

Kraftwerksriese am **Rio Xingu**

Während die Bauarbeiten noch längst nicht abgeschlossen sind, rotieren im künftig drittgrößten Wasserkraftwerk der Welt seit wenigen Monaten die ersten Turbinen

Text Peter Leuten
Fotos Norte Energia | Wikipedia





Blick flussaufwärts über die Staumauer bei Pimentel. Da ein Teil des Xingu über diese Barriere in Richtung Volta Grande abfließt, sind auch hier einige Turbinen installiert, die aber nur über eine geringe Energieausbeute verfügen

Auf einmal gingen die Lichter aus. Wenige Monate vor der 2014 hier ausgetragenen Fußball-Weltmeisterschaft kam es im brasilianischen Hochsommer am 5. Februar in sage und schreibe elf Bundesstaaten zu Stromausfällen, weil die Klimaanlage der Brasilianer auf Hochtouren liefen. Ein Einzelfall? Keineswegs! Schon zwei Jahre zuvor hatte ein Mega-Blackout am Abend des 27. Oktober 2012 große Teile Brasiliens von der Stromversorgung abgeschnitten. Bis zu 53 Millionen Brasilianer harhten bei diesem seit Jahren schwersten Stromausfall stun-

denlang im Kerzenschein oder gar im stehen gebliebenen Aufzug aus. Es war der dritte Stromausfall in Serie. Bereits am 22. September war es im Nordosten zu einem Stromausfall gekommen und am 3. Oktober hatte es dann mehrere südliche Bundesstaaten getroffen. Unvergessen auch der Abend des 11. November 2009, an dem ein stundenlanges Stromausfall selbst Mega-Cities wie São Paulo oder Rio de Janeiro in gespenstische Schwärze tauchte. An die vierzig Millionen Brasilianer und Paraguayer saßen damals plötzlich im Dunkeln, weil das Itaipu-Wasserkraftwerk aufgrund technischer Probleme vom Netz genommen worden war –

damals das leistungsstärkste Kraftwerk der Welt. So dürfte es viele Brasilianer gefreut haben, als am 5. Mai diesen Jahres in Anwesenheit von Präsidentin Dilma Rousseff die ersten Turbinen eines neuen Kraftwerks-Riesen in Betrieb genommen wurden: des Belo Monte-Kraftwerks am Rio Xingu. 649,9 Megawatt elektrischer Leistung werden von hier zunächst ins Netz eingespeist, doch bis zur Fertigstellung der gesamten Anlage 2019 soll die Leistungsausbeute dann auf 11.233 Megawatt gesteigert werden. Damit wird Belo Monte nach dem Dreischluchtendamm und Itaipu zum drittgrößten Wasserkraftwerk der Welt.

Die Angaben über die Kosten des Kraftwerks reichen vom offiziellen Mindestbudget von sieben Milliarden US-Dollar bis hin zu von zahlreichen Experten veranschlagten stattlichen siebzehn Milliarden US-Dollar. Doch nicht nur in diesem Punkt verlieren sich die Zahlen je nach Quelle und deren Interessenlage irgendwann im Nebulösen. Denn dem ersten Spatenstich im Juni 2011 war ein jahrzehntelanges Gezerre mit Umweltschützern und den vom Kraftwerksbau, vor allem von den dazu notwendigen wasserbaulichen Maßnahmen betroffenen Ureinwohnern vorausgegangen. In dessen Verlauf wurde das Projekt mehrfach modifiziert wurde.



Das komplexe Zusammenspiel der Kunstbauten des Projekts: Der über 6 km lange Damm bei der Insel Pimentel staut den Xingu auf und lässt nur noch 20 % des Wasservolumens über die Volta Grande abfließen. Der Großteil der Wassermassen ergießt sich in den künstlich angelegten Kanal und flutet ein Tal, das sich bis Belo Monte erstreckt. Hier befindet sich das eigentliche Kraftwerk

Erste Pläne für den Bau des Kraftwerks waren bereits Mitte der 1970er Jahre publik geworden. Anfangs war das Projekt deutlich größer angesetzt: Über eine Fläche von mehr als 2000 km² sollten sich mehrere Stauseen ursprünglich erstrecken. Wegen zahlreicher Proteste und einer aus diesem Grunde zurückgezogenen Kreditzusage der Weltbank lag das Projekt dann einige Jahre auf Eis. Unter Staatspräsident Lula da Silva nahm die Planung dann in deutlich verkleinertem Umfang konkrete Formen an. Die Betreiber, die sich mit den Investoren

unter Beteiligung von Alstom, Voith oder Siemens zum Konsortium Norte Energia S.A. zusammengeschlossen hatten, wurden zur Erfüllung umfangreicher Auflagen und zu zahlreichen Ausgleichs- und Entschädigungsmaßnahmen für die Eingriffe in die Natur und den Lebensraum der Ureinwohner verpflichtet. 2010 erteilte da Silva die Konzession, Anfang 2011 folgte die Baugenehmigung der brasilianischen Umweltbehörde IBAMA für die Staudämme (einschließlich der Rodung von 238 Hektar Regenwald) sowie der Anlage von Zugangsstraßen und



Zuleitungskanal

Staumauer und Kraftwerk Belo Monte

Reservatório dos Canais

Altamira

Belo Monte

Staumauer in Bela Vista

Reservatório Xingu

Xingu

Staumauer Pimentel

Pimentel

Volta Grande





Das aus dem Fels gesprengte Fundament des Mega-Kraftwerks. Durch jeden der achtzehn Schächte führt später eines der mächtigen Druckrohre im Zulauf der Turbinen. Die unterste Stufe markiert das Niveau, auf dem das Wasser aus dem Auslassrohr der Turbine austritt. Der Höhenunterschied von der Dammkrone bis hier unten beträgt deutlich über 120 Meter



Lagerungsarealen. Gigantische Erdbewegungen standen an, in einer Größenordnung, die dem Volumen der für den Bau des Panamakanals erforderlichen Erdbauarbeiten entspricht: Mehr als 200 Millionen Kubikmeter Erde und Gestein mussten umgeschichtet werden. Überdies war dem Projekt eine enorme Komplexität zu eigen. Denn der Kraftwerksbau im Bundesstaat Pará sollte sich eine lokale Eigenheit des Rio Xingu zunutze machen: Der Strom zieht nämlich vom Städtchen Altamira flussabwärts bis Vitória do Xingu eine von relativ starkem Gefälle und einer Vielzahl von Stromschnellen gekennzeichnete, weite Schleife. Durch eine Umleitung des Flusslaufs über einen künstlich angelegten Kanal, so die Idee, sollte nun in direkter Linie eine

Abkürzung geschaffen werden, die das im Verlaufe dieser 140 Kilometer langen Schleife überwundene Gefälle quasi auf einen Punkt kurz vor dem Wiedereintritt der Wassermassen in das angestammte Flussbett konzentriert. Hier wäre dann der ideale Standort für den Bau des Mega-Kraftwerks, um die hier anstehende Fallhöhe von 89,3 Metern zur Stromerzeugung zu nutzen. Doch wie sollte man den mächtigen Strom, der im Jahresmittel sekundlich 23.000 Kubikmeter Wasser führt (beim Rhein sind es 2.000 Kubikmeter pro Sekunde), in ein neues Bett zwingen? An einer etwa 30 Kilometer südöstlich von Altamira gelegenen, von der Insel Pimentel gebildeten Engstelle sollte sich dem Hauptlauf des Xingu zunächst eine erste Talsperre in



Blick von der Staumauer hinweg über den Auslassbereich des Kraftwerks in Richtung Xingu. Im Vordergrund die aus dem Fels gesprengten, tiefen Schächte für die Fallrohre der Turbinen

den Weg stellen. Sie würde zur Entstehung eines ersten Stausees führen. Dieses von einer rund sechs Kilometer langen Mauer aufgestaute Reservatório Xingu mit einer Fläche von mehr als 200 Quadratkilometern wird sich schlussendlich bis etwa 50 km oberhalb von Altamira erstrecken.

Flussabwärts indessen lässt der umgeleitete Xingu in einem östlich von Altamira gelegenen, bislang bewaldeten Tal einen zweiten Stausee entstehen. Dieses Reservatório dos Canais, dem sich hier dann die Staumauer des eigentlichen Kraftwerks entgegenstellt, wird eine Fläche von rund 312 Quadratkilometern einnehmen. Das jedoch zieht eine weitere Komplikation nach sich: Denn um zu verhindern, dass sich die enormen Wassermassen des Stroms dabei in ein an der Ostflanke des Reservatório dos Canais abzweigendes Seitental ergießen, muss hier eine weitere, Bela Vista genannte dritte Talsperre errichtet werden.

Der durch die Summe dieser Maßnahmen erreichte Niveauunterschied wird schließlich nahe dem Örtchen Belo Monte in einem riesigen Kraftwerk zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt. Hier stürzen die Wassermassen, verteilt auf achtzehn gigantische Schächte, fast neunzig Meter in die Tiefe. Am unteren Ende eines jeden Schachts stellt sich der Gewalt der Wassermassen jeweils eine sogenannte Francis-Spiralturbine in den Weg. Bei dieser hochmodernen Bauform wird das Wasser durch eine schneckenförmige Strömungsführung in zusätzlichen Drall versetzt und anschließend auf die gegenläufig gekrümmten Schaufeln des Laufrads gelenkt. Dadurch erreichen diese Turbinen einen einzigartigen Wirkungsgrad von über 90 Prozent. Die so gewonnene kinetische Energie wird schließlich zum Antrieb eines oberhalb jeder Turbine angeflanschten Generators genutzt. Um die angepeilte Leistungsausbeute von 550 Megawatt zu erzielen,

kommen hier wahrhaft gigantische Aggregate zum Einsatz. 11.233 Megawatt, das ist die beachtliche Energieausbeute des neuen Kraftwerks. Sie wird allerdings nur erreicht, wenn der Xingu sein durchschnittliches Durchflussvolumen von 23.000 Kubikmetern Wasser



Das Innere des Turbinengehäuses mit den Leitschaufeln senkt sich auf das Fundament. Die konzentrisch angeordneten Stützstreben nehmen das schneckenförmige Gehäuse des Wasserzulaufs auf

pro Sekunde erreicht. Doch der Strom führt durch eine Reihe von Gebieten, die starken jährlichen Schwankungen der Niederschlagsmenge unterworfen sind. So kann die Durchflussmenge des Xingu in der Trockenzeit bis auf 8.000 Kubikmeter pro Sekunde sinken. Und dann ist da noch die Volta Grande, die eingangs erwähnte weite Schleife des Xingu, in deren Verlauf der Strom über eine kaum überschaubare Zahl von Armen und Abertausende kleinerer Wasserfälle jenen Niveauunterschied überwindet, den nun das Kraftwerk nutzen soll. Hier ist im Laufe der Zeit ein einzigartiges Habitat mit einer enormen Biodiversität entstanden. Forscher vermuten, dass allein in dieser Flussschleife eine riesige Zahl von Fischen lebt, darunter etwa 100 endemische Arten. Da die während

der Trockenzeit gemessene niedrigste Durchflussmenge offenbar ausreicht, um diesen Lebensraum zu erhalten, so sieht es die auf eine Laufzeit von 35 Jahren erteilte Konzession für den Betrieb des Kraftwerks vor, muss sichergestellt werden, dass an der Talsperre Pimental also genau dieses Minimalvolumen (durchschnittlich 20 Prozent des anstehenden Gesamtvolumens) auch weiterhin in das angestammte Flussbett des Xingu abfließt.

Das bedeutet allerdings im Umkehrschluss, dass im Falle eines extrem niedrigen Pegelstands des Xingu diese 20 Prozent auf bis zu 100 Prozent steigen und damit nur das in den beiden Stauseen gespeicherte Wasser zum Antrieb der Turbinen zur Verfügung steht. Aus



Oben: Die mächtigen Fallrohre im Zulauf der Turbinen
Mitte: Der gewaltige Rotor einer der 550 Megawatt-Generatoren senkt sich in den Stator
Links: 320 Tonnen Gewicht bringt allein jeder der riesigen Francis-Turbinen aus Edelstahl auf die Waage. Für ihren Transport war jeweils ein Lastzug mit Spezialtieflader und drei Lkw als Zugmaschinen notwendig

diesem Grunde sahen die ersten Planungen eben auch deutlich größere Reservoirs vor. In der jetzigen Form wird Belo Monte also Jahr für Jahr einige Monate lang nicht einmal annähernd mit voller Kapazität laufen. Übers Jahr gemittelt, so lautet daher auch die Kritik nicht nur von Umweltschützern, ergebe sich daraus für Belo Monte eine Effizienz von gerade einmal 39 Prozent. Denn dauerhaft könne das Mega-Kraftwerk

nur durchschnittlich geschätzte 4.300 Megawatt produzieren, musste jüngst auch die brasilianische Nationalbank für wirtschaftliche und soziale Entwicklung (BNDS) einräumen, die das Projekt mitfinanziert. So vermuten Gegner des Projekts in der damaligen Zustimmung der Betreiber zu deutlich kleineren Wasserreservoirs nichts anderes als eine Salomitaktik: Stelle sich erst einmal heraus, dass der Wasserstand des

Xingu immer wieder unter ein Maß sinkt, das für eine wirtschaftlich rentable Nutzung erforderlich sei, dann hätte Norte Energia alle Argumente auf seiner Seite, das ohnehin schon gebaute Kraftwerk durch weitere Staustufen effizienter zu machen und damit zu den ursprünglichen Plänen zurückzukehren. In der Kritik steht das Kraftwerk (wie die meisten Wasserkraftwerke) aber auch wegen seiner schlechten

Klimabilanz. Denn statt des bei der Verfeuerung von Kohle oder Gas freigesetzten Kohlendioxids kommt es nach der Überflutung großer, zuvor begrünter Areale bei der Zersetzung der am Grund der Seen verrotten Pflanzenbestandteile zur Entstehung von erheblich klimaschädlicherem Methan. Aus diesem Grund galt es, den von der Überflutung bedrohten Wald zu roden. Mehr noch: Ist dieser Prozess ohnehin schon unver-



Der Xingu: Was hier gemächlich dahinzufießen scheint, ist ein mächtiger Strom, der eine Fracht von bis zu 64.000 m³ Wasser pro Sekunde führt. Beim größten deutschen Fluss, dem Rhein, sind es im Jahresmittel gerade einmal 2.000 m³

meidbar, führt das Kraftwerk am Ende auch noch zu einer besonders effektiven Freisetzung des im Wasser gelösten Methans. Außerdem werden, wenn der Pegel der Stausees während der Trockenzeit sinkt, die freigelegten Uferbereiche rasch wieder von Pflanzen besiedelt. Steigt der Pegel wieder, werden sie ertränkt und liefern neuen Methannachschub.

Derlei Zusammenhänge sind für Brasilien besonders relevant, denn rund 75 Prozent der benötigten elektrischen Energie entstehen hier per Wasserkraft. Dennoch reicht die derzeit installierte Gesamtkapazität mit 65 Gigawatt, so auch eines der Argumente der Kraftwerksbefürworter, offenbar nicht aus, um die Bedarfsspitzen abzufangen.

Welche Alternativen hat also das Land, dessen Stromerzeuger bereits Pläne für weitere Großkraftwerke im Amazonasgebiet schmieden? Zahlreiche Fachleute sind sich hier einig: Allein die Sanierung bestehender Wasserkraftwerke, etwa durch Erneuerung der Turbi-

nen und Entfernung der Sedimente in den Staubecken, birgt ein Potenzial von 20 Prozent zusätzlich zur Verfügung stehender Energie. Überdies könnten, etwa durch eine moderne Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ), die im derzeitigen Stromnetz durch die Durchleitung über große Distanzen entstehenden Leitungsverluste drastisch reduziert und somit weitere 20 Prozent der erzeugten elektrischen Energie einer effektiven Nutzung zugeführt werden.

Philip Fearnside vom Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, einer der an der 2009 für das Belo Monte-Kraftwerk erstellten Umweltverträglichkeitsprüfung beteiligten Experten, ist sich zudem sicher, ein gewaltiges Einsparpotenzial läge allein darin, die elektrischen Duschköpfe im Land durch eine solare Warmwasseraufbereitung zu ersetzen. Diese notorisch ineffizienten Heißwasserproduzenten würden allein fünf Prozent des brasilianischen Elektrizitätsbedarfs fressen. △