

# Ex-post-Evaluierung – Brasilien

>>>

**Sektor:** Energie - Erzeugung versch./gemisch. RE-Technol.  
(CRS-Code: 2321000)  
**Vorhaben:** Investitionsprogramm Erneuerbare Energie / Eletrobras,  
BMZ-Nr. 2000 66 324\* / BMZ-Nr. 2005 66 026  
**Träger des Vorhabens:** Energieversorgungsunternehmen



## Ex-post-Evaluierungsbericht: 2020

Alle Angaben in Mio. EUR	Vorhaben (Plan)	Vorhaben (Ist)
Investitionskosten (gesamt)	64,4	82,8
Eigenbeitrag	27,2	20,1
Finanzierung	37,2	62,7
davon BMZ-Mittel	37,2**	62,7**

\*) Vorhaben in der Stichprobe 2019  
\*\*) Zuschussmittel, HH-Darlehen und IVF

**Kurzbeschreibung:** Zum Zeitpunkt der Programmprüfung sah das Vorhaben den Bau von vier Kleinwasserkraftwerken im südbrasilianischen Bundesstaat Santa Catarina mit einer Gesamtkapazität von 53 MW vor. Letztlich wurden zwei Kleinwasserkraftwerke (Laufwasserkraftwerke) mit einer Gesamtkapazität von 34 MW bestehend aus Damm, Triebwasserkanal/-tunnel, Wasserschloss, Krafthaus und Umspannungsstation/Schaltanlage sowie Hochspannungsleitung zur Abführung der erzeugten Energie gebaut.

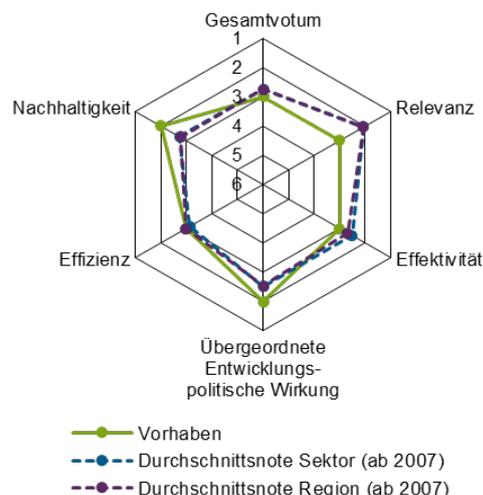
**Zielsystem:** Das der EPE zugrunde gelegte Ziel auf Outcome-Ebene war es, einen Beitrag zu einer effizienten, verlässlichen und langfristig gesicherten Stromversorgung aus (nicht konventionellen) erneuerbaren Energiequellen zu leisten. Damit sollte das Vorhaben zum Umwelt- und Klimaschutz durch die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen (Impact-Ebene).

**Zielgruppe:** Die Zielgruppe des Vorhabens waren unmittelbar der Träger durch den Ausbau seiner Erzeugungskapazitäten sowie die Nutzer von Energiedienstleistungen, hierbei insbesondere produktive Nutzer.

## Gesamtvotum: Note 3

**Begründung:** Das Vorhaben setzte an einem entwicklungspolitisch relevanten Kernproblem Brasiliens - wiederholt auftretender Energieversorgungsdefizite - an. Allerdings zeigte das Projektkonzept hinsichtlich der Kostenabschätzung Schwächen. Daher wurde weniger Kapazität mit einer entsprechend geringeren jährlichen Stromerzeugung und Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen installiert als ursprünglich geplant. Die jährliche Stromerzeugung der zwei implementierten Kleinwasserkraftwerke blieb im Sechsjahresdurchschnitt seit Inbetriebnahme hinter den sich aus der tatsächlich installierten Kapazität ableitenden Zielwerten zurück. Hydrologische Daten legen nahe, dass die jährliche Erzeugung wahrscheinlich auch zukünftig hinter der geplanten jährlichen Erzeugung zurückbleiben wird. Dies kann aufgrund der natürlich auftretenden starken Jahresabflussschwankungen zum Zeitpunkt der EPE aber noch nicht abschließend bewertet werden. Die zuvor dargelegten Schwächen führen dazu, dass das Programm trotz guter und nachhaltiger Wirkungen insgesamt als zufriedenstellend eingestuft wird.

**Bemerkenswert:** Betrieb und Wartung werden auf sehr hohem Niveau nach Best International Engineering Practice durchgeführt.



# Bewertung nach DAC-Kriterien

## Gesamtvotum: Note 3

### Teilnoten:

Relevanz	3
Effektivität	3
Effizienz	3
Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen	2
Nachhaltigkeit	2

### Relevanz

Zum Zeitpunkt der Projekprüfung (PP) im Jahr 2007 lag in Brasilien die gesamte installierte Stromerzeugungskapazität bei rd. 100 GW. Hiervon entfielen 77 % (rd. 77 GW) auf Wasserkraft (davon nur rd. 1,8 GW Kleinwasserkraft), 21 % Wärmekraft (inkl. 4 % Biomasse) und 2 % auf Atomkraft.<sup>1</sup> Die Dominanz der Wasserkraft bei der installierten Kapazität schlug sich auch in der Stromerzeugung nieder. Im Jahr 2007 betrug der Wasserkraftanteil an der erzeugten elektrischen Energie rd. 89 %. Der landesweite Stromverbrauch belief sich 2007 auf 377.030 GWh, wovon rd. 24 % auf private Haushalte und rd. 46 % auf industrielle Abnehmer entfielen.<sup>2</sup>

Als Reaktion auf ein drastisches Energiedefizit im Jahr 2001 mit einschneidenden Rationierungsplänen verfolgte der brasilianische Staat zum Zeitpunkt der Programmprüfung im Jahr 2007 das Ziel der Erhöhung von Erzeugungskapazitäten zur Deckung der steigenden Nachfrage und zur Vermeidung einer erneuten Energiekrise. Gemäß Programmvorschlag (PV) ging die damalige Nachfrageprognose für den Zeitraum 2006-2015 davon aus, dass die Nachfrage um 5,1 % p.a. auf letztendlich 567.000 GWh im Jahr 2015 (335.000 GWh im Jahr 2005) zunähme und zusätzliche 39 GW an Kraftwerkskapazitäten benötigt würden, um den erwarteten Nachfragezuwachs befriedigen zu können. Vor diesem Hintergrund waren hinsichtlich der Erhöhung der Kapazitäten nach ersten Schritten der Liberalisierung des Energiemarktes, auch staatliche Unternehmen aufgefordert, eigene Erzeugungskapazitäten (wieder) aufzubauen bzw. zu erhöhen. Beim Zubau sollten entsprechend dem Ausbauplan vermehrt Erneuerbare Energien (EE) zum Einsatz kommen, deren Nutzung bis auf den Bau von Großwasserkraftwerken bis dahin vernachlässigt wurde.

Das Kernproblem eines erneuten Defizits in der Stromversorgung Brasiliens wurde richtig erkannt. Der Projektansatz - durch Investitionen in Kleinwasserkraftwerke (KWKW) und der daraus sich ergebenden Erhöhung der Kapazitäten - zur Lösung des Kernproblems beizutragen, war aus damaliger und heutiger Sicht angemessen. Ebenso sind die zugrunde gelegten Wirkungsbezüge plausibel: Investitionen in nicht konventionelle EE → effiziente, verlässliche und langfristig gesicherte Stromversorgung aus EE → Umwelt- und Klimaschutz durch Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei neu geschaffenen Kapazitäten.

Auch zum Zeitpunkt der Ex-post-Evaluierung (EPE) ist die Relevanz des Vorhabens gegeben. Zwar ist die gesamte installierte Erzeugungskapazität auf rd. 163 GW (2018)<sup>3</sup> gestiegen, gleichzeitig wird ein weiteres Wachstum der Stromnachfrage von 3.6 % p.a. bis 2027 prognostiziert.<sup>4</sup> Zur Deckung dieser ist bis 2027 ein Zubau an Kapazitäten i.H.v. knapp 61 GW geplant.<sup>5</sup>

Allerdings zeigte das Konzept des Vorhabens Schwächen bei der Kostenabschätzung und damit hinsichtlich der möglichen im Rahmen des Vorhabens installierten Kapazität und jährlichen Erzeugung. In der Retrospektive wird deutlich, dass bei der Planung von zu positiven (geologischen und hydrologischen) Rahmenbedingungen ausgegangen wurde. Bei PP lag lediglich das von einem privaten Projektentwickler

<sup>1</sup> Quelle: Balanço Energético Nacional (BEN) 2007, Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - Energieforschungsgesellschaft

<sup>2</sup> Quelle: Consumo nacional de energia elétrica por classe: 1995 - 2018, EPE

<sup>3</sup> Quelle: BEN 2018, EPE

<sup>4</sup> Quelle: Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026), EPE

<sup>5</sup> Quelle: Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, EPE

erstellten Projeto Básico aus dem Jahr 2006 vor. Detailstudien waren erst zu einem späteren Zeitpunkt des Vorhabens im Rahmen eines EPC Vertrags (Engineering, Procurement, Construction, d.h. Erbringung der schlüsselfertigen Leistungen durch einen Generalunternehmer) vorgesehen. Die Arbeiten unter einem EPC Vertrag zu kontrahieren war angesichts der damals geringen Erfahrung des Projektträgers im Bereich Projektentwicklung von KWKW-Erzeugungskapazitäten zwar der richtige Ansatz, i.d.R. führen diese gegenüber anderen Vertragsarten durch die Risikoverlagerung auf den Unternehmer jedoch zu höheren Preisen. Rückblickend wurden vor diesem Hintergrund bei PP zu geringe (spezifische) Kosten angesetzt (siehe Effizienz). Mit den zur Verfügung stehenden Mitteln war es somit nicht möglich - wie ursprünglich im PV geplant - 4 KWKW mit einer Kapazität von 53 MW zu bauen und die angestrebte gesicherte jährliche Erzeugung von 252,5 GWh sowie die Vermeidung von 66.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr zu erreichen. Reifere bzw. tiefergehende Planungsunterlagen zu einem früheren Zeitpunkt des Projekts hätten bei der Projektplanung (v.a. Kosten und Zeit) eine verlässlichere Basis schaffen können. Diese liegen jedoch i.d.R. in der Frühphase von derart Projekten und damit bei PP noch nicht vor.

Das Vorhaben unterstützte die Bemühungen der brasilianischen Regierung, den Zubau von Erzeugungskapazitäten aus nicht konventionellen erneuerbaren Energiequellen zur Deckung der steigenden brasilianischen Energienachfrage zu fördern. Im Ausbauplan 2007-2026 hatte sich die brasilianische Regierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der installierten Erzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energiequellen wie Kleinwasserkraft, Wind und Solar von 2,9 % (2007) auf 7 % (2016) zu erhöhen. Ferner fügte sich das Vorhaben in die deutsch-brasilianische Zusammenarbeit sowie in die zwischen Deutschland und Brasilien bei PP angestrebte Energiepartnerschaft im Bereich Erneuerbare Energien (EE) und Energieeffizienz als ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit ein.

Aufgrund der zuvor dargelegten konzeptionellen Schwäche hinsichtlich der Schätzung der spezifischen Kosten und deren massive Auswirkung auf den Umfang der möglichen Ergebnisse des Vorhabens (nur 2 von 4 KWKW) wird die Relevanz nur mit noch zufriedenstellend bewertet.

### Relevanz Teilnote: 3

#### Effektivität

Das der EPE zugrunde gelegte Ziel auf Outcome-Ebene war es, einen Beitrag zu einer effizienten, verlässlichen und langfristig gesicherten Stromversorgung aus (nicht konventionellen) erneuerbaren Energiequellen zu leisten.

Aufgrund der unter Relevanz dargestellten Schwächen der Kostenabschätzung bei PP war es nicht möglich vier KWKW zu bauen. Dementsprechend reduzierte sich die mögliche durch das Vorhaben installierte Kapazität sowie die gesicherte jährliche Erzeugung.

Zur Bewertung der Zielerreichung werden die folgenden Indikatoren herangezogen, deren Zielniveaus sich auf die zwei kontrahierten KWKW beziehen:

Indikator	Soll-Wert PP	Ist-Wert bei EPE
Installierte Kapazität (MW)	Insgesamt 34,15 - 19 - 15,5	Insgesamt 34,15 - 19 - 15,5
Gesicherte jährliche Stromerzeugung (brutto) (GWh/a)	Insgesamt 164* - 89 - 75	Insgesamt 131** - 65 - 66
Verfügbarkeit der Anlage (%)	Zielwert: > 95	> 90 94,6 93,1

\*) Der Zielwert basiert auf der Garantia Física (GF) der Kraftwerke, welche vom Bergbau- und Energieministerium (MME) für jedes Wasserkraftwerk bestimmt wird und die nachhaltige Energieerzeugung in Trockenperioden des Kraftwerkes abbilden soll.

\*\*) Durchschnitt der Jahre 2014-2019.

Hinsichtlich der Indikatorzielwerterreichung auf Outcome-Ebene zeigt sich ein gemischtes Bild: Die geplante Kapazität von 34,15 MW der zwei kontrahierten KWKW wurde erreicht. Ihre gesicherte jährliche Stromerzeugung wurde jedoch deutlich unterschritten und damit nicht erreicht. Die jährliche Stromerzeugung (Durchschnitt der Jahre 2014-2019) liegt rd. 20 % unter dem Zielniveau (je nach KWKW rd. 27 % bzw. rd. 12 % unter dem Zielniveau). Der Betriebszeitraum von knapp 7 Jahren (2013-2020) zum Zeitpunkt der EPE erlaubt bzgl. der hydrologischen Lage und deren Auswirkungen auf die gesicherte jährliche Stromerzeugung noch keine abschließende Bewertung aufgrund der natürlichen, für dieses Flussgebiet in den letzten Jahrzehnten beobachteten starken Jahresabflussschwankungen. Die Jahresabflusswerte der Jahre 2013-2019 lagen bis auf das Jahr 2015 generell unter der mittleren Jahrestrendlinie. Zudem legen die bis zum Zeitpunkt der EPE vorliegenden Daten nahe, dass die jährliche Erzeugung der im Rahmen des Vorhabens installierten Kapazität auch bei optimalem Betrieb der zwei Kraftwerke angesichts der hydrologischen Bedingungen wahrscheinlich auch zukünftig hinter der geplanten jährlichen Erzeugung zurückbleiben wird. Der bei der Planung angesetzte Jahreserzeugungswert auf Basis der bei der Planung verwendeten Abflussdauerkurve konnte durch die EPE exemplarisch für eines der KWKW bestätigt werden. Auch die Auslegung der KWKW wird retrospektiv als korrekt erachtet.

Die KWKW weisen insgesamt eine akzeptable Verfügbarkeit von > 90 % auf (Durchschnitt seit Inbetriebnahme 2013), die knapp unter der international angestrebten Verfügbarkeit von > 95 % liegt. Dies ist u.a. auf umfangreiche Wartungen in einzelnen Jahren zurückzuführen, welche aufgrund von Schäden (Materialschwächen) durchgeführt werden mussten.

Der Betrieb der Anlagen erfolgt auch aus internationaler Sicht auf einem sehr hohen Qualitätsniveau (siehe Nachhaltigkeit). Die Anlagen werden vom zentralen Lastverteiler (Load Dispatch Center) gesteuert und bei Bedarf sowie Auftreten von Fehlern, die nicht ferngesteuert behoben werden können, mittels mobiler Einsatzteams vor Ort behoben. Dieser Ablauf weist bzgl. des Betriebs eine hohe Effektivität auf.

Die Effektivität wird angesichts der deutlich unter dem Zielwert liegenden gesicherten jährlichen Stromerzeugung als zufriedenstellend erachtet.

### Effektivität Teilnote: 3

## Effizienz

Insgesamt stiegen die Projektkosten der initialen Schätzung (2006) bis zum Abschluss der Bauarbeiten um 167 % (2013) und erklärt sich wie folgt:

Im o.g. Zeitraum zwischen 2006 bis zur Inbetriebnahme 2013 betrug die akkumulierte Inflation in Brasilien ca. 44 %, welche sich durch Wertsicherungsklauseln der in BRL abgeschlossenen Verträgen auch in den finalen Vertragswerten widerspiegelten. Über die Inflationssteigerung hinaus fiel das Projekt in die konjunkturelle Hochphase mit entsprechend gestiegenen Preisen im brasilianischen Baugewerbe.

Der Vertragswert der Bauaufträge (EPC) lag bereits 39,3 % (inflationsbereinigt rd. 24 %) über der ursprünglichen Kostenschätzung des von einem privaten Projektentwickler erstellten Projeto Básico (2006) der KWKW. Diese Steigerung sowie die finalen spezifischen Kosten, welche noch in einem vertretbaren Rahmen lagen (s.u.), lassen auf zu gering angesetzte spezifische Kosten zu Projektbeginn schließen.

Im Rahmen der Baudurchführung wurde das Projekt mit weiteren unerwarteten geologischen und hydrologischen Herausforderungen konfrontiert (schwierige Geologie für die Fundamente und Überschwemmung der Baugrube durch ein außergewöhnlich großes Hochwasser, Schichtenbruch beim Staudamm und instabile Tunneldeckenbereiche), welche weitere Kostensteigerungen nach sich zogen. Gegenüber dem Auftragswert bei Vertragsunterzeichnung der Bauaufträge stiegen die finalen Kosten insgesamt um weitere 91,7 % (inflationsbereinigt rd. 67,5 %).

Die spezifischen Kosten des Projeto Básico wurden initial auf 3,22 Mio. BRL/MW geschätzt. Die tatsächlichen spezifischen Kosten nach Abschluss der Bauarbeiten im Jahr 2013 lagen bei 8,59 Mio. BRL/MW. Trotz der erheblichen Steigerung der spezifischen Kosten lagen diese mit umgerechnet 2,99 Mio. EUR/MW im Jahr der Fertigstellung (2013)<sup>6</sup> dennoch in der Größenordnung anderer im gleichen Zeitraum errichteten KWKW in der Region (2,5-3 Mio. EUR/MW), wenn auch am oberen Ende. Auch im Vergleich

<sup>6</sup> Durchschnittlicher Wechselkurs im Jahr 2013: 1 EUR = 2,87 BRL

zu zwei weiteren vom Projektträger im gleichen Zeitraum errichteten größeren Wasserkraftwerken mit spezifischen Kosten i.H.v. 8,1 und 10,9 Mio. BRL/MW, welche i.d.R. geringere spezifische Kosten als KWKW aufweisen, scheinen die spezifischen Kosten in einem vertretbaren Rahmen zu liegen.

Die Internal Rate of Return (IRR) auf Basis der gemäß der Garantia Física (GF)<sup>7</sup> kommerzialisierten Energie liegt angesichts der Kostensteigerungen mit knapp unter 7% erwartungsgemäß unter den sektorüblichen 8%. Bei PP wurde die IRR für die ursprünglich vier geplanten KWKW mit 12,8 % angegeben.

Der durchschnittlich auf dem freien Markt<sup>8</sup> erzielte Abnahmepreis für beide Kraftwerke in Höhe der GF kommerzialisierten Energie seit Inbetriebnahme lag bei 234 BRL/MWh. Der Projektträger rechnet auf Basis bestehender Verträge für das Jahr 2020 mit einem Abnahmepreis von durchschnittlich 235 BRL/MWh; dies ist im Vergleich zum regulierten Marktes ein attraktiver Abnahmepreis. Wie unter Effektivität dargestellt, liegt nahe, dass die in der GF angenommene gesicherte Energieerzeugung auch zukünftig nicht erreicht werden wird. Dies ist aus kommerzieller Sicht für den Projektträger tendenziell unkritisch, da die KWKW in Höhe der GF Energie in Abnahmeverträgen kommerzialisieren dürfen, auch wenn ihre Erzeugung darunter liegt. Die Differenz aus GF und eigener Energieerzeugung wird sehr günstig über den strukturieren Umverteilungsmechanismus (MRE<sup>9</sup>) bezogen und zu den in den Abnahmeverträgen festgelegten deutlich höheren Preisen als dem Bezugspreis verkauft. Dies wäre aus sektoraler Sicht als dauerhafter Zustand nicht effizient. Ferner würde es die Funktion des MRE infrage stellen, wenn eine dauerhaft unter der GF liegende Erzeugung bei einem Großteil der am MRE teilnehmenden Wasserkraftwerke aufträte und hierdurch die temporäre Unterproduktion von Wasserkraftwerken durch die temporäre Überproduktion anderer nicht ausgeglichen werden könnte.

Die Gesteungskosten der KWKW liegen basierend auf der in der GF determinierten gesicherten jährlichen Stromerzeugung bei rd. 198 BRL/MWh bzw. 181 BRL/MWh (Basisjahr 2009). Im Vergleich zu den Ergebnissen der Energieauktionen (BRL/MWh) im gleichen Zeitraum sind diese Gesteungskosten angemessen. Zum Zeitpunkt der PP (2007) war konventionelle Wasserkraft (Großwasserkraft) die günstigste regenerative Alternative. Ziel des Projektes war jedoch die Erhöhung der Energieerzeugung aus alternativen (nicht konventionellen) erneuerbaren Energien. Weitere alternative erneuerbare Energien wie Biomasse, Wind und Photovoltaik begannen erst ab 2009/2010 vermehrt eine Rolle zu spielen. In den letzten Jahren sind insbesondere die Kosten für Stromerzeugung aus Sonne und Wind stark gesunken. Heutzutage ist Wind mit 70 BRL/MWh (Auktionspreis 2018, inflationsbereinigt mit Basisjahr 2009) die günstigste Energiequelle.

Hinweise auf Mittelfehlverwendung lagen gemäß AK nicht vor.

Vor dem folgenden Hintergrund wird die Effizienz als noch zufriedenstellend bewertet: Trotz immenser Kostensteigerungen im Projektverlauf lagen die spezifischen Kosten noch im Rahmen. Für die bisher unter den Erwartungen liegende Rentabilität ist die weitere Entwicklung der hydrologischen Bedingungen und der damit einhergehenden zukünftigen Jahreserzeugung entscheidend. Diese kann zum Zeitpunkt der EPE noch nicht abschließend bewertet werden.

### Effizienz Teilnote: 3

<sup>7</sup> Wasserkraftwerke dürfen erzeugte Energie maximal in Höhe der GF kommerzialisieren. Eine Anpassung der vom MME festgelegten GF ist alle fünf Jahre vorgesehen, allerdings nur i.H.v. 5 % bzw. max. 10 % über die gesamte Laufzeit der Konzession.

<sup>8</sup> Ambiente de Contratação Livre (ACL) und Spot

<sup>9</sup> Der Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) dient dem Schutz der Wasserkraftwerke vor hydrologischen Risiken. Die Teilnahme daran ist für KWKW freiwillig. Der MRE betrachtet alle brasilianischen Wasserkraftwerke in einem Pool als aggregierte GF. Die landesweit komplementären hydrologischen Bedingungen ermöglichen einen Austausch bei Unter-/Überproduktion zwischen den Wasserkraftwerken.

## Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen

Das der EPE zugrunde gelegte Ziel auf Impact-Ebene war es durch die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz zu leisten. Zur Bewertung der Zielerreichung wird der folgende Indikatoren herangezogen, deren Zielniveaus sich auf die zwei implementierten Kraftwerke beziehen, da der Bau von vier Kraftwerken mit den vorhandenen Mitteln nicht möglich war (siehe Relevanz):

Indikator	Soll-Wert PP	Ist-Wert bei EPE
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen (t/Jahr)	38.193 <sup>*)</sup>	47.814 <sup>**)</sup>

<sup>\*)</sup> Berechnung CO<sub>2</sub>-Koeffizient auf Basis IGES (Zeitraum 2006-2008, Combined Margin CM: 0,233 t CO<sub>2</sub>/MWh)

<sup>\*\*)</sup> Berechnung CO<sub>2</sub>-Koeffizient auf Basis IGES (Zeitraum 2015-2017, Combined Margin CM: 0,364 t CO<sub>2</sub>/MWh)

Obwohl seit Inbetriebnahme die gesicherte jährliche Stromerzeugung der beiden KWKW geringer ausfiel als geplant (siehe Effektivität), wurde der Zielwert bzgl. der Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen (t/Jahr) dennoch erreicht; dies ist darauf zurückzuführen, dass der aktuellste zur Verfügung stehende CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungsfaktor (Jahre 2015-2017) gegenüber dem ursprünglichen Wert (Jahre 2006-2008) gestiegen ist. Ohne diesen Anstieg wäre der Zielwert nicht erreicht worden.

Das Vorhaben trägt durch den Zubau von Stromerzeugungskapazitäten aus EE zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und somit zum übergeordneten entwicklungspolitischen Ziel des Umwelt- und Klimaschutzes bei, auch wenn die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen erwartungsgemäß deutlich unter dem im PV geplanten Zielwert von 66.000 t CO<sub>2</sub>/Jahr zurückbleibt. Dieser wäre nur beim Bau von vier KWKW erreichbar gewesen.

Mit dem Vorhaben stieg der Träger wieder in die Energieerzeugung ein und baute sich hierdurch entsprechendes Knowhow bzgl. Projektplanung und -umsetzung sowie bzgl. Betrieb und Wartung von Wasserkraftwerken wieder auf. Der Projektträger betreibt gegenwärtig insgesamt vier eigene Wasserkraftwerke mit einer installierten Kapazität von 159,15 MW (inkl. der zwei FZ-finanzierten) und ist an drei weiteren beteiligt. Die Anteile der Beteiligungen entsprechen einer installierten Kapazität von 1.377 MW. Bei Inbetriebnahme (2013) lag der Anteil des Projektträgers an der im Bundesstaat Santa Catarina installierten Kapazität von KWKW bei rd. 9,6 %. In Folge des weiteren Zubaus im Bundesstaat lag dieser 2019 bei 6,4 %. Allerdings liegt der weit größere Anteil der Kapazität i.H.v. 1.503 MW in anderen Bundesstaaten. Auch wenn mit Blick auf die installierten KWK-Erzeugungskapazitäten für ganz Brasilien die installierte Kapazität der zwei im Rahmen des Vorhabens umgesetzten KWKW nur ca. 0,7 % entspricht, kann dennoch von einer Breitenwirksamkeit des Vorhabens für den Ausbau von erneuerbaren Energiequellen ausgegangen werden. Einerseits durch die installierten KWK-Kapazitäten des Projektträgers im Bundesstaat Santa Catarina, andererseits kann der Projektträger als Tochterunternehmen eines der größten Energieunternehmen Brasiliens sein Know-How auch in dieses einbringen. Es gibt weiterhin Potential für Klein- und Kleinstwasserkraft, allerdings wird es gemäß Träger zunehmend schwerer KWK-Projekte mit rentablen Erträgen und geringen Durchführungsrisiken umzusetzen. In den letzten Jahren hat der Projektträger seine Erzeugungskapazitäten auch in weiteren EE-Bereichen aufgebaut; dies betrifft insbesondere Wind (158 MW), aber auch erste Erfahrungen im Bereich Photovoltaik (0,9 MW).

Über die zuvor dargestellten Wirkungen hinaus hatte das Projekt auch positive Effekte für die betroffenen Gemeinden: Die wirtschaftliche Aktivität und die Steuereinnahmen der Gemeinden, auf deren Territorien die beiden KWKW errichtet wurden, erhöhten sich v.a. während der Umsetzung. Darüber hinaus kommen diesen Gemeinden seit Inbetriebnahme auch Steuereinnahmen aus der Energieerzeugung zu.

Trotz der USVP Kategorie B+ waren die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt für ein Wasserkraftprojekt verhältnismäßig gering. Die Maßnahmen wiesen aufgrund der Topografie nur einen geringen Flächenbedarf auf und griffen so wenig wie möglich in die Flussmorphologie und das Abflussregime ein. Aufgrund der überwiegend steilen Ufer kam es nur zu einem geringen Flächenverbrauch für die Speicherbecken. Darüber hinaus gingen an den Ufern kaum Nutzflächen verloren. Ebenso waren weder zu schützende Vegetation und bedrohte Fauna betroffen noch mussten Anrainer umgesiedelt werden. Erforderliche Kompensationsmaßnahmen für die Areale temporär und dauerhaft Betroffener sowie Umweltauflagen wurden umgesetzt. Umweltlizenzen werden über die Laufzeit des Vorhabens hinaus planmäßig erneuert. Weiterhin wurden große Teile der Uferbereiche entlang der Staubecken mit lokaler Vegetation aufgeforschet und damit ökologisch aufgewertet. Gespräche mit USVP-Verantwortlichen des Projektträgers,

Standortbesuche und die anekdotische Befragung von Anrainern und Gemeindevertretern im Rahmen der EPE brachten keine gegenläufigen Erkenntnisse

Die dargelegten positiven Wirkungen des Vorhabens entsprechen insgesamt den Erwartungen und werden daher als gut bewertet.

### **Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen Teilnote: 2**

#### **Nachhaltigkeit**

Die zwei KWKW des Vorhabens sind technisch von hoher Qualität und versprechen eine lange Funktionsfähigkeit.

Ferner lassen Betrieb und Wartung sowie Qualifizierung der Mitarbeiter auf einen langfristig nachhaltigen Betrieb schließen: Betrieb und Wartung werden auf sehr hohem Niveau und mit der erforderlichen Personalstärke entsprechend Best International Engineering Practice durchgeführt. Das Ausbildungsniveau der Mitarbeiter ist hoch und entspricht der für Betrieb und Wartung notwendigen Qualifizierung. Für die Mitarbeiter gibt es ein etabliertes Schulungsprogramm. Ferner ist ein gut funktionierendes System der Ersatzteilbeschaffung und -bereitstellung etabliert.

Der Projektträger und sein Mutterunternehmen sind wirtschaftlich solide aufgestellt und ordnungsgemäßer Betrieb und ordnungsgemäße Wartung gewährleistet.

Eine den Betrieb beeinträchtigende Wirkung durch Sedimente war bislang nicht zu beobachten. Ferner wurde bislang die ökologische Abflussmenge eingehalten. Der ökologische Abfluss der beiden KWKW ist so ausgelegt, dass diese Abflussmenge auch bei minimalem Betriebswasserspiegel gesichert ist. Dies zeigen auch die Abflusswerte beider KWKW seit Inbetriebnahme. Somit wurde und wird das Abflussregime durch die Laufwasserkraftwerke nicht beeinflusst. Die Umweltwirkungen sind daher gering. Die Wasserqualität wird regelmäßig geprüft und hat sich nicht verändert. Im Rahmen des Projektes umgesetzter Wiederaufforstungen wurde eine ökologische Gestaltung des Ufersaumes aktiv betrieben.

Die natürlichen für dieses Flussgebiet in den letzten Jahrzehnten beobachteten starken Jahresabflussschwankungen lassen bisher keine Rückschlüsse auf eine Veränderung durch den Klimawandel zu. Aktuelle Klimaprojektionen gehen für die temperierten (südlichen) Regionen Brasiliens tendenziell von einer Zunahme von Regen und Wasserbilanz bis 2085 aus; gleichwohl war auf ganz Brasilien bezogen eine Zunahme von Dürreperioden in der Vergangenheit zu beobachten. Auf Basis der aktuellen Klimaprojektionen liegt aus heutiger Perspektive nahe, dass für den Zeitraum der technischen Lebensdauer (Annahme 40-50 Jahre seit Inbetriebnahme) die Nachhaltigkeit der Wirkungen nicht durch eine Verringerung des Wasserdargebots eingeschränkt wird.

Vor obigen Hintergrund wird die Nachhaltigkeit als gut eingestuft.

#### **Nachhaltigkeit Teilnote: 2**

### Erläuterungen zur Methodik der Erfolgsbewertung (Rating)

Zur Beurteilung des Vorhabens nach den Kriterien **Relevanz, Effektivität, Effizienz, übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen** als auch zur abschließenden **Gesamtbewertung** der entwicklungspolitischen Wirksamkeit wird eine sechsstufige Skala verwandt. Die Skalenwerte sind wie folgt belegt:

<b>Stufe 1</b>	sehr gutes, deutlich über den Erwartungen liegendes Ergebnis
<b>Stufe 2</b>	gutes, voll den Erwartungen entsprechendes Ergebnis, ohne wesentliche Mängel
<b>Stufe 3</b>	zufriedenstellendes Ergebnis; liegt unter den Erwartungen, aber es dominieren die positiven Ergebnisse
<b>Stufe 4</b>	nicht zufriedenstellendes Ergebnis; liegt deutlich unter den Erwartungen und es dominieren trotz erkennbarer positiver Ergebnisse die negativen Ergebnisse
<b>Stufe 5</b>	eindeutig unzureichendes Ergebnis: trotz einiger positiver Teilergebnisse dominieren die negativen Ergebnisse deutlich
<b>Stufe 6</b>	das Vorhaben ist nutzlos bzw. die Situation ist eher verschlechtert

Die Stufen 1–3 kennzeichnen eine positive bzw. erfolgreiche, die Stufen 4–6 eine nicht positive bzw. nicht erfolgreiche Bewertung.

### Das Kriterium **Nachhaltigkeit** wird anhand der folgenden vierstufigen Skala bewertet:

Nachhaltigkeitsstufe 1 (sehr gute Nachhaltigkeit): Die (bisher positive) entwicklungspolitische Wirksamkeit des Vorhabens wird mit hoher Wahrscheinlichkeit unverändert fortbestehen oder sogar zunehmen.

Nachhaltigkeitsstufe 2 (gute Nachhaltigkeit): Die (bisher positive) entwicklungspolitische Wirksamkeit des Vorhabens wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nur geringfügig zurückgehen, aber insgesamt deutlich positiv bleiben (Normalfall; „das was man erwarten kann“).

Nachhaltigkeitsstufe 3 (zufriedenstellende Nachhaltigkeit): Die (bisher positive) entwicklungspolitische Wirksamkeit des Vorhabens wird mit hoher Wahrscheinlichkeit deutlich zurückgehen, aber noch positiv bleiben. Diese Stufe ist auch zutreffend, wenn die Nachhaltigkeit eines Vorhabens bis zum Evaluierungszeitpunkt als nicht ausreichend eingeschätzt wird, sich aber mit hoher Wahrscheinlichkeit positiv entwickeln und das Vorhaben damit eine positive entwicklungspolitische Wirksamkeit erreichen wird.

Nachhaltigkeitsstufe 4 (nicht ausreichende Nachhaltigkeit): Die entwicklungspolitische Wirksamkeit des Vorhabens ist bis zum Evaluierungszeitpunkt nicht ausreichend und wird sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auch nicht verbessern. Diese Stufe ist auch zutreffend, wenn die bisher positiv bewertete Nachhaltigkeit mit hoher Wahrscheinlichkeit gravierend zurückgehen und nicht mehr den Ansprüchen der Stufe 3 genügen wird.

Die **Gesamtbewertung** auf der sechsstufigen Skala wird aus einer projektspezifisch zu begründenden Gewichtung der fünf Einzelkriterien gebildet. Die Stufen 1–3 der Gesamtbewertung kennzeichnen ein „erfolgreiches“, die Stufen 4–6 ein „nicht erfolgreiches“ Vorhaben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Vorhaben i. d. R. nur dann als entwicklungspolitisch „erfolgreich“ eingestuft werden kann, wenn die Projektzielerreichung („Effektivität“) und die Wirkungen auf Oberzielebene („Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen“) **als auch** die Nachhaltigkeit mindestens als „zufriedenstellend“ (Stufe 3) bewertet werden.