

Marc Gugelmann

Itaipú Binacional - Paraguay-Brasilien

Eine ökologische Katastrophe?

Examensarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2005 GRIN Verlag
ISBN: 9783638071444

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/83527>

Marc Gugelmann

Itaipú Binacional - Paraguay-Brasilien

Eine ökologische Katastrophe?

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Itaipú Binacional Paraguay – Brasilien

Eine ökologische Katastrophe?

**Marc Gugelmann
AKAD Profession Zürich
10. Januar 2005**

Berufsmaturitätsarbeit im Ergänzungsfach Ökologie; TBMZ

Inhaltsverzeichnis

1	<u>Einleitung</u>	<u>1</u>
2	<u>Die Geschichte zur Entstehung von Itaipú Binacional</u>	<u>5</u>
2.1	Die Triple Frontera	5
2.2	Der Río Paraná	6
2.3	Der Bau des Kraftwerks	6
2.4	Der Stausee	8
2.5	Soziale Folgewirkungen für die Bevölkerung	9
3	<u>Das ökologische System Itaipú</u>	<u>12</u>
3.1	Einführung	12
3.2	Das Klima	12
3.3	Sedimentation und Erosion	13
3.4	Das Projekt "Gralha Azul"	14
3.5	Das Projekt "Mymba Kuera"	15
3.6	Die Wasserpflanzen	16
3.7	Die Fische	17
3.8	Das Refúgio Biológico Carapá	19
3.9	Seismische Aspekte	20
3.10	Gesundheitliche Probleme	20
4	<u>Fazit</u>	<u>23</u>
5	<u>Ausblick</u>	<u>24</u>
6	<u>Schlusswort</u>	<u>25</u>
7	<u>Literaturverzeichnis</u>	<u>26</u>
8	<u>Bildanhang</u>	<u>28</u>
9	<u>Glossar</u>	<u>34</u>

1 Einleitung

Als ich im Oktober 1996 das erste Mal nach Paraguay kam, kannte ich weder Land noch Sprache, und schon gar nicht Itaipú Binacional. Ich arbeitete ein Jahr auf der Farm Santa Monica, 50 Kilometer nördlich von Ciudad Del Este. Bald wurde mir bewusst, wie alltäglich die Gegenwart des Elektronternehmens Itaipú Binacional und des Stausees ist: Die Schule für die Kinder der Farm wurde von Itaipú Binacional finanziert, der Asphalt auf den Strassen kam erst durch Itaipú Binacional dorthin, Reservate und Zoos, Trafoanlagen und Depots, das Schild mit den vier Farben ist in der ganzen Region allgegenwärtig. Ohne Itaipú geht nichts, das Unternehmen ist in allen Lebensbereichen vertreten. Ich besichtigte das Kraftwerk mehrere Male und entdeckte jedes Mal etwas Neues, das mich in Staunen versetzte. Der Gigantismus ist unverkennbar. Man kommt sich neben den 18 weissen Druckrohren der Staumauer sehr klein vor. (Siehe Anhang Abb. 14) Ehrfürchtig schaut man an der Betonwand wie an einem Wolkenkratzer empor. Durch seine aderartige Ausbreitung wirkt der Stausee eher verzettelt und weniger überwältigend, trotz seiner Grösse. Als ich ihn mit dem Schiff befuhr, fielen mir die vielen kahlen Bäume auf, die überall aus dem Wasser ragen. Ein eindeutiges Zeichen, dass dieses Wasser nicht schon immer da war.

Durch die Arbeit auf der Farm und meinen persönlichen Erfahrungen mit dem Elektrogiganten Itaipú Binacional habe ich einige Konsequenzen der Stauung des Río Paraná miterlebt, obwohl ich ein paar Jahre nach der Fertigstellung dort war. Die Veränderungen für die Anwohner und deren bewussten Umgang damit haben mich genauso fasziniert, wie die Gelassenheit dieser Menschen, die negativen Folgen zu ignorieren oder zu verharmlosen. Verständlich, wenn man bedenkt, dass Paraguay bis 1989 noch diktatorisch geführt wurde und Gegenmeinungen gar nicht zugelassen waren. Verständlich auch, wenn man mit eigenen Augen sieht, wie viele Menschen in Paraguay und Brasilien täglich ums nackte Überleben kämpfen und andere Sorgen als das Ökosystem Itaipú haben. Der Kontrast zwischen dem Perfektionismus und Gigantismus der Staumauer und all den Anlagen zur Stromverteilung rundherum und dem täglichen, einfachen Leben auf der Farm am Stausee ist enorm. Der grosse Dieselmotor des Notstromaggregates auf der Farm, der vor allem bei schlechter Witterung mehr als einmal täglich lief, entlockte den Menschen ein Lächeln und liess sie ironisch Itaipú Binacional hochleben. Das grösste Wasserkraftwerk der Welt gleich nebenan, aber nicht fähig, den Strom auch nur in seine unmittelbare Umgebung zu transportieren...



Abb. 1 Das grösste Wasserkraftwerk der Welt (Quelle: www.personales.conexion.com.py)

Ist Itaipú Binacional eine ökologische Katastrophe?

Diese Frage beschäftigt mich, seit ich dort gelebt habe. Können eine Staumauer und ein Stausee überhaupt etwas anderes sein als eine ökologische Katastrophe? Wie gross sind die irreparablen Schäden an der Natur? Ich will die Hintergründe, Umstände und die Aktivitäten des Elektrokonzerns von seiner Entstehung bis heute im ökologischen Zusammenhang analysieren.

Der Hauptteil der Arbeit ist in zwei Kapitel unterteilt. In der Geschichte zur Entstehung von Itaipú Binacional stelle ich die spezielle Situation in der Triple Frontera zwischen Paraguay, Brasilien und Argentinien vor. Durch den internationalen Schmuggel und die üppigen Wasservorkommen ruht auf der Region auch das wachsame Auge der USA. Der Río Paraná ist nach dem Amazonas der grösste Fluss Südamerikas. Er hat ein riesiges Einzugsgebiet, und wird an vielen Orten für die Stromerzeugung genutzt. Der wirtschaftliche Aufschwung in Brasilien bewirkte eine immer grösser werdende Nachfrage an Energie. Paraguay und Brasilien einigten sich in der "Akte Iguazú" zur gemeinsamen Nutzung des Grenzflusses Paraná, worauf Machbarkeitsstudien folgten, die 1974 in der Gründung der binationalen Gesellschaft Itaipú mündete. 10 Jahre später begann die Stromproduktion mit den ersten beiden Generatoren. Ende 1990 waren alle 18 Turbinen am Netz. Das erstellte Kraftwerk ist bis zur Fertigstellung des chinesischen "Drei Schluchten"-Staudamms das grösste Wasserkraftwerk der Welt, und wird auch nachher der grösste Stromproduzent bleiben, da die prognostizierte Jahresproduktion in China unter der Marke von Itaipú Binacional bleiben wird.

Der Stausee ist ein riesiger Eingriff in die Natur und hat weitreichende Konsequenzen, die vielfach nicht mehr gutzumachen sind. Wo vorher das Flussbett des Río Paraná lag, breitet sich heute ein See von 170 Kilometern Länge und durchschnittlich 7 Kilometern Breite aus. Die sozialen Folgen für die Bevölkerung werden unterschiedlich beurteilt. 65'000 Menschen enteignen, umsiedeln und entschädigen war keine leichte Aufgabe für Itaipú Binacional.

Verglichen mit den 1.2 Millionen Chinesen, die schätzungsweise dem "Drei Schluchten"-Staudamm weichen müssen, klingt die Zahl aber doch eher bescheiden. Stirnrunzeln verursacht die Zerstörung der Wasserfälle Siete Caidas am nördlichen Ende des Stausees. Bereits 1960 touristisch erschlossen, bedauern vor allem viele Paraguayaner diesen Verlust, entgehen ihnen doch die Einnahmen, welche Brasilien und Argentinien sich nun mit den Iguazú Wasserfällen teilen!

Im zweiten Kapitel wird das Ökosystem Itaipú beleuchtet. Durch Geld- und Zeitmangel wurde eine gründliche Bestandsaufnahme von Flora und Fauna verunmöglicht. Das Umweltbewusstsein der Menschen und die Zahl der Experten waren zu jener Zeit ebenfalls Mangelware. Durch das Stauen des Río Paraná starben seltene Tier- und Pflanzenarten aus oder mussten anderen, anpassungs-fähigeren Lebewesen Platz machen. Das Klima wird durch den Stausee nur lokal beeinflusst. Die grossen weissen Schilder am Strassenrand, die den Autofahrer vor unbedachten Überholmanövern im Nebel warnen, wirken bei über 40° Celsius und in schweisstreibender, klebriger Hitze etwas verloren, doch ist dichtester Nebel in den Wintermonaten rund um den Stausee keine Seltenheit. Ein wichtiger Faktor für die Betreiber von Itaipú Binacional ist die Erosionstätigkeit des Wassers, welches jährlich Tonnen von Material in den Stausee wäscht.

Bereits in der Pre-Itaipú Zeit wurden viele Wälder zur landwirtschaftlicher Nutzung abgeholzt, darum lancierte Itaipú Binacional das Projekt "Gralha Azul". In diesem Aufforstungsprojekt sind in den letzten 19 Jahren über 14'000'000 Bäume gepflanzt worden. Das Projekt "Mymba Kuera" hingegen will die Auswirkungen des Stausees auf die Tierwelt minimieren. Als der Fluss gestaut wurde haben viele Helfer Tiere eingesammelt und in Schutzzonen untergebracht. Heute ist Itaipú Binacional ein allseits anerkannter Betreiber von Zoos und biologischen Reservaten.

Im Stausee selber haben sich viele Arten von Wasserpflanzen verbreitet. Sie sind die grossen Indikatoren der Wasserqualität. Biologen überwachen deren Ausbreitung sehr genau, da die grossen, schwimmenden Pflanzenteppiche auch die Turbinen des Kraftwerks verschmutzen können. Der Itaipú Staudamm hatte erhebliche Auswirkungen auf die Fischpopulationen. Durch den Stausee ist eine ganze Fischfangindustrie entstanden. Der Itaipú Stausee gilt als sehr fischreich. Itaipú Binacional forscht in Reservaten wie das von Carapá über Flora und Fauna. Viele Tierarten werden in den Reservaten gezüchtet, um deren Fortbestand in der Region zu sichern.

Der Druck der Wassermassen des Itaipú Stausees auf die tektonische Platte erhöht das Risiko für seismische Aktivitäten. Die Möglichkeit eines Erdbebens kann nicht ausgeschlossen werden. Ein Dambruch hätte für die ganze Region nicht absehbare Folgen.

Durch Itaipú Binacional sind Krankheiten wie das Dengue-Fieber wieder ins Bewusstsein von Anwohnern und Behörden getreten, oder tauchen, wie die Bilharziose, neu in der Triple Frontera auf. Das Elektronunternehmen ist darauf bedacht, in Zusammenarbeit mit den Regierungen Paraguays und Brasiliens diese gesundheitlichen Probleme und Risiken möglichst gering zu halten.

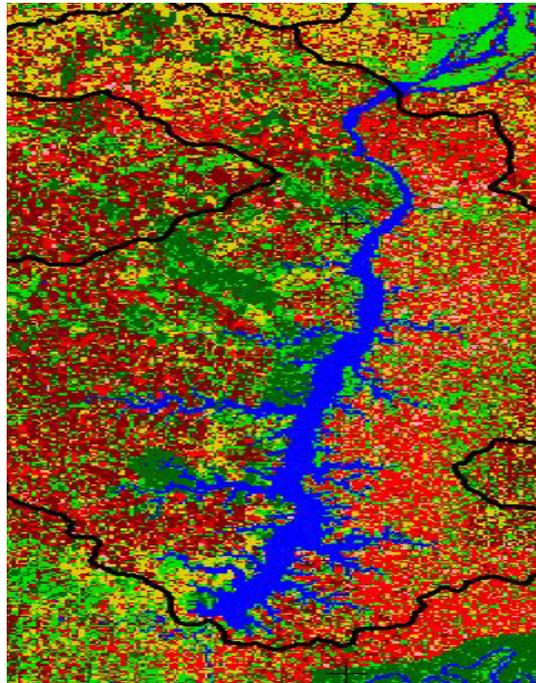


Abb. 2 Vom Fluss zum See. Der Stausee als Eingriff in die Natur (Quelle: www.agteca.com)

2 Die Geschichte zur Entstehung von Itaipú Binacional

2.1 Die Triple Frontera

Das Grenzgebiet zwischen Paraguay, Brasilien und Argentinien wird als Triple Frontera (spanisch: Dreiländereck) bezeichnet. Die dreifache Grenze liegt an der Mündung des Río Iguazú in den Río Paraná unweit der Iguazú Wasserfälle. Im Bereich dieser Triple Frontera befindet sich heute ein internationaler Ballungsraum, der vor allem aus folgenden drei Städten besteht: Ciudad del Este in Paraguay (ca. 240'000 Einwohner), Foz de Iguazú in Brasilien (ca. 200'000 Einwohner) und Puerto Iguazú in Argentinien (ca. 45'000 Einwohner). Alle drei Städte gelten als Handelsmetropolen, aber auch als Zentren des internationalen Schmuggels. Touristisch geprägt sind vor allem Foz und Puerto Iguazú, die als Ausgangspunkte für Ausflüge an die Iguazú Wasserfälle dienen. Ciudad del Este wuchs seit dem Beginn der Bauarbeiten des Itaipú Staudamms stark an. Das Zentrum ist vom Handel und von zahllosen Schnäppchenjägern geprägt, die von jenseits der Grenze über die Puente de la Amistad (Brücke der Freundschaft) des Río Paraná nach Paraguay kommen, um günstig einzukaufen. Ciudad del Este hiess bis 1989 Puerto Presidente Stroessner, nach dem damaligen Diktator und Mitinitiator des Itaipú Staudamms, Alfredo Stroessner. Wegen



des hohen Anteils von Menschen arabischer Abstammung und muslimischen Glaubens in der Region, vermuten die USA eine Zelle der Terrororganisation Al Qaida in der Gegend der Triple Frontera. Gelegentlich lassen sie daher ihre Tarnkappenbomber über der Region kreisen. Südamerikanische Medien haben die Hypothese aufgestellt, dass dies nur als Druckmittel auf die drei südamerikanischen Länder zu verstehen sei, und es den USA in Wahrheit nur darum gehe, die Option auf die Wasserreserven des Río Paraná für sich zu sichern.¹⁰ Allerdings bleibt in dieser Hypothese offen, wie die USA dieses Wasser nutzen wollen!

Abb. 3 Geographische Lage der Triple Frontera und des Itaipú Staudamms.

(Quelle: Itaipú Binacional – La Mayor Hidroeléctrica Del Mundo)

¹⁰ www.wikipedia.org

2.2 Der Río Paraná

Der Rio Parana ist nach dem Amazonas der zweitlängste Fluss Südamerikas. Er entspringt in Brasilien durch den Zusammenfluss des Paranaíba und des Rio Grande. Er ist 4'000 Kilometer lang und hat ein Einzugsgebiet von 3'000'000 Quadratkilometern. Der Name des Flusses kommt aus dem Guaraní (indianische Sprache Paraguays) und bedeutet soviel wie "ähnlich wie das Meer", was auf seinen Reichtum an Wasser zurückzuführen ist. Von Salto del Guaira bis zur Einmündung des Río Iguazú bildet der Río Paraná, und somit der ganze Stausee von Itaipú, die Grenze zwischen Paraguay und Brasilien. Nach dem Dreiländereck dreht er gegen Südwesten ab und bildet die Grenze zwischen Paraguay und Argentinien. Die letzten 500 Kilometer durchquert er Argentinien, wobei er in Richtung seiner Mündung immer sumpfigeres Gebiet durchfließt. Er bildet schliesslich zusammen mit dem Río Uruguay den Río de la Plata, bevor er im südatlantischen Ozean endet.¹¹ (Siehe Anhang Abb. 15)

2.3 Der Bau des Kraftwerks

Das wirtschaftlich aufstrebende Brasilien war auf der Suche nach neuen Energiequellen für seine expandierende Industrie und seine ständig wachsende Bevölkerung. Im paraguayischen Diktator Stroessner fand die Regierung Brasiliens einen willigen Partner. Paraguay erhoffte sich neben der Energieunabhängigkeit einen wirtschaftlichen Aufschwung für das ganze, noch heute wenig industrialisierte Land. Im Juni 1966 unterschrieben Vertreter von Paraguay und Brasilien "Die Akte Iguazú", worauf verschiedene Studien von technischen Kommissionen folgten, die im April 1970 in einer Absichtserklärung zwischen den staatlichen Elektrizitätswerken von Paraguay (ANDE) und Brasilien (ELETROBRAS) mündete. Die Insel Itaipú (bedeutet "singender Stein" in Guaraní) im Río Paraná, 15 Kilometer nördlich von Ciudad Del Este, war darin als definitiver Standort ausgewählt worden. Im April 1973 unterschrieben die Präsidenten beider Länder den Vertrag zum Bau des Kraftwerks. Das Abkommen sieht die hälftige Teilung der erzeugbaren Energie vor und gibt jedem Land das Recht, die vom Partner nicht genutzte Energie für den eigenen Bedarf in Anspruch zu nehmen. Im Mai 1974 wurde schliesslich das Unternehmen Itaipú Binacional gegründet, das mit der Planung und dem Bau des gesamten Projekts beauftragt wurde. 1975 wurde mit dem Aushub des Umleitungskanals, der Aufschüttung des Erddammes auf der brasilianischen Seite und der Konstruktion der Staudämme für die Verlegung des Paraná begonnen. Ende 1978 wurde der Paraná in einen 2 Kilometer langen, 150 Meter breiten und 90 Meter tiefen Umleitungskanal geleitet, indem die zuvor errichteten Dämme gesprengt wurden. Nachdem das alte Flussbecken entwässert war, konnte mit dem Bau des Hauptdamms und des Maschinenhauses begonnen werden. (Siehe Anhang Abb. 16) Der

¹¹ www.ciudaddeleste.galeon.com

Hauptdamm aus Stahlbeton misst 1234 Meter und ist 196 Meter hoch. Der gesamte Staudamm (Stahlbeton und Erdaufschüttung) ist 7700 Meter lang. (Siehe Anhang Abb. 17) Ab Oktober 1982 wurde der Paraná gestaut und das umgebende Grenzland überflutet. Am 25. Oktober 1984 gingen die ersten beiden Generatoren des Kraftwerks ans Netz. Im Dezember 1990 war auch der 18. Generator an der Stromproduktion angeschlossen. Bis dahin waren 62 Millionen Tonnen Steine und Erde aus dem Flussbett des Paraná geschaufelt und 12.3 Millionen Kubikmeter Stahlbeton wieder darin verbaut worden.¹² Dies entspricht Stahl von 380 Eiffeltürmen und Beton von 15 Euro-Tunnel. 30'000 Arbeiter waren von 1975 bis 1984 mit dem Bau dieses 20 Milliarden US\$ Kraftwerks beschäftigt. Es ist daher nicht überraschend, dass das amerikanische Magazin "American Society of civil Engineers", Itaipú zu einem der sieben Wunder der modernen Welt erkoren hat, und deren Arbeiterschaft mit Herkules verglich.¹³



Abb. 4 Die Insel Itaipú inmitten des Río Paraná. Die ausgewählte Stelle für den Bau des Staudamms (Quelle: Itaipú Binacional – Centro De Reception De Visitas; Paraguay)

¹² Kohlhepp G., 1987; Seite 23

¹³ www.diebrennstoffzelle.de

2.4 Das Kraftwerk

Der Staudamm von Itaipú ist eine Gewichtsstaumauer aus Stahlbeton mit einer unteren Dicke von 273 Metern.¹⁴ Er hält dem anfallenden Wasserdruck alleine durch sein Eigengewicht stand. Das Wasser fällt 140 Meter durch ein Druckrohr mit 10.5 Metern Durchmesser, bevor es auf die Turbine trifft, die den Generator betreibt. (Siehe Anhang Abb. 18) 698 Kubikmeter Wasser schiessen pro Sekunde durch ein solches Druckrohr auf eine der 18 Turbinen. Jede davon produziert 700 Megawatt Strom.¹⁵

95% der jährlichen Produktion decken einen Viertel des brasilianischen Strombedarfs, während die restlichen 5% an Paraguay gehen und dort über 90% der Nachfrage abdecken. Besonders daran ist, dass die Energie für Brasilien bei einer Frequenz von 60 Hertz produziert wird, im Gegensatz zum Strom für Paraguay, der das Kraftwerk mit einer Frequenz von 50 Hertz verlässt. Der von Paraguay nicht benötigte Strom wird anschliessend wieder auf 60 Hertz erhöht und so für den brasilianischen Markt kompatibel gemacht.¹⁶ Itaipú Binacional produziert mehr Strom, als Experten bei Baubeginn zu prognostizieren wagten. Die 18 Turbinen des Kraftwerks mit einer Energiekapazität von 12'600 Megawatt erreichten im Jahr 2000 die Rekordproduktion von 93'428 Giga-Wattstunden, eine Zahl, die bis heute für jedes andere Kraftwerk der Welt unerreichbar geblieben ist. Diese Produktion entspricht einer durchschnittlichen Auslastung aller Turbinen von 10'636 Megawatt, oder 84.4% der gesamten Kapazität. Das Kernkraftwerk Gösgen als Vergleich, erzielt eine Jahresproduktion von ungefähr 7'923 Giga-Wattstunden.¹⁷ Im Jahr 2001 startete die brasilianische Regierung eine Kampagne, um den Stromverbrauch zu reduzieren, da wegen der grossen Trockenheit die Wasserspiegel der Seen im ganzen Land drastisch sanken. So wurde die Rekordmarke vom Jahr 2000 nicht mehr gebrochen.¹⁸ Trotzdem sind zwei weitere Turbinen gebaut worden, welche die Gesamtkapazität von Itaipú Binacional auf 14'000 Megawatt ansteigen liessen.

¹⁴ www.structurae.de

¹⁵ Itaipú Binacional – Centro de reception de visitas; Paraguay

¹⁶ www.dams.org

¹⁷ www.kkg.ch

¹⁸ www.itaipu.gov.py

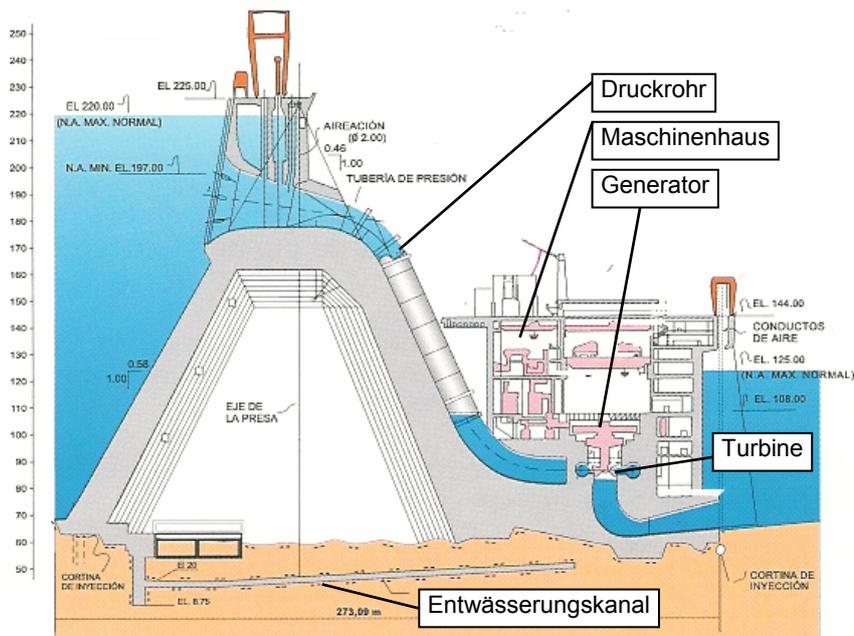


Abb. 5 Das Kraftwerk im Querschnitt. (Quelle: Itaipú Binacional – La Mayor Hidroeléctrica Del Mundo)

2.5 Der Stausee

Der See des aufgestauten Río Paraná erreicht eine Ausdehnung von 1'350 Quadratkilometern und entspricht damit ungefähr der Fläche des Kantons Aargau.¹⁹ Er ist 170 Kilometer lang und durchschnittlich 7 Kilometer breit. Etwas mehr als die Hälfte davon liegt auf brasilianischem Hoheitsgebiet. Die durchschnittliche Tiefe des Stausees liegt bei 22 Metern und erreicht in Kraftwerksnähe bis 170 Meter. (Siehe Anhang Abb. 19) Der Inhalt des Stausees beträgt etwa 29 Milliarden Kubikmeter Wasser. Ein grosser Teil davon wird im Durchschnitt alle 32 Tage erneuert. Reste des überschwemmten Landes ragen als 86 Inseln aus dem See.²⁰ 1982 wurde mit der Aufstauung des Río Paraná begonnen. Die Tore der 14 Überlaufschleusen, durch die der mächtige Fluss während ungefähr fünf Jahren geflossen war, wurden geschlossen. Die hochkomplexe Angelegenheit des Aufstauens eines Flusses einerseits und die beabsichtigte Minimierung der ökologischen Konsequenzen andererseits, verlangten ein feines Gespür der verantwortlichen Ingenieure und Techniker. Ausserdem wurde in einem Staatsvertrag zwischen Paraguay, Brasilien und Argentinien eine Mindestdurchlaufmenge des Río Paraná vereinbart, um Argentinien nicht gänzlich vom Flusssystem des Río Paraná abzuschneiden. Bis zur Fertigstellung der ersten Turbinen lag der Wasserstand bei 100 Metern. Als diese 1984 mit der Stromproduktion begannen, wurde der See auf sein heutiges Niveau von 220 Metern angestaut.²¹

¹⁹ www.are.admin.ch

²⁰ www.itaipu.gov.py

²¹ www.dams.org



Abb. 6 Profil des Gefälle im Stausee von Itaipú Binacional (Quelle: www.itaipu.gov.py)

2.6 Soziale Folgewirkungen für die Bevölkerung

Die sozialen Folgewirkungen für die Bevölkerung werden unterschiedlich beurteilt. Nach offiziellen Angaben mussten für das ganze Projekt nur 4'000 Menschen umgesiedelt werden.²² Die meisten anderen Quellen sprechen von der Enteignung von über 40'000 Brasilianern und 25'000 Paraguayanern. Die Entschädigungszahlungen und die geplanten Umsiedlungen erwiesen sich als äusserst komplex. Die schwierigen Besitzverhältnisse an beiden Ufern des Paraná waren wenig dokumentiert und wurden von Itaipú Binacional unterschätzt, war doch das Gebiet teilweise erst 20 Jahre zuvor besiedelt worden. Tatsache ist, dass der Stausee an die 600 Kilometer Strassen und Eisenbahnschienen, 1500 Häuser²³, 800 Quadratkilometer Agrarfläche und 600 Quadratkilometer Waldland schluckte.²⁴ In den Uferregionen ragen noch heute zahllose kahle Bäume aus dem Wasser, die nicht geschlagen wurden. Ausserdem wurden die Siete Caidas in Salto del Guaria am nördlichen Ende des Wasserreservoirs überflutet. (Siehe Anhang Abb. 20) Die Wasserfälle dort seien schöner, grösser und imposanter gewesen, als die nahe am Itaipú Staudamm gelegenen Iguazú Wasserfälle, welche jährlich viele tausend Touristen anlocken.

²² www.itaipu.com.py

²³ Kohlhepp G., 1987; Seite 55

²⁴ www.lateinamerika-studien.at



Abb. 7 Kahle Bäume ragen aus dem Wasser. Hier waren vor dem Stausee die Wasserfälle Siete Caidas. (Quelle: www.ciudaddeleste.galeon.com)

3 Das ökologische System Itaipú

3.1 Einführung

Der Wille zur Erhaltung der Umwelt wurde von Paraguay und Brasilien bereits in der Absichtserklärung von 1970 festgehalten. Erste Programme scheiterten, weil sie im Bauplan zu spät berücksichtigt wurden und erforderliche Studien erst nach der Stauung des Río Paraná fertig geworden wären. Andererseits fehlte es zu jener Zeit schlicht und einfach an der Zahl der zur Verfügung stehenden Experten. Neben Flora und Fauna sollten auch Expertisen über das Klima, die Boden- und Gesteinsbeschaffenheit sowie hydrobiologische Faktoren berücksichtigt werden. Mit der Hilfe der forstwissenschaftlichen Abteilung der Universität von Curitiba (Hauptstadt des Bundesstaates Paraná, Brasilien) wurde immerhin eine Grundlage zu einem ökologischen Informationssystem ermöglicht. Mit Hilfe ausländischer Dozenten wurden digitale Karten angefertigt und der ökologische Ist-Zustand aufgenommen. Mängel und Gefahren wurden aufgezeigt und Empfehlungen zur Stabilisierung des Ökosystems herausgegeben. Dennoch verunmöglichten fehlende Zeit und fehlendes Geld eine gründliche und systematische Analyse der ökologischen Zusammenhänge in diesem Grossprojekt. Trotz des fehlenden Budgets ist der wissenschaftliche Wert der Inventur von Pflanzen und Tieren aus dem überfluteten Gebiet enorm.²⁵ Heute legen die Betreiber von Itaipú Binacional grossen Wert auf ein gesundes Zusammenspiel mit der Umwelt. Es wurden diverse Aktivitäten entwickelt, um die Lebensqualität der Bevölkerung und die Erhaltung der Natur zu gewährleisten. Neben dem ökologischen Museum ist dies vor allem das Zentrum zur Umwelterziehung der Anwohner.²⁶

3.2 Das Klima

Die Region um den Itaipú Stausee befindet sich an der Grenze der feucht tropischen / subtropischen Klimazone. Es ist geprägt durch heisse Sommer und kühle Winter, in denen es gelegentlich auch einmal Frost geben kann. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt 21.3° Celsius, während die Maxima bis über 40° Celsius steigen können. Während der Bauphase des Staudamms mussten für den Beton spezielle Kühltechniken entwickelt werden, um den Baustoff bei solchen Temperaturen überhaupt verarbeiten zu können. So wurde dem Beton bei Bedarf eine Eismischung beigegeben, um ihn kühl zu halten. Die Zone um Itaipú gilt als ganzjahresfeucht. Es regnet auch in den Wintermonaten (Juni – August) noch über 60 Millimeter pro Monat und der jährliche Durchschnitt liegt bei 150 Millimeter

²⁵ Kohlhepp G., 1987; Seite 79

²⁶ www.dams.org

Regen pro Monat. Es ist in der Region auch nichts aussergewöhnliches, wenn die Hälfte der durchschnittlichen Regenfälle pro Monat an nur einem Tag fällt. Der See beeinflusst das Klima nur lokal. Die Anzahl der Frostnächte sind durch den Stausee zurückgegangen. Die Luftfeuchtigkeit rund um den Itaipú Stausee ist seit seiner Aufstauung leicht angestiegen. Da die Luftfeuchtigkeit in der Region bei 75% - 80% aber schon sehr hoch liegt, bemerkt man dies oft nur in den Wintermonaten an den dichten Nebelfeldern, die über dem Stausee und den Uferregionen liegen. Warme Luftmassen aus dem Seegebiet treffen dabei auf kalte Luftmassen, die aus dem Südwesten kommen.²⁷ Je nach Quelle gibt es verschiedene Auffassungen über die klimatischen Konsequenzen von Itaipú Binacional. Durch die Staumauer kann der Wasserzufluss im Unterlauf sehr gut reguliert werden. Regnet es zuviel, wird die Durchflussmenge reduziert. Bei grosser Trockenheit entzieht der Stausee seinen zugewandten Orten das Wasser, was auch den Grundwasserspiegel absinken lässt, und an den betroffenen Orten zu noch mehr Trockenheit führt. Für einige Bauern in Südbrasilien ist der Stausee pauschal an jeglicher klimatischer Veränderung Schuld, während für einen argentinischen Universitätsprofessor die zusätzliche Feuchtigkeit am Unterlauf des Río Paraná dem Norden Argentiniens reichhaltigere Erträge aus der Landwirtschaft ermögliche. Es wäre jedoch zu einfach, für jede klimatische Veränderung der letzten 20 Jahre den Itaipú Stausee verantwortlich zu machen.²⁸

3.3 Sedimentation und Erosion

Seit 1973 wird die Ablagerung im Itaipú Stausee verfolgt. Die vorhandenen Daten genügen nicht, den Sedimentierungsgrad im See sicher zu bestimmen. Durch die Verlangsamung der Fliessgeschwindigkeit können sich mitgeführte Stoffe am Grund des Stausees ablagern. Die enorme Erosionstätigkeit des Wassers wäscht jährlich Tonnen von Material in den Itaipú Stausee. So "versandet" pro Jahr ungefähr 1% der Speicherkapazität des Stausees. Auch das Sedimentationsgleichgewicht des Unterlaufs verändert sich, was zu einer verstärkten Ufererosion, tieferem Eingraben des Flusses und zu einer Veränderung des Grundwasserspiegels führt.²⁹ Mit moderner Technologie wird heute versucht, die Sedimentationsmenge der wichtigsten Zuflüsse des Stausees zu ermitteln. Ein weiterer Problemfaktor ist der Wellengang an den Seiten des Staudamms. Studien zeigen, dass der Erosionsprozess bis zu 1.20 Meter pro Jahr vorrückt. Die Experten gehen davon aus, dass mit der Zeit diese Erosionstätigkeit jedoch abnehmen wird.³⁰

²⁷ Kohlhepp G., 1987; Seite 82

²⁸ www.oberaonline.com.ar

²⁹ geo.bildungszentrum-markdorf.de

³⁰ www.itaipu.gov.py

3.4 Das Projekt “Gralha Azul”

Das Projekt “Gralha Azul” dient der Wiederaufforstung der Itaipú Region. Da bereits vor der Zeit des Kraftwerkbaus vor allem auf brasilianischer Seite praktisch der ganze Baumbestand aus landwirtschaftlichen Interessen gerodet worden war, wurde das Projekt “Gralha Azul” ins Leben gerufen.³¹ Der “Gralha Azul” (*cyanocorax caeruleus*) ist ein Vogel und erinnert stark an die europäische Elster. (Siehe Anhang Abb. 21) Diese Vögel halten sich in grossen Schwärmen in den Kronen des Araukarienbaumes auf, fressen die reifen Zapfen an und lassen die Samenkerne teilweise auf den Boden fallen, wo sie wieder keimen können. (Siehe Anhang Abb. 22) In den Legenden der Bauern ist dieser Vogel für die üppigen Wälder im Bundesstaat Paraná verantwortlich. Es ist daher nahe liegend, dass das Wiederaufforstungsprogramm rund um den Itaipú Stausee diesen Namen trägt.³² Im weltweit grössten Aufforstungsprojekt, das je von einem Kraftwerksbetreiber realisiert wurde, sind in den letzten 19 Jahren über 14'000'000 Bäume auf 63'000 Hektaren Land gepflanzt worden. Dieser Waldstreifen rund um den Itaipú Stausee ist durchschnittlich 200 Meter breit und schützt das Grundwasser vor einer Kontaminierung durch Landwirtschaftsgifte und vor auftretender Erosion.³³ Heute sind 96% des Schutzgürtels wieder aufgeforstet. In den Bio-Reservaten rund um den Stausee wurden und werden bis heute weitere Bäume gepflanzt. Die gesamte Fläche von Salto del Guairá bis Foz de Iguazú, die Itaipú Binacional gehört, ist mit 45% Wald bedeckt. Die anderen 55% braucht der Stausee selber. Die meisten Bäume wurden in Eigenproduktion gezogen. Die Produktion beläuft sich auf etwa 1.5 Millionen Bäume pro Jahr. Die Samen für die Baumschulen wurden mit grossem Aufwand aus dem ganzen Einzugsgebiet zusammengesucht, um eine möglichst grosse Vielfalt in den genetischen Eigenschaften zu erreichen. 75 verschiedene Baumarten werden gemäss den ursprünglichen Beständen aufgezogen und angepflanzt.³⁴

³¹ Kohlhepp G., 1987; Seite 80

³² www.brasilienportal.ch

³³ Kohlhepp G., 1987; Seite 80

³⁴ www.itaipu.gov.py



Abb. 8 Aufgeforstete Uferzone als Schutzzone des Stausees (Quelle: www.itaipu.gov.py)

3.5 Das Projekt “Mymba Kuera“

“Mymba Kuera“ bedeutet in der Sprache der Guaraní soviel wie Fauna. Das Ziel dieses Projekts ist es, die Auswirkungen des Stausees auf die Tiere zu minimieren. Mehr als 200 Personen waren während der Aufstauung des Río Paraná damit beschäftigt, Tiere einzusammeln und in sogenannte biologische Schutzräume (“Refúgios Biológicos“) zu überführen. Mehrere Inseln des Stausees und in beiden Ländern zwei Reservate mit Gesamthaft 36'000 Hektaren in Paraguay und 3'400 Hektaren in Brasilien dienen als neue Zufluchtsorte.³⁵ Über 30'000 Tiere wurden in diesem Projekt gerettet und in der Region neu angesiedelt. Nur die giftigen Schlangenarten wurden in ein brasilianisches Institut zur Gewinnung ihrer Gifte gebracht, und so zu einem Teil dem Ökosystem entzogen.

In der ganzen Einflussphäre von Itaipú Binacional sind die Betreiber auf ein reibungsloses Miteinander zwischen Mensch und Tier bedacht. Die Firma ist heute eine breit respektierte Organisation zur Erhaltung und zum Schutz gefährdeter und seltener Tierarten. Bereits vor dem Kraftwerkbau wurde die Tierwelt in der Region durch die expandierende Landwirtschaft in ihrem natürlichen Lebensraum beschnitten. Ausserdem war das Umweltbewusstsein der Menschen zu jener Zeit noch wenig sensibilisiert und wissenschaftliche Erkenntnisse über die Tierwelt der Region fehlten fast gänzlich. 1977 begann Itaipú Binacional damit, die Säugetiere, Reptilien und Vögel zu erfassen, welche im Einzugsgebiet des heutigen Stausees leben.³⁶

³⁵ Kohlhepp G., 1987; Seite 80

³⁶ www.itaipu.gov.py



Abb. 9 Projekt "Mymba Kuera" zur Rettung der Tiere in der Zone des Stausees
(Quelle: www.itaipu.gov.py)

3.6 Die Wasserpflanzen

Wasserpflanzen sind wichtige Bestandteile des künstlichen Ökosystems. Sie dienen als Nahrungsmittelquelle für Fische und andere Tiere und sind die grossen Indikatoren der Wasserqualität. Diese ist im Itaipú Stausee gut, und die Betreiber des Kraftwerks investieren viel Know-how und Geld in die Wasserqualität. Sollten sich jedoch Wasserpflanzen an unerwünschten Stellen oder zu stark vermehren, können sie den Sauerstoffgehalt des Wassers erhöhen, oder gar das reibungslose Funktionieren des Kraftwerks gefährden, indem sie den Durchfluss des Wassers in die Turbine erschweren und diese auch verstopfen können. Die grossen schwimmenden Pflanzenteppiche können die Fischbestände gefährden und auch die Schifffahrt erheblich erschweren. Darum wird die Wasserpflanzenpopulation von den Itaipú-Biologen ständig überwacht. Die neusten Studien zeigen auf, dass die Besiedlung des Stausees mit Wasserpflanzen noch nicht allzu weit fortgeschritten ist. Das gemässigte Wachstum ist aber normal für ein künstliches Ökosystem. Trotzdem wurden bereits 62 verschiedene Wasserpflanzen registriert.³⁷ Am meisten verbreitet sind Schwimmpflanzen, wie die Wasserhyazinthe (*eichhornia crassipes*) oder der Wassersalat (*pistia stratiotes*)³⁸

³⁷ www.itaipu.gov.py

³⁸ Kohlhepp G., 1987; Seite 88



Abb. 10 Wasserhyazinthe, *eichhornia crassipes* und Abb. 11 Wassersalat; *pistia stratiotes*
(www.diewasserwelt.de / www.iisgcp.org)

3.7 Die Fische

Der Itaipú Staudamm hatte erhebliche Auswirkungen auf die Fischpopulationen. Die Wasserfälle Siete Caidas waren ein natürliches Hindernis für die Fische. Eine Barriere, die den Fischen den Aufstieg in den oberen Río Paraná verwehrte. Einige lebten nur oberhalb der Wasserfälle, viele waren nur unterhalb der Siete Caidas anzutreffen. Ein Teil konnte sich in beiden Teilen durchsetzen und wieder andere lebten in der Pre-Itaipú Zeit nur in den Nebenflüssen des Río Paraná.³⁹ Andererseits ist die Zahl der Berufsfischer seit dem Staudammbau geradezu explodiert, und es ist eine regelrechte Fischfangindustrie entstanden. Um diese Professionalisierung auch ökologisch zu begleiten, verpflichtete Itaipú Binacional die Universität Maringá (Bundesstaat Paraná, Brasilien) dazu, die Fischfangaktivitäten zu protokollieren und zu dokumentieren. Die Fischer selber konnten dazu verpflichtet werden, ihren täglichen Fang zu wägen und die Fischart zu bestimmen. So können die Biologen und Universitätsvertreter monatlich die entnommene Fischmenge feststellen und geeignete Massnahmen zu deren Fortbestehen treffen. Es gibt grosse Unterschiede im Vorkommen der verschiedenen Fischarten vor und nach der Bildung des Stausees. Die Schwergewichte in der Fischpopulation haben sich verschoben, aber der Stausee hat dennoch enorme Fischbestände vorzuweisen, die sehr gut gedeihen. 500 Berufsfischer fangen täglich 4 Tonnen Fisch, was fast das Doppelte im Vergleich mit ähnlichen Stauseen ist!⁴⁰ Von den 129 Fischarten im Itaipú Stausee sind die wichtigsten 5 in der folgenden Tabelle zusammengefasst:⁴¹

³⁹ Kohlhepp G., 1987; Seite 89

⁴⁰ www.itaipu.gov.py

⁴¹ Kohlhepp G., 1987; Seite 89

Die 5 Fischhauptarten vor Itaipú Binacional			
Nr	Name	%	gefischte Tonnen / Jahr
1.	Harnischwels (<i>rihnelepis aspera</i>)	22%	keine Angabe
2.	Dorado (<i>salminus maxillosus</i>)	17%	keine Angabe
3.	Schwarzer Pacu (<i>colossoma macropomum</i>)	13%	keine Angabe
4.	Jaú (<i>paulicea luetkeni</i>)	10%	keine Angabe
5.	Tigerspatelwels (<i>pseudoplatystona</i>)	9%	keine Angabe

Die 5 Fischhauptarten nach Itaipú Binacional			
Nr	Name	%	gefischte Tonnen / Jahr
1.	Dornwels (<i>pterodoras granuloso</i>)	38%	550
2.	Süßwasser-Umberfisch (<i>plagioscion squamosissimus</i>)	15%	210
3.	Antennenwels (<i>hypophthalmus edentatus</i>)	13%	180
4.	Curimbata (<i>prochilodus lineatus</i>)	8%	105
5.	Barbado (<i>pinirampus pirinampus</i>)	5%	60

Tab. 1 Fischhauptarten vor und nach Itaipú Binacional (Quelle: www.itaipu.gov.py)

Die Realität ist leider weniger erfreulich, als die offiziellen Angaben von Itaipú Binacional. Anlässlich eines internationalen Fischerwettbewerbs in Ciudad del Este Ende September 2004, wurde festgestellt, dass der Dorado (*salminus maxillosus*) und der Tigerspatelwels (*pseudoplatystona*) auch Surubí genannt, am verschwinden sind. Keiner der Berufsfischer hat während des Wettbewerbs auch nur einen Dorado fangen können! Scheinbar ist das Problem seit längerem bekannt, wurde aber bewusst der Öffentlichkeit vorenthalten. Die Fischer schätzen die Situation als kritisch ein, beziehen aber bewusst keine klare Stellung, um sich nicht selber ins Kreuzfeuer der Kritik zu bringen. Als mögliche Gründe geben sie die Wasserverschmutzung und – generalisierend – das Kraftwerk von Itaipú Binacional an.⁴²

⁴² www.abc.com.py

3.8 Das Refúgio Biológico Carapá

Am Reservat Carapá 250 Kilometer nördlich von Ciudad del Este, am rechten Paraná Ufer gelegen, soll aufgezeigt werden, welche Bedeutung diese Refúgios für Itaipú und die ganze Region haben. 3'250 Hektaren fruchtbares Hügelland, mit der für die Region typischen, lehmigen und rostroten Erde beherbergen eine grossartige Tier- und Pflanzenwelt. In diesem teilweisen unberührten Urwald mit ausgedehnten Sumpfbereichen, leben über 60% der Tierarten, die auch vor dem Bau des Kraftwerks und des Stausees bereits in der Region lebten. Gesamthaft wurden bis heute Daten von 70 Säugetierarten aus 22 Familien, 252 verschiedene Vögel, 23 Reptilienarten und über 1600 Insektensorten in der Itaipú Region gesammelt. Ziel dieser Reservate ist die Bewahrung von Flora und Fauna, die Forschung darüber, aber auch die Sensibilisierung der Gesellschaft. Darum werden solche Reservate neuerdings vermehrt touristisch erschlossen, um sie den Bewohnern der Region oder auch ausländischen Besuchern näher zu bringen. Gezielt wird auf die ökologische Erziehung geachtet. Die Ausbildung von Interessierten in Sachen Recycling und Erhaltung der Umwelt ist ein grosser Bestandteil dieses Engagements. Wertvolle Studien und Projekte liefern immer neue Erkenntnisse über Tier- und Pflanzenwelt. Ökologische Risiken wurden in Itaipús Pionierphase unterschiedlich gewichtet und kamen oft zu kurz. Heute legt das Unternehmen grossen Wert auf seine Umweltaktivitäten und den Naturschutz. Seit 1981 arbeitet Itaipú auch mit einem computergestützten ökologischen Frühwarnsystem. Dies ermöglicht in der Entscheidungsfindung der Konzernleitung verschiedene Grade ökologischer Defizite oder Risiken aufzuzeigen und somit Fragen zur ökologischen Gesamtsituation zu beantworten. So findet eine Überwachung und Auswertung von ökologischen Daten statt, die aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben können.⁴³ Viele entscheidende Erkenntnisse stammen aus den Reservaten wie Carapá und den dazugehörigen unberührten und geschützten Landschaften. Viele Tierarten werden in den Reservaten gezüchtet, um deren Bestand in der Region zu sichern. Dazu gehören der südamerikanische Otter (*utra longicaudis*), das Halsbandpekari (*tayassu tajacu*), der Ozelot (*felis pardalis*) und der Tapir (*tapirus terrestris*).⁴⁴ (Siehe Anhang Abb. 23 – Abb. 26) Der Breitschnauzenkaiman (*caiman latirostris*) ist in seinem weltweiten Fortbestand durch anhaltende, illegale Jagd gefährdet. Sporadisch lässt sich das bis zu 2.1 Meter lange Tier im Itaipú Stausee blicken. In den Reservaten gelang bereits die Vermehrung einiger Exemplare.⁴⁵

⁴³ Kohlhepp G., 1987; Seite 79

⁴⁴ www.itaipu.gov.py

⁴⁵ www.itaipu.gov.py



Abb. 12 Der Breitschnauzenkaiman; caiman latirostris (Quelle: www.itaipu.com.py)

3.9 Seismische Aspekte

Das Risiko eines Erdbebens kann in der Itaipú Region als gering eingestuft werden. Studien der Universität São Paulo hingegen haben ergeben, dass auch für das Dreiländereck seismische Aktivitäten nicht ausgeschlossen werden können. Es ist jedoch selbstredend, dass die 29 Milliarden Kubikmeter Wasser des Stausees einen enormen Druck auf die darunterliegende tektonische Platte ausüben. Weltweit angelegte Studien belegen, dass sich das Risiko eines Erdbebens in Stauseeregionen erhöht. Das ehemalige Flussbett zwischen Salto del Guaira und Foz de Iguazú folgt zudem einer tektonischen Linie. Die Möglichkeit eines "menschengemachten" Erdbebens kann also nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden. Die Konsequenzen eines Dammbbruchs für die beiden Städte Ciudad del Este und Foz de Iguazú wären verheerend. Über eine halbe Million Menschen leben 15 Kilometer südlich des Staudammes und nur 60 Meter unter dem Level des Stausees!⁴⁶ Auch die Folgen eines Dammbbruchs für das Ökosystem Itaipú und den ganzen Unterlauf des Río Paraná sind kaum abzuschätzen!

3.10 Gesundheitliche Probleme

Itaipú Binacional setzt sich für die Gesundheit der Bevölkerung ein und versucht in Zusammenarbeit mit den Gesundheitsministerien von Paraguay und Brasilien, die Risiken von Krankheiten im Zusammenhang mit dem Kraftwerk und dem Stausee zu minimieren. Im Folgenden sollen die Bilharziose und das Dengue-Fieber kurz vorgestellt werden:

Ein allzu sorgloser Umgang mit menschlichen Ausscheidungen begünstigt die Ausbreitung von Parasiten wie dem Pärchenegel (schistosoma mansoni), welcher die Krankheit Bilharziose (nach Theodor Bilharz, Entdecker der Erreger) auslöst. Der Pärchenegel ist ein Saugwurm der nur über die Wasserschnecke Biomphalaria auf den Menschen übertragen

⁴⁶ Kohlhepp G., 1987; Seite 87

werden kann. Weil durch den Staumauerbau, wie jener von Itaipú Binacional, der Lebensraum für diese Schneckenart erst geschaffen wurde, wird diese Krankheit auch die "Kraftwerkskrankheit"⁴⁷ genannt! Ohne Wasserschnecke kann sich die Krankheit nicht ausbreiten, denn erst in den Schnecken kommt es zu einer starken Vermehrung und weiteren Reifung der Larven. Diese dringen durch die Haut des Menschen ein und wandern über Lymph- und Blutgefäße in die Leber oder in andere Organe, wo sie sich zu reifen Pärchenegeln entwickeln. Der Körper des Männchens bildet dabei eine Röhre in der das Weibchen lebt, daher der Name Pärchenegel. Sie verbreiten sich über die großen Venen im Körper und befallen Harnblase, Darm, Leber, Lunge und Gehirn. Hier legt das Weibchen die Eier ab, die dann mit Stuhl oder Urin ausgeschieden werden. Gelangen diese Ausscheidungen in Oberflächen-gewässer, beginnt der Kreislauf erneut.

Der Mensch infiziert sich durch den Kontakt mit verseuchtem Wasser, beim Baden, Waschen, Trinken oder Fischfang. Die Symptome sind ein juckender Hautausschlag an der Eintrittsstelle der Larve und eine akute, fieberhafte Erkrankung als Folge der ersten Eiablage sowie die chronische Erkrankung mit Symptomen, die den befallenen Organen entsprechen. Dank neu entwickelter Medikamente stehen die Heilungschancen bei rechtzeitigem Therapiebeginn gut. Itaipú Binacional hat nach etlichen Erkrankungen im Jahr 2001 eine weitreichende Kampagne mit vorbeugenden Massnahmen zur Verhinderung der Bilharziose getroffen. Dazu gehören Aufklärungskampagnen der Bevölkerung und die Bekämpfung der Wasserschnecken.⁴⁸ (Siehe Anhang Abb. 27 und Abb. 28)

Das Dengue-Fieber wird durch Stiche der des asiatischen Tigermoskitos (*aedes aegypti*) übertragen. Dengue äussert sich in Fieber bis zu 41° Celsius, Schüttelfrost mit schweren Erschöpfungszuständen, sowie Kopf-, Glieder- und Muskelschmerzen. Gleichzeitig treten Hautausschläge auf. Es existieren vier verschiedene Formen von Dengue, davon kann eine, vor allem bei Kindern, tödlich verlaufen. Dengue-Fieber muss symptomatisch behandelt werden, da es kein Medikament gegen den Virus gibt. Die Krankheit heilt in der Regel nach 14 Tagen ohne Nachwirkungen vollständig aus.

Durch eine internationale Kampagne waren bis 1960 die Überträgermücken und ihrer Brutstätten weitgehend ausgerottet. Nach Beendigung dieser Programme haben sich die Mücken den Kontinent zurückerobert.

1999 war das Dengue-Fieber die häufigste durch Mücken übertragene Viruskrankheit weltweit und in Lateinamerika sehr verbreitet.⁴⁹ In der Triple Frontera erreichte die Epidemie ihren Höhepunkt im Jahr 2000. Da die Eier des Tigermoskitos auf der Oberfläche von stehenden Gewässern abgelegt werden und deren Larven sich im Wasser entwickeln⁵⁰,

⁴⁷ www.riosvivos.org.br

⁴⁸ www.m-ww.de

⁴⁹ www.m-ww.de

⁵⁰ www.infektionsnetz.at

gelten die Ufer des Stausees von Itaipú als riesige Brutstätte. Aber auch Wasserlachen und Tümpel nach ausgiebigen Niederschlägen und stehendes Abwasser in den Städten dienen der Mücke zum brüten. Auch für das Dengue-Fieber kann der Stausee nicht allein verantwortlich gemacht werden. Die Gefahr von Dengue wurde den Menschen der Triple Frontera erst nach den ersten Todesfällen richtig bewusst. Die Regierungen Paraguays und Brasiliens liessen ganze Landstriche, Stadtteile und Dörfer desinfizieren. Um weitere Brutstätten zu eliminieren wurde in Paraguay sogar die Armee eingesetzt. Mit einer Vollmacht ausgerüstet zogen Soldaten von Haus zu Haus um eventuelle Brutstätten (zum Beispiel Wasser in alten Autoreifen) zu beseitigen. Gleichzeitig startete eine Informationsoffensive unter dem Motto: "Dengue kennt keine Grenzen!" Dengue ist in der Triple Frontera noch nicht besiegt, aber seit dieser Epidemie sind nur noch wenige Fälle bekannt geworden. (Siehe Anhang Abb. 29)

4 Fazit

Ist Itaipú Binacional eine ökologische Katastrophe?

Sicherlich sind irreparable Schäden für die Umwelt nicht von der Hand zu weisen. Eine so grosse Veränderung der Natur kann nicht ohne langfristige ökologische Konsequenzen ablaufen. Ganze Täler, Felder, Wälder und Dörfer überfluten ist ein enorm grosser Eingriff in die Natur. Es haben viele Veränderungen in der Tier- und Pflanzenwelt stattgefunden. Aber Itaipú Binacional ist besorgt darum, die ökologischen Konsequenzen abzufedern und, wo möglich, wieder auszugleichen. Mit Projekten wie "Gralha Azul", "Mymba Kuera" oder den Reservaten wie Carapá wurden Voraussetzungen für die Erhaltung der Umwelt geschaffen. Es erweist sich als sehr wertvoll, dass Itaipú Binacional sich der nachhaltigen Entwicklung der ganzen Region verpflichtet. Eine Sensibilisierung der Bevölkerung für das Ökosystem Itaipú wurde erreicht. Die Anwohner des Stausees beteiligen sich an Projekten wie den oben genannten und übernehmen selbst einen Teil der Verantwortung an ihrem Lebensraum. Von einer ökologischen Katastrophe am Río Paraná kann daher nicht die Rede sein. Die Menschen schätzen Itaipú Binacional als Arbeitgeber und als Protektor der Umwelt. Millionen Menschen in Paraguay und Brasilien leben von Strom aus Itaipú Binacional. Wirtschaftliche Entwicklung wurde durch dieses Projekt erst möglich. Itaipú Binacional ist ein klarer Gewinn für die Triple Frontera und die beteiligten Länder.

Das Unternehmen Itaipú Binacional hat sich in meinen Augen so etwas wie vom Saulus zum Paulus gewandelt. In Anfangszeiten getrieben von teilweise noch diktatorischen Staatsmännern, die wohl eher den Profit als die Natur vor Augen hatten, zum Beschützer und Hüter der Umwelt in der Region. Die offizielle Internetseite von Itaipú Binacional trieft förmlich von Vorteilen und Chancen durch den Stausee und das Kraftwerk und es wird stets auf die vielen sozialen und ökologischen Engagements des Unternehmens hingewiesen. Trotzdem sind Verluste, wie zum Beispiel die Wasserfälle Siete Caidas am nördlichen Ende des Stausees, nie wieder gut zu machen. Im Vergleich zum neuen Supergau am "Drei Schluchten"-Staudamm von China, bei dem mehr als eine Million Menschen dem Stausee weichen müssen, wo ganze Städte, Industrieanlagen und Abfalldeponien (!) aber auch produktives Agrarland mit bedeutender Produktionsmenge an Reis und Getreide für ganz China überschwemmt werden, kommen einem die Bedingungen am Río Paraná geradezu günstig vor. Itaipú wurde vor 40 Jahren geplant, trotzdem lassen die Nachrichten über das Staudammprojekt in China das Gefühl aufkommen, dass die Machthaber in Peking einiges skrupelloser mit der Natur und den Menschen umgehen, als das die Regierungen von Paraguay und Brasilien damals taten. Wenn man bedenkt, dass die prognostizierte Stromerzeugung trotz höherer Kapazität auch noch unter derjenigen von Itaipú Binacional bleiben soll, dann bekommt der chinesische Gigantismus einen bitteren Nachgeschmack.

5 Ausblick

Ich glaube, dass Itaipú Binacional für die beteiligten Länder und deren Menschen für die Zukunft eine Chance ist. Die nötigen Zugeständnisse an die Natur wurden und werden gemacht und erhalten immer mehr Gewicht. Die Kraftwerksbetreiber von Itaipú Binacional legen Wert auf eine funktionierende Umwelt und unternehmen vieles, um neben der Stromproduktion das Ökosystem Stausee zu erhalten. In Zukunft sollen die Reservate und Zoos einer noch breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Itaipú Binacional will deshalb vermehrt von den vielen Touristen der nahen Iguazú Wasserfälle profitieren und sie an den Stausee locken. Das Umweltbewusstsein der Anwohner soll zudem noch mehr gefördert werden. Noch für lange Zeit wird Strom aus Itaipú Paraguay und Brasilien mit Energie versorgen. Paraguay hat es aber bis heute nicht geschafft, das Potential Itaipú auszuschöpfen, und seine Bevölkerung flächendeckend mit Strom zu versorgen. Die Infrastruktur im Landesinnern hinkt der Technik des Wasserkraftwerks hinterher, der Bedarf an Elektrizität wird durch die schwache Wirtschaftskraft des Landes nicht gefördert. Überwältigend ist hingegen, wie weit die Brasilianer den Strom für die Endverbraucher transportieren. Bis in den Nordosten des Landes leben die Menschen von Itaipú Binacional, trotz Wirtschaftsfaltes wird der Energieverbrauch des grössten südamerikanischen Landes ungebremst ansteigen.



Abb. 13 Noch für lange Zeit wird Strom aus Itaipú Paraguay und Brasilien mit Energie versorgen.

(Quelle: www.portalfoz.com.br)

6 Schlusswort

Die Staumauer mag einem unheimlich erscheinen und der künstliche See darf einem "fehl am Platz" vorkommen. Ich habe die Triple Frontera nie ohne Itaipú Binacional gesehen, aber ich habe dort ein Jahr lang gelebt und die Menschen dort erlebt. Mir ist Itaipú Binacional als Wasserkraftwerk sicherlich sympathischer als ein Dutzend Kernkraftwerke am gleichen Ort (ich bin nur wenige Kilometer neben dem Kernkraftwerk Gösgen aufgewachsen!). Sicher sind viele wertvolle Tier- und Pflanzenarten, aber auch Menschen aus ihrem angestammten Lebensraum verdrängt worden. Einige haben das nicht überlebt. Ich habe grossen Respekt vor dem Projekt, das in einer Region wirtschaftlichen Rückstands geplant und gebaut wurde. Die Bevölkerung verdankt Itaipú Binacional tausende von Arbeitsplätzen, nicht nur in der Bauzeit, sondern bis heute. Sie sind stolz auf Itaipú und auf ihre Leistung.

Bei meiner Arbeit über Itaipú Binacional war die Beschaffung von Quellen auf den ersten Blick kein Problem. Es stellte sich aber bald heraus, dass Informationen in deutscher Sprache meist zu oberflächlich und zu allgemein gefasst sind. Broschüren und die offizielle Internetseite von Itaipú Binacional dagegen sind eher einseitig. Auf der Suche nach Gegenmeinungen und anderen Blickwinkeln verlor ich mich daher oft im World Wide Web. Ich traf auf Informationen, die den Umfang dieser Arbeit sprengen würden, mich aber trotzdem begeisterten. Das Übersetzen von Texten aus dem englischen, spanischen und portugiesischen nahm sehr viel Zeit in Anspruch. Ich bedanke mich bei meiner Frau, die neben Hintergrundinformationen zum Leben am Stausee auch wertvolle Übersetzungsarbeit geleistet hat. Die Begeisterung für Itaipú Binacional stieg, je mehr ich daran arbeitete, nun brenne ich förmlich darauf, mit all den neuen Erkenntnissen und dem Wissen das ich mir durch diese Arbeit angeeignet habe, das Kraftwerk Itaipú Binacional erneut zu besichtigen. Ob ich allerdings wieder im Stausee baden werde wie damals, bezweifle ich stark!

7 Literaturverzeichnis

Bücher

- Kohlhepp, G. (1987). Itaipú – Socio-economic and ecological consequences of the Itaipú dam, Braunschweig / Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn

Prospekte

- Itaipú Binacional – Centro de reception de visitas; Paraguay
- Itaipú Binacional – La mayor hidroeléctrica del mundo

Internet

- ABC Color Digital: www.abc.com.py (30.10.04)
- Agrotecnologica Amazonica: www.agteca.com (07.01.05)
- Bildungszentrum Markdorf: geo.bildungszentrum-markdorf.de (26.12.04)
- Bundesamt für Raumentwicklung: www.are.admin.ch (01.11.04)
- Ciudad Del Este Republica Del Paraguay: www.ciudaddeleste.galeon.com (15.11.04)
- Corbis: www.corbis.com (11.12.04)
- Die Wasserwelt: www.diewasserwelt.de (16.12.04)
- El Rincón Del Vago: www.rincondelvago.com (18.11.04)
- Fond pre Alternativne Energie – Szopk: www.fae.sk (07.01.05)
- Fundação Universidade Federal Do Rio Grande: www.octopus.furg.br (28.11.04)
- Geocities free Webhosting: www.geocities.com (07.01.05)
- Illinois-Indiana Sea Grant: www.iisgcp.org (18.12.04)
- Infektionsnetz Österreich: www.infektionsnetz.at (28.12.04)
- Infoportal zur Brennstoffzelle: www.diebrennstoffzelle.de (09.11.04)
- Internationale Galerie und Datenbank des Ingenieurbaus: www.structurae.de (01.11.04)
- Itaipú Binacional: www.itaipu.gov.py (28.10.04)
- Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG: www.kkg.ch (01.11.04)
- LASON: www.lateinamerika-studien.at (06.11.04)
- Medicine Worldwide: www.m-ww.de (26.12.04)
- My little Homepage: www.mylittlehomepage.net (07.01.05)

- Naturfoto Galerien: www.naturfotos.naturecom.de (28.11.04)
- Obera Online: www.oberaonline.com.ar (26.12.04)
- Páginas Personales de ConeXion S.A: www.personales.conexion.com.py (07.01.05)
- Portal De Informações Ambientais: www.riosvivos.org.br (28.12.04)
- Portal Foz do Iguaçu: www.portalfoz.com.br (24.10.04)
- Sabiá Travel: www.brasilienportal.ch (21.11.04)
- Sustainable Development Networking Programme : www.sdnbd.org (28.12.04)
- The World Commission On Dams: www.dams.org (17.11.04)
- Universität Bielefeld: www.uni-bielefeld.de (26.12.04)
- Wikipedia die freie Enzyklopädie: www.wikipedia.org (01.11.04)

8 Bildanhang



Abb. 14 Staumauer mit den weissen Druckrohren (Quelle: www.portalfoz.com.br)



Abb. 15 Einzugsgebiet des Río Paraná. Der Pfeil zeigt den Zusammenfluss des Paranaíba und des Rio Grande. Der Kreis den Stausee von Itaipú (Quelle: www.itaipu.gov.py)

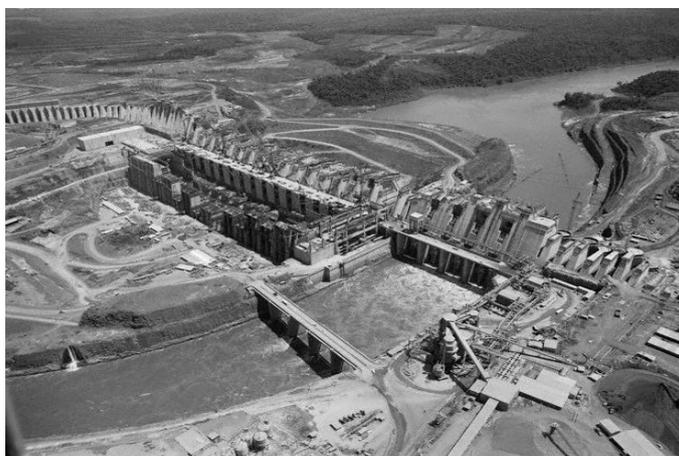


Abb. 16 Der Bau der Staumauer und des Kraftwerks. (Quelle: www.corbis.com)



Abb. 17 Die Staumauer hält dem Wasserdruck alleine durch ihr Eigengewicht stand und ist 7.7 Kilometer lang. (Quelle: www.corbis.com)

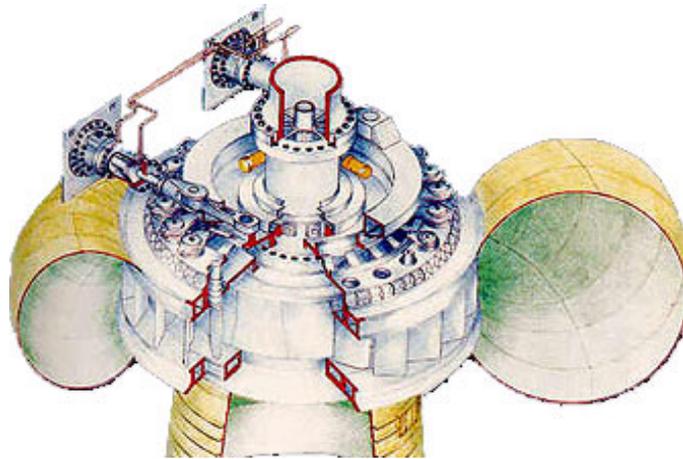


Abb. 18 Die Turbine umgeben von der schneckenartigen Wassereinspeisung. (Quelle: www.itaipu.gov.py)



Abb. 19 Der Itaipú Stausee von der Staumauer aus (Quelle: www.portalfoz.com.br)



Abb. 20 Die Siete Caidas in der Pre-Itaipú Zeit (Quelle: www.geocities.com)



Abb. 21 Der Gralha Azul, der dem Wiederaufforstungsprojekt der Itaipú Region den Namen gab (Quelle: www.brasilienportal.ch)



Abb. 22 Der Araukarienbaum (Quelle: www.mylittlehomepage.net)



Abb. 23 Der südamerikanischer Otter; *lutra longicaudis* (Quelle: www.octopus.furg.br)



Abb.24 Das Halsbandpekari; *tayassu tajacu* (Quelle: www.naturfotos.naturecom.de)



Abb. 25 Der Ozelot; *felis pardalis* (Quelle: www.itaipu.com.py)



Abb. 26 Der Tapir; *tapirus terrestris* (Quelle: www.itaipu.com.py)



Abb. 27 Pärchenegel; *schistosoma mansoni* (Quelle: www.m-ww.de)



Abb. 28 Wasserschnecke *Biomphalaria* (Quelle: www.uni-bielefeld.de)



Abb. 29 Tigermoskito; aedes aegypti (Quelle: www.sdnbd.org)

9 Glossar

In chronologischer Reihenfolge:

- **Triple Frontera**

Spanisch für Dreiländereck zwischen Paraguay, Argentinien und Brasilien.

- **Río Iguazú**

Der Río Iguazú (in Brasilien Iguazú, im Englischen Iguassu) ist ein 1'300 Kilometer langer Fluss in Brasilien. Sein Name leitet sich vom Wort Yguazu "grosses Wasser" in der Sprache der Guaraní Indianer her.

- **Iguazú Wasserfälle**

Wenige Kilometer von der Mündung des Río Iguazú in den Río Paraná stürzt der Fluss über zwei Stufen bis 75 Meter hinab. Die Wasserfälle gehören zum Welterbe der UNESCO.

- **Puente de la Amistad**

Spanisch für Brücke der Freundschaft. Verbindungsbrücke zwischen Ciudad del Este, Paraguay und Foz do Iguazú, Brasilien hoch über dem Río Paraná.

- **Alfredo Stroessner**

Präsident und Diktator Paraguays zwischen 1954-1989. Hat deutsche Wurzeln und lebt heute in Brasilien im Exil.

- **Al Qaida**

Ist der Name, mit der eine islamistische Terrororganisation beschrieben wird, der die Terroranschläge in den USA und Spanien zur Last gelegt werden.

- **Hypothese**

Als Hypothese bezeichnet man in der Wissenschaft eine vorläufig durch Beobachtungen oder Überlegungen begründete Annahme oder Vermutung, die zur Erklärung bestimmter Phänomene dient, jedoch noch nicht an der Erfahrung oder im Experiment so eingehend überprüfbar ist, dass sie zur Formulierung einer Theorie ausreichen würde.

- **Guaraní**

Ist die indianische Sprache, die in Paraguay, im nordöstlichen Argentinien, Teilen von Bolivien, und im südwestlichen Brasilien gesprochen wird. Guaraní ist neben spanisch die offizielle Sprache in Paraguay. Verfassung und staatliche Publikationen sind zweisprachig.

- **Salto del Guaira**

Stadt am nördlichen Ende des Itaipú Stausees im Departement Canindeyu, Paraguay.

- **Río Uruguay**

Der Uruguay ist der Fluss, der zusammen mit dem Río Paraná den Río de la Plata bildet. Er ist 1790 Kilometer lang und entspringt im südbrasilianischen Bergland.

- **Río de la Plata**

Als Río de la Plata (spanisch für Silberfluss) wird der gemeinsame Mündungstrichter der grossen südamerikanischen Ströme Paraná und Uruguay bezeichnet.

- **ANDE**

Administración Nacional de Electricidad. Staatliche Elektrizitätswerke von Paraguay.

- **ELETRORBRAS**

Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Staatliche Elektrizitätswerke von Brasilien.

- **Itaipú**

Itaipú bedeutet "singender Stein" in der Sprache der Guaraní Indianer.

- **Stahlbeton**

Stahlbeton ist ein Verbundwerkstoff aus Beton und Betonstahl, der die Vorteile von Beton (relativ hohe Druckfestigkeit) und von Stahl (hohe Zugfestigkeit) miteinander kombiniert.

- **American Society of civil Engineers**

Ist eine Literaturdatenbank mit ca. 100.000 Nachweisen aus dem Bereich Bauwesen.

- **Herkules**

Herkules (auch Herakles) war der Sohn des Zeus und der Alkmene, aus der griechischen Mythologie.

- **Watt**

Watt ist die Einheit der Leistung in der Physik. Sie wurde benannt nach James Watt, dem Erfinder der Dampfmaschine.

- **Mega**

Mega (griechisch megas: grosse Zahl) bedeutet "eine Million mal". Beispielsweise sind $1 \text{ MW} = 1 \text{ MegaWatt} = 1 \text{ Million Watt}$.

- **Giga**

Giga (griechisch gígas: Riese) bedeutet "eine Milliarde mal".

- **Frequenz**
Mit Frequenz (lateinisch: frequentia, "Häufigkeit") bezeichnet man eine Anzahl von Ereignissen in einer bestimmten Zeitperiode (Schwingungsfrequenz, Besucherfrequenz usw.).
- **Hertz**
Hertz (Kurzzeichen Hz) ist die Einheit für die Frequenz. Die Einheit wurde nach dem deutschen Physiker Heinrich Rudolf Hertz benannt. Das Hertz gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an, allgemeiner auch die Anzahl von beliebigen sich wiederholenden Vorgängen pro Sekunde.
- **Curitiba**
Ist die Hauptstadt des Bundesstaates Paraná, Brasilien.
- **Mymba Kuera**
"Mymba Kuera" bedeutet in Guaraní soviel wie Fauna.
- **Maringá**
Stadt im Bundesstaat Paraná, Brasilien.
- **Refúgio**
Spanisch für Zufluchtsort, Schutzraum.
- **São Paulo**
São Paulo (portugiesisch für Sankt Paulus) ist die Hauptstadt des Staates São Paulo im Südosten Brasiliens.
- **Theodor Bilharz**
Ist ein Arzt und Forscher aus Deutschland (1825 - 1884).

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren

