables.

## Méthode WACC

Le concept WACC défini en 2017 pour les mesures d'encouragement de la petite hydraulique, de la biomasse et de la géothermie, qui comporte des valeurs à long terme sur lesquelles se fonde un mécanisme d'ajustement, correspond au concept déjà utilisé pour déterminer les coûts du capital pour les réseaux électriques et la grande hydraulique. Selon ce concept, les paramètres du taux de rendement des fonds propres à long terme font l'objet d'un ajustement si la valeur limite définie est dépassée, vers le haut ou vers le bas, pendant deux années consécutives. Le taux de rendement des fonds étrangers est quant à lui plus axé sur les conditions du moment, c'est pourquoi il fait l'objet d'un ajustement dès le premier dépassement, vers le haut ou vers le bas, de la valeur limite.

## Examen des facteurs de risque définis pour les instruments d'encouragement existants

Il importe à présent de savoir si les facteurs de risque définis en 2017, exprimés en tant que valeurs bêta dans le cadre du calcul du WACC, sont toujours adaptés aux instruments d'encouragement existants. Avant de calculer les WACC relatifs à la petite hydraulique, à la biomasse et à la géothermie, il faut donc examiner les facteurs bêtas pertinents.

Pour les nouveaux instruments d'encouragement de l'énergie éolienne et du photovoltaïque (général et alpin), on utilise la même méthode de calcul du WACC que pour les autres énergies renouvelables. En outre, à l'exception du facteur de risque (valeur bêta), il est possible de reprendre tous les paramètres du WACC. Les valeurs bêta concernant l'énergie éolienne et le photovoltaïque (général et alpin) doivent donc être définies spécifiquement pour permettre de calculer les WACC correspondants.

Valeurs bêta déterminées sur la base de l'évaluation des risques liés à la grande hydraulique

Il n'existe pas d'entreprise de référence cotée en bourse pour les technologies de production énergétique concernées, il n'est donc pas possible de déterminer les valeurs bêta à l'aide d'un groupe d'entreprises comparables (peer group). Par conséquent, ces valeurs sont définies sur la base d'une évaluation des risques menée par un groupe d'experts. Cette évaluation, réalisée par 17 experts en énergie, se fonde toutefois sur la grande hydraulique.

Ainsi, les risques concernant la petite hydraulique, la biomasse et les grandes installations photovoltaïques alpines évalués par ces experts correspondent à ceux de la grande hydraulique. Pour le photovoltaïque général, les risques évalués sont comparativement plus faibles que pour la grande hydraulique alors que pour l'énergie éolienne et la géothermie, ils sont comparativement plus élevés. Les valeurs bêta unlevered spécifiques ont alors été définies sur cette base.

L'illustration 2 résume la méthode de calcul établie pour les différents paramètres des coûts du capital et les valeurs qui en résultent à la fin de l'année 2021. Comme évoqué plus haut, à l'exception des valeurs bêta unlevered, toutes les définitions et les valeurs correspondent à celles du WACC de la grande hydraulique.

Définition des paramètres et des valeurs à la fin de l'année 2021

#### Illustration 2: Définition des paramètres WACC pour les énergies renouvelables

Paramètres	Définitions	Valeurs appliquées fin 2021
<b>Taux d'intérêt sans risque (taux de rendement des fonds propres)</b>	Rendement annuel moyen (12 rendements mensuels) de l'année précédente pour les obligations de la Confédération suisse d'une durée résiduelle de 10 ans. La valeur minimale est de 2,5%.	<b>2,50%</b>
<b>Prime de risque de marché</b>	Moyenne simple entre les moyennes arithmétique et géométrique de la différence entre le rendement du marché des actions et le rendement d'un placement sans risque.	<b>5,00%</b>
<b>Bêta unlevered</b>	Définition des valeurs bêta à l'aide d'une évaluation des risques menée par un groupe d'experts (par rapport à la grande hydraulique). Valeur déterminée une seule fois, sans mécanisme d'ajustement annuel.	Petite hydraulique: <b>0,60</b> Biomasse: <b>0,60</b> Éolien: <b>0,65</b> Photovoltaïque (gén.): <b>0,45</b> Photovoltaïque (alpin): <b>0,60</b> Géothermie: <b>0,70</b>

Paramètres	Définitions	Valeurs appliquées fin 2021
Taux d'imposition	Calcul du WACC sans ajustement fiscal. Taux d'imposition pour le relevering de la valeur bêta unlevered de 18,0%. Valeur déterminée une seule fois, sans mécanisme d'ajustement annuel.	18,00%
Taux d'intérêt sans risque (taux de rendement des fonds étrangers)	Rendement annuel moyen (12 rendements mensuels) de l'année précédente pour les obligations de la Confédération suisse d'une durée résiduelle de 5 ans. La valeur minimale est de 0,5%.	0,50%
Écart de crédit (credit spread) (dont frais d'émission et frais d'acquisition)	Différence entre les intérêts moyens des emprunts des entreprises suisses des catégories de notation BBB et A et les intérêts moyens des emprunts de l'État suisse, plus un supplément de 50 points de base pour les frais d'émission et frais d'acquisition.	150 points de base
Structure du capital	Structure du capital relatif aux valeurs de marché composée de 50% de fonds propres et 50% de capitaux étrangers. Valeur déterminée une seule fois, sans mécanisme d'ajustement annuel.	50% / 50%

WACC fin 2021:  
 Petite hydraulique: 4,98%,  
 Biomasse: 4,98%  
 Énergie éolienne: 5,21%  
 Photovoltaïque (gén.): 4,30%  
 Grandes installations photovoltaïques (alpines): 4,98%  
 Géothermie: 5,44

La méthode WACC définie dans la présente étude assure la prise en compte des risques spécifiques au type d'énergie concerné de même que des conditions du marché du moment et à long terme, ce qui garantit un calcul des valeurs du WACC conforme au marché et aux risques pour les mesures d'encouragement visant la petite hydraulique, la biomasse, l'énergie éolienne, le photovoltaïque (général et alpin) et la géothermie.

Fin 2021, le WACC correspondant à la **petite hydraulique, à la biomasse et aux grandes installations photovoltaïques alpines** s'élève à **4,98%**. Il est de **4,30%** pour le **photovoltaïque général**, **5,21%** pour l'**énergie éolienne** et **5,44%** pour la **géothermie**.

# I Einleitung

## I.1 Ausgangslage

Verschiedene Förderinstrumente für erneuerbare Energien

Es existieren verschiedene Förderinstrumente für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien. Dazu zählen unter anderem Investitionsbeiträge für Wasserkraft-, Biomasse- und Photovoltaikanlagen<sup>1</sup>. Förderinstrumente sollen neu auch für Windenergie- und Geothermieanlagen zur Anwendung kommen.<sup>2</sup> Daneben bestehen die Marktprämie für die Grosswasserkraft<sup>3</sup> sowie Erkundungsbeiträge und Garantien für Geothermie-Projekte.<sup>4</sup>

Einsatz von Kapitalkostensätzen im Rahmen der Förderinstrumente

Für einzelne Förderinstrumente und die Berechnung möglicher Unterstützungsbeiträge kommt jeweils ein energie-spezifischer Kapitalkostensatz (Weighted Average Cost of Capital, WACC) zur Anwendung. Die Methodik zur Berechnung der jeweiligen Kapitalkostensätze für erneuerbare Energien im Rahmen der Förderinstrumente ist in der Energieförderungsverordnung (EnFV) beschrieben. Die Ermittlung der Kapitalkostensätze orientiert sich gemäss EnFV im Grundsatz an der Kapitalkostenbestimmung für die Grosswasserkraft, welche sich wiederum an der für die Stromnetze definierten und gesetzlich geregelten Methodik ausrichtet.

Etablierte Methodik zur Bestimmung der Kapitalkostensätze

Die konkrete Definition der einzelnen Kapitalkosten-Parameter für die Förderinstrumente zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wurde von der IFBC AG («IFBC») im Gutachten «Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie» vom 20. Dezember 2017 festgelegt. Es wurde festgehalten, dass die Methode zur Kapitalkostenbestimmung für die Grosswasserkraft auch bei den weiteren Fördersystemen für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien geeignet ist. Anhang 3 der EnFV hält die entsprechenden Bestimmungen fest.

Bestimmung der Beta-Werte und der Kapitalkostensätze

Die IFBC wurde vom Bundesamt für Energie («BFE») damit beauftragt, die für die Förderinstrumente Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie definierten Beta-Werte als Mass für das Risiko zu überprüfen und allenfalls anzupassen sowie die Kapitalkostensätze zu bestimmen. Zudem sollen neu auch für die Förderinstrumente für Windkraft und Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) Kapitalkostensätze bestimmt werden. Diese

---

<sup>1</sup> Geregelt in der Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien (EnFV).

<sup>2</sup> Vgl. Vernehmlassung zur Anpassung der Förderinstrumente für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien vom 30. März 2022.

<sup>3</sup> Geregelt in der EnFV.

<sup>4</sup> Geregelt im Energiegesetz (EnG).

werden basierend auf derselben Methodik wie bei den anderen erneuerbaren Energien festgelegt. Die dazu notwendigen Beta-Werte gilt es neu zu definieren.

## 1.2 Zielsetzungen

Drei übergeordnete Zielsetzungen

Basierend auf der oben beschriebenen Ausgangslage ergeben sich für das vorliegende Gutachten zu den Kapitalkostensätzen bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft<sup>5</sup>, Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) und Geothermie folgende Zielsetzungen:

1. Aktualisierung der Risikofaktoren (Beta-Werte) für die bestehenden Kapitalkostensätze für Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie.
2. Bestimmung der Risikofaktoren (Beta-Werte) für die erstmalige Berechnung der Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für Windkraft und Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin).
3. Ermittlung der Kapitalkostensätze per Ende 2021 (Stichtag 31. Dezember 2021) für die Fördermassnahmen zur Produktion von Strom aus Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) und Geothermie basierend auf der gesetzlich vorgegebenen Methode für die Grosswasserkraft.

Die Ergebnisse werden im Rahmen dieses Gutachtens festgehalten.

## 1.3 Vorgehen

In Kapitel 2 erfolgt eine Übersicht zu der im Rahmen der Regulierung im Energiebereich aktuell angewandten Methodik zur Kapitalkostenbestimmung für die bestehenden Fördersysteme bei Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie. Die im EnFV festgehaltene und in der Praxis etablierte Methodik soll neu auch für die Windkraft und Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) zur Anwendung kommen.

---

<sup>5</sup> Bezieht sich auf Windkraftanlagen an Land (on shore).

Die Definition und Herleitung des Risikofaktors (Beta-Wert) für die einzelnen Energieerzeugungsarten ist Gegenstand von Kapitel 3. Schliesslich werden in Kapitel 4 die Kapitalkostensätze für die Fördersysteme der erneuerbaren Energiearten per Ende 2021 (Stichtag 31. Dezember 2021<sup>6</sup>) bestimmt.

## I.4 Informationsbasis

Zur Aktualisierung bzw. Neuermittlung der Kapitalkostensätze für die Energiearten Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik und Geothermie standen u.a. folgende Unterlagen zur Verfügung:

### Gesetze und Verordnungen

#### Gesetze und Verordnungen

- Bundesgesetz über die Stromversorgung, StromVG (vom 23. März 2007, Stand am 1. Juni 2021)
- Stromversorgungsverordnung, StromVV (vom 14. März 2008, Stand am 1. Oktober 2022)
- Energiegesetz, EnG (vom 30. September 2016, Stand am 1. Oktober 2022)
- Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien: Energieförderungsverordnung, EnFV (vom 1. November 2017, Stand am 1. April 2022)
- Energieverordnung, EnV (vom 1. November 2017, Stand am 1. Januar 2022)

### Gutachten

#### Gutachten

- Risikogerechte Entschädigung für Netzbetreiber im schweizerischen Elektrizitätsmarkt, 24. Juli 2012, IFBC
- Risikogerechte Entschädigung für Schweizer Stromnetzbetreiber, Review des bestehenden Kapitalkostenkonzepts, 28. August 2015, IFBC
- Kapitalkostensätze der Fördermassnahmen für die Grosswasserkraft, 6. März 2017, IFBC
- Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie, 20. Dezember 2017, IFBC

---

<sup>6</sup> Die Vorgehensweise zur Bestimmung der Kapitalkostensätze für die drei Energiearten Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie wurden im Rahmen des Gutachtens 2017 analog zur Bestimmung des Kapitalkostensatzes bei der Grosswasserkraft gemäss Gutachten vom 6. März 2017 per Ende 2016 festgelegt. Die jeweiligen Kapitalkostensätze werden seither jeweils per Ende Jahr bestimmt und kommen für die jeweiligen Fördermassnahmen zur Anwendung. Im Rahmen dieses Gutachtens werden die Auswirkungen auf die Kapitalkostensätze aufgrund allfälliger Anpassungen der Beta-Werte per Ende 2021 ausgewiesen. Ebenso werden die Werte für die Kapitalkostensätze für die Energiearten Windkraft und Photovoltaik anhand der identischen Methode erstmalig bestimmt.

## 2 Übersicht zur Kapitalkostenbestimmung im Rahmen der aktuellen Regulierung

### 2.1 Grosswasserkraft als geeignete Referenz zur Risikobeurteilung

Anwendung des WACC beim Netz, bei der Grosswasserkraft sowie bei Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie

Wie bereits in Abschnitt 1.1 ausgeführt, bestehen in Bezug auf die im Rahmen der Regulierung im Strombereich anzuwendende Kapitalkostensätze bereits Vorgaben für Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber, für Grosswasserkraftanlagen sowie für Kleinwasserkraft-, Biomasse- und Geothermieanlagen. Bei den Netzbetreibern dient der WACC dazu, die Kosten für die Verzinsung der betriebsnotwendigen Vermögenswerte als Kostenkomponente der Netznutzungsentgelte zu bestimmen. Bei der Grosswasserkraft ist der WACC zum einen notwendig, um die Gestehungskosten für die Anwendung der Marktprämie zu bestimmen. Zum anderen kommt er im Rahmen der Net Present Value Berechnung für die Ermittlung eines allfälligen Investitionsbeitrags zur Anwendung. Letzteres gilt bereits analog für Kleinwasserkraft und Biomasse und soll neu auch für Geothermie, Windkraft und Photovoltaik zur Anwendung kommen. Bei der Geothermie ist der WACC zudem für die Bestimmung allfälliger Garantien zur Risikoabsicherung von Investitionen relevant.

Gleiche Methodik bei Netz und Grosswasserkraft

Der WACC für die erneuerbaren Energien basiert auf derselben Methodik, die für den WACC für das Übertragungs- und Verteilnetz definiert wurde. Bei der Bestimmung einzelner WACC-Parameter gibt es allerdings teilweise Unterschiede. So wurde beim WACC für die Grosswasserkraft dem erhöhten Risiko im Vergleich zum Netzbereich Rechnung getragen, indem ein anderer Beta-Wert, ein höherer Bonitäts-Spread und eine angepasste Kapitalstruktur zur Anwendung kommen.

Grosswasserkraft als geeignete Referenz aufgrund der Ähnlichkeit zu anderen erneuerbaren Energien

Für Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie wurde festgelegt, dass die Methodik bzw. die Bestimmung der einzelnen Parameter analog zum Vorgehen bei der Grosswasserkraft erfolgen soll. Für die Neubestimmung des WACC der zusätzlichen Energieerzeugungsarten Windkraft und Photovoltaik (allgemein und alpin) ist ebenfalls auf die gleiche Methodik abzustellen. Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend in Abschnitt 2.2 sowohl die Methodik als auch die Bestimmung der einzelnen WACC-Parameter bei der Grosswasserkraft beschrieben.

Unterscheidung des Risikos durch separate Bestimmung der Beta-Werte

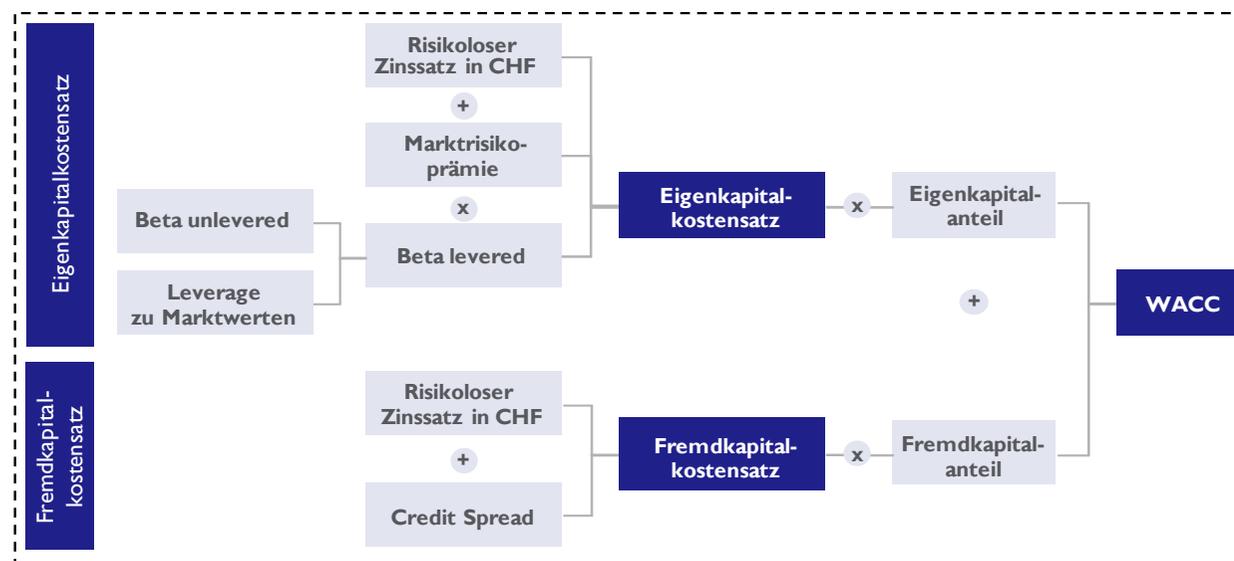
Im Rahmen des Gutachtens vom 20. Dezember 2017 zeigte sich die Notwendigkeit zur Unterscheidung der jeweiligen Risiken nach Energieerzeugungsart, und somit der separaten Bestimmung der jeweiligen Beta-Werte. Für den Bonitäts-Spread sowie die Kapitalstruktur erwies sich eine Unterscheidung nach Stromerzeugungsart als nicht notwendig, insbesondere weil die entsprechenden Anlagen oft von den gleichen Unternehmen betrieben werden.

## 2.2 Angewandte Methodik zur Bestimmung des Kapitalkostensatzes

Grundlegende Methodik der WACC-Bestimmung

Der risikogerechte Kapitalkostensatz setzt sich aus den beiden Grundkomponenten Eigen- und Fremdkapitalkostensatz zusammen. Durch Gewichtung dieser beiden Komponenten mit der marktwertigen Kapitalstruktur resultiert der WACC. Aufgrund der unterschiedlichen Perspektiven von Fremd- und Eigenkapitalgebern sind die beiden Kapitalkostensätze konzeptionell getrennt zu betrachten. Abbildung 3 zeigt die grundlegende Methodik der WACC-Bestimmung, wie sie bei der Grosswasserkraft und auch bei den anderen erneuerbaren Energien zur Anwendung kommt.<sup>7</sup>

Abbildung 3: Methodik der Bestimmung des Kapitalkostensatzes bei der Grosswasserkraft



<sup>7</sup> Basierend auf der gleichen Methodik werden auch die Kapitalkostensätze der Netzbetreiber ermittelt.

Eigenkapitalkostensatz

Für die Definition des Eigenkapitalkostensatzes wird auf das in Theorie und Praxis anerkannte Capital Asset Pricing Model («CAPM») abgestellt. Weil Eigenkapitalgeber in der Regel langfristig orientierte Renditeerwartungen haben, weist der Eigenkapitalkostensatz eine hohe Stabilität auf und basiert entsprechend auf nachhaltig ermittelten Parametern.

Fremdkapitalkostensatz

Der Fremdkapitalkostensatz wird bei der Grosswasserkraft mittels des sogenannten Spread-Ansatzes ermittelt. Bei dessen Bestimmung wird die Aktualität im Vergleich zum Eigenkapitalkostensatz höher gewichtet, um eine möglichst gute Annäherung an die effektiven Kosten für das Fremdkapital zu erreichen.

Grenzwertkonzept bringt die gewünschte Stabilität

Um die Planungssicherheit für die Realisierung von Investitionen zu erhöhen und unnötige Schwankungen des periodisch zu bestimmenden Kapitalkostensatzes zu vermeiden, wurden für die einzelnen Parameter Grenzwerte definiert. Der auf Stabilität ausgerichtete Eigenkapitalkostensatz wird nur dann angepasst, wenn die ermittelten Werte den definierten Grenzwert zwei Mal hintereinander über- bzw. unterschreiten. Beim aktualitätsorientierten Fremdkapitalkostensatz erfolgt eine Anpassung bereits bei einmaliger Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte. Abbildung 4 zeigt die einzelnen WACC-Parameter und deren Definition bzw. Herleitung gemäss den gesetzlichen Bestimmungen für die Grosswasserkraft. Es wird jeweils der per Ende 2021 ermittelte Wert der einzelnen Parameter aufgeführt.

WACC-Parameter  
Grosswasserkraft

**Abbildung 4: Definition bzw. Herleitung WACC-Parameter Grosswasserkraft**

Parameter	Definition	Per Ende 2021 angewandter Wert
<b>Risikoloser Zinssatz (Eigenkapitalkostensatz)</b>	Durchschnittliche Jahresrendite (12 Monatsrenditen) des Vorjahres von Schweizer Bundesobligationen mit einer Restlaufzeit von 10 Jahren. Der Mindestwert beträgt dabei 2.5%.	<b>2.50%</b>
<b>Marktrisikoprämie</b>	Einfacher Durchschnitt zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel der Differenz zwischen der Aktienmarktrendite und der Rendite einer risikolosen Anlage.	<b>5.00%</b>
<b>Beta Unlevered</b>	Beta-Berechnung mittels zwei Peer Groups mit europäischen Wasserkraftproduzenten bzw. EVU (wöchentliches Beta über zwei Jahre, falls Werte nicht ausreichend signifikant erfolgt eine andere Bestimmung). Überprüfung des Beta-Werts auf jährlicher Basis.	<b>0.60</b>

Parameter	Definition	Per Ende 2021 angewandter Wert
<b>Steuersatz</b>	Ermittlung des Kapitalkostensatzes ohne Steueradjustierung. Steuersatz für das Relevering des Unlevered Betas von 18.0%. Einmalige Festlegung ohne jährlichen Anpassungsmechanismus.	<b>18.00%</b>
<b>Risikoloser Zinssatz (Fremdkapitalkostensatz)</b>	Durchschnittliche Jahresrendite (12 Monatsrenditen) des Vorjahres von Schweizer Bundesobligationen mit einer Restlaufzeit von 5 Jahren. Der Mindestwert beträgt dabei 0.5%.	<b>0.50%</b>
<b>Credit Spread (inkl. Beschaffungs- und Emissionskosten)</b>	Differenz zwischen der durchschnittlichen Verzinsung von Schweizer Unternehmensanleihen der Ratingkategorien BBB sowie A und der durchschnittlichen Verzinsung Schweizer Staatsanleihen, zuzüglich eines Zuschlags für Emissions- und Beschaffungskosten von 50 Basispunkten.	<b>1.50%</b>
<b>Kapitalstruktur</b>	Marktwertige Kapitalstruktur von 50% Eigenkapital und 50% Fremdkapital. Einmalige Festlegung ohne jährlichen Anpassungsmechanismus.	<b>50% / 50%</b>

### 3 Ermittlung der Beta-Werte

Wie in Abschnitt 2.1 festgehalten, wurde im Gutachten vom 20. Dezember 2017 aufgezeigt, dass einzig für den Risikofaktor, den Beta-Wert, eine Unterscheidung bei den einzelnen erneuerbaren Stromerzeugungsarten notwendig ist. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde das Vorgehen zur Ermittlung der Beta-Werte erarbeitet. Für die notwendige Aktualisierung der definierten Beta-Werte sowie deren zusätzliche Ermittlung für Windkraft und Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) werden nachfolgend das gewählte Vorgehen sowie die Ergebnisse aufgezeigt.<sup>8</sup>

#### 3.1 Vorgehen zur Risikobeurteilung

Ermittlung der Beta-Werte  
in der Praxis

Gemäss dem CAPM wird das systematische, nicht diversifizierbare Risiko einer Aktie anhand des «Beta-Werts» ermittelt. Der Beta-Wert ist eine statistische Grösse, die den Zusammenhang zwischen dem Renditeverlauf einer Aktie und der Renditeentwicklung des Aktienmarktes widerspiegelt. Die Herleitung des Beta-Werts erfolgt über eine lineare Regression. In der Praxis wird in der Regel eine Peer Group gebildet und auf dem durchschnittlich resultierenden Beta-Wert aller Vergleichsunternehmen abgestützt. Als Vergleichsunternehmen kommen nur Unternehmen in Frage, die an einer Börse kotiert und gehandelt werden und über ein ähnliches Geschäftsrisiko wie das im Fokus stehende Unternehmen aufweisen. Deshalb sollten die Unternehmen der Peer Group im gleichen Industriesektor tätig sein und über ein ähnliches Geschäftsmodell verfügen.

Herleitung des Beta-Werts  
anhand einer  
Expertenbefragung

Für die Energiearten Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) und Geothermie sind keine geeigneten börsenkotierten Unternehmen vorhanden. Damit ist eine klassische Herleitung des Beta-Werts anhand von Vergleichsunternehmen für diese Energiearten nicht möglich. Folglich ist der Beta-Wert anhand einer alternativen Methodik zu bestimmen. Dazu bietet sich eine Risikobeurteilung durch Expertinnen und Experten an. Anhand dieser Beurteilung erfolgt eine Spezifizierung des jeweiligen Risikos über verschiedene Fragen zu unterschiedlichen Risikobereichen. Das auf diese Weise ermittelte durchschnittliche Gesamtrisiko der Energiearten wird dann in äquivalente Beta-Werte überführt.

Expertenpanel

Für die Risikobeurteilung stellte das Bundesamt für Energie in Zusammenarbeit mit IFBC ein Expertenpanel zusammen. Dieses besteht aus 17 Expertinnen und Experten aus 16 verschiedenen Organisationen, die im Bereich

---

<sup>8</sup> Das Vorgehen entspricht demjenigen gemäss der erstmaligen Bestimmung der Beta-Werte für die Kapitalkostensätze bei den Fördersystemen für die Produktion von Strom aus Kleinwasserkraft, Biomasse und Geothermie (Gutachten IFBC 2017).

der Energieerzeugung über spezifisches Fachwissen verfügen. An der Risikobeurteilung haben Personen folgender Organisationen teilgenommen:

Energieversorgungsunternehmen:

- Axpo Holding AG
- BKW Energie AG
- Elektrizitätswerk der Stadt Zürich

Forschungsinstitutionen:

- Energy Science Center, ETH Zürich
- Institut für Nachhaltige Entwicklung, ZHAW

Öffentliche Institutionen:

- Bundesamt für Energie (zweifach vertreten)
- Departement der Industriellen Betriebe (Energiebeauftragte), Stadt Zürich

Verbände / Allianzen:

- AEE Suisse, Dachorganisation der Wirtschaft für erneuerbare Energien und Energieeffizienz
- Swissolar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
- Swisspower AG, Allianz von Schweizer Stadtwerken und regionalen Unternehmen der Versorgungswirtschaft
- Swiss Small Hydro, Schweizer Verband der Kleinwasserkraft

Weitere Unternehmen:

- Conim AG
- ENCO Energie-Consulting AG
- Ryser Ingenieure AG
- Swiss Life Asset Managers AG
- Swiss Technology Fund, Emerald Technology Ventures AG

Fragebogen für die relative  
Risikobeurteilung

Die teilnehmenden Expertinnen und Experten haben anhand eines standardisierten Fragebogens für die Energiearten Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) sowie Geothermie eine Einschätzung in Bezug auf die operativen und technischen Risiken, Umweltrisiken sowie regulatorischen, politischen und gesellschaftlichen Risiken vorgenommen. Insgesamt waren 14 Fragen zu den jeweiligen Erzeugungsarten zu

beantworten.<sup>9</sup> Bei allen Fragen war jeweils das energiespezifische Risiko im Vergleich zur Grosswasserkraft auf einer Skala von 1 bis 7 zu beurteilen. Der Wert 4 entspricht dabei dem Risiko der Grosswasserkraft in Bezug auf die spezifische Frage. Entsprechend erfolgt die Risikoeinschätzung zu den Energiearten Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein sowie Grossanlagen alpin) und Geothermie relativ zur Grosswasserkraft.<sup>10</sup> In Abbildung 5 wird ein Beispiel einer Frage und der vorzunehmenden Risikoeinschätzung illustrativ aufgezeigt.

**Abbildung 5: Beispielfrage zur Risikobeurteilung**

Nr.	Risikoelement	Ausprägung		Beschreibung / Beispiel				
		geringes Risiko	hohes Risiko					
I	Saisonalität / Zyklizität des Geschäfts	←—————→ geringer                      höher		Umwelt und Markteinflüsse prägen Zyklen und Saison-Effekte. Je höher die umwelttechnische Abhängigkeit einer Energieart ist, je saisonaler die Nachfrage- bzw. Produktionsschwankungen sind resp. je abhängiger eine Energieart von konjunkturellen Einflüssen ist, desto höher ist das Risiko.				
Technologiearten		Saisonalität / Zyklizität des Geschäfts					Kommentar	
		geringer                      höher						
		1	2	3	4	5	6	7
Kleinwasserkraft								
Biomasse (HHKW, KVA, ARA)								
Wind (on shore)								
Photovoltaik (allgemein)								
Photovoltaik (alpin)								
Geothermie								
Grosswasserkraft (Benchmark)								

<sup>9</sup> Die Fragen entsprechen grundsätzlich denjenigen aus der ersten Expertenbefragung im Jahr 2017.

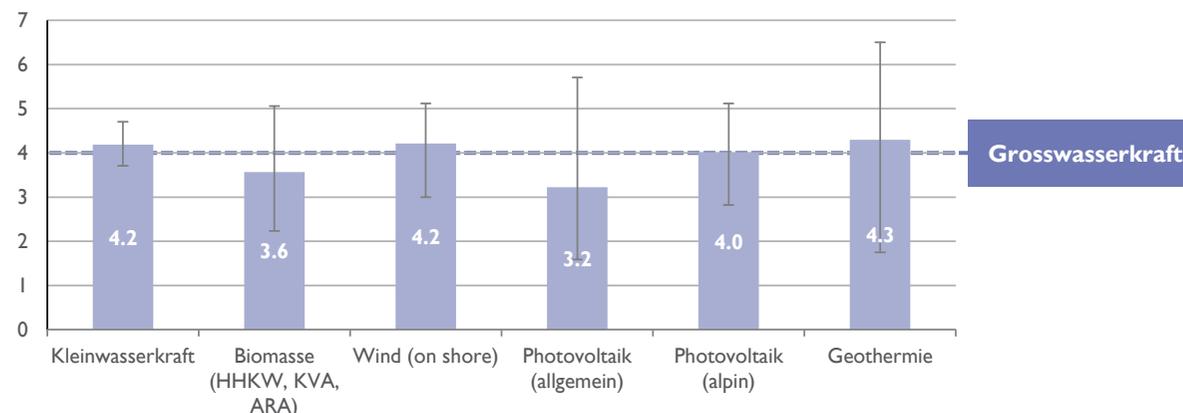
<sup>10</sup> Das Risiko bzw. der Beta-Wert der Grosswasserkraft wurde im Gutachten vom 6. März 2017 über die Kapitalkostensätze der Fördermassnahmen für Grosswasserkraft mittels Peer Group-Analyse bestimmt und wird jährlich neu ermittelt.

### 3.2 Resultate der Risikobeurteilung

Zur Analyse der Resultate erfolgte in einem ersten Schritt eine rein quantitative Auswertung der Risikoeinschätzung der Expertinnen und Experten, indem für jede Energieart der durchschnittliche Risikofaktor als gleichgewichtetes Mittel der Skala-Werte aller Fragen berechnet wurde. Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse der quantitativen Risikobeurteilung bzw. der durchschnittlichen Risikofaktor (Hinweis: der Skala-Wert 4 entspricht dem Risiko der Grosswasserkraft).

Auswertung der Risikoeinschätzung des Expertenpanels

**Abbildung 6: Resultat der quantitativen Auswertung der Fragebögen**



Das Expertenpanel schätzt die Erzeugungsmöglichkeit Photovoltaik (allgemein) (Wert: 3.2) sowohl im Vergleich zur Grosswasserkraft (Wert: 4.0) aber auch zu den anderen Erzeugungsmöglichkeiten als am risikoärmsten ein. Am riskantesten beurteilen die Expertinnen und Experten die Energieerzeugungsmöglichkeit Geothermie (Wert: 4.3), gefolgt von Kleinwasser- und Windkraft mit je einem Wert von 4.2. Photovoltaik (Grossanlagen alpin) weist einen Wert von 4.0 auf. Biomasse wird mit einem Wert von 3.6 etwas risikoärmer als die Grosswasserkraft eingeschätzt.

Gesamtbeurteilung

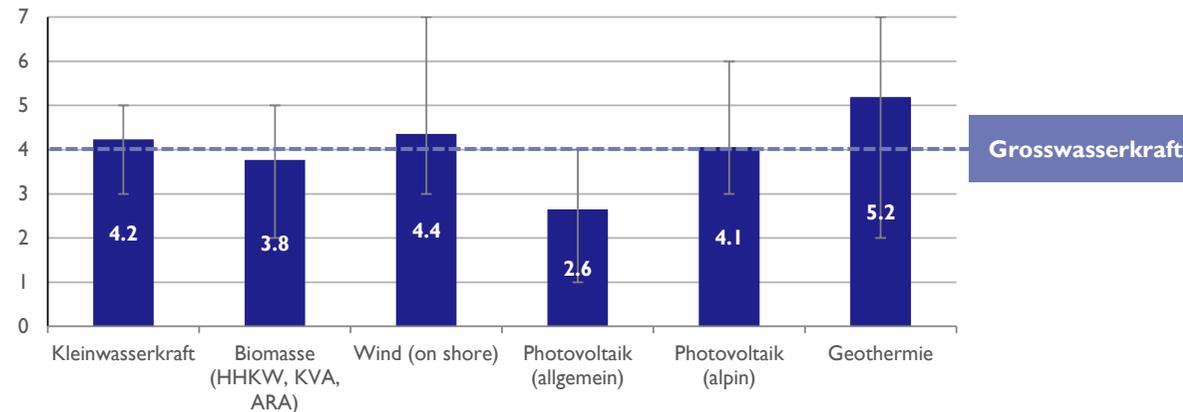
Bei der Durchschnittsbildung wurden die Ergebnisse der einzelnen Fragen gleich gewichtet. Diese Gleichgewichtung der Risiken entspricht nicht zwingend den einzelnen Expertenmeinungen. Aus diesem Grund hatte das Expertenpanel zum Abschluss des Fragebogens die Möglichkeit, die rechnerisch resultierenden Risikofaktoren im Rahmen einer

individuellen qualitativen Gesamtbeurteilung anzupassen. Diese Gesamtbeurteilung bildete die abschliessende Basis für die Risikobestimmung und somit die Beta-Ermittlung.

Die Gesamtbeurteilung des Expertenpanels ergab folgende Risikoeinschätzung pro Stromerzeugungsart:

Auswertung der  
Gesamtbeurteilung

**Abbildung 7: Resultat der Auswertung der Gesamtbeurteilungen**



Im Rahmen der Gesamtbeurteilung blieb der Risikofaktor von Kleinwasserkraft unverändert gegenüber dem rein rechnerischen Resultat, wohingegen sowohl Biomasse als auch Photovoltaik (Grossanlagen alpin) eine leichte Erhöhung um 0.2 resp. 0.1 auf 3.8 resp. 4.1 verzeichnen. Windkraft wurde um 0.2 auf 4.4 erhöht. Die grössten Anpassungen wurden bei der Photovoltaik (allgemein) sowie bei der Geothermie vorgenommen, die um 0.6 auf 2.6 reduziert, resp. um 0.9 auf 5.2 erhöht wurden.

### 3.3 Überführung der Risikofaktoren in Beta-Werte

Grosswasserkraft bildet die Ausgangslage mit einem Risikofaktor von 4.0 sowie einem Beta-Wert von 0.60

Die aus der Gesamtbeurteilung resultierenden Risikofaktoren für die einzelnen Erzeugungsarten sind in einem nächsten Schritt in äquivalente Beta-Werte zu überführen. Die Ausgangslage bildet dabei die Grosswasserkraft mit einem Risikofaktor von 4.0 und einem Beta-Wert von 0.60 (vgl. Gutachten vom 6. März 2017 über die Kapitalkostensätze der Fördermassnahmen für die Grosswasserkraft). Die Intervalle für die Risikofaktoren werden ausgehend von einem Wert von 4.0 in Schritten von jeweils +/- 0.25 festgelegt.<sup>11</sup> In Abbildung 8 sind die Intervalle für die Risikofaktoren und der Überführungsmechanismus in die korrespondierenden Beta-Grössen dargestellt. Die resultierenden Beta-Werte für die Energiearten werden anschliessend kommentiert.

Abbildung 8: Überführung der Risikofaktoren in Beta-Werte

**Grosswasserkraft**  
▼

<b>Risikowert</b>	Zwischen 2.25 und 2.75	Zwischen 2.75 und 3.25	Zwischen 3.25 und 3.75	<b>Zwischen 3.75 und 4.25</b>	Zwischen 4.25 und 4.75	Zwischen 4.75 und 5.25
<b>Beta-Wert</b>	0.45	0.5	0.55	<b>0.60</b>	0.65	0.70

Zusammenfassung der Überführung

Gemäss Gesamtbeurteilung des Expertenpanels resultiert für die Kleinwasserkraft ein Risikofaktor von 4.2, für die Photovoltaik (Grossanlagen alpin) von 4.1 und für die Biomasse ein Wert von 3.8. Für diese drei Energieerzeugungsarten liegt der Risikofaktor im Intervall der Grosswasserkraft, weshalb der identische unlevered Beta-Wert von 0.6 zur Anwendung gelangt. Bei der Windkraft ergab sich ein Risikofaktor von 4.4, der entsprechend zu einem etwas höheren unlevered Beta von 0.65 führt. Für die Photovoltaik (allgemein) resultierte mit Abstand die tiefste Risikoeinschätzung von 2.6. Es lässt sich entsprechend ein Beta-Wert von 0.45 ableiten. Für die Erzeugungsart Geothermie kam der höchste Risikofaktor von 5.2 zustande, was sich in ein unlevered Beta von 0.70 überführen lässt. Abbildung 9 fasst die Ergebnisse zusammen.

<sup>11</sup> Dies in Abweichung zum Vorgehen im Rahmen des Gutachtens zur Bestimmung der Kapitalkostensätze für die verschiedenen Fördersysteme von 2017, wo die Schritte jeweils mit +/- 0.50 festgelegt wurden. Die kleineren Schritte ermöglichen eine differenziertere Risikounterscheidung, die aufgrund der aktuellen Risikoeinschätzung notwendig ist.

Es resultieren folgende unlevered Beta-Werte:

Kleinwasserkraft: 0.60  
 Biomasse: 0.60  
 Windkraft: 0.65  
 Photovoltaik (allg.): 0.45  
 Photovoltaik (alpin): 0.60  
 Geothermie: 0.70

Abbildung 9: Beta-Werte nach Energiearten

	<b>Grosswasserkraft</b>					
	▼					
<b>Risikowert</b>	Zwischen 2.25 und 2.75	Zwischen 2.75 und 3.25	Zwischen 3.25 und 3.75	<b>Zwischen 3.75 und 4.25</b>	Zwischen 4.25 und 4.75	Zwischen 4.75 und 5.25
<b>Beta-Wert</b>	0.45	0.5	0.55	<b>0.60</b>	0.65	0.70
	▲ <b>Photovoltaik (allgemein)</b>			▲ <b>Kleinwasserkraft, Biomasse &amp; Photovoltaik (alpin)</b>	▲ <b>Windkraft</b>	▲ <b>Geothermie</b>

Definition

- Zur Bestimmung der unlevered Beta-Werte für Kleinwasserkraft, Biomasse, Windkraft, Photovoltaik (allgemein und Grossanlagen alpin) sowie Geothermie dient das Risiko der Grosswasserkraft bzw. das entsprechende unlevered Beta (gemäss Bericht vom 6. März 2017 über die Fördermassnahmen für die Grosswasserkraft) als Referenzpunkt.
- Die unlevered Beta-Werte werden wie folgt definiert:
  - Unlevered Beta Kleinwasserkraft = unlevered Beta Grosswasserkraft
  - Unlevered Beta Biomasse = unlevered Beta Grosswasserkraft
  - Unlevered Beta Windkraft = unlevered Beta Grosswasserkraft + 0.05
  - Unlevered Beta Photovoltaik (allgemein) = unlevered Beta Grosswasserkraft – 0.15
  - Unlevered Beta Photovoltaik (alpin) = unlevered Beta Grosswasserkraft
  - Unlevered Beta Geothermie = unlevered Beta Grosswasserkraft + 0.10
- Anpassungsmechanismus: Anpassung erforderlich, wenn sich das unlevered Beta Grosswasserkraft ändert.
- Überprüfung der Risikobeurteilung: Durchführung einer erneuten Risikobeurteilung durch ein Expertenpanel bei wesentlichen Änderungen der Rahmenbedingungen in Bezug auf die Energiearten.
- Anzuwendende Werte per Ende 2021:
  - Kleinwasserkraft: 0.60
  - Biomasse: 0.60
  - Windkraft: 0.65
  - Photovoltaik (allgemein): 0.45
  - Photovoltaik (alpin): 0.60
  - Geothermie: 0.70

## 4 Resultierende Kapitalkostensätze

In Kapitel 3 wurden die spezifischen Risikofaktoren, die es in Bezug auf die Energiearten Kleinwasserkraft («KW»), Biomasse («BM»), Windkraft, Photovoltaik («PV») (allgemein sowie Grossanlagen alpin) und Geothermie neu zu beurteilen galt, definiert und die entsprechend resultierten Werte per Ende 2021 ausgewiesen. In Abbildung 10 werden die sich daraus ergebenden Kapitalkostensätze 2021 für die einzelnen Energieerzeugungsarten per 31. Dezember dargestellt.

Abbildung 10: Definierte WACC-Parameter und resultierende WACC per 31. Dezember 2021

Parameter	Werte per 31.12.2021				
	Grosswasserkraft	KW, BM, PV (alpin)	Windkraft	Photovoltaik (allgemein)	Geothermie
Risikoloser Zinssatz (Eigenkapitalkostensatz)	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
Marktrisikoprämie	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
Beta Unlevered	0.60	0.60	0.65	0.45	0.70
Beta Levered	1.09	1.09	1.18	0.82	1.27
Steuersatz	18.00%	18.00%	18.00%	18.00%	18.00%
Eigenkapitalkostensatz	7.96%	7.96%	8.42%	6.60%	8.87%
Risikoloser Zinssatz (Fremdkapitalkostensatz)	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
Credit Spread (inkl. Beschaffungs- und Emissionskosten)	150 Bp	150 Bp	150 Bp	150 Bp	150 Bp
Fremdkapitalkostensatz	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
EK-Anteil	50%	50%	50%	50%	50%
FK-Anteil	50%	50%	50%	50%	50%
<b>WACC</b>	<b>4.98%</b>	<b>4.98%</b>	<b>5.21%</b>	<b>4.30%</b>	<b>5.44%</b>

Zürich, 16. Dezember 2022

Handwritten signature of Dr. Thomas Vettiger in black ink.

Dr. Thomas Vettiger  
Managing Partner

Handwritten signature of Markus Varga in black ink.

Markus Varga  
Partner

