Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 92 (2000)
Heft: 3-4

Artikel: Ressourcen und Nutzung der Wasserkraft in China
Autor: Du, Chongjiang
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940253

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.12.2025

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

Ressource und Nutzung der Wasserkraft in China

■ *Chongjiang Du*

1. Einleitung

China ist nach Russland und Kanada das drittgrösste Land der Welt und hat eine Fläche von 9,6 Mio. km², ca. 6,5% der gesamten Landfläche der Welt. Von der östlichen Grenze des Wusuli-Flusses, der ein Nebenfluss des Heilong-Flusses (Amur) ist, westwärts bis zur Pamir-Hochebene misst es 5200 km, während von Norden bis Süden eine Entfernung von 5500 km ist. Das Festland wird vom chinesischen Bohai-Meer, vom Gelben Meer, vom Ostmeer und vom Südmeer flankiert. Über 5400 Inseln liegen in den ausgedehnten Hoheitsgewässern. Davon sind Taiwan und Hainan die grössten. China ist auch das bevölkerungsreichste Land und das einzige Land mit mehr als einer Milliarde Einwohner. Die 1,2 Milliarden Menschen machen 22% der Weltbevölkerung aus. Seine riesige Grösse und seine komplexen Landschaftsformationen schliessen sich kreuzende Gebirgsketten und zahlreiche Flüsse ein. Somit ist China sehr reich an Wasserressourcen und Wasserkraft. Seit der Gründung der Volkrepublik China im Jahr 1949, besonders aber seit den 1980er-Jahren werden die Wasserressourcen und die Wasserkraft in China rapid erschlossen. Zahlreiche grössere und tausend mittlere und kleinere Wasserbauprojekte wurden gebaut oder befinden sich im Bau. In Bezug auf die sich derzeit in Bau befindlichen Wasserbauprojekte liegt China an erster Stelle in der Welt. Mit fortschreitenden wirtschaftlichen Reformen öffnet China die Tür immer mehr nach aussen und ist ein grosser potenzieller Baumarkt für den Fachbereich Wasserwirtschaft. In der vorliegenden Arbeit wird eine Bestandesaufnahme der Wasserkraftressourcen Chinas[1] sowie der für sie gegenwärtig gegebenen Rahmenbedingungen durchgeführt. Weiterhin wird eine Einschätzung der künftigen Entwicklung vorgenommen.

Wasserkraft ist ein wichtiger Produktionsfaktor für Landwirtschaft und Industrie in China. Die wirtschaftliche Entwicklung ist stark abhängig von der Verfügbarkeit der Wasserenergie und von der Nutzung der Wasserkraft. Die umfangreichen Gebirge und die grosse Anzahl von Flüssen machen Chinas enormes Wasserkraftpotenzial aus. Seit Tausenden von Jahren haben die Flüsse mit ihrem Wasser hunderte Millionen der chinesischen Bevölkerung ernährt. Im alten China hatten Chinesen das Flusssystem für Bewässerung und Schifffahrt geschickt genutzt. Besonders hervorzuheben sind das Dujiang-Wehr (219 v. Chr.) [8] und der Peking-Hangzhou-Kanal (erbaut bis zum Jahre 605 mit einer Länge von 2000 km), die bis heute noch in Betrieb sind. In der modernen Zeit wird die Nutzung der Flüsse zudem auf die elektrische Stromerzeugung und die Industrie ausgedehnt.

[1] Wegen der beschränkten Daten sind in der vorliegenden Arbeit die betreffenden Informationen über Hong Kong, Taiwan und Macao nicht eingeschlossen.

2. Klima und Niederschlag

China liegt im südöstlichen Teil Asiens. Der Monsun beherrscht das Klima des chinesischen Festlandes. Das Monsunklima wird von bedeutenden Änderungen oder sogar der Umkehrung der Windrichtung zwischen Winter und Sommer und saisonbedingter Variation der Niederschläge charakterisiert [10]. Im Sommer wird das chinesische Klima hauptsächlich von tropischer und subtropischer Meeresluft kontrolliert. Die bodennahen Drucksysteme werden durch den niedrigen Druck über Eurasien und den hohen Druck über dem Pazifik und Indischen Ozean charakterisiert. Dadurch dominiert der warme, feuchte, südliche und südwestliche Monsun die Unterschicht der Troposphäre. Dies hat oft starke Regen und hohe Temperaturen zur Folge. Die Lage der Hauptregenzone ist abhängig vom Vorrücken und Rückzug des Sommermonsuns auf dem Festland. Der Anfang und das Ende der Regenzeit entsprechen ebenfalls den Monsunsystemen. Wenn die Front der Sommermonsune eintrifft, fängt die Regenzeit an. Die Regensaison beginnt im Süden Anfang April, in Zentralchina Anfang Juni, im Norden und Nordosten Anfang Juli und im Südwesten Ende Mai. Die Regenzeit endet Ende September/Anfang Oktober, wenn sich der südwestliche Monsun rapid südwärts zurückzieht.

Während des Winters kontrolliert dagegen Polarluft das Klima des Festlandes. Das Klima im Winter ist deshalb kalt und trocken.

Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 648 mm. Das Niederschlagsvolumen im Mitteljahr ist somit 6190 Mrd. m³. Jedoch sind die Wasserressourcen unregelmässig verteilt. Die Feuchtigkeit kommt hauptsächlich aus Süden zum Festland und bringt 42% des gesamten Feuchtigkeitszuflusses mit. Mit 60% Restfeuchtigkeit fliesst die Luft über die Ostgrenze aus dem Land. Nur 10 bis 20% der Feuchtigkeit überqueren die West- und Nordgrenzen, sodass der Niederschlag im Norden und Westen viel weniger beträgt als im Süden und Osten. Dies macht Süd- und Ostchina feucht und Nord- und Westchina trocken [4].

Die 750-mm-Isohyete folgt im Allgemeinen der Linie vom Qinling-Gebirge bis zum Huaihe-Fluss, mit der das Festland China in die Reisregion im Süden und in das aride und semiaride Ackerland im Norden aufgeteilt wird. Der reichste Niederschlagsgürtel liegt entlang den südlichen und östlichen Küsten- und Bergregionen mit einem Jahresniederschlag von mehr als 1500 bis 2000 mm. Ein grosser Teil von Ost- und Südwestchina hat einen Jahresniederschlag von 800 bis 1500 mm, während sich die Provinzen von Nord- und Nordostchina zum grössten Teil mit nur 50 bis 500 mm begnügen müssen. Die trockenste Region Chinas liegt im von Bergen umringten Zentrum des eurasischen Kontinents mit einem mittleren Jahresniederschlag von nur 50 mm. Der grösste Teil des Niederschlags in China fällt als Regen, nicht als Schnee.

Die saisonbedingte Verteilung des Niederschlages ist unregelmässig. In den meisten Regionen konzentriert sich der Jahresniederschlag auf den Sommer, wenn der warme feuchte Monsunregen dominiert. In Südchina ist der Frühling die wichtigste Regensaison wegen des früh eintreffenden Monsunregens. Im Gegensatz dazu entfällt auf den Sommerregen im Norden mehr als die Hälfte des gesamten Jahresniederschlags, und es gibt daher eine ausgeprägte Trockenzeit im Frühling. Der Südwesten und die südliche Tibet-Hochebene, wo der südwestliche indische Monsun die einzige Feuchtigkeitsquelle ist, haben im Gegensatz eine deutliche Regen- sowie Trockenzeit.

Die Regensaison fängt im Mai an und endet im Oktober mit 70 bis 80% des gesamten Jahresniederschlags. Oft beträgt der Niederschlag in einem Monat mehr als die durchschnittliche Menge eines Viertel- oder Halbjahres. Solche Niederschlagsschwankun-

Einzugsgebiet	Fläche		Jahresabflussmenge		mittlere Abfluss-nähe (mm)
	km²	% vom Total	10^9 m³	% vom Total	
Flüsse im Nordosten	1166028	12,15	173,115	6,66	148
Flüsse im Norden	319029	3,32	28,345	1,09	89
Gelber Fluss (Huanghe)	752443	7,84	57,486	2,21	76
Huaihe und Flüsse in Shandong	326258	3,40	59,786	2,30	183
Yangtze (Changjiang)	1807119	18,83	979,389	37,66	542
Flüsse der südöstlichen Küstenregionen	212694	2,22	200,133	7,70	941
Zhujiang und Flüsse der südlichen Küstenregionen	553437	5,76	446,627	17,81	807
Flüsse in Taiwan und Hainan	68160	0,71	88,736	3,41	1302
Flüsse im Südwesten	408374	4,25	216,084	8,31	529
Flüsse auf der Tibet-Hochebene	455548	4,75	226,781	8,72	498
Arktisches Becken	50860	0,53	10,785	0,41	212
Binnenlandflüsse	3679970	36,24	113,070	4,35	32
Summe	9600000	100	2711,5	100	282

Tabelle 1. Jahresabflussmenge in verschiedenen Einzugsgebieten.

Fluss	Länge (km)	Fläche (km²)	Abfluss	
			Gesamtmenge (10^9m³)	Mittelwert (m³/s)
Yangtze (Changjiang)	6300	1808500	979,35	31055
Gelber Fluss (Huanghe)	5464	752443	57,45	1822
Heilongjiang (Amur)	3101	888502	118,10	3740
Lancang (Mekong)	2354	164766	69,29	2200
Jinshajiang	2300	490546	154,65	4900
Zhujiang	2210	442585	346,60	11000
Yalung Zangbu (Bramaputra)	2057	240280	138,00	4370
Nujiang (Salween)	2013	134882	65,67	2000
Songhua	1956	545594	70,64	2240
Hanshui (Hanjiang)	1532	168851	57,41	1820
Liaohe	1390	219014	14,48	459
Nenjiang	1374	283000	24,09	764
Jialingjiang	1119	159638	69,41	2200
Haihe	1090	264617	23,26	737
Huaihe	1000	189000	45,90	1460

Tabelle 2. Merkmale der grossen Flüsse (länger als 1000 km) in China*.
** Alle grenzüberschreitenden Flüsse (Heilong/Amur, Lancang/Mekong, Nujiang/Salween oder Yalung Zangbu/Bramaputra) werden nur mit ihren Anteilen innerhalb von China eingerechnet.*

gen haben verheerende Dürren und Hochwasserkatastrophen [4] zur Folge.

3. Oberflächenwasser und Flüsse

Unter Oberflächenwasserressourcen versteht man Flüsse und Seen sowie Gletscher und Sümpfe. Die Gletscher in China liegen hauptsächlich auf der Tibet-Hochebene und in den nordwestlichen Gebirgsregionen mit einer Gesamtfläche von ca. 57000 km² und einem geschätzten Wasservolumen von 2964 Mrd. m³. Die Sümpfe liegen im Nordosten und in der nordöstlichen Tibet-Hochebene mit einer Fläche von 110000 km² [6].

Nach einer kürzlich erschienenen Studie beträgt die mittlere Jahresabflussmenge in China 2711,5 Mrd. m³. Obwohl diese Summe ziemlich gross aussieht, erreicht die mittlere Abflusshöhe nur 282 mm, wie dies Tabelle 1 aufzeigt [6]. Daher kann statistisch jeder Einwohner in China im Durchschnitt nur 2500 m³ Wasser pro Jahr (m³/E/a) zur Verfügung gestellt bekommen, was im Vergleich mit dem jährlichen Pro-Kopf-Wasserangebot in der Welt von 7420 m³/E/a eine sehr viel niedrigere Menge ist. Die ins Meer mündenden Flüsse haben ein Gesamteinzugsgebiet von 64% der gesamten Landfläche Chinas. Ihre Abflussmenge entspricht jedoch 96% der Gesamtabflussmenge des Landes. Die Binnenlandflüsse, die in den Hochebenen und Wüstengebieten bestehen und entweder in einen salzigen Binnensee fliessen oder in Sandwüsten oder Sümpfen enden, haben ein Einzugsgebiet von 36% der gesamten Landfläche und nur 4% der gesamten Abflussmenge. Von diesen Flüssen ist der Tarim Darya in Xinjiang mit einer Länge von 2180 km der grösste. Das Yangtze-Einzugsgebiet umfasst 18,8% der gesamten Landfläche, weist aber 37,7% der gesamten Abflussmenge des Landes auf. Daher ist der Yangtze der wasserreichste Fluss in China.

Wegen des saisonbedingten, unregelmässig verteilten Niederschlags ist die natürliche Abflussmenge unregelmässig über das Jahr verteilt. In den 4 bis 5 Monaten der Sommerzeit beträgt die Abflussmenge 70 bis 80% der Jahresabflussmenge. Besonders in Nordchina ist die Abflussmenge im Winter und Frühling wesentlich geringer. Deswegen mussten grosse Talsperren mit grossen Staubecken für die Flussregulierung errichtet werden, um so die Abflussmenge (auch für den Hochwasserschutz) zu steuern und das gespeicherte Wasser für die Energieerzeugung, Wasserversorgung und Bewässerung über das ganze Jahr nutzbar zu machen.

In China gibt es über 5000 Flüsse mit einem Einzugsgebiet grösser als 100 km². Die Gesamtlänge aller Flüsse beträgt rund 420000 km. Davon entwässern über 1500 Flüsse jeweils eine Fläche von mehr als 1500 km². Von Norden nach Süden finden sich Heilong (Amur), Songhua, Liaohe, Haihe, Luanhe, Gelber Fluss, Huaihe, Yangtze, Zhujiang sowie in Westchina der Lancang (Oberlauf des Mekong), Nujiang (Oberlauf des Salween) und Yarlung Zangbo (Bramaputra) usw. Der Yangtze (auch Changjiang genannt), einschliesslich des Jinshajiang und des Tongtianhe, ist der grösste Fluss in China und der drittlängste der Welt. Der Gelbe Fluss mit einer Gesamtlänge von 5464 km ist der zweitlängste in China. Die beiden Flüsse werden von der chinesischen Bevölkerung als «Mutterflüsse» bezeichnet. Die unregelmässige Verteilung der Wasserressourcen zwingt China, das Wasser von Süden nach Norden zu transportieren. Die meisten Flüsse, wie der Yangtze, der Gelbe Fluss und der Heilong usw., fliessen von Westen nach Osten und münden in den Pazifik. Ausnahmen bilden einige in Südwest-

china gelegene Flüsse, wie Lancang und Nujiang, die südwärts fliessen. In Tabelle 2 wird ein Überblick über einige grosse chinesische Flüsse dargestellt.

4. Wasserkraftpotenzial

Wasserkraft ist nach Kohle die zweitgrösste elektrische Energieressource Chinas, und demnach ist die Energieerzeugung aus Wasserkraft von wirtschaftlicher Bedeutung. Derzeit werden ca. 20% des Bedarfs an elektrischer Energie aus der Wasserkraft gedeckt. Dank der günstigen Topografie und der reichen Niederschläge verfügt China über einen enormen Wasserkraftreichtum und hat das grösste Wasserkraftpotenzial in der Welt (Tabelle 3).

Auf Grund der Unterschiede der topografischen Höhen und der Verteilung der Niederschläge sind die Wasserkraftressourcen des Landes unregelmässig verteilt (Bild 1). Der grösste Teil liegt im Oberlauf des Yangtze in Südwest- und Zentralchina, im Oberlauf des Gelben Flusses im Norden, im Lancang-Fluss im Südwesten und im Hongshui-Fluss im Süden. Generell liegen die Wasserkraftressourcen zum grössten Teil in Westchina. Die Provinzen in der südwestlichen Region (Sichuan, Guizhou, Yunnan und Tibet) verfügen mit einer technisch nutzbaren Leistung von 232 GW bzw. einer Jahresstromproduktion von 1305 TWh über einen Anteil von 61,4% bzw. 67,8% der gesamten technisch nutzbaren Leistung (Bild 2) [1]. Daher stellt der Transport des Stroms aus Wasserkraft aus dem westlichen Teil des Landes zu den wirtschaftlich entwickelten östlichen Provinzen eine grosse Aufgabe für die chinesische Elektrizitätswirtschaft dar.

5. Wasserkraftnutzung

Der wirtschaftliche Erfolg ist zuallererst von der Energie- und Wasserversorgung abhängig. Der Bau der Wasserkraftprojekte dient gleichzeitig zur Energieerzeugung und zur Wasserversorgung. Obwohl China relativ reich an Kohle und Erdöl ist, kann die Stromversorgung für Fabriken nicht immer garantiert werden. Seit Jahren ist der Elektrizitätsmangel ein Gesprächsthema für die Regierung und die Bevölkerung. In vielen Regionen muss man oft unter Stromausfällen leiden. Dadurch entstehen jährlich wirtschaftliche Verluste in Höhe von mehreren Mrd. Yuan RMB[2]. Die Stromausfälle erschweren auch das Leben der Bevölkerung. Die elektrische Energie aus Wasserkraft wird zweifellos der raschen Entwicklung der Wirtschaft Chinas neue Impulse verleihen. Da der überwiegende Anteil der Kohlen- und Erdölvorräte im Norden des Landes liegt, ist China gezwungen, die Kohle aus den nördlichen Regionen nach den wirtschaftlich entwickelten und bevölkerungsdichten südöstlichen Provinzen zu transportieren. Dies führt zu einer grossen Belastung der Verkehrsträger. Der übergrosse Druck auf die Transportmittel und die gravierende Umweltverschmutzung zeigen die Grenzen der Kohleverstromung auf. Deshalb soll die Kohle durch die Wasserkraft ersetzt werden.

Seit der Gründung der Volksrepublik China im Jahr 1949 legt China grossen Wert auf die Entwicklung der Wasserkraftnutzung. Insbesondere wird die Wasserkraftnutzung seit den 80er-Jahren rasant entwickelt (Bild 3).

[2] 1 Yuan RMB ≈ 1/8.3 US$ ≈ 1/5.3 Fr.

Kategorie	Gesamtwasserkraftleistung (GW)	jährlich mögliche Energieerzeugung (TWh)
theoretisch	676	5922,2
technisch nutzbar	378	1923,3
wirtschaftlich nutzbar	290	1260,0

Tabelle 3. Wasserkraftressource Chinas.

Seit 1993 beträgt die jährliche neue Installation ca. 3 GW [3]. Bis zum Ende des Jahres 1998 betrug die gesamte installierte Leistung der Wasserkraftwerke 60 GW, was einem Anteil von ca. 16% des gesamten technisch nutzbaren Wasserkraftpotenzials und damit 24% der gesamten installierten elektrischen Leistung des Landes (von 254 GW) entsprach [2]. Daher steht China nach den USA und Kanada an dritter Stelle der Weltrangliste der Wasserkraftinstallationen. Die jährliche Energieerzeugung aus Wasserkraft ist 205 TWh. Dies entspricht 17,7% der gesamten Stromerzeugung des Landes (von 1160 TWh). Neben der Entwicklung der grossen Wasserkraftprojekte werden ebenfalls zahlreiche Pumpspeicherkraftwerke und eine grosse Zahl von mittleren und kleinen Wasserkraftwerken gebaut. Bis 2010 will China die Leistung seiner Wasserkraftwerke auf 120 bis 150 GW steigern (Bild 3). Die Nutzung der Wasserkraft wird im nächsten Jahrtausend in der chinesischen Energiewirtschaft weiterhin eine bedeutende Rolle spielen.

5.1 Bau der grossen Wasserkraftwerke

Die Entwicklung der Wasserkraftnutzung hängt mit dem Bau der Stauanlagen bzw. Talsperren eng zusammen. Bis Ende 1997 bestanden in China 17 266 Talsperren mit einer Höhe von 15 bis 30 m. Von den 4345 Talsperren, die höher als 30 m sind, werden 32 den sehr gros-

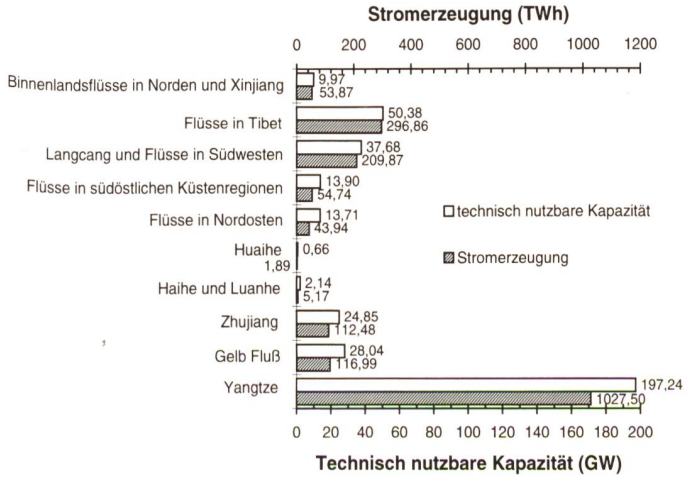

Bild 1. Technisch nutzbare Wasserkraftressourcen der Flusssysteme in China.

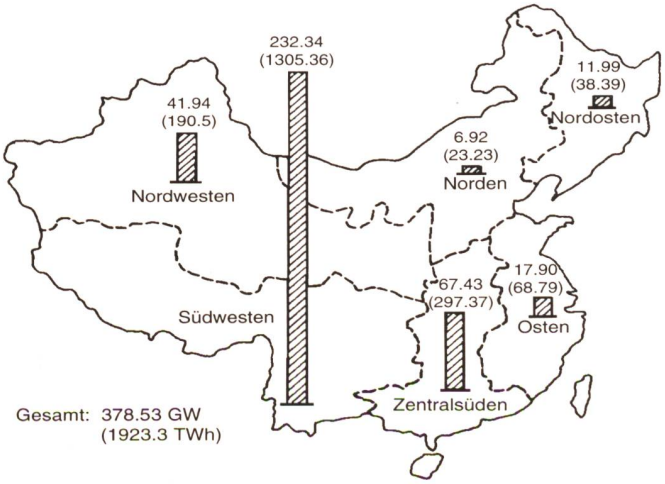

Bild 2. Technisch nutzbare Wasserkraftressourcen der Regionen.

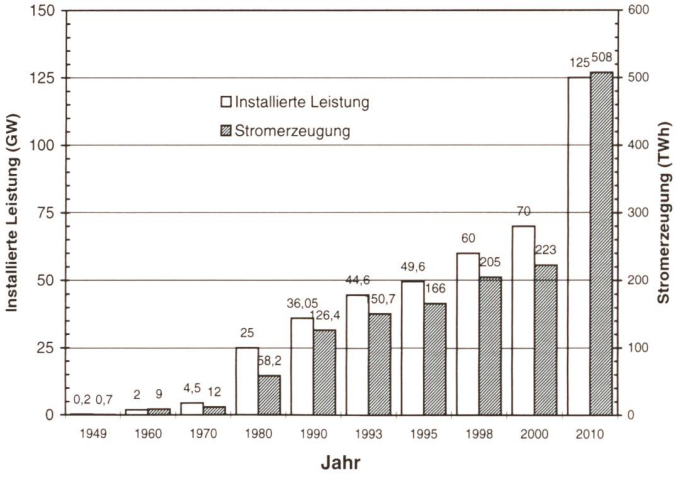

Bild 3. Entwicklung der Wasserkraftnutzung in China.

sen Talsperren mit einer Höhe grösser als 100 m zugerechnet. Die seit Jahrzehnten errichteten zahlreichen Stau- und Wasserkraftanlagen für Zwecke der elektrischen Stromerzeugung lassen die grosse wirtschaftliche und soziale Bedeutung erkennen. Grosse Wasserkraftwerke (>250 MW) haben daher überproportionalen Anteil. Es befinden sich über 200 grosse Wasserkraftwerke in Betrieb. Einige davon haben jeweils eine installierte Leistung von mehr als 1 GW (Tabelle 4) [2]. Sie erzeugen nicht nur eine grosse Menge elektrischer Energie, sondern bringen auch grosse Vorteile für den Hochwasserschutz, die Wasserversorgung, die Bewässerung, die Verbesserung der Schifffahrtswege, die Fischerei sowie den Tourismus.

Zurzeit befinden sich 87 grosse Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von rund 40 GW im Bau. Der Bau der grossen Wasserkraftwerke konzentriert sich hauptsächlich auf die wasserreichsten Regionen im Oberlauf und den Nebenflüssen des Yangtze, im Ober- und Mittellauf des Gelben Flusses, im Hongshui und im Langcang-Fluss. Als eindrückliche Beispiele mögen das weltgrösste Drei-Schluchten-Projekt mit einer installierten Leistung von 18,2 GW am Yangtze, das Ertan-Projekt mit 3,3 GW am Yalong-Fluss (ein Nebenfluss des Yangtze) und das Xiaolangdi-Projekt mit 1,8 GW am Gelben Fluss dienen (Tabelle 5) [1].

Um den steigenden Bedarf an elektrischer Energie decken zu können, strebt die chinesische Regierung die Weiterentwicklung und Nutzung der Wasserkraft nach wie vor an. Sie bemüht sich weiterhin, sowohl von der energiewirtschaftlichen Bedeutung her als auch im Hinblick auf die damit verbundenen wirtschaftlichen und umweltpolitischen Vorteile, einen möglichst grossen Teil des Wasserkraftpotenzials schnell einer Nutzung zuzuführen.

Bei einer globalen Betrachtungsweise kann man mit Sicherheit sagen, dass die Wasserkraft ihren Anteil am Ausbau der chinesischen Stromerzeugung auch in Zukunft halten wird. Der Bau von Wasserkraftanlagen ist daher auf die Liste der vorrangigen Schlüsselindustrien gekommen.

Zahlreiche Wasserkraftwerke (Tabelle 6) sind geplant und werden in absehbarer Zukunft gebaut [2, 9]. Die Nutzung der Wasserkraftressourcen geht in eine eigentliche Blütezeit. Die Wasserkraftnutzung wird in der Zukunft dank ihrer Zuverlässigkeit und ihrer Umweltverträglichkeit eine wichtige Stütze der chinesischen Elektrizitätsversorgung bleiben.

5.2 Bau von mittleren und kleinen Wasserkraftwerken

Ein Wasserkraftwerk mit einer installierten Leistung zwischen 25 und 250 MW wird als mittleres Wasserkraftwerk definiert. Es gibt ein breites Feld für die Nutzung der mittleren und kleinen Wasserkraftpotenziale. Eine nationale Untersuchung von 1995 ergab, dass ca. 1700 geeignete Standorte für mittlere Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 74,85 GW und einem Jahresenergievermögen von 208,6 TWh identifiziert wurden. Die auffälligen Vorteile dieser Kraftwerke liegen in der kurzen Bauzeit und dem mässigen Kapitalbedarf. Erfahrungsgemäss kann ein mittleres Kraftwerk mit einer installierten Leistung von 30 bis 100 MW innerhalb von 30 bis 40 Monaten und mit Baukosten von 5000 bis 7000 RMB (600 bis 800 US$) pro Kilowatt gebaut werden. Die Baukosten können in drei bis sieben Jahren zurückgezahlt werden.

Seit den 80er-Jahren wurden zahlreiche mittlere Wasserkraftwerke in China gebaut. Insbesondere sind die Provinzen Sichuan und Fujian national führend in der Entwicklung dieser Kraftwerke. Die beiden Provinzen haben jeweils über 30 Anlagen in den vergangenen zehn bis zwölf Jahren gebaut. Weitere Anlagen sind im Bau oder in Planung.

Name der Sperre	Provinz	Fluss	Dammtyp	Höhe (m)	Installierte Leistung (MW)	Jahresarbeit (TWh)	Stauraum ($10^9 m^3$)
Baishan	Jilin	Songhua	VA	150	1500	2,04	6,23
Shuikou	Fujian	Minjiang	PG	101	1400	4,95	2,6
Gezhouba	Hubei	Yangtze	PG	48	2715	15,70	1,58
Geheyan	Hubei	Qingjiang	VA	151	1200	3,04	3,77
Wuqiangxi	Hunan	Yuanshui	PG	88	1200	5,37	4,2
Yantan	Guangxi	Hongshuihe	PG	111	1210	5,66	3,35
Manwan	Yunnan	Lancangjiang	PG	126	1500	7,79	1,05
Liujiaxia	Gansu	Gelber Fluss	PG	147	1225	5,58	5,7
Longyangxia	Qinghai	Gelber Fluss	PG	178	1280	5,94	27,63

Tabelle 4. Merkmale einiger bestehender Wasserkraftwerke (mit Leistung ≥1 GW).

Name der Sperre	Provinz	Fluss	Dammtyp	Höhe (m)	Installierte Leistung (MW)	Jahresarbeit (TWh)	Stauraum ($10^9 m^3$)
Drei-Schluchten	Hubei	Yangtze	PG	175	18200	84,7	39,3
Ertan	Sichuan	Yalong	VA	245	3300	17,04	5,8
Xiaolangdi	Henan	Gelber Fluss	ER	167	1800	5,1	12,65
Dachaoshan	Yunnan	Lancangjiang	PG	119,5	1260	5,95	0,88
Tianshengqiao I	Guizhou	Nanpanjiang	ER	178	1200	5,23	8,9
Tianshengqiao II	Guizhou	Nanpanjiang	PG	58,7	1320	8,20	0,03
Lijiaxia	Qinghai	Gelber Fluss	VA	165	2200	5,9	0,16
Longtan	Guangxi	Hongshui	PG	192	4200	15,67	16,21
Wanjiazhai	Shanxi	Gelber Fluss	PG	105	1080	2,75	0,9

Tabelle 5. Merkmale einiger sich in Bau befindlicher Wasserkraftprojekte (mit Leistung ≥1 GW).

Name der Sperre	Provinz	Fluss	Damm-typ	Höhe (m)	Installierte Leistung (MW)	Jahres-arbeit (TWh)	Stau-raum ($10^9 m^3$)
Xiangjiaba	Sichuan	Jinshajiang	PG	190	6000	28,2	5,5
Xiluodu	Sichuan	Jinshajiang	PG	275	14400	54	12,06
Xiaowan	Yunnan	Lacangjiang	VA	290	4200	17,4	15,26
Pubugou	Sichuan	Daduhe	ER	188	3300	14,43	5,55
Jinping II	Sichuan	Yalong	PG	49	3000	20,97	—
Nuozadu	Yunnan	Langcang	ER	254	5000	23,1	22,7
Goupitan	Guizhou	Wujiang	VA	225	2000	8,89	5,69
Laxiwa	Qinghai	Gelber Fluss	VA	250	3720	9,7	1,0
Gongboxia	Qinghai	Gelber Fluss	ER	133	1500	4,96	0,55
Jinghong	Yunnan	Langcang	PG	107	1500	6,66	1,03
Shuibuja	Hubei	Qingjiang	ER	228	1200	4,0	4,74
Heishanxia	Ningxia	Gelber Fluss	ER	155,5	1920	8,07	11,0
Pengshui	Sichuan	Wujiang	PG	115	1200	5,77	1,16

Tabelle 6. Merkmale einiger geplanter Wasserkraftprojekte (mit Leistung ≥1 GW).

China besitzt Ressourcen der Kleinwasserkraft von 150 GW, wovon ca. 70 GW mit einer Jahresenergieerzeugung von 200 bis 250 TWh technisch nutzbar sind. Bis Ende 1996 sind in China 45084 Kleinwasserkraftwerke (<25 MW) mit einer gesamten installierten Leistung von 19201 MW und einer Jahresstromerzeugung von 62 TWh in Betrieb [7]. Gegenwärtig werden Kleinwasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von ca. 1,0 GW jährlich in Betrieb genommen. Dank der rapiden Entwicklung der Kleinwasserkraftnutzung hat China das ländliche Elektrifizierungsprogramm zum Erfolg gebracht. Die chinesische Regierung will die Entwicklung der Kleinwasserkraftanlagen als eine nationale Basisstrategie weiterführen. Gemäss den Plänen wird bis zum Jahre 2000 und 2010 die installierte Leistung der Kleinwasserkraftwerke 19,85 GW und 27,88 GW mit einer Jahresstromerzeugung von 74,4 TWh und 117 TWh betragen.

6. Ausländische Investition und Baubeteiligung

Der grosse Erfolg in der Entwicklung der Wasserkraftnutzung in China erregt weltweit grosse Aufmerksamkeit. Seitdem die wirtschaftlichen Reformen in den 80er-Jahren begonnen wurden, haben mehr und mehr internationale finanzielle Institutionen, ausländische Regierungen und Firmen in Wasserkraftprojekte in China investiert oder sich direkt am Bau beteiligt. Bis Ende 1998 hat China insgesamt 11,65 Mrd. US$ von ausländischen Finanzinstituten und Regierungen für die chinesische elektrische Energieindustrie bezogen, wozu die Weltbank 6,65 Mrd. US$ für den Bau von sechs grossen und mittleren Wasserkraftwerken, zehn Kohlekraftwerken und drei Stromübertragungsprojekten beigetragen hat [2]. Die installierte Leistung summiert sich in Höhe von 19,95 GW. Die Asiatische Entwicklungsbank hat mit 1,22 Mrd. US$ für drei grosse und mittlere Wasserkraftwerke, zwei Kohlekraftwerke und ein Stromübertragungsprojekt mit einer gesamten installierten Leistung von 3,337 GW beigetragen. Die japanische Regierung hat 436,91 Mrd. japanische Jen (3,64 Mrd. US$) investiert. Ausserdem wurden 36 Projekte unmittelbar von ausländischen Firmen mit einem Kapital von 2 Mrd. US$ finanziert. Ausländisches Kapital ist eine bedeutende Ergänzung zur Finanzierung des Kraftwerkbaus und spielt eine wichtige Rolle in der Entwicklung der elektrischen Energieerzeugung aus Wasserkraft. Mit der Fortsetzung der wirtschaftlichen Reformen wird die Entwicklung der Wasserkraft in eine neue Ära gehen. Der Bedarf an ausländischen Krediten ist daher sehr hoch. Die chinesische Regierung beabsichtigt, bis zum Jahre 2000 den Anteil der ausländischen Investitionen bis auf 20% an den Gesamtinvestitionen in der chinesischen elektrischen Industrie zu steigern [2]. Zweifellos bleibt China der grösste Markt für den Bau von Wasserkraftwerken für eine lange Zeit in der Welt. Zugleich haben sich zahlreiche ausländische Maschinenbau- und Bauunternehmen unmittelbar am Bau der Wasserkraftprojekte Chinas durch internationale Angebote beteiligt. Das vom Jahre 1984 bis 1988 gebaute Projekt Lubuge in Südchina mit einer installierten Leistung von 600 MW war das erste und der Meilenstein der Baubeteiligung von ausländischen Unternehmen. Die erfolgreiche ausländische Beteiligung hat die chinesische Wasserkraftbauindustrie erheblich beeinflusst. Grosse Reformen und Fortschritte werden dadurch geschaffen.

7. Zusammenfassung

China besitzt das grösste nutzbare Potenzial an Wasserkraft in der Welt. Die Wasserkraft ist demnach unbestreitbar von wirtschaftlicher Bedeutung. Wasserkraftwerke können daher einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Energieproblems des Landes leisten. Seit den 80er-Jahren ist ein beachtlicher Fortschritt des Zubaues von neuen Wasserkraftanlagen erkennbar. Trotzdem werden bislang nur 16% des Gesamtwasserkraftpotenzials erschlossen. Um den steigenden Strombedarf befriedigen zu können, hat die chinesische Regierung die Entwicklung der Wasserkraft in die Liste der vorrangigen Schlüsselindustrien aufgenommen. Sowohl von der energiewirtschaftlichen Bedeutung her als auch im Hinblick auf die damit verbundenen wirtschaftlichen und umweltpolitischen Vorteile ist mit einer weiteren umfangreichen Entwicklung der Wasserkraftnutzung zu rechnen.

Literatur

[1] Baudivision des Ministeriums für Wasserwirtschaft der Volksrepublik China (1998): Die in Bau befindlichen Grossprojekte der Wasserwirtschaft zum Ende des Jahrtausends in China (chinesisch), Wasser und Wasserkraft Verlag, Beijing.

[2] Chinese Society for Hydroelectric Engineering (1995 – 1999): China's Hydropower News Letter.

[3] Chinese Society for Hydroelectric Engineering (1999): He Jing's Beiträge zur Wasserkraftnutzung, Nachrichten der Wasserkraft Chinas (chinesisch), Nr. 2.

[4] Hauptquartier des Büros für Hochwasserschutz und Dürrenentlastung der Volksrepublik China (1997): Katastrophe von Hochwassern und Dürren in China (chinesisch), Wasser und Wasserkraft Verlag, Beijing.

[5] *Rapsch, H.* (1994): Wasserkraftnutzung in Asien, in Aufgaben und Chancen der Wasserkraft, VDI Berichte 1127, 253 – 266.

[6] Redakteurskomitee der Chinesischen Akademie der Wissenschaft (1981): Oberflächenwasser Chinas (chinesisch), Wissenschaft Verlag, Beijing.

[7] *Tong, J. D.* (1998): China's approach to environmentally sound small hydro development, Hydropower & Dams, Issue one, 1998, 67 – 69.

[8] *Wölfel, W.* (1990): Wasserbau in den alten Reichen, Verlag für Bauwesen, Berlin.

[9] *Zhang, J. S.* (1997): Plans for future large scale hydro development in China, Hydropower & Dams, Issue five, 1997, 48 – 50.

[10] *Zhao, S. Q.* (1994): Geography of China, John Wiley & Sons Ltd, New York.

Adresse des Verfassers

Chongjiang Du, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe, Kaiserstrasse 12, D-76128 Karlsruhe.