

# Ex-post-Evaluierung – Ägypten

>>>

**Sektor:** 23220 / Wasserkraftwerke

**Vorhaben:** Rehabilitierung der Generatoren des Aswan-Hochdamms, BMZ-Nr. 199966565\*

**Träger des Vorhabens:** Egyptian Electricity Holding Company (EEHC) und Hydro Plants Generation Company (HPGC), zuvor: Upper Egypt Electricity Company (UEEC)



## Ex-post-Evaluierungsbericht: 2016

	Vorhaben (Plan)	Vorhaben (Ist)
Investitionskosten (gesamt) Mio. EUR	119,64	97,96
Eigenbeitrag Mio. EUR	32,72	12,31
Finanzierung**) Mio. EUR	86,92	85,65

\*) Vorhaben in der Stichprobe 2016; \*\*) FZ-Entwicklungskredit,

### Kurzbeschreibung:

Rehabilitierung der 12 Generatoren des Wasserkraftwerks am Aswan-Hochdamm. Alle Generatoren haben eine Leistung von jeweils 175 MW. Die Projektmaßnahmen umfassten die Erneuerung des Stator Kerns, der Statorwicklung und der Rotorwicklung sowie Ergänzungsmaßnahmen an allen Generatoren sowie Consultingleistungen. Projektträger ist die "Hydro Plants Generation Company" (HPGC) als Rechtsnachfolger der "Upper Egypt Electricity Company" (UEEC), die von ihrer Muttergesellschaft, der "Egyptian Electricity Holding Company" (EEHC), unterstützt wird.

**Zielsystem:** Projektziel ("outcome") war die gesicherte Versorgung mit umweltfreundlich erzeugter elektrischer Energie aus dem Wasserkraftwerk am Hochdamm von Aswan. Damit sollte zur wirtschaftlichen Entwicklung und gleichzeitig zum globalen Klimaschutz beigetragen werden (Oberziel bzw. "impact").

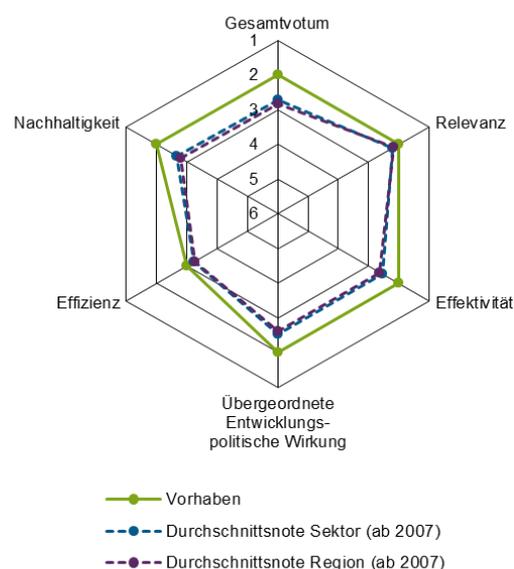
### Zielgruppe:

Unter dem Versorgungsaspekt stellt die Gesamtheit der ägyptischen Stromverbraucher, besonders die industriellen und gewerblichen Nutzer, die Zielgruppe dar. Unter dem globalen Umweltaspekt lässt sich eine Zielgruppe nicht eingrenzen.

## Gesamtvotum: Note 2

**Begründung:** Zum Zeitpunkt der Rehabilitierung waren die Generatoren bereits seit mehr als 30 Jahren im Einsatz. Ihre Lebensdauer konnte durch die gelungene Rehabilitierung erfolgreich verlängert und somit der kontinuierliche Beitrag des Aswan-Hochdamms zur ägyptischen Stromversorgung aus erneuerbaren Energien gesichert werden.

**Bemerkenswert:** Der Hochdamm in Aswan gehört zu den zentralen Bauwerken Ägyptens. Sein Bau und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Bevölkerung am oberen Nil sowie auf dortige Kulturgüter sorgten über Jahre für Aufsehen. Heutzutage sind Staudamm und Kraftwerk im Hochdamm zentral für die Bewässerung Oberägyptens sowie für die Sicherung der Stabilität im ägyptischen Stromnetz und stellen zudem eine wichtige Sehenswürdigkeit des Landes dar. Vorausgesetzt, dass die Bestandteile des Kraftwerks regelmäßig und qualitativ angemessen rehabilitiert werden, lässt sich die Lebensdauer des Kraftwerks weiter verlängern.



# Bewertung nach DAC-Kriterien

## Gesamtvotum: Note 2

### Relevanz

Der Aswan-Hochdamm liegt im südlichen Ägypten und staut den Nil zum Nasserstausee, der mit mehr als 500 km Länge der zweitgrößte Stausee der Welt ist. Das Kraftwerk am Hochdamm verfügt über eine Nennkapazität von 2.100 MW und stellt somit das größte Kraftwerk Ägyptens dar. Im Jahr 2015 produzierte der Hochdamm 5,68 % des ägyptischen Stroms. Die Bedeutung des Hochdamms in Aswan geht über die reine Stromerzeugung hinaus. Neben dem Vehikel für die Bewässerung und weitere Wasserentnahme im Unterlauf stellt der Hochdamm ein wichtiges touristisches Highlight dar.

Der Energieverbrauch in Ägypten ist hoch und ist seit Projektprüfung (PP) um jährlich rd. 6 % gewachsen. Gleichzeitig wird derzeit ca. 91 % des Stroms aus thermischer Energie produziert, wodurch hohe Treibhausgasemissionen resultieren. Bereits zum Zeitpunkt der Prüfung des vorliegenden Vorhabens hatte die ägyptische Regierung zum Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien im Netz zu steigern, um den genannten Herausforderungen zu begegnen. Mit der 2015 veröffentlichten Strategie für Erneuerbare Energie (RE) hat die Regierung erneut ihr Ziel bekräftigt, bis 2022 20 % der Energie aus RE zu generieren. Wasserkraft macht heutzutage ca. 8 % des ägyptischen Energiemix aus. Da das Potential an Wasserkraft in Ägypten mit den bestehenden Kraftwerken fast ausgeschöpft ist, wird der Anteil an Wasserkraft zukünftig weiter abnehmen (Prognose: 3 % für 2022). Dennoch spielen der Hochdamm und die dort erzeugte Energie vor allem für die Stabilisierung des Netzes und zur Abdeckung der Spitzenlast auch aus heutiger Sicht eine wichtige Rolle.

Energie und insbesondere die Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz ist einer der Schwerpunkte der deutsch-ägyptischen Kooperation. Auch zum Zeitpunkt der Projektprüfung (PP) war die umweltgerechte Elektrizitätsversorgung Teilziel der deutschen FZ in Ägypten. Die Rehabilitierung bestehender Wasserkraftwerke ist explizierter Bestandteil der Sektorstrategie des BMZ zur Förderung nachhaltiger Energie. Die Rehabilitierung der Generatoren am Hochdamm und dadurch der Erhalt des Beitrags zur Stromerzeugung unterstützt somit die Umsetzung der gemeinsam definierten Ziele und trägt zur Umsetzung des SDG 7 bei, das den Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle beinhaltet. Derzeit ist die deutsche Regierung der einzige Geber, der die Rehabilitierungsarbeiten an den bestehenden Wasserkraftwerken unterstützt.

Die Rehabilitierung der zwölf Generatoren im Aswan-Hochdamm war ein richtiger Ansatz zur Sicherung der technischen Verfügbarkeit und Produktion erneuerbarer Energien im ägyptischen Stromnetz. Der Projektansatz war geeignet, ein wesentliches Problem des ägyptischen Energiesektors zu lindern. Hierdurch konnte die Stromerzeugung des Wasserkraftwerks gesichert und damit auch zum Umweltschutz und zur Stabilisierung der ägyptischen Stromversorgung beigetragen werden. Die zugrundeliegende Wirkungslogik behält ihre Gültigkeit. Rückblickend hätte es sich angesichts des hohen Energiekonsums bereits bei PP angeboten, parallel auch Interventionen der Energieeffizienz zu initiieren.

### Relevanz Teilnote: 2

### Effektivität

Das Projektziel des Vorhabens war es, die umweltfreundliche Stromversorgung aus dem Wasserkraftwerk am Aswan-Hochdamm sicherzustellen. Indikatoren für die Projektzielerreichung sind die in dem Kraftwerk jährlich eingespeiste Menge elektrischer Energie sowie die technische Verfügbarkeit der Generatoren<sup>1</sup>. Die Erreichung der bei PP definierten Ziele kann wie folgt zusammengefasst werden:

---

<sup>1</sup> Im Projektprüfungsbericht wird im Textteil als Indikator die "Anzahl an ungeplanten Außerbetriebnahmen einzelner Generatoren" in der Projektmatrix allerdings die hier aufgeführte "technische Verfügbarkeit der Generatoren" genannt.

Indikator	Zielwert PP	Ex-post-Evaluierung
(1) Durchschnittliche jährliche Einspeisung aus dem Kraftwerk am Hochdamm	rd. 8.000 GWh	Der Aswan-Hochdamm produzierte in den letzten zehn Jahren jährlich mehr als 8.000 GWh, mit 9.000 GWh als niedrigstem und 11.370 GWh als höchstem Wert. Der Indikator wird somit übertroffen.
(2) Technische Verfügbarkeit der 12 Generatoren	≥ 98%	Bei stichprobenhafter Überprüfung lag die Verfügbarkeit der Generatoren bspw. im Februar 2016 bei durchschnittlich 99,25 %, wodurch dieser Indikator als erfüllt gilt.
(3) NEU, zuvor übergeordneter Wirkungsindikator: Vermeidung von CO <sub>2</sub> Ausstoß bei alternativer thermischer Erzeugung	ca. 4,5 Mio. t/a.	Selbst bei der Minimalproduktion von 9.000 GWh werden über 4,5 Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> eingespart, wenn man den aktuell gültigen Emissionsfaktor von 0,55 t/ MWh ansetzt.

Die zwölf 175 MW-Generatoren des Aswan Hochdamms wurden im Verlauf des Baus des Damms installiert und sind 1964 in Betrieb gegangen. Zum Zeitpunkt der Rehabilitierung waren sie somit schon mehr als 30 Jahre alt, wodurch ihre Rehabilitierung gerechtfertigt war. Im Verlauf des Projektes wurden alle 12 Generatoren durch die Lieferung und Montage der Statorbleche, Stator- und Rotorwicklung sowie der neuen Verrohrung der Ölzufuhr im Traglager und den Austausch des Rotors der Erregermaschinen erfolgreich rehabilitiert und dabei deren Nettokapazität auf je 200 MW sowie die Lebensdauer auf weitere 35 Jahre erhöht. Betrachtet man die Produktionswerte der vergangenen 10 Jahre, so lagen diese immer über dem angestrebten Zielwert.

Die Firma HPGC ist für den Betrieb und die Wartung aller fünf Wasserkraftwerke in Ägypten zuständig und verfügt über langjährige Erfahrung in der Planung und Strukturierung von Betrieb und Wartung. Auch das nationale Trainingscenter für Wasserkraft befindet sich auf dem Gelände des Hochdamms und widmet sich der Aus- und Weiterbildung in allen Spezialbereichen des mechanischen und elektrischen Ingenieurwesens mit Bezug zu Wasserkraft. Die Anlagen werden von drei Teams mit je 25 Mitarbeitern in einem Dreischichtbetrieb betrieben und gewartet. Insgesamt verfügt die HPGC über 3172 Mitarbeiter, wovon 862 am Hochdamm beschäftigt sind. Diese Werte sind im internationalen Vergleich hoch und erklären den relativ hohen Anteil der Personal- an den Betriebskosten.

Die technische Verfügbarkeit der Generatoren beträgt mehr als 99 %. Für das gesamte Kraftwerk am Hochdamm liegt sie bei durchschnittlich 92 % in den letzten fünf Jahren, was die hohe Qualität der Ausstattung widerspiegelt. Fast die gesamte Nettoleistung des Hochdamms wird täglich für die Versorgung zu Spitzenlastzeiten zwischen 18 und 19:30 Uhr abgerufen. Die Wasserentnahme und somit maximale Gesamtproduktion hängt von den Vorgaben des Bewässerungsministeriums ab.

Da die Generatoren primär aufgrund ihrer vorangeschrittenen Lebenszeit und nur in sehr begrenztem Maße aufgrund technischer Defekte rehabilitiert wurden, hätte der Zielwert der produzierten GWh bereits bei der Prüfung höher gesetzt werden können. Zukünftig wird damit gerechnet, dass durch die geplante zusätzliche Rehabilitierung der Transformatoren die gesamte, nun installierte Kapazität von 2.400 MW abgerufen werden kann.

### Effektivität Teilnote: 2

### Effizienz

Die Überprüfung der rehabilitierten Anlagen vor Ort ergab, dass die Qualität der Maschinen internationalen Standards entspricht. Seit der Rehabilitierung sind keine schwerwiegenden Störungen aufgetreten, was auch darauf zurückzuführen ist, dass in den letzten Jahren eine Reihe weiterer relevanter Rehabilitierungsmaßnahmen durchgeführt wurde, die die Lebenszeit wichtiger Anlagenteile verlängert haben.

Angesichts der kostengünstigen Stromerzeugung kann die Allokationseffizienz des Vorhabens "per se" als hoch angesehen werden. Auf Sektorebene ergeben sich jedoch erhebliche Einschränkungen aus dem u.E. unzureichenden Kostendeckungsgrad von nur 66 %. Dieser ist den - politisch motiviert - niedrigen Stromtarifen geschuldet und begünstigt den unwirtschaftlichen Einsatz elektrischer Energie.

Die Kosten der Rehabilitierung lagen 32 % unter den Schätzkosten, u.a. da die Generator-Kühler (ca. 0,2 Mio. EUR) aus dem ursprünglichen Lieferumfang ausgenommen wurden. Aus den Restmitteln wurde zunächst die Rehabilitierung von zwei Autotransformatoren finanziert. Weitere 1,27 Mio. EUR Restmittel sollen zum Kauf von Ersatzteilen verwendet werden. Erwähnenswert ist, dass bei Rehabilitationsmaßnahmen dieser Art im internationalen Vergleich oft zusätzliche Kosten während der Implementierung entstehen, was hier nicht der Fall war und für eine effiziente Umsetzung der Maßnahmen spricht.

Zum Zeitpunkt der PP war davon ausgegangen worden, dass die Laufzeit des Vorhabens sechs Jahre beträgt und somit 2008 endet. Aufgrund von Verzögerungen im Ausschreibungsprozess, Koordinierungsschwierigkeiten innerhalb des Liefer- und Montagekonsortiums und eines Defekts in der Garantiezeit wurden die Generatoren erst im Zeitraum 2007/2008 in Betrieb genommen. Bis 2013 dauerte die Abnahme der finalen Tests an, und erst im Jahr 2015 erfolgte die Schlusszahlung an den Lieferanten.

Bei guter Produktionseffizienz (v.a. Rehabilitierungskosten - s.o.) sowie einer zumindest ambivalent einzustufenden Allokationseffizienz ergibt sich eine insgesamt noch zufriedenstellende Teilnote.

**Effizienz Teilnote: 3**

### **Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen**

Mit der Erreichung des oben genannten Projektziels sollte zur wirtschaftlichen Entwicklung des Landes beigetragen werden (Oberziel I). Gleichzeitig sollte verhindert werden, dass die bisher in dem Kraftwerk erzeugte elektrische Energie künftig durch thermische Kraftwerke erzeugt wird, womit eine erhebliche Umweltbelastung verbunden wäre, insbesondere durch den dadurch verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Es sollte also auch ein Beitrag zum globalen Klimaschutz geleistet werden (Oberziel II), woraus sich die besondere entwicklungspolitische Förderungswürdigkeit des Vorhabens ergab. Heutigen Standards zufolge wird der vermiedene CO<sub>2</sub>-Ausstoß als Indikator unter "Effektivität" (d.h. auf "outcome"-Ebene, s.o.) bewertet. Als quantifizierbarer Indikator verbleibt landesweit das Verhältnis zwischen installierter Leistung (je nach Quelle 30-35 GW) und Spitzenlast (29 GW); dieses wird mit einem Wert von >1 - derzeit noch - erreicht, so dass ggf., d.h. beim ungeplanten Ausfall der größten Erzeugungseinheit keine Abschaltungen nötig werden.

Durch die Produktion erneuerbarer Energie aus Wasserkraft statt alternativ aus thermischer Energie wird der bei alternativer thermischer Produktion anfallende CO<sub>2</sub>-Ausstoß vermieden, was als Beitrag zum internationalen Klima- bzw. Umweltschutz zu werten ist. Zudem spielt der Hochdamm vor allem für die Netzstabilisierung zu Grundlast- sowie Spitzenlastzeiten eine zentrale Rolle. Begrenzt wird die Fahrweise des Kraftwerks durch die vom Bewässerungsministerium vorgegebenen Entnahmekoten (s.o.).

Bei den Maßnahmen des Vorhabens handelte es sich um klassische Rehabilitierungsarbeiten. Durch die durchgeführten sowie auch die laufenden Rehabilitierungen kann die Laufzeit des Kraftwerks verlängert und somit auch der Beitrag zu den Oberzielen erhalten werden. Zukünftig werden weitere Rehabilitierungen notwendig sein, um diesen Beitrag beizubehalten.

Die am Kraftwerk vorgenommenen Rehabilitierungsarbeiten hatten keine Auswirkungen auf das soziale Umfeld oder die Umwelt.

**Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen Teilnote: 2**

## Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeit der Generatoren allein kann nur begrenzt bewertet werden. Die technische Verfügbarkeit der Generatoren und der gesamten Anlage geben allerdings einen ersten Hinweis auf die gute Qualität des Betriebs und der Wartung durch HPGC (s.o. - "Effektivität").

Derzeit erhält HPGC einen Tarif von 0,057 EGP/kWh (ca. 0,6 ct<sub>EUR</sub>/kWh) von der Übertragungsgesellschaft EETC (Single Buyer). Der Tarif wird jährlich von der EEHC auf der Basis der Produktions- und Rehabilitierungskosten der HPGC sowie alternativer Energieerzeugungsarten festgelegt. In den letzten fünf Jahren hat die Firma Gewinne i.H.v. 80-450 Mio. EGP (ca. 8 bis 45 Mio. EUR) erwirtschaftet. Nichtsdestotrotz spielen internationale Finanzierungen aufgrund ihrer im Vergleich niedrigen Zinssätze, der hohen Rehabilitierungskosten und dem mit den Projekten verbundenen Know-How-Transfer weiterhin eine große Rolle für HPGC.

Derzeit werden im Rahmen eines laufenden FZ-finanzierten Vorhabens Turbinenregler, Erregungssysteme und Spannungsregler rehabilitiert. Außerdem ist die Rehabilitierung der Transformatoren geplant, womit die Nettokapazität des gesamten Kraftwerks auf 2.400 MW erhöht werden könnte. Für die Nachhaltigkeit des Kraftwerks sollte eine detaillierte "Restdaueranalyse" durchgeführt und auf deren Basis zukünftige Ersatz- und Überarbeitungsarbeiten geplant werden. So zeichnet sich ab, dass der Kontrollraum bzw. die Leitwarte, die Wasser-/Abwasser- sowie die Nebenanlagen in näherer Zukunft rehabilitiert werden müssen. Hierfür können dank der steigenden Tarife und Gewinne der HPGC zunehmend Eigenmittel verwendet werden.

In Bezug auf mögliche klimatische Veränderungen besteht zwar eine große potentielle Abhängigkeit. Diese werden für den Oberlauf des Nils und den Stausee allerdings aufgrund des hohen Speichervolumens nicht als maßgeblich eingestuft. Aus heutiger Sicht ergibt sich ein potentielles Risiko in Bezug auf die Nachhaltigkeit aus dem im Bau befindlichen Wasserkraftwerk "Renaissance" am äthiopischen Oberlauf des Nils. Ägyptische Studien sowie die HPGC schätzen das Risiko als gering ein. Noch liegen allerdings keine offiziellen Vereinbarungen der beiden Regierungen in Bezug auf die Stauseefüllung und damit verbundene Konsequenzen für die Kraftwerke in Aswan vor.

## 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.