

# Welche Nutzen stiften Talsperren mit Staudämmen, und welchen Vorbehalten begegnen sie ?

von Jürgen Giesecke

e-mail [Juergen.Giesecke@energie-fakten.de](mailto:Juergen.Giesecke@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Seit über vier Jahrtausenden sichert sich der Mensch mit der Bewirtschaftung von Wasservorkommen wesentliche Lebensgrundlagen. Die Speicherung großer Wassermengen mittels Talsperren nahm ihren Anfang in den alten Kulturen des Mittelmeerraumes und setzte sich kontinuierlich bis in die Neuzeit fort. Weltweit sind es heute ca. 46.000 Talsperren mit mindestens 15 m Bauwerkshöhe von Erddämmen und Mauern. Von den 6,0 Mrd. Menschen im Jahr 2002, die seither um 80 Mio. jährlich zunehmen, sind allein 20 % einer Wasserknappheit ausgesetzt. Etwa ein Drittel leiden unter fehlenden sanitären Einrichtungen.

Allein 70 % der global errichteten großen Talsperren dienen der landwirtschaftlichen Bewässerung zur Sicherstellung der Ernährung. Weitere wichtige Nutzungsziele sind die Bereitstellung von Trinkwasser für die Bevölkerung, von Brauchwasser für Gewerbe und Industrie, von Kühlwasser für Wärmekraftwerke,

ferner sind es die Abflusssteuerung zum Hochwasserschutz und die Wasserkraftgewinnung zur elektrischen Stromversorgung im Kontext der effektivsten Nutzung sich ständig erneuernder Energie.

Talsperren verändern durch den Wasserrückhalt und durch bedarfsweise gesteuerte Abflüsse die ursprünglichen natürlichen Lebensbedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt wie auch die Lebensräume der ansässigen Bevölkerung, vor allem durch die Umsiedlung, die Aufgabe der altgewohnten Anbau-, Wohn- und Siedlungsgebiete, der Verkehrswege sowie der Kultur- und religiösen Stätten wie auch durch die Zerstörung der Umwelt in den künftigen Stauräumen. Geschiebetrieb und Ablagerungen von oft nährstoffreichen Sedimenten führen nicht nur zur Verlandung der Speicherbecken sondern auch zum Entzug natürlicher Ablagerungen und Düngung im Unterlauf von Flussstrecken, die überdies jahreszeitlicher dynamischer Abflüsse mit

Wechselzonen von Überschwemmungen und Trockenlegung der Flussniederungen entbehren. Ebenso verändern sich je nach Beschaffenheit von Untergrund und Bodenschichten die Grundwasserverhältnisse. Änderungen des Kleinklimas im Umfeld künstlich geschaffener großer Stauflächen wirken sich besonders in tropischen Ländern aufgrund der erhöhten Wasserverdunstung aus wie auch die Entstehung lebensbedrohender Krankheitsherde bevorzugt bei Stillwasserzonen von Talsperren. Gleichfalls können Sicherheitsrisiken nicht übersehen werden, die sich aus dem Aufstau großer Wassermengen und aus möglichen Einstürzen von Sperrbauwerken ergeben.

Talsperren haben erwiesenermaßen je nach Typ und Vorsorgemaßnahmen Lebensdauern von weit über 100 Jahren. Sie stellen ein hohes Gut zur Sicherung der Lebensgrundlagen für die ansässige Bevölkerung dar und sind zum unentbehrlichen Bestandteil der vom Menschen

geprägten Kulturlandschaften geworden. Jedoch bedarf es sorgfältiger Gegen- und Vorsorgemaßnahmen, um die Beeinträchtigung der Ökologie, der Landschaftsästhetik, der ursprünglichen Lebensräume von Menschen, Pflanzen und Tierwelt zu minimieren und die Risiken gering zu halten.

Hierfür sind insbesondere in den letzten drei Jahrzehnten durch weltweit agierende Fachvereinigungen umfangreiche Richtlinien, Handlungsanweisungen, Gesetzesvorgaben und Ausbildungs- bzw. Schulungsangebote aufgestellt worden.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit der Fachleute aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften, Wirtschafts- und Geisteswissenschaften ist heute bei Talsperren, nicht zuletzt auch solchen mit umfangreicher Wasserkraftnutzung, ebenso selbstverständlich wie eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung in breiten Bevölkerungskreisen.

# Welche Nutzen stiften Talsperren mit Staudämmen, und welchen Vorbehalten begegnen sie ?

von Jürgen Giesecke

e-mail [Juergen.Giesecke@energie-fakten.de](mailto:Juergen.Giesecke@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

### 1. Bedeutung von Talsperren

Seit über vier Jahrtausenden sichert sich der Mensch mit der Bewirtschaftung von Wasservorkommen wesentliche Lebensgrundlagen. Die Speicherung großer Wassermengen mittels Talsperren nahm ihren Anfang in den alten Kulturen des Mittelmeerraumes. Hierfür sei die in Ägypten etwa im Jahre 2550 v. Chr. fertig gestellte Talsperre Sadd el Kafara als eine der ersten genannt. Der einsetzende Talsperrenbau findet seine Erklärung in der zunehmenden Sesshaftigkeit des Menschen, in den ersten größeren Ansiedlungen und damit in dem lokal erheblich gesteigerten Wasserbedarf. Da das natürliche Wasserangebot im Wechselspiel von Nass- und Trockenperioden auch im langfristigen Jahresmittel stark variiert, kann die Wasserverfügbarkeit nur durch eine Wasserrückhaltung in großen Staubecken gesichert werden.

Mit derartigen nutzbringenden, regionalen Abflussregelungen können in Form sog. Mehrzweckprojekte weitere Aufgaben

erfüllt werden, wie die Nutzung der Wasserkraft zur Gewinnung mechanischer und vor allem elektrischer Energie, der Schutz vor bedrohenden Hochwässern, die Vergleichmäßigung der Wasserabgaben in den Unterlauf für Schifffahrt und für ausreichende Mindestwasserführung (Niedrigwasseraufhöhung), schließlich auch Aufgaben der ausreichenden Brauchwasser- und Trinkwasserversorgung für Industrie und Bevölkerung, für Freizeit und Erholung. Weitere Zielsetzungen sind die Anreicherung von Grundwasser, die Schaffung von Fischzuchtanlagen und die landwirtschaftliche Bewässerung, besonders in tropischen Ländern. Letzteres spiegelt sich in der Tatsache deutlich wider, dass von den derzeit weltweit existierenden ca. 46.000 Talsperren mit Mindestbauwerkshöhen von 15 m (Erddämme und Mauern) allein rund 70 % der Bewässerung von landwirtschaftlichen Anbauflächen dienen und dieser Anteil durch Neubauten um zusätzliche 15 % in den nächsten Jahrzehnten erhöht werden soll. Nach

einer weltweiten Statistik gibt es ca. 3,2 Mrd. ha landwirtschaftlich nutzbarer Flächen, von denen heute etwa die Hälfte bestellt wird. Das von den genannten Talsperren aufgestaute Wasservolumen in Höhe von ca. 7.000 km<sup>3</sup> macht etwa ein Fünftel der Jahreswasserfrachten aller Flüsse aus. Über 100 Talsperren erlangten bisher Bauwerkshöhen, die zwischen 150 m und 330 m liegen.

Angesichts der Tatsache, dass die Bevölkerung auf der Erde im Jahr 2002 die Zahl von sechs Milliarden (Mrd.) überschritten hat und der Zuwachs jährlich 70 bis 80 Millionen (Mio.) Menschen beträgt, hiervon 20 % einer ständigen Wasserknappheit ausgesetzt sind und etwa 2,6 Mrd. Menschen keinerlei Sanitäreinrichtungen haben, ist die wachsende Krise einer ausreichenden Wasserversorgung, Ernährungs- und Gesundheitsvorsorge unverkennbar. Täglich sterben derzeit 6.000 Menschen wegen Wassermangels. 0,6 Mrd. Menschen sollten nach jüngsten UN-Zielen bis 2015 aus dieser Notlage

## LANGFASSUNG

befreit sein. Hinzu kommt, dass bis 2030 zwei Drittel der Menschen weltweit in Städten leben und die Menschheit 55 % mehr Nahrungsmittel benötigen werden. Dieser Krise kann nur mit einer auf verstärktem Talsperrenbau beruhenden Wassermengen- und Wassergütwirtschaft begegnet werden. Darüber hinaus wird wahrscheinlich auch eine umfangreiche Entsalzung von Meerwasser in Küstenbereichen erforderlich werden, um die wachsenden Wasserbedürfnisse einer sich vermehrenden Menschheit zu befriedigen.

### **2. Das Für und Wider des Talsperrenbaus**

Talsperren sind sehr anspruchsvolle Bauwerke. Sie sind der Ausdruck einer hervorragenden Ingenieurleistung, aber auch ein Synonym für die zivilisatorische und kulturelle Entwicklung der Menschheit, für glänzende Baukunst und Technologien in einer fünf Jahrtausende umspannenden Entwicklung.

In heutiger Zeit werden Talsperrenbauten vielfach kritisch betrachtet. Das geht bis zu Horrorbildern ihrer angeblichen sozialen und umweltrelevanten negativen Auswirkungen. Solche Auswirkungen müssen und können mit Hilfe umfassender Untersuchungen und Bewertungen auch vermieden oder jedenfalls minimiert werden.

Planungen, die viele Bedürfnisse und lokale Gegebenheiten einschließen, Technik, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit einerseits, wasserwirtschaftliche und ökonomische Notwendigkeiten, Umweltverträglichkeit,

kulturelles, soziales und politisches Umfeld andererseits sind in Einklang zu bringen. Nur so kann ein multidisziplinär ausgerichtetes, sich vielfältig auswirkendes Vorhaben verwirklicht werden. Hieran zu beteiligen sind alle Betroffenen und Interessengruppen, die das gemeinsame Ziel haben, das Lebensgut Wasser zu bewahren und in vernünftiger, ausgewogener Weise zu nutzen, die Umweltbelange für Menschen, Pflanzen und Tierwelt zu berücksichtigen und das menschliche Dasein zu erleichtern und zu bereichern.

### **3. Maßnahmen zur Eindämmung negativer Auswirkungen auf die Umwelt**

Mit den geschilderten Problemstellungen befassen sich seit längerem weltweit vielfache Fachgremien, wie z.B. die 1928 gegründete International Commission on Large Dams (ICOLD), die von 82 Mitgliedsnationen getragen wird, und die von der Weltbank 1997 für vier Jahre eingesetzte „World Commission on Dams“. Umfangreiche Veröffentlichungen und Regelwerke betreffen u.a. die Umsiedlung der im künftigen Staubereich bisher lebenden Einwohner und die weitestgehende Bewahrung, in Einzelfällen sogar Verbesserung der Lebensumstände, Siedlungsgemeinschaften, Wirtschaftskraft, kultureller Einrichtungen und des sozialen Umfeldes bis hin zu äquivalenten landschaftlichen und agro-kulturellen Gegebenheiten. Dabei sollen die wirtschaftlichen Vorteile einer Talsperre und deren Nutzungsmöglichkeiten nicht nur dem

Wirtschaftsraum insgesamt, sondern anteilig auch der einheimischen Bevölkerung mit weit reichenden Ersatzinvestitionen zugute kommen. Wesentlich ist ebenso die Förderung von Ausbildungsstätten, Handwerk und Industrie.

Um einen quantitativen Anhaltspunkt an dieser Stelle zu nennen, mögen unter Bezug auf eine primär der Wasserkraftgewinnung dienende Talsperre die von der Weltbank vorgegebenen Richtmaße für die im Minimum nutzbare Ausbauleistung mit fünf Kilowatt (kW) pro Hektar (ha) künftig überfluteter Fläche und sieben kW pro umzusiedelndem Bewohner genannt sein. Demnach werden eine überflutete Fläche von 260.000 ha und die Umsiedlung von rund 200.000 Menschen angesichts der unbestreitbaren Vorteile des Talsperrenbaues als noch hinnehmbar angesehen für eine installierte Wasserkraftleistung von 1.300 Megawatt (1,3 Mio. kW), mit der etwa die Hälfte des von einem Kernkraftwerk gleicher Leistung erzeugten Stromes produziert werden kann.

In tropischen Ländern kommt den sanitären und gesundheitlichen Belangen im Umfeld einer Talsperre eine besonders hohe Bedeutung zu. Der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten als Folge von Stillwasserzonen muss durch die Betriebsweise mit ständigen Änderungen des Wasserspiegels, durch die Verbesserung der hygienischen Verhältnisse in Heim und Hof und durch medizinische Vorsorge vorgebeugt werden.

## LANGFASSUNG

Mit einer dem Unterlauf eines Flusses genügenden, dynamischen Wasserabgabe aus der Talsperre können die durch den Aufstau bzw. den Entzug natürlicher Abflussverhältnisse entstandenen Beeinträchtigungen von Tier- und Pflanzenwelt gemildert werden. Moderne Berechnungsverfahren unter Einbeziehung von Hydraulik und Morphologie, von Fauna und Flora ermöglichen die Optimierung von Randbedingungen für einen weitgehenden Erhalt der ursprünglichen Ökologie. Hierbei wird das Wechselspiel von Niedrig- und Hochwasserführung, von zeitweiligen Überschwemmungen und Trockenlegungen der Flussniederungen sowie von für das aquatische und pflanzliche Leben notwendigen Wassermengen im Jahresablauf nachgebildet und in Handlungsanweisungen für den Talsperrenbetrieb umgesetzt.

Ein zusätzliches Problem in der Bewirtschaftung einer Talsperre liegt hinsichtlich der Ablagerung von Geschiebe und feinkörnigem Bodenmaterial, d. h. Sedimentation und Verlandung auf Kosten des Stauraumes vor. Als Richtwert ist etwa 1 % des Stauvolumens für den jährlichen Verlust an Speicherraum infolge Sedimentation anzusetzen. Durch die Vorschaltung eines sog. Vorbeckens können grobkörnige Beimengungen des einströmenden Flusswassers mit abnehmender Fließgeschwindigkeit zur Ablagerung gebracht und in Zeitabständen mittels Baggerung ausgeräumt und z. B. als Zuschlagsstoff je nach Gesteinsgüte verwendet werden. Auf der anderen Seite können feinkörnige

Schwebstoffe im Talsperrenwasser, die weitaus langsamer sich im Hauptstaubecken absetzen, je nach Herkunftsort als nährstoffhaltige Sedimente für die Wassergüte und Biodiversität von Vorteil sein, auch bei Wasserabgabe für die Gewässerstrecke unterhalb der Talsperre. Gegenmaßnahmen zur Eindämmung des durch Erosion bzw. Abtrag verursachten Geschiebe- und Schwebstoffaufkommens bieten sich mit verstärkten Anpflanzungen und Aufforstungen nach Möglichkeit im Einzugsgebiet an.

Von eminenter Bedeutung für die Wassergüte des aufgestauten Wassers ist die gänzliche Freiräumung des künftigen Talsperrenbeckens, insbesondere die Entfernung von organischen Elementen wie Pflanzendecke, Humusschichten, Wurzelstöcke und Baumbewuchs, um Fäulnisvorgänge zu unterbinden. Dieses betrifft gleichfalls die Beseitigungen von Schwemmgut im laufenden Talsperrenbetrieb.

Im Rahmen der Planung, Ausführung und Betriebsführung von Talsperren sind Sicherheitsvorkehrungen unerlässlich und heute Standard. Diese spiegeln sich im Wesentlichen wider in langfristigen, ständig wiederkehrenden Beobachtungen von Niederschlag und Abfluss, Geschiebetrieb und Sedimentation, Hochwassergeschehen und Hochwasserabführung. Ausgedehnte, regelmäßige Messungen des Stabilitätsverhaltens der einzelnen Bauwerke und der die Talsperre eingrenzenden Böschungen und Berghänge, ferner die laufende Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Betriebseinrichtungen

sind sicherzustellen. Alterungerscheinungen und Sanierungsmaßnahmen sind ebenso zu verfolgen wie der Gefährdungsgrad und die Schutzmaßnahmen für Siedlungen, Bauwerke und Verkehrswege unterhalb der Stauanlage. Hierzu gehören die Aufstellung von Notfallplänen und die fachliche Unterweisung zuständiger Aufsichtsbehörden über die Mehrzwecknutzung der Talsperre, Betriebsabläufe, die Belange des Umweltschutzes und der Gesundheitsvorsorge für die lokale Bevölkerung, insbesondere bei klimatisch heißen Standorten.

Mehr denn je sind Talsperren für eine problemgerechte Wasserbewirtschaftung unabdingbar und zum unverzichtbaren Bestandteil der von Menschen geprägten Kulturlandschaften geworden. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Fachleute aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften, Wirtschafts- und Geisteswissenschaften ist ebenso selbstverständlich wie eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung in breiten Bevölkerungskreisen.

### **4. Herausragende Beispiele für Mehrzweckanlagen**

#### **4.1 Assuan-Talsperre**

Als erstes Beispiel für die Mehrzwecknutzung einer großen Talsperre sei die oft in Misskredit gebrachte Speicheranlage Assuan am Nil in Oberägypten genannt. Nach der 1967 erfolgten Erstellung des „High Dam“ konnte drei Jahre später mit der Wasserkraftnutzung ein Drittel des ägyptischen Strombedarfes abgedeckt werden. Mit der installierten Leistung von 2.100 MW

## LANGFASSUNG

sind es jährlich im Höchstfalle 15,1 Mrd. kWh. Der 111 m hohe und 3.820 m lange Steinschüttdamm staut eine 500 km lange, in den Sudan hineinreichende Talsperre von 169 Mrd. m<sup>3</sup> Speichereinhalte auf. Hierzu dienen 26 Mrd. m<sup>3</sup> dem Rückhalt von Hochwasser und 31 Mrd. m<sup>3</sup> der langfristigen Ablagerung von Sedimenten. Der weitaus größte Teil des Speicherwassers entfällt auf die Bewässerungslandwirtschaft und auf die Trinkwasserversorgung der schnell wachsenden Bevölkerung.

Die Talsperre zählt zu den am häufigsten untersuchten, diskutierten und dokumentierten Mehrzweck-Wasserkraftanlagen. Hochgradig vernetzt sind die positiven und negativen Aspekte. Hierunter fallen die Flussbett-erosion unterhalb der Staustelle, der Wegfall von nährstoffreichem Schlamm für die Landwirtschaft zur Bodenregenerierung und zur Herstellung von gebrannten Ziegeln, Gesundheitsrisiken aus der reduzierten Wasserverteilung und den vermehrten Stillwasserflächen im Flusstal, schließlich zunehmende Bodenversalzung. Durch gezielte Gegenmaßnahmen ist inzwischen ein Optimum der positiven Auswirkungen erreicht worden, zu denen auch die Beherrschung mehrfacher Trockenperioden und extremer Hochwasserereignisse gehören.

### 4.2 Wasserkraftanlage Itaipu

Im Jahr 1983 wurde die nahe den weltberühmten Wasserfällen gelegene, damals größte Wasserkraftanlage der Welt, Itaipu

am Parana, gemeinsam von Brasilien und Paraguay in Betrieb genommen. Das sich aus Steinschüttdamm und Betonstau-mauer zusammensetzende Sperrbauwerk ist 196 m hoch und an der Krone 7,3 km lang und ermöglicht eine Flussstauhaltung von 29 Mrd. m<sup>3</sup>. Die installierte Kraftwerksleistung mit 18 Maschinensätzen beträgt 12.600 MW. Weitere Aufgaben des Mehrzweckprojektes sind die Aufrechterhaltung der Schifffahrt bei Niedrigwasserführung und der anteilige Hochwasserrückhalt.

### 4.3 Speicherkraftwerk Atatürk

Das nach zehnjähriger Bauzeit 1992 fertig gestellte Flussspeicherkraftwerk Atatürk am Euphrat / Türkei dient als Mehrzweckprojekt der Wasserkraftnutzung, der landwirtschaftlichen Bewässerung und dem Hochwasserschutz. Der 169 m hohe und 1,66 km lange Steinschüttdamm bildet eine Flusstalsperre von 48,7 Mrd. m<sup>3</sup> Stauinhalt, aus der das Wasser für ein am Dammfuß gelegenes Wasserkraftwerk mit 2.400 MW installierter Leistung und für rd. eine Million Hektar zu bewässernde, landwirtschaftlich genutzte Fläche bereit gestellt werden kann.

### 4.4 Drei-Schluchten-Projekt

Der chinesische Volkskongress erteilte 1992 die Zustimmung zu der weltweit größten, als Flussspeicherkraftwerk ausgelegten Stauanlage im Mittellauf des Jangtse, des drittlängsten Stromes der Erde in Zentralchina. Das als Mehrzweckprojekt konzipierte

Vorhaben wird neben der hochwertigen Energieerzeugung gleichzeitig einen hochwirksamen, 100-jährlichen Hochwasserschutz gegen die sich ständig wiederholenden katastrophalen Überschwemmungen (letztes derartige Hochwasser 1998 mit ca. 1.600 Toten) und ebenso den Großschifffahrtsverkehr vom Gelben Meer bis ca. 3.000 km ins Landesinnere sichern. Das Gesamtvolumen der auf 632 km langen, im Durchschnitt 1,1 km breiten aufgestauten Flussstrecke wird 39 Mrd. m<sup>3</sup> betragen, wovon auf den Hochwasserrückhalt 22 Mrd. m<sup>3</sup> entfallen. Die maximale Staupflähe wird sich auf 1.045 km<sup>2</sup> belaufen, so dass hierdurch 990 km<sup>2</sup> Land überflutet werden.

Die Flusssperre bildet eine 181 m hohe und längs der Krone 2,3 km lange Betonmauer. Das am Mauerfuß angeordnete, mit je 600 m Länge zweigeteilte Talsperrenkraftwerk wird mit 26 Maschinensätzen von je 700 MW auf insgesamt 18.200 MW installierter Leistung ausgelegt. Die jährliche elektrische Stromerzeugung wird 84,7 Mrd. kWh betragen, was etwa einem Sechstel des jährlichen Strombedarfes in Deutschland entspricht. Nach jüngster Planung wird zusätzlich ein drittes Kraftwerk mit nochmals 6 Maschinengruppen von je 700 MW als Kavernenkraftwerk am rechten Ufer hinzukommen, so dass die Summe der installierten Leistung auf 22.400 MW ansteigen wird.

Dem Schiffsverkehr stehen dann eine 5-stufige Zweikammerschleuse und ein Schiffs-

hebwerk mit 115 m Hubhöhe zur Verfügung. Mit dem Dreischluchten-Projekt ist eine umfangreiche soziale Umstrukturierung innerhalb des umliegenden Industriezentrums und der vielfachen Siedlungsgebiete notwendig geworden. Von der Umsiedlung sind allein etwa 1,3 Mio. Menschen betroffen, für die ungeachtet der psychologischen Probleme in Nachbarregionen völlig neue Städte und Dörfer mit Ackerland geschaffen worden sind. Allerdings wird eine Reihe landschaftlich reizvoller und historisch wertvoller Schätze in den Fluten versinken, auch wenn alte Tempel und Denkmäler gerettet worden sind.

Im Übrigen beträgt die zu beherrschende Jahreswasserfracht 960 Mrd. m<sup>3</sup>. Ein besonderes

Geschiebe- und Sedimentmanagement sorgt in Verfolgung von Hochwasser- und Niedrigwasserzeiten bei veränderlichen Aufstau- und Abflussbedingungen für eine möglichst umfassende Beherrschung des auf 380 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr geschätzten Feststoffvolumens.

Außer Zweifel steht die zu erwartende erhebliche Steigerung der weiträumigen Wirtschaftskraft durch die Bereitstellung von umweltfreundlicher Energie in großen Mengen. Die bisherige Stromgewinnung durch die die Umwelt stark belastenden Kohlekraftwerke kann weitgehend zurückgedrängt werden. Deren Einsparung von 50 Mio. t Kohle führt zu einer beachtlichen Verminderung um jährlich 100 Mio. t Kohlendioxyd sowie mehrere

tausend Tonnen Schwefeldioxyd, Kohlenmonoxyd und Stickstoffoxyden. Schließlich werden auch Freizeitgestaltung und Fremdenverkehr angesichts des riesigen Stausees eine positive Entwicklung erfahren.

Die Gesamtkosten werden auf 25 Mrd. US-\$ geschätzt, die sich zu 60 % auf die Baumaßnahmen und zu 40 % auf die Umsiedlung der betroffenen Menschen aufteilen. Mit der im Juni 2003 erfolgten Inbetriebnahme der ersten beiden Maschinensätze und der sich fortsetzenden stufenweisen Installation der maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen wird die Gesamtanlage im Jahr 2009 fertig gestellt sein. ■