

Minderung des Hochwasserrisikos am Jangtse

Autor(en): **Götz, Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **96 (2004)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939558>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Minderung des Hochwasserrisikos am Jangtse

■ Andreas Götz

Wasser heisst Leben. Wasserreichtum – unabdingbar für Kultur und Wirtschaft – kann indes leicht vom Segen zum Fluch kippen. Zu viel Wasser kann Lebensgrundlagen vernichten und im schlimmsten Fall Leben fordern. Mit dem Ziel, das Risiko für Menschen und Sachwerte auf ein erträgliches Mass zu vermindern, wurde in China am Mittellauf des Jangtse ein wasserwirtschaftliches Mehrzweckprojekt erstellt, welches nebst dem Hauptziel Hochwasserschutz auch der Erzeugung von Energie, der Verbesserung der Schifffahrt sowie der Erhöhung der Abflüsse in Trockenperioden dient. In der Vergangenheit hat man vor allem von negativen Auswirkungen des Dreischluchtenprojekts gehört. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die einzelnen Faktoren der Nachhaltigkeit fundiert abgeklärt und sorgfältig untereinander abgewogen worden sind.

Einleitung

Mit einer Länge von über 6000 km ist der Jangtse («Langer Fluss») der längste und bedeutendste Strom Chinas und nach dem Amazonas und dem Nil der drittlängste Strom der Erde. Er entspringt im östlichen Hochland von Tibet, teilt China in eine nördliche und südliche Hälfte und mündet bei der 16-Millionen-Stadt Shanghai in das Ostchinesische Meer. Sein Einzugsgebiet umfasst einen Fünftel der Fläche des Landes und ist das grösste Landwirtschafts- und Industriegebiet Chinas, in dem ein Drittel der Bevölkerung lebt. Auf etwa 2700 km ist der Jangtse schiffbar und seit über 2000 Jahren der wichtigste Verkehrsweg Chinas. Im oberen Teil der schiffbaren Strecke liegt die Stadt Chongqing (15 Millionen Einwohner). Sie ist politischer und wirtschaftlicher Mittelpunkt Südwestchinas und gehört zu den wichtigsten Städten Chinas. Als landschaftlich schönster Abschnitt des Jangtse gilt eine flussabwärts liegende 200 km lange Strecke, auf der sich der Fluss an vielen Stellen mit reissender Strömung und gefährlichen Untiefen durch von hohen Gipfeln gesäumte Schluchten windet. Am Ausgang der letzten der drei Schluchten befindet sich die Stadt Yichang mit rund

350 000 Einwohnern. Weitere 400 km flussabwärts liegt Wuhan (9 Millionen Einwohner), die Hauptstadt der Provinz Hubei. Dieser Verkehrsknotenpunkt ist nicht nur eine kulturelle und politische Metropole, sondern aufgrund seiner reichen Eisenerzlager in der Umgebung auch ein vitales Industrie- und Handelszentrum.

Die immer dichtere Besiedlung sowie die stete Wertsteigerung haben auch am Jangtse das Risiko von Hochwasser vergrössert: In einem Gebiet, welches mit 126 000 km² rund dreimal so gross wie die Schweiz ist, leben am mittleren und unteren Jangtse rund 75 Millionen Menschen. Das Hochwasserrisiko auf ein erträgliches Mass zu vermindern, ist somit eine besondere Herausforderung, denn der Schutz von Menschen und Sachwerten ist unabdingbare Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung.

Schon seit sehr langer Zeit wurden am Jangtse Hochwasser mit katastrophalen Folgen beobachtet. Bei den schlimmsten Überschwemmungen in den Jahren 1870, 1931, 1935, 1954, 1981, 1998 und 2002 wurden Abflussspitzen zwischen 66 000 und 110 000 m³/s beobachtet.

Je nach Ort der Überschwemmungen wurden jeweils zwischen 0,5 und 4 Millionen Hektaren (entsprechend etwa der Landesfläche der Schweiz) Kulturland überflutet. Insgesamt waren über 550 000 Tote zu beklagen. Allein beim jüngsten Hochwasser 2002 wurden 50 000 Häuser zerstört. Die ökonomischen Schäden sind entsprechend gewaltig.

Bereits bei einem kleineren Ereignis, welches statistisch gesehen alle 10 Jahre auf-

tritt, muss mit Damnbrüchen und katastrophalen Folgen gerechnet werden. Es war deshalb seit langem klar, dass die auftretenden extremen Hochwasserspitzen allein mit Dammverstärkungen nicht sicher abgeleitet werden können, sondern auch Massnahmen wie gezielte Überflutungen und Hochwasserrückhalt miteinbezogen werden müssen. Bereits im Jahre 1921 wurde vorgeschlagen, die Hochwasserspitzen des Jangtse oberhalb der Stadt Yichang im Bereich der Drei Schluchten vorübergehend zurückzuhalten. Eine Rückhaltemauer am Ausgang der untersten Schlucht würde es ermöglichen, Millionen von Menschen wirksam vor immer wiederkehrenden Hochwassern zu schützen und die Folgen extremer Ereignisse erheblich zu mildern.

Die Planungsphase sowie die anschliessende Diskussion der Auswirkungen des Bauwerks dauerten rund 70 Jahre. Seit 1950 wurden auch die baulichen und betrieblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt untersucht. Schwergewicht der Abklärungen bildeten Fragen zu Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt und Umsiedlungen als Folge von Überflutungen im Staubereich, aber auch Aspekte wie Kulturgüterschutz sowie Veränderungen des Landschaftsbilds, Auswirkungen auf Flora und Fauna wie auch Sedimenttransport wurden im Detail untersucht. Für die qualitativen und quantitativen Abklärungen wurden unzählige mathematische und physikalische Modelle bereit gestellt. Zudem wurden das Fachwissen von Experten aus aller Welt und Erfahrungen mit ähnlichen Projekten mitberücksichtigt.

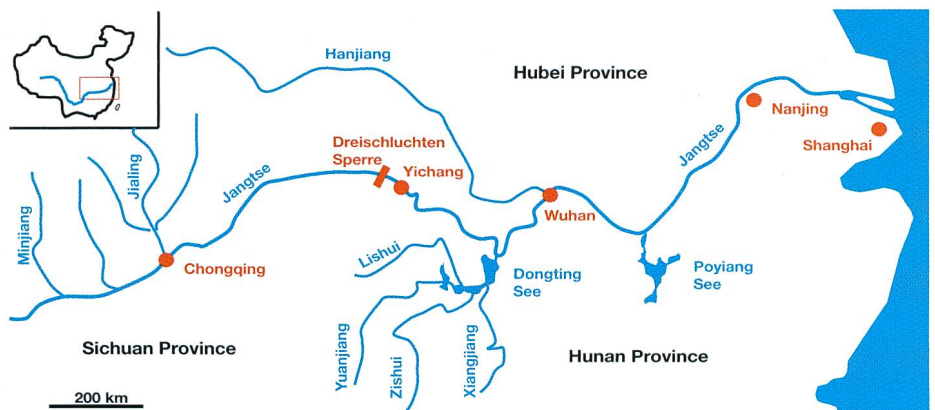


Bild 1. Übersichtskarte.





Bild 2. Nach dem Ereignis 1998 neu geschaffene überflutbare Uferzone im Stadtbereich Wuhan. Zu beachten: Hochwassermarken.

Sperrstelle und Bauwerke

Das Einzugsgebiet an der Sperrstelle beträgt rund 1 000 000 km² (= doppelte Fläche Spaniens). Die mittlere jährliche Abflussmenge beträgt 451 Milliarden m³ Wasser und die Feststoffmenge beläuft sich auf 526 Millionen Tonnen (zum Vergleich: Abflussmenge des Rheins in Basel: 33 Milliarden m³ Wasser pro Jahr, in Lobith, an der Grenze zu den Niederlanden: 70 Milliarden m³ Wasser pro Jahr).

Die Bauten des so genannten Dreischluchtenprojekts umfassen eine Rückhalttemauer, zwei Wasserkraftwerke sowie einen Schiffsliift und eine mehrstufige Schleusenanlage für die Schifffahrt. Die Anordnung erfolgte aufgrund der Ergebnisse der umfangreichen langjährigen Untersuchungen. Obwohl die Erdbebenintensität in der Region der Sperrstelle als gering gilt, sind die Bauten so ausgelegt, dass sie einem Erdbeben der Stärke 7 standhalten können.

Bei der Sperre handelt sich um eine Schwergewichtsmauer aus Beton mit einer totalen Länge von 2309 m. Die Kronenhöhe liegt 185 m über dem Meeresspiegel. Die Hochwasserentlastung ist 483 m lang, weist auf Kote 90 m ü.M. 23 Grundablässe (7 × 9 m) und auf Kote 158 m ü.M. 22 Überfallklappen (8 m Weite) auf. Mit einer Kapazität von 106 000 m³/s kann das grösstmögliche Hochwasser (PMF) abgeleitet werden. Bei einem Unterwasserspiegel von 62 m ü.M. beträgt die sichtbare Mauerhöhe höchstens 123 m (Grande Dixence 285 m). Trotz des grossen Bauvolumens von 115 Millionen m³ Beton liegt die Dreischluchtenmauer weder in Bezug auf die Länge noch auf die Höhe oder auf das Volumen des Speicherraums an vorderer Stelle einer Weltrangliste!

Während des Sommers wird der Seespiegel um rund 30 m abgesenkt und dadurch ein Hochwasserrückhaltevolumen von 22,15 Milliarden m³ geschaffen (Volumen aller



Bild 3. Übersichtsbild der Bauwerke.



Bild 4. Satellitenaufnahme der Sperrstelle (MFB-Geoconsulting/DigitalGlobe, 2003).

Speicherseen in der Schweiz: 3,4 Milliarden m³). Dadurch können die Hochwasserspitzen derart verkleinert werden, dass ein bisher 10-jährliches Schadensereignis nur noch alle 100 Jahre auftreten wird und damit der Hochwasserschutz beträchtlich verbessert wird. Selbst im Falle eines im Oberlauf 1000-jährlichen Ereignisses wird es mit gezielten Überflutungen und der Bewirtschaftung der unten liegenden Rückhalteräume sowie Vorhersagen möglich sein, die Auswirkungen im Unterlauf stark zu mildern.

Die beiden Kraftwerkshallen weisen eine Länge von 644 m respektive 584 m auf und sind mit 14 bzw. 12 Francisturbinen à je 700 MW bestückt. Davon wurden 8 Turbinen/Generatorsätze von der Arbeitsgemeinschaft GEC-Alstom/ABB geliefert. Die installierte Leistung beträgt 18200 MW (maximal mögliche Leistung sämtlicher Wasserkraftwerke der Schweiz rund 13300 MW), womit diese Anlage die grösste Kraftwerksleistung der Welt aufweist. Die jährliche Energieproduktion beträgt rund 84,7 TWh (jährliche Produktionserwartung aller Wasserkraftwerke in der Schweiz: rund 35 TWh). Mit dieser für die Versorgung von Ost- und Zentralchina bestimmten umweltfreundlichen Energie können jährlich bis zu 50 Millionen Tonnen Kohle ersetzt werden.

Um den Last- und Fahrgastschiffen von bis zu 10000 Tonnen das Passieren der Sperrstelle zu ermöglichen, wurden für die Berg- und Talfahrt je eine 5-stufige Schleusenanlage mit Schleusenammern von 280 m Länge, 34 m Breite und 5 m Wassertiefe gebaut. Zusätzlich steht für Schiffe von bis zu 3000 Tonnen ein vertikaler Schiffsliift mit einer Kammer von 120 m Länge, 22 m Breite und 3,5 m Wassertiefe zur Verfügung. Dank dem Aufstau ist es jetzt möglich, die bis anhin relativ gefährliche Schluchtstrecke zwischen Yichang und Chongqing im Gegenverkehr zu passieren. Dadurch können die jährliche Kapazität dieser umweltfreundlichen Transportart auf dem Wasser von 10 Millionen Tonnen auf 50 Millionen Tonnen gesteigert und Kosteneinsparungen von rund 35% erreicht werden.

Das Problem der Feststoffe

Feststoffe stellen eines der grösseren Probleme dar, die es zu lösen gilt. Seit 1950 wurden diese Aspekte von in- und ausländischen Experten eingehend untersucht. Aufgrund der langjährigen Untersuchungen beträgt die mittlere jährliche Schwebstofffracht 526 Millionen Tonnen und die jährliche Geschiebefracht insgesamt 8,6 Millionen Tonnen. Bei einer jährlichen Wasserfracht von 451 Milliarden m³ beträgt die mittlere Schwebstoffkonzentration rund 1,2 kg/m³. Im Vergleich dazu

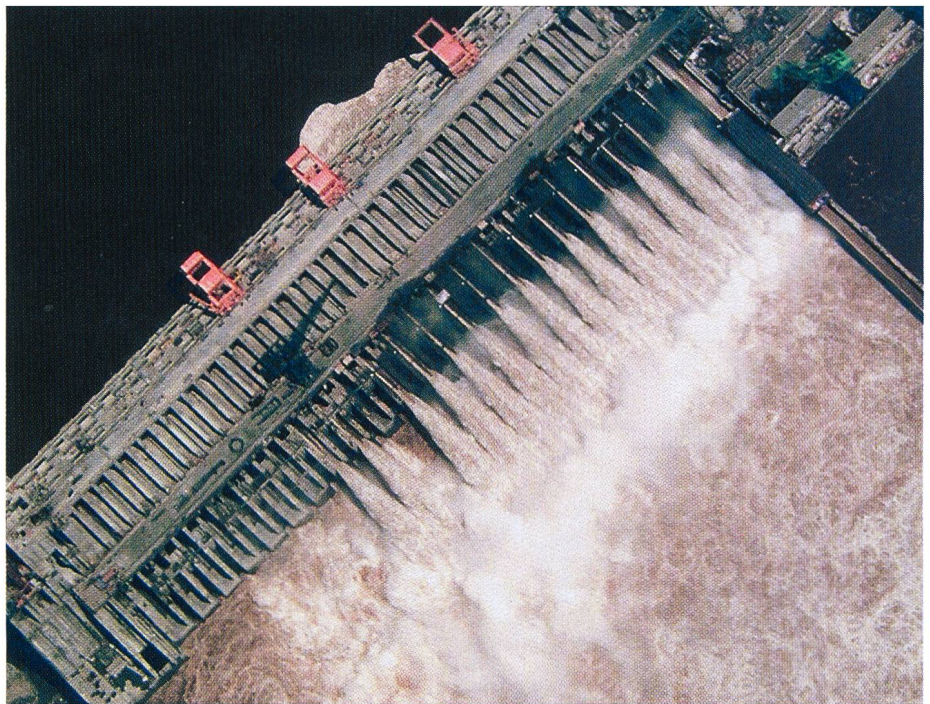


Bild 5. Grundablässe in Funktion. Farbe des Wassers deutet auf starken Sedimenttransport (MFB-Geoconsulting/DigitalGlobe, 2003).

beträgt sie im Gelben Fluss rund 37 kg/m³ und unterscheidet sich somit deutlich von jener am Jangtse. Viel kleiner sind die Schwebstoffkonzentrationen in schweizerischen Flüssen: im Alpenrhein oberhalb des Bodensees 0,4 kg/m³ oder in der Rhone oberhalb des Genfersees 0,3 kg/m³.

Während der Hochwassersaison von Juni bis September, wenn 84% der Feststoffe und 61% des jährlichen Abflusses anfallen, wird der Seespiegel aus Gründen des Hochwasserschutzes auf 145 m ü.M. abgesenkt. Dabei kann dank der Grundablässe ein Grossteil der Feststoffe die Sperrstelle passieren. Nach der Hochwassersaison, wenn der Feststoffgehalt des Wassers abnimmt, wird der Seespiegel im Interesse der Wasserkraftnutzung und der Schifffahrt wieder auf die Kote 175 m ü.M. angehoben.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Feststoffe in den ersten 30 Jahren des Betriebs keine grösseren Probleme schaffen werden. In späteren Dekaden sind bei niedrigen Wasserständen während Trockenperioden negative Auswirkungen möglich. Als Gegenmassnahme bestehen wie bei anderen Flusssperren Möglichkeiten zu lokalen Baggerungen oder zusätzlichen Spülungen.

Umweltaspekte

Bei der Beurteilung der Umweltaspekte sind die Charakteristiken des Speichers und dessen Betrieb von zentraler Bedeutung. Mit seinen 39,3 Milliarden m³ beträgt das gesamte Stauvolumen lediglich 8,7% des mittleren jährlichen Abflusses. Das bedeutet, dass das gesamte Wasservolumen im Mittel innerhalb

eines Monats, im Sommer sogar innerhalb von etwa fünf bis sieben Tagen ausgetauscht wird. Die Bewirtschaftung erfolgt saisonal, und die Möglichkeiten der Abflussregulierung sind beschränkt.

Als Folge der Topografie muss man angesichts der Länge von 600 km und der mittleren Breite der Wasserfläche von 1,1 km eher von einer Flusstauhaltung als von einem Stausee sprechen. Bei vollem Speicher wird die Wasseroberfläche im Vergleich zu heute um 632 km² auf 1084 km² vergrössert, was etwa der doppelten Seefläche des Bodensees entspricht.

Nach der Füllung des Speichers werden die jährlichen und mit Ausnahme des Monats Oktober (Anhebung des Seespiegels nach der Hochwassersaison) auch die monatlichen Abflussmengen praktisch unverändert bleiben und sich im heutigen Bereich zwischen einem trockenen und einem nassen Jahr bewegen. In trockenen Jahren besteht die Absicht, die minimalen Abflussmengen unterhalb der Sperrstelle von 3000 m³/s auf 5000 m³/s zu erhöhen, was sich positiv auf die Wasserqualität und die Schifffahrt auswirken wird.

Als negative Auswirkungen der Bauwerke sind sicher jene auf die Landschaft und die Kulturgüter zu nennen. So wird der Wasserstand im Schluchtbereich um 40 bis 110 m ansteigen. Bei Schluchttiefen von 800 bis 1100 m wird sich das Bild jedoch nicht grundlegend verändern, und es darf nicht vergessen werden, dass der Höherstau auch neue sehenswerte Landschaftsteile erschliesst. Was die Kulturgüter betrifft, so werden durch





Bild 6. Blick auf eine der im Rahmen der Umsiedelung neu erstellten Städte.

den Aufstau 44 archäologisch wertvolle Stätten und Kulturdenkmäler betroffen. Berühmte Kulturgüter wie die Fengdu-Geisterstadt, die Stadt Baiicheng in Fengjie sowie der Huangling-Tempel in Yichang werden nicht überflutet. Soweit mit realistischem Aufwand machbar, werden betroffene Kulturgüter wie die Baiheliang low water tablets und der Zhangfei-Tempel versetzt.

Umsiedelung

Für den Schutz von über 30 Millionen direkt vom Hochwasser gefährdeten Menschen und deren Lebensgrundlagen – einschliesslich 1,6 Millionen Hektaren Landwirtschaftsland – vor den Fluten des Jangtse wird in Kauf genommen, dass als Folge des Aufstaus rund 1,1 Millionen Bewohner umgesiedelt werden müssen und rund 28 000 ha Landwirtschaftsland überschwemmt werden. Mit dem Ziel, die negativen Auswirkungen zu minimieren, wurde – im Gegensatz zu ähnlichen Projekten in anderen Erdteilen – bereits früh nach Lösungen gesucht und versucht, die Entwicklungsmöglichkeiten der Region zu fördern sowie den Lebensstandard entscheidend zu verbessern. Es hat sich gezeigt, dass von den rund 360 000 Menschen der ländlichen Bevölkerung rund 60% auch inskünftig in der Landwirtschaft tätig sein können; für die Übrigen müssen neue Arbeitsplätze im sekundären und tertiären Industriebereich geschaffen werden.

Der Anteil von rund 45% an den Gesamtkosten für das Dreischluchtenprojekt macht deutlich, wie bedeutungsvoll die Kom-

pensation der überfluteten Gebiete ist und wie ernst sie genommen wird.

Schlussbemerkungen

Die Anforderungen für eine nachhaltige Entwicklung sind dann erfüllt, wenn die heutigen Bedürfnisse gedeckt werden können, ohne dass die Chancen unserer Nachkommen geschmälert werden.

Die Nachhaltigkeit umfasst die ökologische Dimension (natürliche Lebensgrundlagen schützen und erhalten), die soziale Dimension (vergleichbare Bedingungen für alle Bevölkerungskreise und Landesteile; Schutz vor Gefahren und gesundheitlichen Risiken) sowie die wirtschaftliche Dimension.

In der Vergangenheit hat man vor allem von den negativen Aspekten des Dreischluchtenprojekts gehört. Eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Mehrzweckprojekt am Jangtse zeigt aber, dass die einzelnen Dimensionen der Nachhaltigkeit fundiert abgeklärt und sorgfältig untereinander abgewogen worden sind.

Um zu gewährleisten, dass der Dreischluchtenstausee seine Funktion als Hochwasserrückhaltebecken optimal wahrnehmen kann, unterstützt die Schweiz den Aufbau eines Hochwasser-Vorhersagesystems in diesem Gebiet. Dazu gehört auch die Installation von Fernerkundungssystemen zur Erfassung der notwendigen Geoinformationen sowie die gründliche Ausbildung der chinesischen Partner auf diesen Systemen.

Eine wichtige Ergänzung der Hochwasserschutzmassnahmen insbesondere im

Unterlauf des Jangtse ist die Reaktivierung der ursprünglich bestehenden zahlreichen natürlichen Hochwasserausgleichsflächen, wie beispielsweise des Dongting- und des Poyang-Sees. Zur Renaturierung und Wiederanbindung dieser mehrere tausend Quadratkilometer grossen See- und Moorflächen an den Fluss haben die Provinzregierungen sowie die lokalen Behörden zusammen mit dem WWF und mit der Unterstützung von Finanzinstituten einen umfassenden Aktionsplan gestartet. Darin sollen die heute international anerkannten Grundsätze des integralen Flusseinzugsgebietsmanagement umgesetzt werden.

Anschrift des Verfassers

Andreas Götz, dipl. Ing. ETH, Vizedirektor Bundesamt für Wasser und Geologie, CH-2501 Biel.

www.bwg.admin.ch – www.planat.ch