

**VR China: Kraftwerk Yang Liu Qing**

**Schlussprüfung**

<b>OECD-Förderbereich</b>	23063 – Kohlekraftwerke	
<b>BMZ-Projektnummern</b>	1989 65 550	
<b>Projektträger</b>	Huaneng Power Co. (früher State Power Corp.)	
<b>Consultant</b>	Consortium Steag-Fichtner	
<b>Jahr der Schlussprüfung</b>	<b>2005</b>	
	<b>Projektprüfung (Plan)</b>	<b>Schlussprüfung (Ist)</b>
<b>Durchführungsbeginn</b>	10/1990	05/1994
<b>Durchführungszeitraum</b>	48 Monate	68 Monate
<b>Investitionskosten</b>	552,30 Mio. EUR	480,61 Mio. EUR
<b>Eigenbeitrag</b>	418,20 Mio. EUR	348,80 Mio. EUR
<b>Finanzierung, davon FZ-Mittel</b>	134,10 Mio. EUR, davon FZ: 67,54 Mio EUR	130,81 Mio. EUR, davon FZ: 64,34 Mio EUR
<b>Andere beteiligte Institutionen/Geber</b>	entfällt	entfällt
<b>Erfolgseinstufung</b>	1	
<b>• Signifikanz/Relevanz</b>	1	
<b>• Effektivität</b>	1	
<b>• Effizienz</b>	2	

**Kurzbeschreibung, Oberziel und Projektziele mit Indikatoren**

Das Kraftwerk Yang Liu Qing (YLQ) 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.

Für YLQ wurden zwei 330 MW-Kraftwerksblöcke mit 330 g/kWh Kohleverbrauch gemäß europäischer Praxis errichtet und für Fernwärmelieferungen zur Substitution von Kohlekleinfeuerungen ausgerüstet. Die zugehörige FZ-Projekt Komponente umfasste zwei 1.020 t/h-Kohlekraftwerkskessel mit der dazugehörigen Feuerungs- und Kraftwerksleittechnik zur Erfüllung erhöhter Effizienz- und Umweltkriterien (Regelfähigkeit für schnellere Laständerungen, Granulatschlacke als Bauzuschlag, Speisewasseraufbereitung mit Umkehr-Osmose, geringer Schadstoffausstoß. Ziel des Projekts YLQ ist es, in Tianjin sowohl zur Verbesserung des Leistungs- und Energieangebotes als auch zur

Reduzierung der Emissionen des Kraftwerks und der dezentralen Heizwärmeerzeuger beizutragen. Die Zielerreichung wurde unter Berücksichtigung der nachträglichen Anpassungen anhand folgender Indikatoren gemessen:

#### Oberzielindikatoren

- Senkung des spezifischen Kohleverbrauchs pro kWh und der damit verbundenen spezifischen Schadstoffemissionen (ohne REA 308 g/kWh und mit REA 330 g/kWh);
- hohe Energieeffizienz in Verbindung mit SO<sub>2</sub>-Emissionen unter 1.500 mg/Nm<sup>3</sup>
- Einhaltung von chinesischen Immissionsgrenzwerten für Staub und SO<sub>2</sub> (jeweils 150 mikro g/Nm<sup>3</sup> Tagesdurchschnittswerte);
- Anstieg der Stromverkäufe entsprechend den Prognosen (7,5%/a).

#### Projektzielindikatoren

- Strom- und Fernwärmeerzeugung mit REA (3.280 GWh/a netto);
- Staubemissionen unter 100 mg/Nm<sup>3</sup>;

Im Gesamtkontext hat YLQ bezüglich Deckung der Stromnachfrage, Energieeffizienz und Minderung von Schadstoffemissionen mehr als erwartet zur Oberzielerreichung beigetragen. Das Projektziel einer verbesserten und umweltschonenden Stromversorgung Tianjins im oberen Mittellastbereich (Soll 3.280/ Ist 4.094 GWh/a netto) wurde erreicht. Die Zieldefinition implizierte indirekt geringen spez. Kohleverbrauch, Eignung für Lastwechsel, Nähe zum Lastzentrum und Einhaltung von Immissionsgrenzwerten. Auch dieses wurde erreicht, wobei zusätzlich die Effizienzvorteile der Kraft-Wärme-Kopplung in der Heizperiode genutzt wurden. Der erzielte niedrige Kohleverbrauch (mit REA 322,5 g/kWh Netto-Stromäquivalent) hat Vorbildcharakter für große Heizkraftwerke in Ballungsgebieten. Nach Fertigstellung des 2004 begonnenen Endausbaus auf 4x330 MW werden alle Einheiten von YLQ mit einer REA ausgerüstet sein. Damit werden die ohne REA schon auf 500 – 800 mg/Nm<sup>3</sup> reduzierten SO<sub>2</sub>-Emissionen weiter auf 70 mg/Nm<sup>3</sup> gesenkt.

#### **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.

In Tianjin wurden die beiden 330 MW-Kraftwerksblöcke mit 330 g/kWh Kohleverbrauch gemäß bewährter europäischer Praxis mit einer Ausrüstung für Fernwärmelieferungen zur Substitution von Kohlekleinfeuerungen weitgehend planmäßig erstellt. Abweichend von der ursprünglichen Planung erfolgte eine Verzahnung mit dem später begonnenen Vorhaben „Ausbau der Fernwärmeversorgung in Tianjin“ mit neuer Auslegung als Heizkraftwerk für 580 MW während der Heizperiode und 660 MW außerhalb der Heizperiode (vorher nur 2x300 MW Stromerzeugung). Die Projektkonzeption beinhaltete von vornherein eine spätere REA, weil schon bei Projektprüfung Umweltschutzbestimmungen gerechnet wurde. Die Planungen sahen bereits weitere Stufen bis zum Endausbau des Standorts vor. Die Endausbaumaßnahmen werden seit 2004 durchgeführt und sollen spätestens 2010 abgeschlossen sein. YLQ erhält zwei weitere baugleiche Blöcke und die bestehenden und neuen Blöcke werden mit REA's ausgerüstet.

Für die erste Ausbaustufe von YLQ waren die Gesamtkosten von EUR 480,6 Mio um 13 % geringer als bei der Projektprüfung, während die installierte Leistung um 10 % höher war. Die Devisenkosten betragen EUR 130,81 Mio. für die Kraftwerksanlagen und EUR 0,80 Mio für Consultingleistungen für die Projektauslegung und technische Spezifikation der Kessel. Auch unter Berücksichtigung der Kosten und des Stromeigenbedarfs der nachträglich anstehenden REA-Nachrüstung sind die

spezifischen Investitionskosten von 928 EUR pro kW Nettoleistung auf Preisbasis 2005 als niedrig einzustufen.

### **Wesentliche Ergebnisse der Wirkungsanalyse und Erfolgsbewertung**

Die dem Vorhaben zugrunde liegenden Projektziele wurden erreicht, die geschaffenen Kapazitäten höher als erwartet ausgelastet und die für einen geringeren spezifischen Kohleverbrauch eingesetzten Kraftwerkstechnologien auch in anderen Modernisierungsvorhaben genutzt. Der Kraftwerksstandort wurde langfristig gesichert und zukunftssträftig modernisiert. Dabei wurde die SO<sub>2</sub>-Belastung verringert und gemäß der Projektkonzeption erfolgen REA-Nachrüstungen zur weiteren SO<sub>2</sub>-Emissionsminderung.

YLQ ist im Endausbau in Bezug auf die Effektivität der Heizkraftversorgung einer Megastadt zukunftsweisend (hohe Einheitsleistung von 330 MW, hoher Netto-Wirkungsgrad, Ausrüstung mit REA, Lage am Stadtrand, Wärme-Einspeisungen von 4 Einheiten in ein großes Fernwärmenetz). Der ursprünglichen Projektziele wurden in mehreren Bereichen übererfüllt: 20 % höhere Stromerzeugung im Sommer, hohe Substitution von Kohlekleinfeuerungen durch Fernwärme, zusätzliche SO<sub>2</sub>-Immissionsreduzierung sowohl vor als auch nach einer REA. Insgesamt ist für YLQ eine gute Effektivität (Teilnote 1) 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, ein günstiger Kohleverbrauch je netto abgegebener Strom- und Fernwärmemenge (YLQ 322,5 kg/MWh mit REA), gute Auslastungs- und Verfügbarkeitswerte führen auch bei steigenden Kohlepreisen und zunehmenden Umweltschutzforderungen zu niedrigen spezifischen Kosten einer Strom- und Fernwärmebereitstellung im jeweiligen Lastzentrum (Produktionseffizienz). Die einzelwirtschaftliche Verzinsung (Allokationseffizienz) von 8 bis 10 % ist im Umfeld der vielen chinesischen Kraftwerksprojekte (600 MW-Blöcke) gut und Grund für die Erweiterung von YLQ um zwei baugleiche Einheiten. Insgesamt ist für YLQ eine zufriedenstellende Effizienz (Teilnote 2) 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. YLQ wird bei den großen Stromerzeugern als Vorbild in vielen technischen Details angesehen. Vor dem Hintergrund der lokalen SO<sub>2</sub>-Problematik und der globalen CO<sub>2</sub>-Problematik sowie der guten Multiplikatorwirkungen (Breitenwirksamkeit) ist insgesamt bei YLQ eine hohe entwicklungspolitische Relevanz und Signifikanz gegeben (Teilnote 1).

In Abwägung der oben genannten Schlüsselkriterien messen wir dem Vorhaben eine gute entwicklungspolitische Wirksamkeit zu (Gesamtnote 1).

### **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.