

Ex-post-Evaluierung – Indien

Sektor: Sonnenenergie (CRS-Code: 23230)
Vorhaben: PV Solarkraftwerk Sakri, Indien (BMZ-Nr.: 2011 65 992*)
Träger des Vorhabens: Maharashtra State Power Generation Company Limited (Mahagenco)



Ex-post-Evaluierungsbericht: 2020

	Plan	Ist
Investitionskosten (gesamt) Mio. EUR	370,00	199,00
Eigenbeitrag Mio. EUR	120,00	41,00
Finanzierung Mio. EUR	250,00	158,00
davon BMZ-Mittel Mio. EUR	35,00	27,30

*) Vorhaben in der Stichprobe 2019

Kurzbeschreibung: Das Vorhaben umfasst den Bau eines 125 MW-Photovoltaik-Großkraftwerks am Standort Shivajinagar bei Sakri im indischen Bundesstaat Maharashtra. Der Projektträger Mahagenco ist ein staatliches Energieversorgungsunternehmen mit starker Verankerung im Strommarkt in Maharashtra.

Zielsystem: Das übergeordnete entwicklungspolitische Ziel der FZ-Maßnahme war, einen Beitrag zum weiteren Ausbau der Solarenergie und damit zu einer ökologisch nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung Indiens zu leisten (Impact). Die Maßnahme zielte darauf ab, durch die Realisierung des ersten netzgebundenen Photovoltaik-Großprojekts (Output) den Umbau der Energieversorgung in Richtung auf eine stärkere Nutzung von Solarenergie im Unionsstaat Maharashtra zu unterstützen (Outcome).

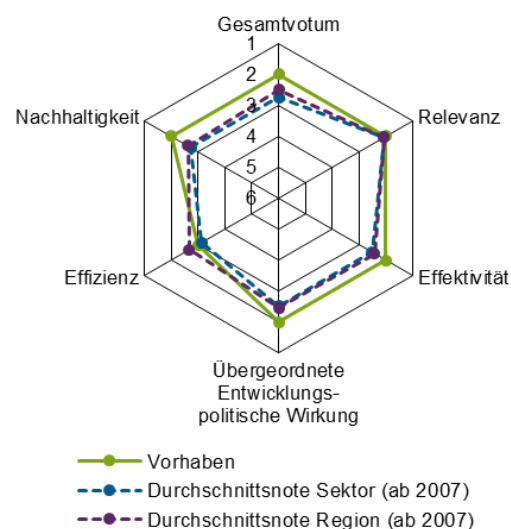
Zielgruppe: Zielgruppe der Maßnahme waren die Nutzer elektrischer Energie im Unionsstaat Maharashtra. Von der Maßnahme profitierten alle ans Netz angeschlossenen Nutzer und damit auch die netzgebundenen Haushalte gleichermaßen.

Durch das Vorhaben sollten darüber hinaus ca. 100 direkte Arbeitsplätze für die Wartung der Anlage geschaffen werden. Weitere Zielgruppe waren der Projektträger sowie die gesamte Solarbranche und der Finanzsektor. Diese sollten durch den geleisteten Technologie- und Wissenstransfer profitieren.

Gesamtvotum: Note 2

Begründung: Das Vorhaben leistete einen wichtigen Beitrag zum Umbau des indischen Stromsystems hin zu erneuerbaren Energien. Die Stromerzeugung des Photovoltaikkraftwerks lag in den ersten sechs Betriebsjahren um 8% über dem ex-ante definierten Indikatorwert von 180 GWh p.a. Der Projektträger betreibt den Park sehr effizient und profitabel. Negative Sozial- und Umweltwirkungen wurden nicht beobachtet. Additionalität und Modellcharakter des Vorhabens sind sehr hoch. Der Solarpark war bei Inbetriebnahme der Erste mit einer Kapazität von mehr als 100 MW in Indien und auch einer der größten weltweit. Die Anlage wurde zu einem frühen Zeitpunkt des Markthochlaufs errichtet und hat daher das weitere Marktgeschehen maßgeblich beeinflusst. Mit Blick auf die aktuelle Projektpipeline zeichnen sich mittlerweile auch generelle Strategiewechsel im Unionsstaat Maharashtra und beim Projektträger hin zu einer stärkeren Nutzung der Sonnenenergie ab. Seit der Inbetriebnahme des Solarparks baute der Projektträger jedoch weiterhin massive Kohlekraftwerkskapazitäten auf, was eine kausale Attribution des Strategiewechsels auf das FZ-Vorhaben erschwert.

Bemerkenswert: In Indien ist der Trend hin zu immer größeren Solarkraftwerken ungebrochen. Der Ansatz hat sich als leistungsfähig erwiesen, so dass drei der aktuell sechs größten Photovoltaikkraftwerke der Erde in Indien errichtet wurden.



Bewertung nach DAC-Kriterien

Gesamtvotum: Note 2

Teilnoten:

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

Relevanz

Zum Zeitpunkt der Projektprüfung (2011) war das Wirtschaftswachstum in Indien sehr dynamisch. Daraus ergab sich ein wachsender Bedarf an Anlagen zur Stromerzeugung: Zwischen den Jahren 2011 bis 2018 nahm das Bruttoinlandsprodukt jährlich um durchschnittlich 7,0 %¹ zu, und der Stromverbrauch um ca. 7,5 %.² Kernproblem des indischen Stromsektors im Zeitraum des Programmvorschlags war die massive "Stromlücke", also der Mangel an Kraftwerkskapazität im Bezug zum Stromverbrauch. Die Weltbank schätzte im Jahr 2010, dass Strommangel das Land rund sieben Prozentpunkte des Bruttoinlandsproduktes gekostet hat.³ Diese Problemstellung galt auch für den Bundesstaat Maharashtra, den am stärksten industrialisierten Bundesstaat Indiens. Das Lastspitzen-Defizit lag in Maharashtra im Finanzjahr 2010/11 bei rund 23 %, das heißt, Verbrauchsspitzen konnten durch die verfügbare Stromerzeugungskapazität nicht abgedeckt werden.⁴ Vor diesem Hintergrund war der Ausbau von Stromerzeugungskapazitäten, welche zum damaligen Zeitpunkt zu 66 % aus fossilen Kraftwerken bestanden, auch aus heutiger Sicht ein zentraler Ansatzpunkt zur Verbesserung der Energieversorgung und damit der Entwicklungschancen des Landes. Das Solarkraftwerk Sakri sollte als erstes Großkraftwerk und damit als konkretes Fallbeispiel die Potentiale erneuerbarer Energiequellen bei der Stromerzeugung in Indien aufzeigen, den gestiegenen Energiebedarf zu decken.

Das Zielsystem war wie folgt: Oberziel (Impact) war laut Programmvorschlag der "Beitrag zum weiteren Ausbau der Solarenergie und damit einer ökologisch nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung". Das Projektziel (Outcome) war, "durch die Realisierung des ersten netzgebundenen Photovoltaik-Großprojekts den Umbau der Energieversorgung in Richtung einer stärkeren Nutzung von Solarenergie im Unionsstaat Maharashtra zu unterstützen". Die Wirkungskette des Projekts, durch die Realisierung des ersten netzgebundenen Photovoltaik-Großprojekts einen Beitrag zum weiteren Ausbau der Solarenergie in Indien zu leisten, ist auch aus heutiger Perspektive plausibel.

Als Zielgruppe der Maßnahme wurden die Nutzer elektrischer Energie im Unionsstaat Maharashtra definiert, laut Programmvorschlag also alle ans Netz angeschlossenen Nutzer und damit auch alle Haushalte.

Die Maßnahme bettete sich in die Ziele der deutschen und internationalen Zusammenarbeit ein und entsprach den Strategien der indischen Partnerinstitutionen:

Sie war Teil der damaligen Förderbereiche und Technologien des Sektorkonzepts Energie des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Das Projekt zielte insbesondere auf die Förderbereiche "Erneuerbare Energien", und "Aufbau lokaler Kapazitäten" für Planung und Betrieb nachhaltiger Energiesysteme ab. Weiterhin war und ist das Thema "Energie" als Schwerpunkt der bilateralen Zusammenarbeit zwischen Indien und Deutschland vereinbart.⁵ Den besonderen Stellenwert des

¹ World Bank Data 2020: GDP growth (annual %) - India, <https://data.worldbank.org/country/india>

² DES 2020: Economic Survey of Maharashtra, https://www.maharashtra.gov.in/Site/upload/WhatsNew/ESM_2019_20_Eng_Book.pdf

³ World Bank 2010: India's Power Sector, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2010/04/19/india-power-sector>

⁴ DES 2012: Economic Survey of Maharashtra, https://mahades.maharashtra.gov.in/files/publication/esm_2011-12_eng.pdf

⁵ BMZ 2007: Sektorkonzept Nachhaltige Energie für Entwicklung, <https://www.bmz.de/de/mediathek/publikationen/reihen/strategiepa-piere/konzept145.pdf>

Energiesektors in der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit unterstreicht die Einrichtung des Deutsch-Indischen Energieforums (IGEF) im Jahr 2006. Einer der Schwerpunkte der Arbeit des Energieforums ist die Förderung der "Large Scale Renewable Energy Technologies".

Mit Blick auf die Millenniumsentwicklungsziele (MDG) lässt sich das Projekt dem MDG-Ziel 7 zuordnen, der Sicherung umweltbezogener Nachhaltigkeit, und dem dazugehörigen Indikator 7.2 "Kohlendioxid-Emissionen".

Das Vorhaben richtete sich des Weiteren stark an den Strategien des Partnerlandes aus. Mit dem Start der Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM) im Januar 2010 setzte sich die indische Zentralregierung das Ziel, 20 GW an Photovoltaikkapazität bis zum Jahr 2022 zuzubauen. In der ersten Phase der Mission bis März 2013 plante die Regierung die Realisierung von 1.000 MW netzgekoppelter Solaranlagen.⁶ Die Ziele der JNNSM wurden im Jahr 2015 auf 100 GW installierte Photovoltaikkapazität im Jahr 2022 angehoben.⁷ Im Unionsstaat Maharashtra wurden ab 2010 erste Photovoltaikanlagen im Megawattbereich zugebaut, ab 2013 dann auch im zweistelligen Megawattbereich. Institutionell wird mit der Maharashtra Energy Development Agency (MEDA) seither der Ausbau erneuerbarer Energien in dem Bundesstaat begleitet und gefördert.

Im Zeitraum der Projektimplementierung waren unter anderem die Agence Francaise de Developpement (AFD) im indischen Solarbereich aktiv, sie stellte der Indian Renewable Energy Development Agency (IREDA) 2010 und 2013 insgesamt 110 Millionen Euro überwiegend für die Entwicklung von Solarkraftwerken in verschiedenen Bundesstaaten bereit.⁸ Die Weltbank finanzierte Vorhaben zur Förderung neuer Geschäftsmodelle vor allem im komplementären Bereich netzgebundener Photovoltaik-Aufdachanlagen.

Relevanz Teilnote:2

Effektivität

Ziel des Programmes (Outcome) war, durch die Realisierung des ersten netzgebundenen Photovoltaik-Großprojekts den Umbau der Energieversorgung in Richtung auf eine stärkere Nutzung von Solarenergie im Unionsstaat Maharashtra zu unterstützen. Die Erreichung der Ziele auf Outcome-Ebene kann wie folgt zusammengefasst werden:

Indikator	Zielwert PP	Ex-post-Evaluierung
(1) Jährliche Erzeugung elektrischer Energie durch das Solarkraftwerk Sakri	180 GWh p.a.	196 GWh p.a. (Durchschnitt 04/2013-03/2019)
(2) Die politische Vorgabe des Unionsstaates Maharashtra, den Anteil des Stromverkaufs aus Solarenergie auf 0,25 % des Verkaufs aus fossilen Energieträgern bis zum Jahr 2013 zu erhöhen, wird mindestens zur Hälfte erfüllt .	Fiskaljahr 2010/11: Solarvorgabe: 0,25 % Ziel: 259 GWh Photovoltaik Ist: 1,1 GWh Photovoltaik Erfüllungsgrad: 0,4 %	Fiskaljahr 2013/14: Solarvorgabe: 0,5% Ziel: 589 GWh Photovoltaik Ist: 311 GWh Photovoltaik Erfüllungsgrad: 53 %

⁹Quellen: (1) Mahagenco, internes Projektmonitoring. (2) MEDA 2014: DISCOM Cumulative Report of FY 2010-14.

⁶ Renewable Energy World 2010: India Approves Solar Implementation Plan <https://www.renewableenergyworld.com/2010/01/13/india-approves-solar-implementation-plan/#gref>

⁷ Renewable Energy World 2015: The Dark Horse in the Global Solar Race: India's 100-GW Solar Ambition, <https://www.renewableenergyworld.com/2015/04/15/the-dark-horse-in-the-global-solar-race-indias-100-gw-solar-ambition/>

⁸ AFD 2013: Combating Climate Change through the Promotion of Renewables, <https://www.afd.fr/en/carte-des-projets/combating-climate-change-through-promotion-renewables>

Die vom Vorhaben angestrebten Indikatorzielwerte wurden vollständig erreicht. Der im Programmvorschlag definierte Indikator zur erzeugten Energiemenge wurde erfüllt; die Stromerzeugung lag in den ersten sechs Betriebsjahren mit durchschnittlich 196 GWh p.a. rund 8 % über dem ex-ante definierten Wert von 180 GWh p.a. Diese guten Stromerzeugungswerte des Photovoltaikparks unterstreichen, dass die technische Verfügbarkeit der Photovoltaikanlage und des Stromnetzes positiv zu bewerten sind. Nach Auskunft des Projektträgers kam es zu keinen Abregelungen der Einspeiseleistung des Solarparks aufgrund von fehlenden Stromnetzkapazitäten. Es sei lediglich zu vereinzelten Netzabschaltungen im Rahmen von Wartungs- und Netzerweiterungsarbeiten gekommen. Laut Abschlusskontrolle erfolgt die Netzeinspeisung über eine eigens für das Solarkraftwerk installierte Schaltanlage und eine rund 60 km lange Freileitung direkt ins Hochspannungsnetz. Da Maharashtra der am stärksten industrialisierte Bundesstaat mit hohem regionalen Stromverbrauch ist, kommt es seltener zu den typischen Engpässen auf Hochspannungsebene, die sich häufiger beim Zubau Erneuerbarer Energiequellen in abgelegenen Regionen mit gutem Wind- oder Solarpotential aber geringer regionaler Last ergeben.

Ein weiterer Indikator zielt auf die politischen Vorgaben zum Anteil der Solarenergie an den verkauften Strommengen in Maharashtra ab. Obwohl der politische Zielwert im Vergleich zum Programmvorschlag verdoppelt wurde, konnte dieser erhöhte Wert zur Hälfte erreicht werden; damit wurde der Indikator erfüllt.

Die guten Ertragsdaten des Photovoltaikkraftwerks unterstreichen den positiven Eindruck zum ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage. Die FZ-Maßnahme hatte zudem positive Beschäftigungswirkungen. Insgesamt arbeiten rund 200 Personen auf der Anlage, davon rund 40 Ingenieure und Techniker und 160 Arbeiter für anzulernende Tätigkeiten. Von den letzteren Stellen profitieren besonders die umliegenden Dörfer, die von der sozio-kulturell benachteiligten Bevölkerungsgruppe der Adivasi dominiert werden.

Insgesamt wurde das Projektziel voll erreicht und es konnte eine Unterstützung bei der Verbesserung der Stromversorgung in Maharashtra geleistet werden. Die Solarenergie spielt bei der Energieversorgung in Maharashtra mittlerweile eine wichtigere Rolle, allerdings dominieren in dem Bundesstaat nach wie vor konventionelle Energieträger den Stromerzeugungsmix.

Effektivität Teilnote: 2

Effizienz

Die Maßnahmen des Projekts wurden kosteneffizient durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit vergleichsweise geringem Mitteleinsatz erreicht (Produktionseffizienz):

- Die Gesamtkosten beliefen sich auf rd. 200 Mio. EUR. Zum Zeitpunkt der Projektprüfung wurden die Gesamtkosten des Kraftwerks auf rd. 370 Mio. EUR geschätzt. Damit lagen die tatsächlichen Kosten rund 46 % unter dem Planwert. Dies ist vor allem auf den Preisverfall von Photovoltaikmodulen zwischen 2010-2012 zurückzuführen.
- Aus den Restmitteln des Vorhabens konnte der Projektträger im Jahr 2014/15 einen weiteren Solarpark mit einer Kapazität von 50 MW errichten (Baramati, BMZ-Nr.: 2014 68 636).
- Die Stückkosten für den Photovoltaikpark mit einer Kapazität von 125 MWp lagen bei 1,6 Mio. EUR/MWp (1,6 EUR/Wp). Dieser Systempreis war zum Zeitpunkt des Baubeginns im September 2012 durchaus marktüblich. Im Vorreitermarkt Deutschland mit entsprechender Wettbewerbsstruktur lagen die Preise für Photovoltaik-Freiflächenanlagen im August 2012 bei rund 1,51 EUR/Wp.¹⁰

Auch mit Blick auf den Mitteleinsatz aus einzel- und volkswirtschaftlicher Hinsicht war das Vorhaben weitgehend angemessen (Allokationseffizienz):

- Die Einspeisevergütung für das Solarkraftwerk lag bei 15,61 INR/kWh. Das entspricht in den Betriebsjahren 2013-2019 im Durchschnitt etwa 0,20 EUR/kWh.¹¹ Diese Vergütung wurde als Stromabnahmevertrag mit dem ebenfalls staatlichen Verteilnetzbetreiber für eine Laufzeit von 25 Jahren vereinbart. Eine kurze Abschätzung der Stromgestehungskosten im Rahmen der ex-post Evaluation auf Grundlage des Systempreises, der Einstrahlungsdaten und der Kapitalkosten ergibt einen Levelized Cost of

¹⁰ Photon Consulting. 2012. Market price and volume data. 2012.

¹¹ ECB 2020: Indian Rupee/Euro, https://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES_KEY=120.EXR.Q.INR.EUR.SP00.A

Electricity (LCOE) um 8,66 INR/kWh, das entspricht etwa 0,11 EUR/kWh. Der Betrieb des Solarparks muss für den Betreiber also hoch rentabel sein; dieser hat die de-facto Gestehungskosten jedoch nicht zur Verfügung gestellt.

- Die gesamtwirtschaftliche Effizienz des Vorhabens ist mit Blick auf die erzeugten Energiemengen eher gering; dies liegt vor allem an der hohen Einspeisevergütung, im Vergleich zu den Gestehungskosten für fossil erzeugten Strom um 0,05 EUR/kWh. Auch die Internalisierung negativer externer Effekte wie eingesparte CO₂-Emissionen und die eingesparten Brennstoffkosten können die Bilanz nicht ausgleichen. Der starke Trend hin zu Multimegawattanlagen im indischen Photovoltaikmarkt unterstreicht jedoch den positiven Demonstrationseffekt des Vorhabens bei der Einführung klimafreundlicher Technologien. In einer letzten Photovoltaik-Auktionsrunde in Indien lag der niedrigste Zuschlagspreis bei 0,028 EUR/kWh und damit deutlich unter den Gestehungskosten konventioneller Kraftwerke.¹²

Da sich Photovoltaikgroßkraftwerke in Indien zum Zeitpunkt der Projektprüfung und der Umsetzung erst in der Markteinführungsphase befanden, bestanden keine alternativen Finanzierungsquellen für einen Solarpark dieser Dimension. Bis zum Netzanschluss des 125 MW Solarkraftwerks in Sakri war eine im Vorjahr 2012 angeschlossene 8,5 MW-Anlage die größte Photovoltaik-Anlage in Maharashtra.¹³ Indische Banken hatten seinerzeit noch kaum Erfahrung mit der Finanzierung von Solarkraftwerken, weshalb die Investitionsrisiken der seinerzeit für Indien neuen Technologie als zu hoch angesehen wurden.

Insgesamt wurden die Ziele des Projekts wirtschaftlich erreicht. Aus der einzelwirtschaftlichen Projektperspektive ist das Projekt als hoch rentabel einzustufen. Mit Blick auf die hohe Einspeisevergütung fällt die gesamtwirtschaftliche Effizienz dagegen zurück.

Effizienz Teilnote: 3

Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen

Die Maßnahme sollte laut Impact-Ziel einen Beitrag zum weiteren Ausbau der Solarenergie und damit einer ökologisch nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung Indiens leisten. Die Erfüllung der Indikatoren mit Bezug zum Ziel auf der Impact-Ebene kann wie folgt zusammengefasst werden:

Indikator	Status PP	Ex-post-Evaluierung
(1) Innerhalb der ersten drei Jahre nach Inbetriebnahme (Mai 2013) kommt ein weiteres größeres Solarkraftwerk in Indien in die Bauphase.	0	Februar 2014: Inbetriebnahme des 130 MW Welspun Solarkraftwerks in Madhya Pradesh
(2) Innerhalb der ersten fünf Jahre nach Inbetriebnahme erhöht sich der Anteil erneuerbarer Energien am Stromerzeugungsmix in Maharashtra und in Indien auf mindestens zehn Prozent.	Maharashtra 2010/11: 6% Anteil Erneuerbare Energien an der Stromerzeugung Indien 2010: 4% Anteil Erneuerbare Energien an der Stromerzeugung	Maharashtra 2018/19: 11% Anteil Erneuerbare Energien an der Stromerzeugung Indien 2018: 9% Anteil Erneuerbare Energien an der Stromerzeugung
(3) Vermeidung von CO₂-Emissionen	155.000 t p.a.	162.000 t p.a. (Mittelwert 04/2013-03/2019)

¹² PV Magazine 2020: Rekordverdächtige Photovoltaik-Ausschreibung könnte Indien für ausländische Investitionen öffnen, <https://www.pv-magazine.de/2020/07/01/rekordverdaechtige-photovoltaik-ausschreibung-koennte-indien-fuer-auslaendische-investitionen-oeffnen/>

¹³ MEDA 2020: List of Grid Connected Solar Power Project Commissioned in Maharashtra State, https://www.maharaja.com/meda/data/grid_solar_power/SPPComissioned.pdf

(4) Das Lastspitzendefizit im Stromsektor in Maharashtra ist verringert (neuer Indikator) ¹⁴	n/a	2010/11: -3.882 MW (-22,6 %) 2018/19: + 1336 MW (+7,2 %)
---	-----	---

Quellen: (1) The Hindu 2014: India's largest solar plant in MP, Modi calls it 'saffron revolution'. (2) Economic Survey of Maharashtra 2011-12 und 2019-20. IEA Data und Statistics. (3) Berechnungen im Rahmen der EPE auf Basis der Stromerzeugung. (3) Economic Survey of Maharashtra 2011/12 und 2019/2020.

Der erste Impact-Indikator bezieht sich auf die Realisierung von vergleichbaren Projekten in Indien und damit den Vorbildcharakter der FZ-Maßnahme. Zwischen der vollständigen Inbetriebnahme des Kraftwerks im Mai 2013 bis Ende 2016 wurden in Indien mindestens sieben weitere Photovoltaik-Großkraftwerke mit einer Kapazität von mehr als 100 MW ans Netz angeschlossen.¹⁵

Das Photovoltaikkraftwerk Sakri ist eine wichtige Referenzanlage in Indien, da es als erstes eine Kapazität >100 MW hatte und zu einem frühen Stadium der Markteinführung der Photovoltaik errichtet wurde. Es galt seinerzeit als eine der größten Photovoltaik-Anlagen weltweit. In den folgenden Jahren wurden in Indien weitere Solarparks dieser Größenklasse in Betrieb genommen, der Größte mit einer Kapazität von 2.245 MW im Unionsstaat Rajasthan.¹⁶ Es kann davon ausgegangen werden, dass die Maßnahme ein wichtiger Faktor für den Ausbau der Solarenergie in Indien war und die Stärkung des Ambitionsniveaus der JNNSM ab 2015 beeinflusste. Der Grund ist, dass die ersten Großanlagen im Land die Leistungsfähigkeit der Photovoltaik unter den lokalen klimatischen und auch energiewirtschaftlichen Bedingungen unterstrichen.

Auch auf Bundesstaatenebene kam es in Maharashtra zu einem starken Ausbau der Photovoltaik, jedoch fällt der Bundesstaat diesbezüglich hinter andere Bundesstaaten wie Karnataka und Rajasthan zurück. Diese hatten als große Nettostromimporteure und aufgrund guter Flächenverfügbarkeit einen größeren Anreiz als Maharashtra, eine proaktive Erneuerbare Energien-Politik mit ambitionierten Quotenvorgaben einzuführen. Dennoch ist die Solarkraft mittlerweile in Maharashtra etabliert, die kumulierte installierte Photovoltaik-Kapazität im Segment ab einer Anlagengröße von 0,5 MW stieg von 35 MW Ende 2012 auf 1.116 MW Ende 2019 an.¹⁷ Zudem verfügt der Unionsstaat Ende 2019 über eine der größten Photovoltaik-Projektpipelines aller indischen Bundesstaaten.¹⁸

Als zusätzlicher Indikator wurde der Vergleich der Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien insgesamt an den erzeugten Strommengen in Maharashtra und in Indien im Rahmen der Ex-Post Evaluierung eingeführt. In beiden Fällen ist der Anteil in gleichem Maße gestiegen; insgesamt liegt Maharashtra vor allem durch den Ausbau der Windkraft noch über dem Landesdurchschnitt. In Indien wurde der Zielwert von 10% im Fiskaljahr 2018/19 knapp verfehlt.

Die durch die solare Stromerzeugung vermiedenen CO₂-Emissionen werden auf Grundlage des Emissionsfaktors im indischen Stromsystem in Höhe von durchschnittlich 0,82 t CO₂/MWh zwischen 2013/14-2018/19 berechnet.¹⁹

Als weiterer zusätzlicher Impact-Indikator wurde im Rahmen der Ex-Post-Evaluierung (EPE) die Entwicklung des Lastspitzendefizits in Maharashtra definiert. Mit diesem Indikator kann die Qualität der Stromversorgung gemessen werden, da er die Kapazität zur Versorgung von plötzlichen Anstiegen des Stromverbrauchs beziffert, wie sie z.B. beim Anfahren von Produktionsanlagen, beim Anheizen in Industrieunternehmen oder bei Pumpvorgängen auftreten. Können diese abweichenden, höheren

¹⁴ Das Lastspitzendefizit ist ein Proxy für die Entwicklung des Hauptproblems im indischen Stromsektor zum Zeitpunkt des Programm-vorschlags. Auch wenn die Behebung des Lastspitzendefizits vor allem auf den Zubau konventioneller Erzeugungsquellen zurückzuführen ist, hat die Maßnahme ebenfalls positiv auf diese Entwicklung hingewirkt.

¹⁵ PV Resources 2019: Large-Scale PV Power Plants - Top50, <http://www.pvresources.com/en/pvpowerplants/top50pv.php>

¹⁶ Mercom India 2020: With 2,245 MW of Commissioned Solar Projects, World's Largest Solar Park is Now at Bhadla, <https://mercomindia.com/world-largest-solar-park-bhadla/>

¹⁷ MEDA 2020: List of Grid Connected Solar Power Project Commissioned in Maharashtra State, https://www.mahaurja.com/meda/data/grid_solar_power/SPPCommissioned.pdf

¹⁸ Bridge to India 2019: India Solar Map, <https://bridgetoindia.com/report/india-solar-rooftop-map-december-2019/>

¹⁹ CEA 2018: CO₂ Baseline Database for the Indian Power Sector, http://www.cea.nic.in/reports/others/thermal/tpece/cdm_co2/user_guide_ver13.pdf

Verbraucher nicht bedient werden, werden Lasten abgeworfen, d.h. es kommt zu Stromausfällen. In Maharashtra wurde das Lastspitzendefizit durch den massiven Ausbau von Stromerzeugungskapazitäten geschlossen, mittlerweile liegt die verfügbare Erzeugungskapazität 7,2 % über der Spitzenlast.²⁰ Bei dieser Entwicklung spielt der Photovoltaikzubaueine untergeordnete Rolle, da überwiegend Kohle- und Windkraftwerke zugebaut wurden. Rund 70 % der zwischen 2010/11 - 2018/19 in Maharashtra zugebauten Kapazitäten entfallen auf Kohlekraftwerke und rund 30 % auf erneuerbare Energiequellen (darunter 6,2 % auf die Photovoltaik). Der Anteil Erneuerbarer Energien an den erzeugten Energiemengen hat sich im Unionsstaat im gleichen Zeitraum von 6% auf 11% erhöht.

Mit Blick auf eventuelle Umweltwirkungen zeigte sich bei der Durchführung des Vorhabens, dass ein Teil des Geländes als Forstland deklariert war, obwohl der felsige Boden keinen Baumbewuchs zulässt.²¹ Im Rahmen der EPE äußerte der Projektträger, dass eine Pflanzung von 3.000 Bäumen auf dem Gelände der Anlage vorgenommen wurde und dass gegenwärtig keine Probleme mit der Landnutzung vorliegen.

Die ex-ante definierten Indikatoren zur Messung der Zielerreichung auf Impactebene wurden vollständig erreicht. Das Vorhaben hat einen wichtigen Impuls für den großflächigen Ausbau der Solarenergie in Indien gegeben und war das "Proof of Concept" für Photovoltaikkraftwerke in der Multimegawattklasse.

Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen Teilnote: 2

Nachhaltigkeit

Der weitere Betrieb des Solarparks erscheint aus heutiger Sicht sichergestellt zu sein, in erster Linie auf Grund des hohen Professionalitätsniveaus des Projektträgers und der mit Betrieb und Wartung beauftragten Unternehmen. Nach Sensitivitätsberechnungen amortisiert sich der Photovoltaikpark ab dem achten Betriebsjahr, also ab dem indischen Fiskaljahr 2020/21. Somit ist der wirtschaftliche Betrieb auch im Falle eines Ausfalls eines Teils der verbauten Komponenten sichergestellt. Relevante Rücklagen für den eventuellen Austausch von Komponenten während der Projektlaufzeit können gebildet werden aufgrund der Profitabilität des Vorhabens bei Gestehungskosten von 0,11 EUR/kWh und einer vereinbarten Einspeisevergütung von 0,20 EUR/kWh über einen Zeitraum von 25 Jahren (s.o. "Effizienz").

Die Stabilität des Projektträgers ist als positiv einzuschätzen: zum einen, da es sich um ein staatliches Unternehmen handelt, und zum anderen auf Basis der Vermögenswerte und Ertragsdaten. Die Kapazitäten des Trägers zum Betrieb und zur Wartung der Anlage sind durch die FZ-Maßnahme stark gestiegen. So werden regelmäßig interne und externe Ingenieure und Techniker auf der Anlage geschult; des Weiteren informierte sich das Top-Management im Jahr 2018 in Deutschland über aktuelle Entwicklungen im Bereich des digitalen O&M (Operation and Management) von Photovoltaikanlagen.

Eine Abschätzung auf Basis der Geschäftsberichte führt zu einer prinzipiell positiven Bewertung der finanziellen Solidität des Projektträgers. Einzelwirtschaftliche Risiken ergeben sich aus der wichtigen Rolle von Kohlekraftwerken im Portfolio des Projektträgers, da diese Investitionen aufgrund der Überkapazitäten im Stromsektor geringere Auslastungsfaktoren haben und zunehmend von strengeren Umweltauflagen zum Emissionsschutz betroffen sind. Ein weiteres Risiko ist die instabile finanzielle Lage der indischen Verteilnetzbetreiber, die für die Kostenwälzung an die Kraftwerksbetreiber für die gelieferten Energiemengen zuständig sind. Aufgrund dieser strukturellen Probleme haben sich hierbei Zahlungsrückstände in Höhe von 1,7 Mrd. Euro des staatlichen Verteilnetzbetreibers Maharashtra State Electricity Distribution Company Limited (MSEDCL) an den ebenfalls staatlichen Projektträger MAHAGENCO angesammelt. Trotz dieser ausstehenden Zahlungen waren die Geschäftsergebnisse des Trägers in den vergangenen Jahren überwiegend positiv.

Auch wenn seit 2014 keine Photovoltaik-Multimegawattanlage des Trägers mehr in Betrieb genommen wurde, hat er mittlerweile eine konkrete Projektpipeline von mind. 187 MW aufgebaut. Zudem kündigte der Projektträger den Bau von zwei Solar-Großkraftwerken der Multimegawattklasse an.²² Somit gibt es

²⁰ DES 2020.

²¹ DownToEarth 2015: Sakri solar power plant may not be shifted after all, <https://www.downtoearth.org.in/news/sakri-solar-power-plant-may-not-be-shifted-after-all--34409>

²² Mercom 2019: Mahagenco Seeks Landowners for Development of 600 MW of Solar Projects, <https://mercomindia.com/mahagenco-landowners-development-solar-projects/>

Anzeichen, dass zumindest jüngst ein Strategiewechsel des Projektträgers weg von der Kohlekraft hin zu einer stärkeren Nutzung der Sonnenenergie eingeleitet wurde. Auch der nun Fahrt aufnehmende Ausbau der Solarenergie in Maharashtra unterstreicht, dass die Wirkungen der Maßnahme weiterhin Bestand haben.

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:

Stufe 1	sehr gutes, deutlich über den Erwartungen liegendes Ergebnis
Stufe 2	gutes, voll den Erwartungen entsprechendes Ergebnis, ohne wesentliche Mängel
Stufe 3	zufriedenstellendes Ergebnis; liegt unter den Erwartungen, aber es dominieren die positiven Ergebnisse
Stufe 4	nicht zufriedenstellendes Ergebnis; liegt deutlich unter den Erwartungen und es dominieren trotz erkennbarer positiver Ergebnisse die negativen Ergebnisse
Stufe 5	eindeutig unzureichendes Ergebnis: trotz einiger positiver Teilergebnisse dominieren die negativen Ergebnisse deutlich
Stufe 6	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.