

China, VR: Turbinenmodernisierungsprogramm

Schlussprüfung

OECD-Förderbereich	23030 – Energieerzeugung	
BMZ-Projektnummern	1996 65 255	
Projektträger	Huadian Power Corp. und Guodian Corp.(früher State Power Corp.)	
Consultant	Ingenieurunternehmen für Kraftwerks-, Energie- und Umwelttechnik, Vetschau	
Jahr der Schlussprüfung	2005	
	Projektprüfung (Plan)	Schlussprüfung (Ist)
Durchführungsbeginn	03/1996	04/2000
Durchführungszeitraum	50 Monate	32 Monate
Investitionskosten	136,10 Mio. EUR	45,20 Mio. EUR
Eigenbeitrag	418,20 Mio. EUR	348,80 Mio. EUR
Externe Finanzierung, davon FZ-Mittel	92,00 Mio. EUR, davon FZ: 31,13 Mio EUR	38,09 Mio. EUR, davon FZ: 12,89 Mio EUR
Andere beteiligte Institutionen/Geber	entfällt	entfällt
Erfolgseinstufung	2	
• Signifikanz/Relevanz	2	
• Effektivität	2	
• Effizienz	1	

Kurzbeschreibung, Oberziel und Projektziele mit Indikatoren

Das Turbinenmodernisierungsprogramm (TB-Pr.) ist ein Vorhaben aus einer Projektsequenz von sechs Modernisierungsprojekten für bestehende, innenstadtnahe Kohlekraftwerke in China. Das gemeinsame Oberziel der sechs Vorhaben ist die Verbesserung der Strom- und Fernwärmeversorgung sowie ein Beitrag zur Verringerung der Immissionsbelastungen als Voraussetzungen zum umweltfreundlichen Wachstum von Industrie und Gewerbe in den einzelnen Projektregionen. Das Turbinenmodernisierungsprogramm für den Umbau von 200/210-MW-Turbinen russischer Bauart (Umbau Niederdruckturbine) und die Beschaffung von Messwagen zur Feuerungsoptimierung in Steinkohlekraftwerken betrifft die nordchinesischen Projektregionen mit den Großstädten Mudanjiang und Shuangyashan und den SO₂-Kontrollgebieten im weiteren Umkreis von Peking und Qingdao.

Beim Turbinenmodernisierungsprogramm wurden an 20 Jahre alten Kohlekraftwerken Turbinenkomponenten mit FZ-Mitteln ausgetauscht, um einen günstigeren Kohleverbrauch von etwa 360 g/kWh zu erzielen. Um das gesamte Arbeitsvermögen des Dampfs im Niederdruckteil von 13 Turbinengruppen der 200 MW-Klasse aus russischer Fertigung zu nutzen, wurde diese Komponente durch eine deutsche leistungsfähigere Komponente mit großen Endschaufeln ausgetauscht und die Turbinengruppe mit moderner Leittechnik ausgerüstet. Das Oberziel ist ein Beitrag zur Verbesserung der chinesischen Energieversorgung sowie zur Verminderung der aus der Energieerzeugung

resultierenden Umweltbelastungen. Das Ziel des Programms ist es, die Leistung der Kraftwerksblöcke zu erhöhen, den spezifischen Kohleverbrauch zu senken sowie die Betriebsführung zu verbessern.

Die Zielerreichung sollte in Abhängigkeit der tatsächlich durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen gemessen werden. Falls nur Maßnahmen im Niederdruckteil durchgeführt werden, sollte das Oberziel und auch das Programmziel als erreicht gelten, wenn die maximale Dauerleistung pro Block um rd. 9 MW erhöht und der spezifische Brennstoffverbrauch um rd. 10 g/kWh gesenkt wird.

Beim Turbinenmodernisierungsprogramm kamen die in Europa bewährten leistungsfähigen Niederdruckteile mit großen Endschaufeln zur besseren Ausnutzung des Arbeitsvermögens des Dampfs in 13 Turbinengruppen der 200 MW-Klasse aus russischer Fertigung zum Einsatz. Die Leistung jeder Turbinengruppe erhöhte sich dadurch um rd. 9 MW und der spezifische Brennstoffverbrauch wurde um rd. 11 g/kWh (+/- 10 %) gesenkt. Mit der gleichen eingesetzten Kohlemenge können die Blöcke jetzt 2,8 bis 3,2% mehr Strom erzeugen.

Das Maßnahmenpaket der Messwagen führte breitenwirksam zu etwas besseren Werten des Feuerungswirkungsgrades und der spezifischen Emissionen von NO_x und CO. Die in den SO₂-Kontrollgebieten sukzessiv erforderliche Nachrüstung von älteren 200 MW-Blöcken mit REA's vermindert Netto-Leistung und Netto-Wirkungsgrad, was landesweit die Kraftwerksbetreiber veranlasst hat, die Maßnahmen des TB-Pr. mit der Nachrüstung einer REA zu verbinden (so wird SO₂ abgeschieden und dennoch bleibt der spezifische Netto-Kohleverbrauch erhalten). Dadurch hat das Umweltziel beim Turbinenmodernisierungsprogramm nachträglich an Gewicht gewonnen, und der insgesamt gute Beitrag zur Erreichung des Oberziels wurde weiter verbessert. Die Programmziele des Turbinenmodernisierungsprogramm. wurden insgesamt erreicht.

Konzeption des Vorhabens / Wesentliche Abweichungen von der ursprünglichen Projektplanung und deren Hauptursachen

In den Ballungsgebieten konzentrierte sich das hohe chinesische Wirtschaftswachstum mit der Folge einer rasant steigenden Stromnachfrage, der einerseits kein ausreichendes Angebot gegenüberstand (= Kernproblem 1) und die andererseits durch veraltete Kraftwerkstechnik gedeckt wurde (= Kernproblem 2), die zu hohem Kohleverbrauch pro kWh und starker Luftverschmutzung führte. Anfang der 90er Jahre war an diesen Standorten unter Ausschöpfung der bestehenden Infrastruktur und der Kapazitäten des umliegenden 220/110 kV-Netzes aber auch eine deutliche Erhöhung des Leistungsangebotes mit hoher Versorgungszuverlässigkeit und geringsten Netzverlusten möglich, so dass eine Versorgungslücke schnell und besonders kostengünstig geschlossen werden konnte.

Das als offenes Programm konzipierte Vorhaben wurde weitgehend planmäßig umgesetzt. Das Auswahlkriterium zur Aufnahme von Maßnahmen in das Programm war eine Mindestverzinsung oder eine maximale Amortisationsdauer. Dies sicherte eine gute Effizienz. Abweichend von der ursprünglichen Planung wurden zusätzlich 14 Messwagen beschafft, um in den Kohlekraftwerken von zehn Provinzen den Kohleverbrauch zu überprüfen und die Fahrweise der Kessel- und Feuerungsanlagen zu optimieren.

Die Gesamtkosten des Turbinenmodernisierungsprogramm beliefen sich auf EUR 45,20 Mio, wovon EUR 38,09 Mio in Devisen anfielen. Für die Beschaffung der 14 Messwagen fielen Devisenkosten in Höhe von EUR 6,4 Mio an. Die Modernisierung eines Kraftwerksblocks kostete im Durchschnitt EUR 2,985 Mio, was für eine Leistungserhöhung um 9 MW vergleichsweise günstig ist.

Wesentliche Ergebnisse der Wirkungsanalyse und Erfolgsbewertung

Die dem Vorhaben zugrunde liegenden Programmziele wurden erreicht, die geschaffenen Kapazitäten höher als erwartet ausgelastet und die für einen geringeren spezifischen Kohleverbrauch eingesetzten Kraftwerkstechnologien auch in anderen Modernisierungsvorhaben genutzt. Die Kraftwerksstandorte wurden langfristig gesichert und zukunftssträchtig modernisiert.

Die leistungsfähigeren Niederdruckteile an 13 Turbinen-Einheiten des TB-Pr. ermöglichen eine Mehrerzeugung ohne Zunahme von Umweltbelastungen, und durch 14 Messwagen kann jetzt ein mobiler Diagnosedienst für Kohlekraftwerke durchgeführt werden. In den SO₂-Kontrollgebieten erfolgt sukzessiv eine Nachrüstung von älteren 200 MW-Blöcken mit REA's. Die Kombination von REA und

TB-Pr. ist ideal, um Effizienzverschlechterungen infolge der REA auszugleichen. Dies wird auf breiter Ebene genutzt. Insgesamt ist für TB-Pr. eine zufriedenstellende Effektivität (Teilnote 2) festzustellen.

Die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Betrachtungen der Modernisierungsvorhaben sind gut, weil mehrere günstige Faktoren auftraten (vorhandene Anlagenteile weiter genutzt; keine zusätzlichen Netzverluste; historisch bedingte Fehler in der Auslegung der älterer Komponenten wurden beseitigt; Leistungserhöhungen bei insgesamt verringerten Umweltbelastungen; zwischenzeitliche reale Erhöhungen der Kohlepreise machten die Investitionen in Effizienzsteigerungen wirtschaftlicher). Niedrige Investitionskosten pro kW Nettoleistung, gute Auslastungs- und Verfügbarkeitswerte führen auch bei steigenden Kohlepreisen und zunehmenden Umweltschutzforderungen zu niedrigen spezifischen Kosten einer Strombereitstellung im jeweiligen Lastzentrum (Produktionseffizienz). Beim TB-Pr. liegen die Produktionseffizienz (durch punktuelle Engpassbeseitigung wenig Mittel für höhere gesicherte Leistung) und auch die Allokationseffizienz weit über dem Durchschnitt (einzelwirtschaftliche Verzinsung von 25 %). Insgesamt ist für TB-Pr. eine gute Effizienz (Teilnote 1) festzustellen.

Das Vorhaben setzte zum richtigen Zeitpunkt mit modernen Kraftwerkstechnologien an drei für China entwicklungspolitisch bedeutsamen Wirkungsketten an: Reduzierung von Stromversorgungslücken bei sehr geringen Netzverlusten, ressourcenschonende Verringerung des spezifischen Kohleverbrauchs und Senkung der Umweltbelastungen in dichtbesiedelten Gebieten. Die Oberzielindikatoren werden erfüllt. Die in Europa bewährten und für China in der Anwendung weitgehend neuen Technologien hatten Modellcharakter für die weitere praktische Anwendung zur Minderung des Modernisierungsrückstands im Sektorsegment. Ab 2000 wurden die durch die FZ-Vorhaben übermittelten Kraftwerkstechnologien stufenweise zum chinesischen Stand der Kraftwerkstechnik. Die Techniken zur Senkung des Kohleverbrauchs sind angesichts der Umweltprobleme in China weiterhin sehr relevant. Die entwicklungspolitische Relevanz und Signifikanz vom TB-Pr. bewerten wir insgesamt als zufriedenstellend (Teilnote 2).

In Abwägung der oben genannten Schlüsselkriterien ordnen wir dem TB-Pr. eine insgesamt zufriedenstellende entwicklungspolitische Wirksamkeit zu (Gesamtnote 2).

Projektübergreifende Schlussfolgerungen

Die erfolgreiche Modernisierung der Heizkraftwerke die Megastädte Tianjin (YLQ), Schanghai und Peking beruht auf einer überproportional erhöhten Stromerzeugung, einer im Vergleich zu den Altanlagen deutlichen Erhöhung der Stromausbeute im Hochdruck- und Niederdruckteil von modernen Entnahme-Kondensationsturbinen, einer Verringerung des Stromeigenbedarfs der REA's und im Falle von YLQ auch der Zwischenüberhitzung in der Dampferzeugung. Bei vergleichbaren Modernisierungsvorhaben sollte daher diesen Effizienzaspekten der Stromerzeugung eine besondere Beachtung geschenkt werden.

Legende

Entwicklungspolitisch erfolgreich: Stufen 1 bis 3	
Stufe 1	Sehr gute oder gute entwicklungspolitische Wirksamkeit
Stufe 2	Zufriedenstellende entwicklungspolitische Wirksamkeit
Stufe 3	Insgesamt ausreichende entwicklungspolitische Wirksamkeit
Entwicklungspolitisch nicht erfolgreich: Stufen 4 bis 6	
Stufe 4	Insgesamt nicht mehr ausreichende entwicklungspolitische Wirksamkeit
Stufe 5	Eindeutig unzureichende entwicklungspolitische Wirksamkeit
Stufe 6	Das Vorhaben ist völlig gescheitert

Kriterien der Erfolgsbeurteilung

Bei der Bewertung der "entwicklungspolitischen Wirksamkeit" und Einordnung eines Vorhabens in die verschiedenen, oben genannten Erfolgsstufen im Rahmen der Schlussprüfung stehen folgende Grundfragen im Mittelpunkt:

- Werden die mit dem Vorhaben angestrebten **Projektziele** in ausreichendem Umfang erreicht (Frage der **Effektivität** des Projekts) ?
- Werden mit dem Vorhaben in ausreichendem Maße **entwicklungspolitisch wichtige Wirkungen** erreicht (Frage der **Relevanz** und **Signifikanz** des Projekts; gemessen an der Erreichung des vorab festgelegten entwicklungspolitischen Oberziels und den Wirkungen im politischen, institutionellen, sozio-ökonomischen und –kulturellen sowie ökologischen Bereich) ?
- Wurden und werden die Ziele mit einem **angemessenen Mitteleinsatz/Aufwand** erreicht und wie ist der einzel- und gesamtwirtschaftliche Beitrag zu bemessen (Frage der **Effizienz** der Projektkonzeption) ?
- Soweit unerwünschte (**Neben-)Wirkungen** auftreten, sind diese hinnehmbar?

Der für die Einschätzung eines Projekts ganz zentrale Aspekt der **Nachhaltigkeit** wird von uns nicht als separate Bewertungskategorie behandelt sondern als Querschnittsthema bei allen vier Grundfragen des Projekterfolgs. Ein Vorhaben ist dann nachhaltig, wenn der Projektträger und/oder die Zielgruppe in der Lage sind, nach Beendigung der finanziellen, organisatorischen und/oder technischen Unterstützung die geschaffenen Projektanlagen über eine insgesamt wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer weiter zu nutzen bzw. die Projektaktivitäten eigenständig mit positiven Ergebnissen weiter zu führen.