

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 76 (1984)
Heft: 7-8

Artikel: Gezeitenkraftwerke in der VR China
Autor: Wiesegart, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941210>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Gezeitenkraftwerke in der VR China

Kurt Wiesegart

Das Hauptproblem bei der zukünftigen Energieversorgung aller Länder ist die Begrenztheit der nichtregenerierbaren Energieträger – das sind im wesentlichen Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran. Das gilt auch für ein Land, das gemessen an den vorhandenen Energievorkommen zu jenen Ländern zählt, die auf sehr grosse Energieressourcen verweisen können – die VR China. So hat China die grössten Wasserkraftreserven der Welt, die drittgrössten Kohlereserven, grosse Erdöl- und Erdgasvorkommen und umfangreiche Uranvorkommen. Die technisch erschliessbaren Wasserkraftwerke belaufen sich auf 370 Mio kW; die geologischen Kohlevorräte betragen nach chinesischen Angaben rund 5000 Mrd. t, über 600 Mrd. t gelten als nachgewiesen. Die nachgewiesenen Erdölreserven belaufen sich auf etwa 2 Mrd. t, die prognostizierten Reserven betragen nach chinesischen Angaben aber 30 bis 60 Mrd. t. Die nachgewiesenen Reserven an Natururan werden als ausreichend bezeichnet, um Druckwasserreaktoren mit einer Gesamtkapazität von 15000 MW für die Dauer von 30 Jahren versorgen zu können – das heisst die doppelte Kapazität der im Jahre 1978 in der Bundesrepublik verfügbaren Kernkraftwerke könnte über drei Jahrzehnte lang bedient werden¹.

Soweit die absoluten Zahlen. Trotz dieser zum Teil gigantisch anmutenden Grössen sind diesen riesigen Vorkommen Grenzen der Verfügbarkeit gesetzt. Die Ressourcen sind regional ungleich verteilt. Die Kohlevorkommen – Kohle ist mit einem Anteil von 70% am Energieverbrauch der wichtigste Energieträger des Landes – sind zum überwiegenden Teil im Norden, die Wasserkraftreserven im Südwesten konzentriert. Die Ressourcen sind aber nicht dort, wo der grösste Energiebedarf besteht: in den Industriezentren an der Ostküste des Landes. Die Energieträger müssen über weite Entfernungen in die Bedarfsregionen transportiert werden.

Von den geologischen Ressourcen sind in der Regel nur 25 bis 80% (je nach Energieträger) wirtschaftlich nutzbar – sei es, weil ungünstige geologisch-technische Aufschlussbedingungen gegeben sind oder weil diese Regionen infrastrukturell unerschlossen und schwer zugänglich sind und/oder weil die technisch-wirtschaftliche Abbaurate begrenzt ist.

Wenn man schliesslich die Ressourcen umrechnet auf die Vorkommen pro Kopf der Bevölkerung, so sehen diese Grössenordnungen schon bedeutend ungünstiger aus, als es der Vergleich mit anderen Energiegiganten wie zum Beispiel der Sowjetunion und den USA in absoluten Zahlen vermittelt. Letztere haben ein vergleichbar grosses Energiepotential, aber nur einen Viertel bzw. nur einen Fünftel der Bevölkerung Chinas. So ergeben sich bei den oben angeführten Energieträgern (einschliesslich Wasserkraft)² von insgesamt 681 Mrd. t SKE statistische Reserven pro Kopf der Bevölkerung von etwa 690 t, mehr als der Welt-

durchschnitt, aber wesentlich weniger als die Pro-Kopf-Reserven der Sowjetunion und der USA. Berücksichtigt man die technisch-wirtschaftliche Abbaurate, so bleiben pro Kopf etwa 250 t SKE an Energiereserven.

Bisher liegt der Verbrauch an kommerziellen Energieträgern in China mit 0,6 t pro Jahr und Kopf der Bevölkerung noch weit unter dem Weltdurchschnitt und beträgt kaum 10% des Pro-Kopf-Energieverbrauchs der europäischen Industrieländer.

Aus diesen und anderen Gründen sehen sich auch die chinesischen Wirtschaftsplaner veranlasst, weitere Energieträger zu erschliessen. Ansätze sind die Erforschung und Nutzung von Biogas, von Erdwärme, von Windenergie, direkter Sonnenenergie und von Gezeitenenergie³.

Die Nutzung der Gezeitenenergie

Offenbar unbemerkt von der westlichen Fachwelt nahm in der VR China inzwischen das dritte Gezeitenkraftwerk die Stromerzeugung auf. Während in der einschlägigen Literatur unter Gezeitenkraftwerke in der Regel nur jenes an der Rance-Mündung (Normandie) mit 240 MW und bestenfalls als zweitgrösstes Gezeitenkraftwerk noch jenes in der Sowjetunion am Barent-See (0,8 MW) erwähnt werden, sind in China Pilotanlagen mit einer Gesamtkapazität von immerhin rund 4 MW im Bau oder haben schon die Stromerzeugung aufgenommen. Die wachsende Zahl der Artikel in chinesischen Fachzeitschriften zeigt, dass man der Gezeitenenergie zunehmende Bedeutung bei der Energieversorgung der Küstenregionen beimisst.

Unter Gezeitenenergie versteht man jene Bewegungsenergie, die in den Wassermassen durch den Wechsel von Ebbe und Flut (Tidenhub) enthalten ist. Die aus dem Steigen und Fallen des Meeresspiegels freiwerdende Energie kann durch Errichtung eines Damms mittels Wasserkraftturbinen (Kaplan-Turbinen) in Strom umgewandelt werden.

Der Tidenhub an Meeresküsten ist sehr unterschiedlich. Er kann wie zum Beispiel bei Springflut an bestimmten Stellen der Erde bis zu 21 m hoch sein, wie dies an der kanadischen Westküste der Fall ist. Wirtschaftlich nutzbar in einem Kraftwerk wird die Gezeitenenergie ab einem Tidenhub von 3 bis 5 m. Neben dem Tidenhub müssen für die Nutzbarkeit auch bestimmte geographische Bedingungen gegeben sein, zum Beispiel Meeresbuchten von einer bestimmten Tiefe und Ausdehnung oder Flussmündungen. Die erforderlichen Bedingungen sind nur an wenigen Stellen auf der Erde gegeben. Das weltweit technisch nutzbare Potential wird auf

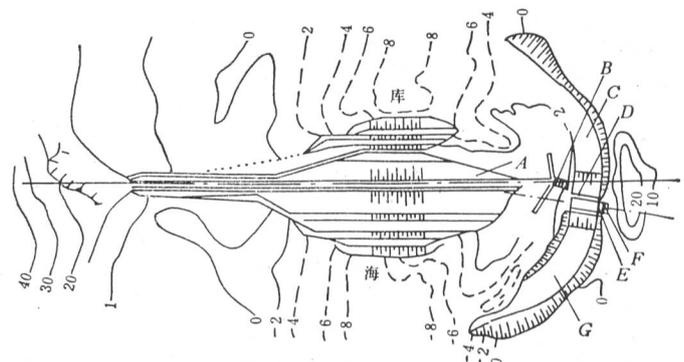


图 1 江厦潮汐电站枢纽总布置图
A—大坝; B—水闸; C—库侧渠道; D—厂房;
E—装卸场; F—开关站; G—海侧渠道。

Grundriss der Anlage Jiangxia.

¹ Zu Ressourcen, Produktion und Entwicklungsperspektiven in den jeweiligen Energiebereichen vgl. Kurt Wiesegart: Der Kohlenbergbau in der Provinz Shanxi, in: Glückauf, Nr. 8, 1984, S. 480 ff.; ders.: Erdöl und Gas in der Volksrepublik China, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Nr. 4, 1984, S. 269 ff.; ders.: Kernenergie zur Lösung von Chinas Energieproblemen?, in: BWK, Nr. 1/2, 1984, S. 31 ff.

² Die Lebensdauer der Wasserkraftreserven wurde dabei auf 100 Jahre begrenzt. Vgl. Li Wenyan: Wo guo kuangchan ziliao yu dili weizhi de diqu chayi, in: Dili Yanjiu, Nr. 1, 1982, S. 19 ff.

³ Eine Veröffentlichung des Autors über die Nutzung und Entwicklungsperspektiven von Biogas, Geothermik, Wind und direkter Sonnenenergie ist in Vorbereitung.

Der Bau des zweitgrössten Gezeitenkraftwerkes wurde bereits 1970 geplant. Dieses Kraftwerk Baishakou, Provinz Shandong, wird nach Fertigstellung mit einer Gesamtkapazität von 0,96 MW (6 Maschineneinheiten zu je 0,16 MW) jährlich 2,32 Mio kWh erzeugen.

Im August 1978 nahmen die beiden ersten Maschinensätze die Produktion auf; zwei weitere Einheiten gingen im April 1983 ans Netz. Der durchschnittliche Tidenhub beträgt an dieser Stelle 12,4 m und schwankt zwischen 10,4 und 14,7 m. In den fünf Jahren des Betriebes liefen die ersten beiden Maschineneinheiten jeweils 8200 Stunden und 9000 Stunden. Bei den vertikal angeordneten Durchlaufturbinen handelt es sich offenbar nicht um Umkehrturbinen. Die geplante Laufzeit beträgt nur 2500 Stunden pro Jahr⁶.

Eine dritte Pilotanlage – das erste automatische Gezeitenkraftwerk in China – ist seit Juni 1983 in Betrieb. Es hat eine Generatorenkapazität von 150 kW und liegt in der Yangtse-Bucht im Kreis Taicang (Provinz Jiangsu)⁷.

Erwähnenswert ist ferner noch eine kleine Pilotanlage zur Umwandlung von Wellenenergie in Strom. Diese Kraftanlage zu Forschungszwecken ist vor der Küste von Shanghai installiert und bringt bei einer Windstärke 3 und einer Wellenhöhe von 0,2 m eine Leistung von 60 W⁸.

Noch laufen die Anlagen im Versuchsbetrieb und auch nicht frei von Kinderkrankheiten. Jiangxia beispielsweise musste zwischen Dezember 1980 und Dezember 1981 stillgelegt werden, weil die Turbinenschaukeln bereits Korrosionsanzeichen aufwiesen und weil das Getriebe, das die Umdrehungsgeschwindigkeit der Turbinen von 118 Umdrehungen/min auf 500 Umdrehungen/min für den Generator beschleunigt, den Anforderungen nicht gewachsen war¹⁰. Auch die beiden seit 1978 laufenden Maschinensätze der Station Baishakou mussten zwischendurch wegen Reparaturarbeiten rund 1000 Tage abgeschaltet werden. Dennoch verfolgt man diese Projekte weiterhin mit grosser Ernsthaftigkeit.

Gemäss den bisherigen Forschungsergebnissen sind nach Ansicht chinesischer Wissenschaftler drei Standorte besonders geeignet für die Errichtung grosser Kraftwerkseinheiten:

– Die Mündung des Qiantang-Flusses bei Hangzhou. Die Tidenwechsel könnten hier Generatoren von insgesamt 4500 MW betreiben und jährlich 18,65 Mrd. kWh Strom erzeugen. Zum Vergleich: das grösste Kraftwerk, das zurzeit in China errichtet wird, ist das Wasserkraftwerk Gezhouba am Yangtse mit einer geplanten Kapazität von 2700 MW. Die Nähe dieses Standortes zu den Grossstädten Hangzhou und Shanghai ist günstig, so dass die Stromleitungskosten gering gehalten werden könnten.

– Die Mündung des Yangtse. Hier könnte ein Kraftwerk mit einer Kapazität von insgesamt 800 MW Strom erzeugen.

– Die Queqing-Bucht in der Provinz Zhejiang mit einer potentiellen Stromerzeugungskapazität von 550 MW, jährliche Leistungsfähigkeit bis zu 2,34 Mrd. kWh.

Eine Realisierung dieser Projekte ist gegenwärtig jedoch noch nicht in konkreter Planung. Allerdings wird der Bau grosserer Anlagen auch unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten durchaus in Erwägung gezogen. Die Investitionskosten pro kW Leistung liegen zwar wesentlich höher als bei fossil befeuerten Grosskraftwerken. Der Investitionsauf-

wand der Pilotanlage Baishakou pro kW lag bei 2864 Yuan. Nach bisherigen Berechnungen ergibt sich ein Investitionsaufwand für grössere Projekte von 2000 bis 4000 Yuan pro kW installierte Leistung. Der Investitionsaufwand für grössere Wärmekrafteinheiten liegt dagegen bei etwa 600 Yuan pro kW. Für herkömmliche Wasserkraftwerke werden etwa 900 Yuan pro kW zugrunde gelegt.

Bei Einbeziehung der Kosten für die Bereitstellung von Kohle ergibt sich – einschliesslich der Schaffung von Förderkapazitäten, Transportkapazitäten sowie Umweltschutzmassnahmen – nach chinesischen Berechnungen für Wärmekraftwerke allerdings bereits ein Investitionsaufwand von etwa 1300 Yuan pro kW. Ferner sind die Betriebskosten der Gezeitenkraftwerke wesentlich niedriger. Sie beliefen sich im Jiangxia-Kraftwerk auf etwa 0,08 Yuan pro kWh – etwa die Hälfte der Betriebskosten der lokal errichteten Wärmekrafteinheiten⁹. Eine wesentliche Verkürzung der Amortisationsdauer von Gezeitenkraftwerken ergibt sich, wenn – wie chinesische Befürworter von Gezeitenkraftwerken betonen – den Investitions- und Betriebskosten neben den Erträgen aus dem Stromverkauf auch Einnahmen gegenübergestellt werden, die von im Staubecken gezüchteten Fischen, Krabben u.ä. erzielt werden können¹⁰. Unter Berücksichtigung aller potentiellen Ertragsquellen ergab sich beispielsweise für die Station Baishakou (gesamte Investitionsaufwendungen: 420 Mio Yuan) eine Amortisationsdauer von nur 12 Jahren.

Perspektiven

Gezeitenenergie wird in China auf absehbare Zeit sicher keinen nennenswerten Anteil bei der Energieversorgung einnehmen. Heimische Kohle wird weiterhin mit Abstand der wichtigste Energieträger bleiben, ergänzt durch Wasserkraft, Erdöl und Erdgas und ab Anfang der 90er Jahre wohl auch Atomkraft. Für bestimmte Regionen des Landes aber können regenerierbare Energiequellen bedeutsam werden, sei es, um das überregionale Transportaufkommen an Energieträgern wie Kohle oder Erdöl zu reduzieren, oder sei es, um bestimmte Regionen überhaupt, wenn auch nur in begrenztem Umfang, mit Energie zu versorgen, die sonst mangels eigener Vorkommen an konventionellen Energieträgern und mangels überregionalen Transportkapazitäten (einschliesslich Stromleitungen) weiterhin ohne Stromversorgung bleiben würden und auf pflanzliche Brennstoffe beschränkt wären.

Gegenwärtig sind noch rund 50 % aller chinesischen Dörfer ohne Stromversorgung. Dies sind vor allem ländliche Einheiten auf Inseln, in Gebirgsgebieten, Steppengebieten und in abgelegenen Regionen. Die meisten der regenerierbaren Energiequellen sind in hochindustrialisierten Ländern mit gut ausgebauten Energieversorgungssystemen unter rein wirtschaftlichen Aspekten gegenwärtig noch kaum mit anderen Energieträgern konkurrenzfähig. In Ländern aber, die nicht über ein ausreichendes Stromversorgungsnetz verfügen, stellt die Nutzung von regenerierbaren Energiequellen wie Wind, Geothermie, Biogas und möglicherweise auch Gezeitenenergie durchaus eine sinnvolle Alternative dar.

Adresse des Verfassers: Kurt Wiesegart, Dipl.-Kfm., HWWA, Institut für Wirtschaftsforschung, Neuer Jungfernstieg 21, D-2000 Hamburg 36.

⁶ Vgl. Yu Shichuan, *Geng Xinsheng*: Shandong sheng Rushan xian Baishakou chaoxi dianzhan gongcheng qingkuang, in: Xin Nengyuan, Nr. 3, 1984, S. 29 ff.

⁷ Vgl. Xinhua News Agency, Nr. 12656 vom 9. September 1983.

⁸ Vgl. Xu Qiwang: Guanyu wo guo laiyang nengyuan de kaifa he yanjiu, in: Nengyuan, Nr. 1, 1984, S. 9 ff.

⁹ Vgl. Guo Genfa, Liu Bairong: Jiangxia chaoxi shiyan dian – zhan de yunxing tiaodu guanli, in: Xin Nengyuan, Nr. 3, 1984, S. 39 f.

¹⁰ Li Zhenrong: Jiangxia chaoxi shiyan dianzhan sheji yunxing chubu congjie, in: Shuili Fadian, Nr. 4, 1984, S. 12 ff.