

# 2

## Neue Energie

### 2.1 Wasserkraft – blaue Energie

Der Rheinfall bei Schaffhausen ist ein eindrucksvolles Beispiel für Energie. Auf seinem langen Weg von der Quelle am Fuße des Vorderrhein-Gletschers in Graubünden durch die Via-Mala-Schlucht und durch den Bodensee hat der Rhein das Wasser aller Nebenflüsse aufgesammelt und ist mächtig angewachsen. Seine Wassermassen stürzen bei Schaffhausen zu Tal.

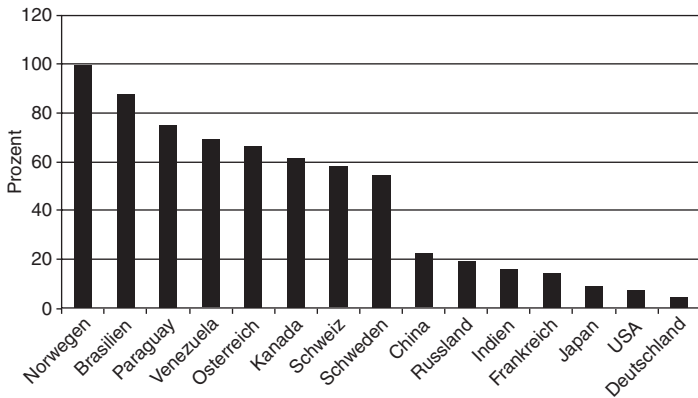
Die potenzielle Energie des Wassers stammt ursprünglich aus der Sonnenenergie. Diese lässt das Meerwasser im äquatornahen Gebiet verdunsten und aufsteigen. Die feuchte Luft fließt dann nach Norden und Süden ab und schlägt sich am Ende als Regen, Hagel oder Schnee nieder. Besonders regen- und schneereich sind die Gebirge, in Europa die Alpen. Der angesammelte Schnee schmilzt im Frühjahr weg, nur in den hochgelegenen Gletschern bleibt er als Eis erhalten.

Seit langer Zeit nutzen die Menschen die Wasserkraft der Flüsse. In den schattigen Flusstälern, wo niemand wohnen wollte, bauten die technisch Begabten ihre Mühlen, zunächst zum Mahlen des Korns. Da jedermann Mehl zum

Brotbacken brauchte, wurden die Müller reich, und populär waren die wandernden Müllerburschen: „Das Wandern ist des Müllers Lust“.

Aber die Wasserkraft nutzte man auch auf andere Weise: In den Flusstälern des Sauerlands und des Schwarzwalds entstanden Schmieden, Drahtziehereien, Schlossereien, Betriebe der Metallbearbeitung aller Art. Auch die Uhrmacher, die kleinste, präzise gearbeitete Metallteile brauchten, siedelten sich dort an. Mit der Erfindung des Generators durch Werner von Siemens Ende des 19. Jahrhunderts begann schließlich eine neue Phase der Wassernutzung. Jetzt wurden entlang der Flüsse kleine Elektrizitätswerke gebaut, die Isar-Amper-Werke, die Vorarlberger Werke oder das Elektrizitätswerk am Rheinfall sind Beispiele. Ergänzt wurden die Laufkraftwerke durch Stauseen, möglichst jeder Kubikmeter Wasser sollte seine Höhenenergie an eine Turbine abgeben, wenn er zu Tale rauschte. Diese Stauseen in den österreichischen und Schweizer Alpen passen in das Landschaftsbild, sie stören nicht. Allerdings stößt heute der Neubau von Stauseen auf Widerstand in der Bevölkerung. Im Tiroler Bergdorf Vent, wo die Tiroler Wasserkraft AG (TiwaG) ein neues Kraftwerk plant, lehnen die Bergbauern das Projekt ab. Auch der Deutsche Alpenverein, dem die Hälfte des zur Überflutung vorgesehenen Landes dort gehört, hat Bedenken dagegen. Bei solchen neuen Projekten muss man mit einer fünf bis zehn Jahre dauernden Diskussion rechnen.

Vor hundert Jahren beim Bau der Stauseen in den deutschen Mittelgebirgen gab es solche Bedenken nicht, weil deren Vorteile unstrittig waren. Im westfälischen Sauerland dienen die Stauseen der Möhnetalsperre, der Edertalsper-



**Abb. 2.1** Anteil der Wasserkraft. (in Prozent des Bedarfs)

re oder der Sorpetalsperre seit ihrem Bau als notwendige Trinkwasserspeicher und gleichzeitig als Speicher für elektrische Energie.

In noch größerem Umfang als die Alpenregion profitiert Norwegen von seinem natürlichen Reichtum. Es verfügt über große Ressourcen von fließendem Wasser, die es zur Stromerzeugung nutzt. So kann das Land 100 Prozent seines Stromverbrauchs aus der Wasserkraft bestreiten, und zusätzlich Strom exportieren. Eine Grafik (Abb. 2.1) illustriert den Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung für einige dieser bevorzugten Länder und für andere Länder, deren Flüsse in der Ebene nicht gestaut werden können.

## Ertrag der Wasserkraft weltweit

Die gesamte elektrische Energie, die weltweit durch Wasserkraft jährlich erzeugt wird, beträgt 2630 Milliarden Kilowattstunden (TWh), also etwa das Dreifache des gesam-

ten deutschen Strombedarfs. Die größten Produzenten sind Kanada mit 331 TWh, Brasilien mit 271 TWh und China mit 257 TWh.

## Der Nil – Ernährer Ägyptens

Eines der bedeutendsten Staudammprojekte entstand in Ägypten. Mithilfe der Sowjetunion baute das Land von 1960 bis 1971 den Assuan-Staudamm. Er liefert eine elektrische Leistung von 1,1 Gigawatt. Allerdings wurden durch den Stausee neben modernen Siedlungen auch die uralten Tempelanlagen von Abu Simbel bedroht. In einer Rettungsaktion der UNESCO konnte der Tempel in den Jahren 1964 bis 1968 an eine höher gelegene Stelle versetzt werden, um ihn vor dem Versinken in den Fluten zu retten. Auch ein anderer Tempel, der Amun-Tempel von Hibis, ist durch das steigende Grundwasser gefährdet, sodass die Regierung ihn jetzt versetzen will. Die Bewohner der vom Stausee überschwemmten Dörfer, ca. 120.000 Menschen vom Stamm der Nubier, mussten umgesiedelt werden. Der Staudamm dient in erster Linie zur Kontrolle der Flut und zur Bewässerung der Uferregion, in der der größte Teil der ägyptischen Bevölkerung lebt. Der Nil führt zwei Drittel seines Wassers in den Monaten August bis Oktober. Diese unregelmäßige Bewässerung wird durch den Damm auf größere Zeiträume verteilt. Da nun der Nilschlamm ausbleibt, der vor dem Dammbau als Dünger für die Felder wirkte, ist der vermehrte Einsatz von Kunstdünger vonnöten.

Es ist nicht verwunderlich, dass Ägypten die gesicherte Wasserzufuhr des Nils zu seinem vitalen nationalen Interesse erklärt hat. Deshalb hat es öfters Konflikte mit den

Oberanliegern des Nils, dem Sudan und Äthiopien, gegeben. Zur Schlichtung dieser Konflikte wurden Verträge geschlossen. Sie konnten allerdings nicht verhindern, dass die Spannungen anhalten. Im Jahr 1979 drohte der ehemalige ägyptische Präsident Anwar el Sadat: „Falls Äthiopien irgendetwas unternimmt, um unsere Rechte am Nilwasser einzuschränken, wird es für uns keine Alternative zur Anwendung von Gewalt geben.“ Acht Jahre später erklärte der damalige Außenminister und spätere UN-Generalsekretär Boutros Boutros-Ghali, der nächste Krieg in der Region werde ums Wasser geführt werden.

Da Äthiopien bisher nur einen sehr geringen Anteil des Nilwassers für sich abgezweigt hat, erhebt es jetzt den Anspruch, seinen Anteil zur landwirtschaftlichen Bewässerung zu erhöhen. Andererseits hatten sich die beiden Untieranlieger schon 1959 auf eine Aufteilung zu 75 Prozent für Ägypten und 25 Prozent für den Sudan geeinigt. Der äthiopische Außenminister erklärte zu diesem Problem im Jahr 1998: „Keine irdische Macht kann Äthiopien davon abhalten, aus dem Nilwasser Nutzen zu ziehen.“ Doch Ägypten beharrt auf seinen historisch gewachsenen Ansprüchen.

## **Versöhnung durch Wasserkraft – das Itaipu-Projekt**

Friedlich und erfolgreich wurde ein wesentlich größeres Projekt mit politischer Bedeutung in Südamerika verwirklicht. Am 26. April 1973 trafen die Regierungsspitzen der ehemals verfeindeten Länder Brasilien und Paraguay zusammen, um ein Abkommen zur gemeinsamen Nutzung der Wasserkraft des Paraná-Flusses abzuschließen. Der Fluss

bildete in der Nähe der Grenze beider Länder einen riesigen Wasserfall, der nun gemeinsam von der binationalen ITAIPU-Gesellschaft zur Stromerzeugung genutzt werden sollte. Es musste eine Staumauer von 7,6 Kilometern Länge und einer Höhe von 225 Metern gebaut werden, um einen See von 170 Kilometern Länge und einer Fläche von 6900 Quadratkilometern aufzustauen. Dies ist die zwölffache Fläche des zweitgrößten europäischen Binnensees, des Bodensees; der Staudamm ist höher als das Ulmer Münster mit dem höchsten Kirchturm der Erde.

30.000 Arbeiter bauten zunächst einen zwei Kilometer langen Umgehungskanal für den Fluss, um dann im trockenen Flussbett die Staumauer zu errichten. Millionen Tonnen Stahl und Beton wurden verbaut, bis nach 16 Jahren Bauzeit und Kosten von 20 Milliarden Dollar im Jahr 1991 das Bauwerk fertiggestellt und eingeweiht werden konnte (Abb. 2.2). Die 20 Turbinen (Abb. 2.3) erzeugen heute



**Abb. 2.2** Itaipu-Staudamm zwischen Paraguay und Brasilien



**Abb. 2.3** Itaipu-Fallrohre und Turbinen

kontinuierlich jeweils 715 Megawatt, zusammen 14 Gigawatt elektrischer Leistung. Das Kraftwerk liefert 75 Prozent des Bedarfs an elektrischer Energie von Paraguay und 20 Prozent des Bedarfs von Brasilien. Zusammen mit der Leistung anderer Wasserkraftwerke kann Paraguay seinen gesamten Strombedarf aus Wasserkraft decken, Brasilien über 80 Prozent seines Bedarfs. Der Damm vermeidet in jedem Betriebsjahr die Emission von 100 Millionen Tonnen Kohlendioxid, die durch entsprechend leistungsfähige Kohlekraftwerke erzeugt würden.

## Die drei Schluchten des Yangtse

Am 20. Mai 2006 wurde der letzte Beton in den Drei-Schluchten-Damm gegossen. Das gewaltigste Staudamm-

projekt in China übersteigt sogar die Dimension des Itaipu-Dammes. Eine Million Chinesen wurden umgesiedelt, um die Aufstauung des Yangtzes an einer Stelle zu ermöglichen, an der er sich durch die drei Schluchten eines Bergmassivs zwängt. Die Länge des Staudamms ist hier 2,3 Kilometer, die Fläche des Sees wird nach der Fertigstellung 6900 Quadratkilometer, seine Länge 600 Kilometer betragen. Diese Fläche entspricht zehnmal der des Genfer Sees. Die Masse des ausgehobenen Materials an Stein und Erde übertrifft mit 100 Millionen Tonnen die Masse der chinesischen Mauer. Der Damm wurde im Mai 2006 fertiggestellt. Das Kraftwerk wird im Endausbau eine elektrische Leistung von 18,2 Gigawatt liefern, dies entspricht etwa 15 Kernkraftwerken heutiger Bauart. Der Damm soll neben der Stromerzeugung auch einen anderen Vorteil bringen: Die Regelung des Durchflusses erlaubt eine Kontrolle der Wassermenge des Yangtse. In früheren Zeiten führten die jahreszeitlichen Schwankungen der Wassermenge oft zu katastrophalen Überschwemmungen im Flachland, die viele Menschen das Leben kosteten.

Allerdings hat dieser Bau auch für eine Million Chinesen schwere Nachteile gebracht. Sie haben ihr Land verloren, und die Entschädigung oder ein Ersatz lassen auf sich warten.

China will auf dem Weg der Erschließung seiner Wasserkraftreserven weitergehen. Im Mai 2006 gab die Regierung bekannt, dass sie in den nächsten 20 Jahren 100 neue Wasserkraftwerke bauen will. An einem der Nebenflüsse des Yangtse, dem Goldsandfluss, sollen zwölf Dämme gebaut werden, die zusammen die dreifache elektrische Leistung des Drei-Schluchten-Damms liefern sollen.

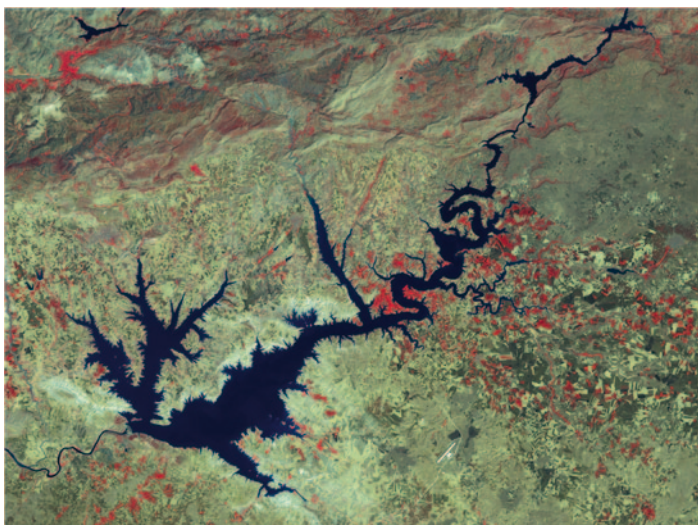


## **Stausee als politisches Druckmittel – der Atatürk-Staudamm**

Das Zweistromland Mesopotamien, in dem die erste Hochkultur der Menschheit entstanden war, konnte seine blühende Landwirtschaft mit künstlicher Bewässerung aus Euphrat und Tigris speisen. Deren Wasser war eine der Grundlagen der babylonischen Zivilisation.

Beide Flüsse entspringen im ostanatolischen Hochland, das heute zur Türkei gehört. Die karge und arme Gegend ist Siedlungsgebiet der kurdischen Minderheit. Die türkische Regierung plant, mit einem großen regionalen Entwicklungsprojekt (Güney Anadolu Projesi, GAP) das gesamte Wasser des Euphrat und Tigris mit 22 Staudämmen und 19 Wasserkraftwerken zu kontrollieren. Seit 1980 wird daran gebaut, um das Wasser der beiden Flüsse für die wirtschaftliche Nutzung zu erschließen. Damit soll eine Fläche von 75.000 Quadratkilometern bewässert und landwirtschaftlich genutzt werden, die etwa der Fläche von Belgien und der Niederlande zusammen entspricht. Dadurch soll Südostanatolien zum Gemüsegarten des Nahen Ostens werden.

Der größte der 22 Staudämme ist der Atatürk-Staudamm am Euphrat. Er entzieht über einen Tunnel dem Euphrat 330 Kubikmeter Wasser pro Sekunde, also fast die Hälfte seines Wassers. Der Stausee bedeckt eine Fläche von 817 Quadratkilometern – dies entspricht etwa der doppelten Fläche des Bodensees (Abb. 2.4). 1992 wurde der Damm eingeweiht und im Jahr 2005 das Kraftwerk fertiggestellt. Das gesamte GAP-Projekt wurde ohne die Zustimmung der beiden stromabwärts liegenden Staaten Syrien und Irak verwirklicht. Es soll der Türkei nicht nur Wohlstand und „Entwicklung“ bringen, sondern auch der inne-



**Abb. 2.4** Atatürk-Stausee in Südostanatolien

ren Befriedung und Kontrolle der großenteils von Kurden bewohnten Region dienen. Allerdings hat es gravierende Nachteile für die Untertanlieger: Für sie wird das zufließende Wasser nicht nur knapper – die nach Syrien und Irak abfließende Wassermenge wird sich um ca. 60 Prozent verringern –, sondern auch qualitativ schlechter. Dazu tragen einerseits die Industrieabwässer auf türkischem Gebiet bei. Andererseits steigen der Salzgehalt und die Pestizidbelastung des Euphrats, weil das Wasser schon in der Türkei landwirtschaftlich genutzt wird.

Irak und Syrien, deren Landwirtschaft und Stromversorgung in hohem Maße von Euphrat und Tigris abhängen (Syrien hängt zu 90 Prozent vom Euphratwasser ab), ver-

Risiko Energiewende

Wege aus der Sackgasse

Kleinknecht, K.

2015, XIII, 251 S. 27 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-662-46887-6