

Ex-post-Evaluierung NOOR I in Ouarzazate, Marokko

Titel	Erneuerbare Energien Fonds - Solarkraftwerk Ouarzazate		
Sektor und CRS-Schlüssel	Energie, CRS 23		
Projektnummer	2009 66 838 und 2010 66 414		
Auftraggeber	BMZ		
Empfänger/ Projektträger	Moroccan Agency for Sustainable Energy (MASEN)		
Projektvolumen/ Finanzierungsinstrument	100 Mio. EUR / FZ-Darlehen		
Projektlaufzeit	11/2011 (PV) – 11/2018 (FCOD NOORo I)		
Berichtsjahr	2022	Stichprobenjahr	2020

Ziele und Umsetzung des Vorhabens

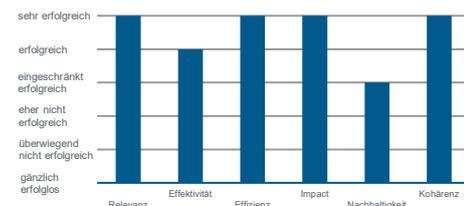
Ziel des Projekts auf Outcome-Ebene war die Einführung einer effizienten, ökologisch und sozial verträglichen Erzeugung elektrischer Energie sowie die Markteinführung einer Zukunftstechnologie für den globalen Klimaschutz. Dazu wurde bei NOOR I in Ouarzazate (NOORo I) auf die Concentrated Solar Power (CSP) Technologie zurückgegriffen. Auf der Impact-Ebene war das Ziel mit der zusätzlich erzeugten sauberen Energie einen Beitrag zum weltweiten Klimaschutz sowie zum wirtschaftlichen Wachstum in Marokko zu leisten.

Wichtige Ergebnisse

Das Vorhaben war sehr relevant und sehr gut in den Rahmen des marokkanischen Solarplans eingebettet. Alle Geber arbeiteten sehr gut zusammen und setzten das Projekt effektiv und effizient um. NOORo I hatte eine Signalwirkung für zukünftige Vorhaben inner- und außerhalb Marokkos, die die gleiche Technologie nutzen. Jedoch ist die Nachhaltigkeit eingeschränkt.

- Die Zusammenarbeit der finanziellen Geber funktionierte im Rahmen eines Steuerungsgremiums außergewöhnlich gut und es gelang auch Privatkapital im Rahmen eines public-private-partnership (PPP) Modells einzubinden.
- Alle Indikatoren wurden erfüllt und NOORo I produziert mehr Energie als geplant. Hinzu kam die positive Signalwirkung für Folgeprojekte in Marokko wie beispielsweise NOOR Midelt.
- Die entwicklungspolitischen Wirkungen treten sowohl auf lokaler, nationaler als auch weltweiter Ebene auf. Zum Beispiel wird der Bau von CSP Anlagen in Dubai, Südafrika oder Chile direkt mit der Maßnahme in Ouarzazate in Verbindung gebracht.
- Einzig die Nachhaltigkeit ist eingeschränkt: Der Wasserverlust in dem Mansour Ed-dhabi Stausee, in dem das Wasser für die Kühlung von NOORo I gesammelt wird, ist in den vergangenen Jahren massiv angestiegen. Die Gründe dafür sind noch unklar und außerhalb der Einflussnahme von NOORo I, jedoch ist die Erarbeitung eines Notkonzepts wichtig, um einen nachhaltigen Betrieb sicherzustellen.

Gesamtbewertung: erfolgreich



Schlussfolgerungen

- Ein wichtiger Erfolgsfaktor für das Projekt war die Einbindung von Privatkapital über eine PPP Struktur. Dies hat ein risikoadäquates Investitionsklima für weitere private Investoren geschaffen - trotz des hohen technologischen Risikos, das mit dem Projekt verbunden war.
- Bei der Umsetzung des NOOR Solar-komplexes in Ouarzazate war die Ownership des marokkanischen Staates unerlässlich. Ohne diese wäre eine solches Pilotprojekt auf technischem Neuland nicht möglich gewesen.

Bewertung nach DAC-Kriterien

Gesamtvotum: Note 2

Rahmenbedingungen und Einordnung des Vorhabens

Als Beitrag zum ehrgeizigen Solarplan Marokkos wurden über die KfW die folgenden Finanzierungsbeiträge für die Solarkraftwerke in Ouarzazate bereitgestellt:

Project	Technology	MW	ICOD	FCOD	EUR (M)	Type	Source	InPro-No.
NOORo I	CSP (parabolic trough)	160	20.01.2016	30.11.2018	40	loan	BMZ (IKLU)	23164
					60	loan	BMZ (IKLU)	26291
					15	grant	BMU (IKI)	29669
NOORo II	CSP (parabolic trough)	200	24.04.2018	23.04.2021	330	loan	BMZ (IKLU)	27572
					33,44	grant	EU (NIF)	33293
NOORo III	CSP (tower)	150	20.10.2018	expected 2023	324	loan	BMU (DKTI)	27889
NOORo IV	PV	72	02.08.2018	01.08.2020	60	loan	BMZ (IKLU)	33475

Diese Finanzierungsbeiträge sollten zur Deckung eines Teils der Investitionskosten der einzelnen Kraftwerke verwendet werden. Darüber hinaus wurden Restmittel in Höhe von 25 Mio. EUR (aufgrund niedriger als erwarteter Investitionskosten) umgewidmet, um einen Teil der gemeinsamen Infrastruktur des Solarkomplexes Ouarzazate zu finanzieren, insbesondere die Wasserversorgung vom Mansour-Eddhabistausee zum Solar-Komplex sowie die Umzäunung, das elektronische Sicherheitssystem und die Erosionsschutzmaßnahmen vor Ort. Die Kraftwerke haben zwischen Januar 2016 und Oktober 2018 ihr jeweiliges Erstes Kommerzielles Betriebsdatum (ICOD) erreicht. Nach erfolgreichem Probebetrieb und Betriebsoptimierung haben NOORo I, II und IV ihr endgültiges kommerzielles Betriebsdatum (Final Commercial Operation Date, FCOD) zwischen November 2018 und April 2021 erreicht. NOORo III wird den FCOD voraussichtlich Ende 2023 erreichen.

Obwohl sich die Bewertung in dieser Ex-post-Evaluierung auf NOORo I konzentriert, können die anderen drei Kraftwerke des Komplexes, nämlich NOORo II, III und IV, nicht vollständig außer Acht gelassen werden. Sie werden deshalb auch in diesem Bericht, wenn angemessen mit erwähnt. MASEN, die staatliche Fördergesellschaft für Erneuerbare Energien, ist für die Verwaltung aller vier Kraftwerke verantwortlich. Insgesamt hat der NOOR-Solarkomplex eine installierte Leistung von rund 580 MW, wobei die Leistung von NOORo I 160 MW beträgt. Die in dem Komplex erzeugte Energie wird in das nationale Stromnetz eingespeist. NOORo I läuft seit Januar 2016 und seit November 2018 liegt der Betrieb allein bei einer privaten Projektgesellschaft, an der MASEN Anteile hält.

Relevanz

Zum Zeitpunkt der Projektprüfung des Solarkraftwerks NOORo I im Jahr 2011 war Marokko für seinen Primärenergieverbrauch weitgehend von der Einfuhr fossiler Brennstoffe abhängig. Das Land galt als der größte Energieimporteur im Nahen Osten und in Nordafrika. Gleichzeitig befand sich Marokko schon seit einigen Jahren in einer Phase des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums. Insgesamt resultierte dies in einem Anstieg der Energienachfrage von ca. 7 Prozent pro Jahr zu Beginn der 2000er. Eine Erhöhung

der Energiekapazität mit dem damaligen Energiemix bedeutete jedoch zum einen eine stärkere politische Abhängigkeit von anderen Ländern, die auch mit höheren Kosten für das Regierungsbudget einhergingen. Zum anderen hätte eine verstärkte Nachfrage bei einem auf fossilen Brennstoffen abhängigen Energiemix die Probleme des Klimawandels noch weiter verschärft.

Daher baute Marokko auf seinen beträchtlichen Erfahrungen mit erneuerbaren Energien aus den 1990er und 2000er Jahren mit Wind- und Wasserkraftprojekten auf und entwickelte 2009 einen nationalen Plan für Solarenergie. Dafür wurden verschiedene Solartechnologien analysiert, unter anderem sowohl konzentrierte Solarenergie (CSP) als auch Photovoltaik (PV). Eine der Anforderungen der marokkanischen Partner bestand in einer Strombereitstellung auch in Zeiten ohne Sonne, um insbesondere einen Beitrag zur Deckung der abendlichen Lastspitzen zu leisten. Eine Speichermöglichkeit sollte also zwingend vorhanden sein. Diese stand in Form von Batterien für PV-Systeme in der benötigten Größenordnung und zu vertretbaren Kosten zu der Zeit noch nicht zur Verfügung. Vor allem deshalb wurde sich für CSP mit einer thermischen Speicherung entschieden (s. auch Kriterium Effizienz).

Die vorgesehene Wirkungskette des Projekts sah wie folgt aus:

Bau von NOORo I -> Steigerung der nachhaltigen Energieerzeugung -> höhere Energieversorgung für Haushalte und Unternehmen -> Wirtschaftswachstum bei Einsparung von CO₂ Emissionen. Parallel dazu war die Erwartungshaltung, dass NOORo I als Pilotprojekt für die CSP-Technologie zu sehen ist. Es sollte auf gesamtwirtschaftlicher Ebene einen Beitrag zu weiteren Innovationen in der CSP-Technologie leisten, eine eigene nationale Solarindustrie Marokkos aufbauen und zu Preisdegressionen bei der CSP-Technologie führen.

Die Ergebnisse bzw. geplante Aktivitäten des Projektes stimmten in hohem Maße mit den nationalen Klimaplänen, Energiesektorstrategien und -politiken sowie den Nachhaltigen Entwicklungszielen (Sustainable Development Goals, SDGs) überein. Im Jahr 2009 hat Marokko seine nationale Energiestrategie verabschiedet. In dieser wird eine Reduktion der Abhängigkeit des Landes von Importen bis 2020 durch den Ausbau erneuerbarer Energien und verbesserte Energieeffizienz angestrebt. Konkret bedeutet dies, dass die erneuerbaren Energien (Wind, Solar und Wasserkraft) bis 2020 ein Anteil von 42% an der gesamten installierten Stromerzeugungskapazität haben sollen. Der Marokkanische Solarplan (Plan Solaire Marocain, PSM), der die nationale Energiestrategie für Solarenergie umsetzt, definierte ein Ausbauziel von 2.000 MW für Solarkraftwerke bis 2020 und 6.000 MW bis 2030. Dabei ist der NOOR Komplex in Ouarzazate ein wichtiger Baustein. Die Strategie bettete sich in den Nationalen Plan gegen den Klimawandel ein. Das Vorhaben trägt somit direkt zu den nationalen marokkanischen Klimaplänen und Energiesektorstrategien bei und leistet einen direkten Beitrag zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung sieben und neun.

Die Projektidee entsprach den Bedürfnissen der Zielgruppe. Zielgruppe des Projektes war die Gesamtheit aller marokkanischen, an das allgemeine Verbundnetz angeschlossenen Stromverbraucher. In Zahlen ausgedrückt könnten mit dem gesamten Komplex Ouarzazate, also NOORo I bis NOORo IV, an die 400.000 Haushalte, oder 1,7 Millionen Menschen, mit dem erzeugten Strom versorgt werden. Auch sollten marokkanische Firmen und Arbeitskräfte intensiv am Bau und Betrieb des Kraftwerkes beteiligt werden mit dem Ziel, mit den Erfahrungen aus dem Projekt eine marokkanische auch international agierende Solarindustrie aufzubauen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt als Pilotprojekt eine der Grundbausteine für die Umsetzung des marokkanischen Solarplanes war, da die dort gemachten Erfahrungen in entsprechenden Folgeprojekten genutzt werden können. Es adressierte eine relevante Fragestellung und nutzte die hohe Sonneneinstrahlung Marokkos gut aus.

Relevanz Teilnote: 1

Kohärenz

Mehrere Akteure der deutschen Entwicklungszusammenarbeit (EZ) waren in die gesamte Finanzierung des NOOR Komplexes in Ouarzazate eingebunden. So haben sowohl das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) als auch das Bundesministerium für Umwelt (BMU) Teile des Komplexes finanziert. Die Förderung des BMU lief dabei im Rahmen der Deutschen Klimatechnologie-Initiative (DKTI) bzw. später dann der Internationalen Klimainitiative (IKI). Die Gesellschaft für

internationale Zusammenarbeit (GIZ) unterstützte das Projekt mit Sektoranalysen in der Vorbereitung. Insgesamt wurden die Maßnahmen innerhalb der deutschen EZ komplementär konzipiert und auch die unterschiedlichen Instrumente der EZ, also technische und finanzielle Zusammenarbeit, haben sinnvoll ineinandergegriffen.

Marokko hat sich im Jahr 2009 eine ambitionierte Strategie gegeben mit dem Ziel, bis zum Jahr 2020 ungefähr 42 Prozent der installierten Leistung in erneuerbaren Energien - Wind, Solar sowie Wasserkraft zu haben. Bei diesen Zielen unterstützt die deutsche EZ den marokkanischen Partner unter anderem mit dem Windprogramm Marokko, dem Laufwasserkraftwerk Tanafnit El Bori. Gleichzeitig entwickelte die marokkanische Regierung den NOOR (Licht im Arabischen) Solar Plan. Dieser umfasst die Entwicklung von 2000 MW bis 2020 und 6000 MW bis 2030. Dabei sind neben den vier Kraftwerken in Ouazarzate auch drei weitere PV Solaranlagen: NOOR-Boujdour, NOOR-Laayoune und NOOR-Tafilalet in der Umsetzung, die jedoch nicht von der deutschen finanziellen Zusammenarbeit finanziert werden. Die Kraftwerke in Ouazarzate sind ein integraler Bestandteil für die Erreichung der Partnerziele und decken ungefähr 500 MW der anvisierten 2000 MW ab. NOORo I nutzt eine Parabolrinne zur Energiegewinnung, wobei der Wasserdampf, der aus der Turbine austritt, nass gekühlt wird. Der Bau dieser Anlage war die Grundlage für weitere Folgephasen, in denen mit NOORo II eine weitere CSP Anlage mit Parabolrinne und Luftkühlung finanziert wurde sowie mit NOORo III eine CSP Anlage mit Solar Tower und ebenfalls Luftkühlung. NOORo IV besteht aus einer Photovoltaikanlage. Alle vier Projekte sowie eine Übertragungsleitung, die die so produzierte Energie in das nationale Netz einspeist, und eine gemeinsame Infrastruktur bilden zusammen den NOOR Komplex in Ouarzazate. Somit besteht eine klare Kohärenz und Einbettung von NOORo I sowohl in die vorherigen als auch in die danach folgenden Aktivitäten innerhalb der deutschen EZ was die Finanzierung und das Zusammenspiel der unterschiedlichen Maßnahmen betrifft.

Die Finanzierung des gesamten NOOR Solarkomplexes in Ouarzazate war ein Projekt von vielen Mitgliedern der internationalen Gemeinschaft: Als Finanziere waren die African Development Bank (AFDB), die Agence Francaise de Développement (AFD), der Clean Technology Fund, die European Investment Bank (EIB), und die Weltbank beteiligt. Nicht alle Finanziere waren in alle Komponenten, also NOORo I-IV, involviert. Nichtsdestotrotz waren alle Mitglieder des Steuerungsgremiums. In diesem war die Zusammenarbeit sehr gut und es kam zu regelmäßigen Abstimmungsrunden. Viele Schritte im Prozess, zum Beispiel Vergabeverfahren, wurden dort diskutiert und dann vereinheitlicht. Dies bedeutete, dass MASEN als Projektträger einen einheitlichen Prozess befolgen konnte und nicht unterschiedliche Prozesse für die jeweiligen Geber. Dies erlaubte dem Projektträger MASEN eine einheitliche Vorgehensweise, schuf Effizienzen und ist Zeichen einer starken und gut funktionierenden Geberharmonisierung. Gleichzeitig gewährleistete dieser zweistufige Prozess, zuerst Abstimmung im Steuerungsgremium und danach einheitliche Zusammenarbeit der Finanziere mit MASEN eine sehr gute Koordination der nationalen Stakeholder. MASEN koordinierte als zentrale Anlaufstelle die gesamte Projektdurchführung. Dabei konnte ein erheblicher Teil der Gesamtfinanzierung von privaten Gebern mobilisiert werden im Rahmen einer Public-Private Partnership (PPP) Struktur.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt innerhalb der deutschen EZ sehr gut abgestimmt war. Die Koordination mit den weiteren internationalen Gebern über das Steuerungsgremium funktionierte außergewöhnlich und die Einbettung in einer PPP Struktur mobilisierte auch Privatkapital.

Kohärenz Teilnote: 1

Effektivität

Ziel des Projekts auf Outcome-Ebene war laut Projektvorschlag die Einführung einer effizienten, ökologisch und sozial verträglichen Erzeugung elektrischer Energie sowie die Markteinführung einer Zukunftstechnologie für den globalen Klimaschutz.

Die Zielerreichung des Projekts auf Outcome Level kann wie folgt zusammengefasst werden:

Indikator	Soll-Wert	Ist-Wert bei EPE
(1) Nach den ersten zwei vollen Betriebsjahren werden jährlich durchschnittlich über 370 GWh elektrischer Energie erzeugt	370 GWh p.a.	Erfüllt in jedem Jahr seit Inbetriebnahme. Durchschnittliche, jährliche Produktion seit 2016: 424 GWh p.a.
(2) 3 Jahre nach Fertigstellung der Anlage befinden sich mindestens zwei Solarkraftwerke im Bau bzw. Vorbereitung	-	Erfüllt mit dem Bau von NOORo II-IV sowie Genehmigung von Midelt.

Indikator (1): Die Inbetriebnahme von NOORo I erfolgte an dem 1. Januar 2016 und damit knapp 12 Monate später als geplant. Im ersten Jahr betrug die jährliche Produktion 400 GWh und übertraf damit schon zwei Jahre früher als geplant den Zielwert von 370 GWh pro Jahr. Seitdem wurde der Zielwert immer übertroffen, im Jahr 2021 zum Beispiel lag die Produktion bei 440 GWh. Über den Zeitraum von 2016 bis 2021 betrug die durchschnittliche jährliche Produktion 424 GWh. Der Indikator ist somit erfüllt.

Indikator (2): Es war geplant, dass in der Folge von NOORo I weitere solarbetriebene Kraftwerke gebaut werden. Die Einführung der CSP Technologie in Marokko war dabei eine weitere Motivation für die Unterstützung des Projekts auf Geberseite. Durch den Bau von NOORo II, NOORo III und NOORo IV, die alle auch schon im Jahr 2018 in Betrieb genommen wurden, ist dieser Indikator erfüllt. Dabei ist es wichtig zu erwähnen, dass NOORo II und NOORo III die CSP Technologie nutzen, während NOORo IV ein PV-Solarkraftwerk ist. Neben den weiteren Kraftwerken im Rahmen von NOOR in Ouarzazate gibt es auch die Genehmigung für den Bau einer Solaranlage in der Midelt Region, so dass der Indikator mehr als erfüllt ist.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die festgelegten Indikatoren bei NOORo I mehr als erfüllt wurden. Es wird sowohl mehr Energie produziert als geplant als auch weitere Solarkraftwerke fertiggestellt.

Effektivität Teilnote: 2

Effizienz

NOORo I war das erste Kraftwerk in Marokko, das die CSP Technologie nutzt. Dies in einer Zeit, in der CSP Anlagen und ihre Technologie auch weltweit nicht besonders weit verbreitet waren. Insofern waren die Kosten zu dem damaligen Zeitpunkt leicht höher als für eine Photovoltaikanlage und die Kosten für PV sind seitdem auch noch stärker gesunken. Gleichzeitig gab es zu dem damaligen Zeitpunkt keine andere Technologie, die eine entsprechende Speicheroption und damit eine höhere Verfügbarkeit von Solarenergie zu Spitzenlastzeiten in den Abendstunden wie bei NOORo I beinhaltet.

Letztendlich blieben die finalen Kosten unter den geschätzten Beträgen - sowohl bei NOORo I als auch bei den weiteren drei Kraftwerken:

Gesamtkosten (in Mio. Euro)	NOORo I	NOORo II	NOORo III	NOORo IV
Geplante Kosten	750	985	645	94,7
Tatsächliche Kosten	633,6	818,8	626,5	65,6
Unterschied	- 16 Prozent	-17 Prozent	- 3 Prozent	- 31 Prozent

Die niedrigeren aktuellen Gesamtkosten in allen vier Kraftwerken liegen zum einen daran, dass MASEN in all seinen Budgetvorschlägen großzügige "Contingencies" eingeplant hat. Dies sollte verhindern, dass das Budget überzogen wird. Gleichzeitig wurde ein Fokus daraufgelegt, möglichst viele Teile beim Bau aus lokaler Produktion zu beziehen. Dies hat zwar die ursprüngliche Fertigstellung leicht verzögert, kreierte aber auch Wettbewerb. Dieser fand sowohl in der Lieferung von Kleinteilen innerhalb Marokkos statt als auch zwischen größeren Unternehmen, die in dem marokkanischen Markt Fuß fassen wollten. Gleichzeitig war das Risiko für die Firmen durch die Public-Private Partnership Struktur verringert, da der Staat bzw. die Geldgeber entsprechende Risiken auf sich nahm/en. Letztendlich investierte der Privatsektor über die PPP Struktur knapp 126 Mio. Dollar in NOORo I. Dies machte NOORo I zu dem damaligen Zeitpunkt zum größten PPP finanzierten Solarkraftwerk in Marokko und der gesamten MENA Region.¹ All dies reduzierte die letztendlichen Angebotspreise der Unternehmen für NOORo I und resultierte in niedrigeren Kosten als geplant. Bei den anderen zwei Kraftwerken mit NOORo II und NOORo III kamen technologische Fortschritte und Lernerfahrungen von NOORo I zum Tragen. Während NOORo I z.B. ein Kühlsystem mit hohem Wasserverbrauch hat, wurde bei NOORo II weniger Wasser mithilfe einer Luftkühlung verbraucht (s. auch Kriterium Nachhaltigkeit). NOORo IV, welches ein reines PV-Kraftwerk ist, profitierte am stärksten von der Preisdegression im Bereich Solarenergie, so dass die letztendlichen Gesamtkosten um mehr als 31 Prozent niedriger lagen als ursprünglich geplant.

In der Umsetzung gab es eine Gesamtverzögerung der Fertigstellung von NOORo I von knapp einem Jahr. Dies lag zum einen an den komplexen Vergabeverfahren, zum anderen aber auch an Problemen beim Bau. So gab es Probleme bei der Lieferung der Komponenten, wie Turbine oder Generator, da die mit einem Schwerlasttransporter geliefert werden mussten und eine entsprechende Erlaubnis zu Beginn nicht vorlag. Auch haben starke Winde und Regenfälle den Bauprozess verlangsamt.

Die erhöhte Energieerzeugung von NOORo I (s. Indikator 1, Kriterium Effektivität) sowie die geringeren Kosten, haben dafür gesorgt, dass das Projekt letztendlich eine volkswirtschaftliche Verzinsung von 3,4 Prozent erreicht hat im Vergleich zu den ursprünglich avisierten 0,9 Prozent.² Neben der reinen ökonomischen Perspektive sollte aber auch der Faktor, dass NOORo I nun weltweit als Positivbeispiel für die CSP Technologie gilt, nicht unterschätzt werden (s. Kriterium Impact).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Produktionseffizienz durch niedrigere Preise als ursprünglich angenommen sowie die vorausschauende Weichenstellung bezüglich des Wettbewerbs sehr hoch war. Dies trug einen großen Teil zu einer höheren volkswirtschaftlichen Verzinsungsrate von 3,4 Prozent bei.

Effizienz Teilnote: 1

Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen

Als übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen ("Impact") wurde zur Projektbeginn definiert, einen Beitrag zum weltweiten Klimaschutz sowie zum wirtschaftlichen Wachstum in Marokko zu leisten.

Operationalisiert wurde der Beitrag zum weltweiten Klimaschutz in der Anzahl von 230.000 vermiedenen jährlichen CO2 Tonnen zwei Jahre nach Inbetriebnahme des Kraftwerks. Unter Annahme eines Emissionsfaktors von 0,63 tCO2/MWh war dieser Indikator seit 2019, und damit drei Jahre nach Inbetriebnahme erfüllt. Im Jahr 2018 war der Wert mit 207.476 Tonnen CO2 pro Jahr noch knapp unter der Bestückung des Indikators.

Indikator	Status PP	Ex-post-Evaluierung
Die jährliche Reduktion von CO2 Emissionen zwei Jahre nach Inbetriebnahme beträgt 230.000 Tonnen CO2 pro Jahr	-	2018: 207.476 2019: 238.132 2020: 300.854 2021: 266.208

¹ World Bank 2018. Implementation Completion and Results Report NOOR I.

² World Bank 2018. Implementation Completion and Results Report NOOR I.

Weitere entwicklungspolitische Impacts materialisieren sich auf drei verschiedenen Ebenen:

Lokale Ebene: Laut einem Bericht der Weltbank hat das Projekt vor Ort starke positive Effekte gehabt, indem es den Lebensstandard generell erhöhte, die Verbindung zu anderen Städten durch den Bau neuer Straßen verbesserte und Jobs generierte.³ Insgesamt wurden während des Baus von NOORo I mehr als 1900 Menschen, davon 1500 Marokkaner und davon wieder 600 aus den umliegenden Provinzen angestellt. Auch nach dem Abschluss der Bauarbeiten arbeiten für MASEN in NOORo I 61 Personen. Von denen sind knapp die Hälfte (27) aus den lokalen Gemeinden Ouarzazate und Ghassate und 8 der Beschäftigten sind weiblich. Auf den gesamten NOOR Ouarzazate Komplex bezogen waren in der Bauphase 9.149 Personen beschäftigt und in der Betriebsphase sind nun ca. 250 Personen direkt im Betrieb der Kraftwerke tätig während ca. 200 Personen für andere Firmen auf dem Gelände von NOOR Ouarzazate arbeiten. Auch wenn es nicht genau quantifiziert werden kann, sind weitere positive Impacts auf die Beschäftigung und die lokale Wirtschaft entlang der Wertschöpfungskette zu erwarten. In Ergänzung zu Effekten auf Beschäftigung und lokale Wirtschaft hat MASEN sich auch verpflichtet zu mehr als 300 sozialen Projekten in den lokalen Gemeinden beizutragen. Während der Evaluierungsreise konnte zum Beispiel eine Solaranlage auf einem Waisenhaus, eine solarbetriebene Wasserpumpe und die Unterstützung einer Vorschule begutachtet werden.

Nationale Ebene: Die Zielgruppe des Projekts waren alle Marokkaner, die am Stromnetz angeschlossen sind. Dabei besitzt NOORo I die Kapazität, um 400.000 Haushalte mit Strom zu versorgen. Neben den Nutzern des Stromnetzes sind es auf wirtschaftlicher Ebene die Firmen entlang der Wertschöpfungskette in der Solarindustrie. Die Solarindustrie in Marokko ist in den letzten Jahren stark gewachsen, was in Teilen auf den NOOR Komplex in Ouarzazate zurückgeführt werden kann. Die Rolle von NOORo I als Pilotprojekt für CSP zeigt sich auch auf nationaler Ebene. Kurz nach der Pilotierung des Solarkomplexes in Ouarzazate wurde ein ähnlicher Solarkomplex mit mehr Leistung in Midelt geplant. Dort sollten in zwei Bauphasen Solaranlagen mit 800 MW entstehen. Die entsprechenden Ausschreibungen dabei wurden technologieoffen gestaltet, das bedeutet es können alle Solar- und Speichertechnologien angeboten werden und der Preis gibt den Ausschlag. Dabei setzte sich ein Konsortium mit CSP und Photovoltaik durch, und zwar mit ähnlichen Preisen in den beiden Technologien.⁴ Dies zeigt, dass die CSP Technologie kompetitiv mit Photovoltaik angeboten werden kann. Dies liegt auch an den Lernerfahrungen in Ouarzazate, die zu einer Preisdegression in dem Sektor geführt haben.

Weltweite Ebene: Der NOOR Komplex in Ouarzazate ist weltweit bekannt und jedes Jahr kommen Entwickler und Finanziere zu Besuch, um die Technologie zu studieren. MASEN selbst organisiert Konferenzen, in denen sie ihr Wissen mit entsprechenden Stakeholdern teilen. Im Jahr 2019, zum Beispiel, gab es 147 Besuche mit insgesamt 3.076 Besuchern. Von den 147 Besuchen waren 82 von der Öffentlichkeit, 28 von Projektpartnern, 19 von politisch hochrangigen Würdenträgern, 13 von der Presse oder Film und 5 waren andere Gruppen. In der Folge scheint das Projekt, laut Weltbank, auch weitere Länder aus dem Nahen Osten, wie die Vereinigten Arabischen Emirate, Saudi-Arabien, Tunesien, Libanon, Jordanien und Ägypten beeinflusst zu haben, über die CSP Technologie nachzudenken.⁵ Konkret wird der Bau einer 700 MW CSP Anlage in Dubais Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park, die 150 MW Aurora Anlage in Südaustralien sowie Chiles 110 MW Atacama Solarturm mit dem NOOR Solarkomplex in Verbindung gebracht. Profitiert haben diese Bauvorhaben in Dubai und Südaustralien u.a. von den niedrigeren Preisen (ca. 10 US-Cents pro kWh). NOOR Ouarzazate hatte somit auch einen globalen Impact als "role model".

Bei NOORo I und dem gesamten Ouarzazate Solarkomplex treten sehr positive Wirkungen sowohl auf lokaler, nationaler und weltweiter Ebene auf. Das Projekt beeinflusste zukünftige Projekte weltweit. Die Gesamtwirkungen werden deshalb mit sehr gut bewertet.

Übergeordnete entwicklungspolitische Wirkungen Teilnote: 1

³ World Bank 2018. Implementation Completion and Results Report NOOR I.

⁴ BMU 2021. Evaluierungsbericht von NOOR III.

⁵ World Bank 2018. Implementation Completion and Results Report NOOR I.

Nachhaltigkeit

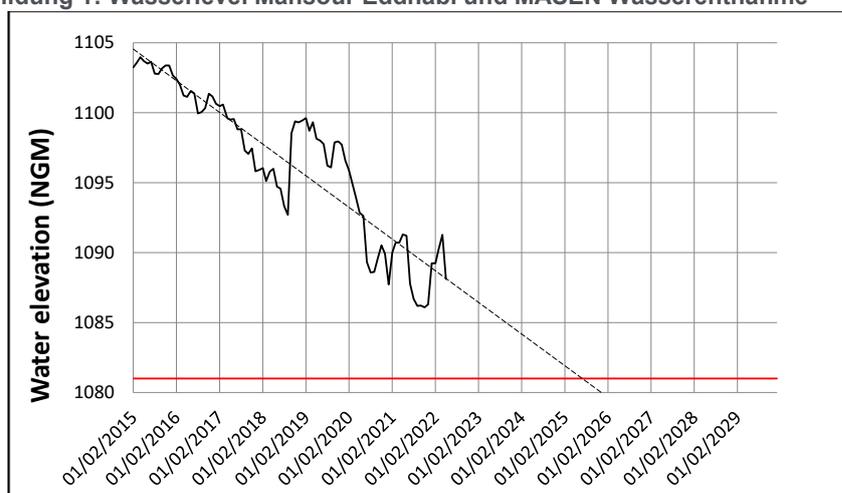
MASEN selbst wurde 2010 per königlichem Dekret gegründet, um die erneuerbare Energiewende in Marokko zu implementieren. Sie ist die Durchführungsorganisation, um das Ziel von 2000 MW bis 2020 und 6000 MW mit erneuerbaren Energien im Jahr 2030 umzusetzen. Seit Gründung ist MASEN kontinuierlich gewachsen und hat viele Erfahrungen im Bereich erneuerbarer Energieprojekte gesammelt. Momentan sind sie für knapp 20 Wind- und Solaranlagen in Marokko verantwortlich. Zum Zeitpunkt der Evaluierung hat MASEN NOORo I mitfinanziert. Verwaltet wird NOORo I von einer Betreibergesellschaft, in der MASEN einen 25-prozentigen Anteil hat. Diese Betreibergesellschaft betreut NOORo I schon seit mehr als 3 Jahren unabhängig und mit großer Kompetenz. Während der Betreuung durch die Betreibergesellschaft hat sich der erzeugte Strom erhöht und alle Probleme, die im Rahmen von NOORo I, aber auch später vor allem bei NOORo III auftauchten, wurden professionell gelöst. Es gibt keine Zweifel, dass der Betreiber in der Lage ist, den Solarkomplex adäquat zu betreiben.

MASEN ist nicht nur Teilhaber der Betreibergesellschaft, sondern nimmt den Strom von der Betreibergesellschaft ab. Dies zu einem Preis, der über dem nationalen Tarif liegt. Gleichzeitig verkauft MASEN den Strom zum nationalen Tarif weiter an die Netzgesellschaft. Dadurch entstehen jährliche Verluste von ca. 33 Mio. EUR. Diese übernimmt der marokkanische Staat. Alle Verträge untereinander sind für 25 Jahre geschlossen und geben den Partnern entsprechende Sicherheit. Bei zukünftigen Projekten, wie bei NOOR Midelt, kann es sein, dass die Produktionskosten unter dem nationalen Tarif liegen. Entsprechende Gewinne würden dann bei MASEN anfallen.

Das Land, auf dem der NOOR Ouarzazate Komplex gebaut ist, wurde in beiderseitigem Einverständnis von der lokalen Gemeinde gekauft. Es kam dabei zu keinen Beschwerden und der Vertrag wurde im Rahmen eines Landerwerbsplans zwischen 2011 und 2013 abgeschlossen.

Einige Fragezeichen bezüglich der Nachhaltigkeit von NOORo I bleiben jedoch bestehen. NOORo I nutzt eine Wasserkühlung. Dabei wird das Wasser vom nahegelegenen Mansour Eddahbi Staudamm entnommen. Dieser hatte bei Projektprüfung ein Volumen von ca. 420 Million m³. MASEN hat per Vertrag die Erlaubnis, jährlich bis zu 6 Million m³ für den gesamten Solarkomplex zu nutzen. In den letzten Jahren konnte auf Grund des Einbaus von verbesserten und wassersparenden Systemen, zum Beispiel durch Reduktionen bei Verdunstungsverlusten, Verbesserungen in den Kühlanlagen, und Wiederverwendung von industriellem Abwasser, der Wasserverbrauch reduziert werden. Im Jahr 2021 hat NOORo I, das Kraftwerk mit dem größten Wasserverbrauch, 1,63 Million m³ aus dem Reservoir entnommen. Gleichzeitig zeichnet sich jedoch ein negativer Trend in der Wassermenge des Mansour Eddahbi Staudamms ab. Von einem Wasservolumen mit knapp 420 Million m³ im Jahr 2015, waren Mitte des Jahres 2022 nur noch knapp 58,4 Millionen m³ Wasser da. Dies hatten selbst die negativsten Szenarien aus der Wasserstudie bei Projektprüfung nicht vorhergesehen. In Abbildung 1 ist das Wasserlevel des Reservoirs aufgezeigt und das niedrigste Entnahmelevel, das MASEN für seine Wasserentnahme benötigt. Der bisherige Trend des Wasserlevels ist in der gestrichelten Linie fortgeführt. Unter Annahme, dass der Trend sich so fortsetzt, wäre MASEN ab Mitte 2025 nicht mehr in der Lage Wasser aus dem Staudamm zu entnehmen, so dass NOORo I inoperabel wäre.

Abbildung 1: Wasserlevel Mansour Eddhabi und MASEN Wasserentnahme



Eine Erklärung für die niedrige Wassermenge ist, dass ein Teil der Wassermenge von Mansour Eddhabi in dem vorgelagerten Sultan Moulay Ali Cherif Staudamm ist. Bei Bedarf könnte, laut MASSEN, von dort Wasser zum Solarkomplex fließen kann. Gleichzeitig wurde dieser Staudamm in den bisherigen Wasserkonzepten nicht abgebildet. Es wäre deshalb dringend nötig, dass MASEN ein aktualisiertes Konzept erstellt, inklusive eines Notfallplans. Sollte dies nicht gelingen, wäre die Nachhaltigkeit von NOORo I stark gefährdet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die finanzielle Nachhaltigkeit für die nächsten Jahre gesichert ist, es jedoch Zweifel an den Wasservorräten gibt, die für den Betrieb von NOORo I zwingend notwendig sind. Die Nachhaltigkeit wird als gerade noch zufriedenstellend bewertet.

Nachhaltigkeit Teilnote: 3

Erläuterungen zur Methodik der Erfolgsbewertung (Rating)

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

Stufe 1	sehr erfolgreich: deutlich über den Erwartungen liegendes Ergebnis
Stufe 2	erfolgreich: voll den Erwartungen entsprechendes Ergebnis, ohne wesentliche Mängel
Stufe 3	eingeschränkt erfolgreich: liegt unter den Erwartungen, aber es dominieren die positiven Ergebnisse
Stufe 4	eher nicht erfolgreich: liegt deutlich unter den Erwartungen und es dominieren trotz erkennbarer positiver Ergebnisse die negativen Ergebnisse
Stufe 5	überwiegend nicht erfolgreich: trotz einiger positiver Teilergebnisse dominieren die negativen Ergebnisse deutlich
Stufe 6	gänzlich erfolglos: 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.

Die **Gesamtbewertung** auf der sechsstufigen Skala wird aus einer projektspezifisch zu begründenden Gewichtung der sechs 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 „eingeschränkt erfolgreich“ (Stufe 3) bewertet werden.