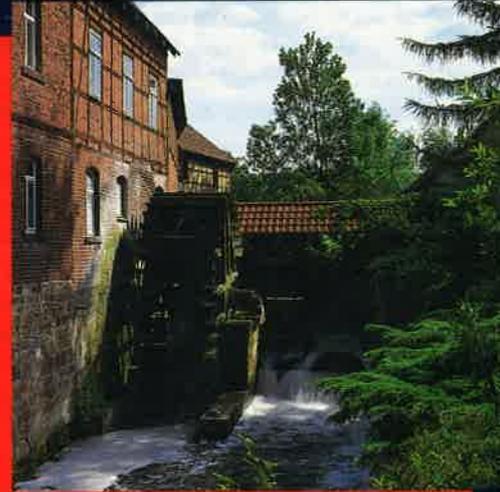
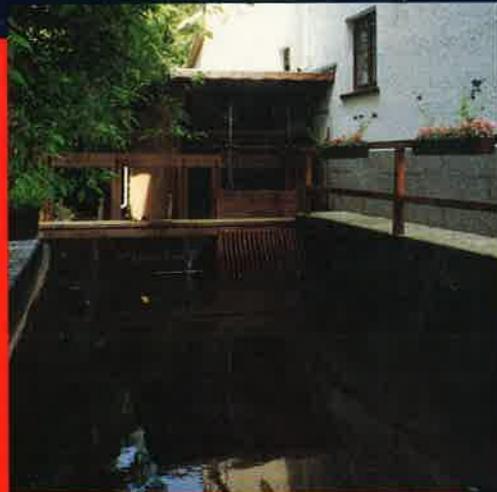
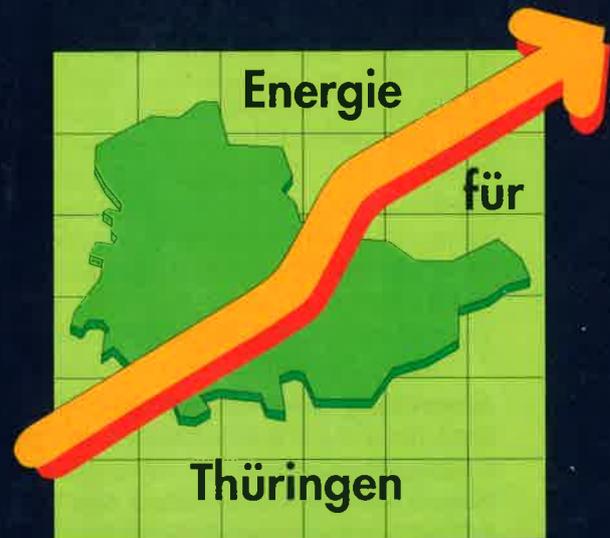


WASSERKRAFTPOTENTIALSTUDIE DES LANDES THÜRINGEN



Impressum

Herausgeber:

Thüringer Ministerium für Wirtschaft und Verkehr

Johann-Sebastian-Bach-Straße 1

99096 Erfurt

Bundesrepublik Deutschland

Telefon: 03 61/427-85 09, Fax: 03 61/427-85 00

Auftragnehmer:

Vereinigte Energiewerke AG

Institut für Energieversorgung

Zeunerstraße 83a

01069 Dresden

Bearbeiter:

Dr.-Ing. Detlef Schneider

Dipl.-Ing. Hartwig Otto

Dr.-Ing. Frank Göbel

Druck:

Verlag und Druckerei Fortschritt Erfurt GmbH

Johannesstraße 161

99084 Erfurt

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Anmerkung zur Verwendung!

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Thüringer Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen.

Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Vorwort



Noch bevor jemand an Dampfmaschinen, Verbrennungsmotoren oder überhaupt an Elektrizitätsversorgung dachte, war es die Energie der Wasserkraft, die neben der von Tieren eine wesentliche Rolle bei der Energieversorgung spielte. Viele Gewerbetreibende waren zu der damaligen Zeit auf die Wasserkraft als die einzige verfügbare kontinuierliche Antriebsenergie angewiesen.

Die Nutzung von Wasserkraft stellt deshalb seit vielen Jahrhunderten eine wichtige Möglichkeit zur Erzeugung von mechanischer Energie dar. Heute wird die Wasserkraft überwiegend zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt. Der Grundstein für den Beginn der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland wurde praktisch durch die Stromerzeugung in kleinen Wasserkraftanlagen gelegt. Etwa seit Anfang des 20. Jahrhunderts ist die energetische Nutzung der Wasserkräfte an großen Flüssen kontinuierlich ausgebaut worden, was durch eine sich fortentwickelnde Technik begünstigt wurde. Damit war eine wesentliche Voraussetzung für die Erzeugung von kostengünstiger elektrischer Energie geschaffen.

Zwar ist infolge des rapiden Anstiegs des Energieverbrauches die relative Bedeutung der energetischen Nutzung von Wasserkraft seitdem fast bis zur Bedeutungslosigkeit zurückgegangen. Doch die zunehmende Beachtung der ökologischen Effekte bei der Erzeugung und Umwandlung elektrischer Energie hat der Wasserkraft nun schon seit einigen Jahren wieder zu mehr politischer Akzeptanz und gesellschaftlicher Aufmerksamkeit verholfen. In enger Verbindung damit ist auch die Reaktivierung vieler kleiner Wasserkraftanlagen zu sehen, die in den letzten Jahrzehnten stillgelegt worden sind.

Das Thüringer Ministerium für Wirtschaft und Verkehr hat deshalb vor dem Hintergrund wenig aussagefähiger Unterlagen über die im Lande vorhandenen Wasserkraftanlagen und -potentiale Ende 1991 eine Studie in Auftrag gegeben, von der man grundsätzliche Hinweise zur künftigen energetischen Nutzung der Wasserkraft in Thüringen erwartete.

Wichtigstes Ergebnis dieser Studie war, daß in Thüringen das Potential an energetisch nutzbarer Wasserkraft offenkundig weitaus höher ist, als man dies ursprünglich erwartet hatte. In der Studie werden nahezu 300 vorhandene und noch ausbaubare Wasserkraftwerke dargestellt. Auf die derzeit genutzten Wasserkraftanlagen entfällt eine Leistung von 12,3 MW. Diese Leistung ließe sich durch die Reaktivierung ehemals vorhandener Wasserkraftanlagen auf ca. 35 MW ausbauen. Bei Optimierung der derzeit genutzten und der reaktivierten Wasserkraftanlagen wäre sogar ein mittleres Leistungspotential von rd. 52 MW realisierbar. Rechnet man hierzu noch den für möglich gehaltenen Zubau von über 11 MW, ergäbe sich für Thüringen ein Gesamtleistungspotential von über 60 MW für Laufwasserkräfte.

Bei diesen Zahlen muß aber zumindest einschränkend darauf hingewiesen werden, daß die energetische Nutzung der Wasserkraft in der ehemaligen DDR so gut wie keine Rolle gespielt hat. Insofern ist das vorliegende Datenmaterial sicher unter dem Vorbehalt partieller Korrekturen zu werten. Dennoch hat das Thüringer Ministerium für Wirtschaft und Verkehr die Ergebnisse der Studie mit Interesse zur Kenntnis genommen.

Gleichzeitig hat man sich aber gemeinsam mit dem Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung dafür entschieden, eine Detailstudie für die in Thüringen energetisch nutzbaren Wasserkraftpotentiale erstellen zu lassen, um letztendlich zuverlässiges Datenmaterial zu erhalten.

Es wird davon ausgegangen, daß die Ermittlung und Zusammenstellung der Einzeldaten im Frühjahr 1994 abgeschlossen werden kann.

Unabhängig hiervon wird das Thüringer Wirtschaftsministerium der energetischen Nutzung und Reaktivierung von Wasserkraftanlagen weiterhin einen gebührenden Stellenwert einräumen. Das bedeutet: Fortsetzung der im Jahre 1991 begonnenen finanziellen Förderung des wirtschaftlich sinnvollen Ausbaus und der Reaktivierung von kleinen Wasserkraftanlagen. So sind allein im Jahre 1992 für den Bereich der Wasserkraftnutzung in Thüringen Zuschüsse in Höhe von fast 1,4 Mio DM bewilligt worden, die den Anstoß zur Reaktivierung von 24 Kleinwasserkraftanlagen an früher genutzten Standorten gegeben haben.

A handwritten signature in cursive script that reads "Jürgen Bohn".

DR. JÜRGEN BOHN

Minister für Wirtschaft und Verkehr

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	3
Die Technik der Wasserkraftnutzung	4
Abschätzung bzw. Berechnung nutzbarer Potentiale	4
Maschinentechnik	5
<i>Francisturbine</i>	5
<i>Kaplanturbine</i>	5
<i>Rohrturbine</i>	5
<i>Durchströmturbine</i>	6
<i>Generatoren</i>	6
Vorbereitung und Bauablauf	6
<i>Reaktivierung</i>	6
<i>Neubau</i>	7
<i>Umwelt- und Naturschutz</i>	7
Anbindung an das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung	8
Die Wasserkräfte des Bundeslandes Thüringen	8
Die Laufwasserkräfte	8
Talsperren	9
Pumpspeicherkraftwerke	10
Einschätzung der Jahresarbeit	10
Ausgewählte Beispiele für den Ausbau der Wasserkräfte im Bundesland Thüringen	11
Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	12
Einspeisung einer privaten Wasserkraftanlage in das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung	12
Eine private Wasserkraftanlage für die Inselversorgung eines gewerblichen Abnehmers ohne Anbindung an das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung	13
Vorschläge zum weiteren Vorgehen	14
<i>Anhang I: Übersicht Laufwasserkraftwerke</i>	
<i>Anhang II: Übersicht Talsperrenkraftwerke</i>	
<i>Anhang III: Übersicht Pumpspeicherkraftwerke</i>	

Vorbemerkungen

Die Umwandlung von Wasserkraft in elektrische Energie ist in

- Laufwasserkraftwerken (Nutzung der kinetischen Energie von Flüssen)
- Talsperrenspeicherkraftwerken (Nutzung der potentiellen Energie eines Wasserreservoirs)
- Pumpspeicherkraftwerken (Lastausgleich in großen Stromverbundsystemen) möglich.

Die Wasserkraftnutzung wird von

- der verfügbaren Wassermenge und deren jahreszeitlicher Nivellierung,
- den topografischen Gegebenheiten (nutzbare Gefällhöhen, Schaffung von Stauräumen),
- ökologischen Gesichtspunkten (Überflutung von Land, Landesgestaltung, Schaffung neuer Erholungsräume)

entscheidend beeinflußt.

Allgemein sind Niederschlagsmengen, Wasserführung der Flüsse und die topografischen Gegebenheiten in Deutschland für eine energiewirtschaftlich bedeutende Wasserkraftnutzung nicht gegeben.

Dennoch stellt die emissionsfrei erzeugte Elektrizität in dezentralen Kleinwasserkraftanlagen eine sinnvolle Ergänzung zur konventionellen Stromerzeugung dar.

In der vorliegenden Studie soll das ausbaubare Wasserkraftpotential des Landes Thüringen einer ersten Wertung unterzogen werden.

Die Technik der Wasserkraftnutzung

Abschätzung bzw. Berechnung nutzbarer Potentiale

Die hydraulische Leistung einer Wasserkraftanlage wird nach der Gleichung

$$P_{\text{hyd}} = \rho \cdot g \cdot \dot{m} \cdot h_N$$

berechnet, mit

ρ – Dichte der Flüssigkeit

\dot{m} – Durchflußmenge

h_N – Netto-Nutzfallhöhe

g – Erdbeschleunigung.

Setzt man die Größen

ρ – 1000 kg/m³

g – 9,81 m/s²

\dot{m} – m³/g

h_N – m

ein und berücksichtigt einen Wirkungsgrad für hydraulische und mechanische Verluste von $\eta = 0,8$ so folgt als Überschlagsformel für die Berechnung der elektrischen Leistung

$$P_{\text{el}} \approx 8 \cdot \dot{m} \cdot h_N$$

Neben der Bestimmung der elektrischen Leistung, dem Kriterium für die Dimensionierung der maschinentechnischen Ausrüstung (Turbinen, Generator), ist die erzeugbare elektrische Arbeit entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Wasserkraftanlage. Dazu ist die Ermittlung des nutzbaren Wasserdargebotes oder die Abflußdauerlinie das eigentliche Instrumentarium.

Die (nutzbare) energieäquivalente Fläche wird durch die Minstdurchflußmenge (10%) und die Nenndurchflußmenge begrenzt. Größere Abflußmengen (Hochwasser) müssen über den Überlauf abgeleitet werden und stehen für die energetische Nutzung nicht zur Verfügung.

Die Vollaststunden einer Wasserkraftanlage sind standortbedingten Schwankungen unterworfen, die von der Regulierung des Flusses abhängen.

Einige Beispiele mögen dies verdeutlichen:

Tabelle 1: Gegenüberstellung ausgewählter Wasserkraftpotentiale der BRD – 1989

Wasserkraftwerke	Elektrische Leistung	Energie	Vollaststunden
	P_{el} [MW]	[MWh/a]	[h/a]
der Isaramperwerke	33,0	200000	6000
am Neckar	115,3	600000	5200
Untere Mainmühle ¹⁾	0,9	6500	7100
Gesamtzahl der Anlagen: 6303			
Gesamte Wasserkraftnutzung	4513,0	17564000	3892

¹⁾ Regelarbeitsvermögen

Maschinentechnik

Die folgenden Ausführungen sollen nur einige prinzipielle Grundregeln vermitteln. Die maschinentechnische Ausrüstung einer Kleinwasserkraftanlage muß immer standortkonkret ermittelt werden.

Francisturbine

Die Francisturbine gehört zu den ältesten Turbinenarten und wurde häufig in Kleinwasserkraftwerken eingesetzt. Der Einsatzbereich liegt bei geringen bis mittleren Fallhöhen

$$5 \text{ m} \leq h_N \leq 200 \text{ m (500 m)}$$

und großen Wassermengen

$$2 \text{ m}^3/\text{s} < \dot{m} < 1000 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sie wird mit horizontaler und vertikaler Welle eingesetzt.

Die Francisturbine hat einen feststehenden Leitapparat mit verstellbaren Leit-schaufeln, aber feststehende Laufschaufeln des innenliegenden Laufrades. Die Wasserführung erfolgt radial durch den Leitapparat in das Laufrad.

Das Teillastverhalten ist wegen der starren Laufschaufeln schlecht. Deshalb sind Francisturbinen bei stark schwankenden Abflüssen ungeeignet.

Kaplanturbine

Die Kaplanturbine ist eine Flügelradturbine, deren Laufrad sich ähnlich einer Schiffsschraube im Wasserstrom dreht. Sie ist durch einen freistehenden Leitapparat mit verstellbaren Laufschaufeln und einem Laufrad mit festen Laufschaufeln (alte Bauart) oder ebenfalls verstellbaren Laufschaufeln gekennzeichnet. Der Einsatzbereich liegt bei geringen Fallhöhen

$$2 \text{ m} \leq h_N \leq 70 \text{ m}$$

und großen Wassermengen

$$5 \text{ m}^3/\text{s} < \dot{m} < 1000 \text{ m}^3/\text{s}$$

Die Kaplanturbine wird mit vertikaler Welle eingesetzt. Das Teillastverhalten alter Kaplanturbinen mit festen Laufschaufeln ist schlecht; bei neueren Kaplanturbinen mit verstellbaren Laufschaufeln hingegen gut. Bei Rekonstruktionen sollten daher wegen besserer Energieausbeute alte Turbinen durch neue ersetzt werden.

Rohrturbine

Die Rohrturbine ist eine horizontale Kaplanturbine mit einer besonders platzsparenden Konstruktion. Sie ist für extrem kleine Fallhöhen

$$2 \text{ m} \leq h_N \leq 20 \text{ m}$$

und kleine bis hohe Durchsätze

$$3 \text{ m}^3/\text{s} \leq \dot{m} \leq 1000 \text{ m}^3/\text{s}$$

bestens geeignet. Das Teillastverhalten ist gut.

Durchströmturbine

Die Durchströmturbine ist durch einen einfachen und robusten Aufbau gekennzeichnet und besitzt eine kostengünstige Konstruktion.

Das walzenförmige Laufrad ist mit gekrümmten Schaufeln bestückt, der Leitapparat mit verstellbarer Zungendüse ausgerüstet. Sie ist geeignet für kleinste bis mittlere Fallhöhen

$$1 \text{ m(!)} \leq h_N \leq 200 \text{ m}$$

und kleinste bis kleine Durchsätze

$$0,02 \text{ m}^3/\text{s} \leq \dot{m} \leq 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Durch den zweigeteilten, absperrbaren Leitapparat (im Verhältnis 2:1) wird ein gutes Teillastverhalten erreicht. Diese Turbine ist für Kleinst- und Kleinwasserkraftwerke sehr gut geeignet und zur Nachrüstung zu empfehlen.

Generatoren

Die Umwandlung von kinetischer in elektrische Energie erfolgt mit Generatoren. Für kleine und für in Privatbesitz befindliche Wasserkraftanlagen werden die kostengünstigeren, robusten und kaum Wartungsaufwand erfordernden Asynchrongeneratoren empfohlen.

Synchrongeneratoren können für Wasserkraftwerke sinnvoll sein, die sich im Besitz von Elektrizitätsversorgungsunternehmen befinden, denn im Teillastbetrieb kann auch eine Blindleistungserzeugung für das öffentliche Netz sinnvoll sein. Diesbezügliche Abschätzungen sind aber ebenfalls standortkonkret vorzunehmen.

Vorbereitung und Bauablauf

Reaktivierung

Die Investitionskosten für die Reaktivierung von Wasserkraftanlagen, die sich noch in gutem baulichen Zustand befinden, können mit einem Viertel bis einem Drittel der Kosten für den Neubau derartiger Anlagen veranschlagt werden. Eine systematische Reaktivierung technisch überalterter bzw. stillgelegter Anlagen ist daher die wirtschaftlich sinnvollste Möglichkeit zur Neuerschließung von Wasserkraftpotentialen.

Wesentliche Reaktivierungsmaßnahmen sind in der Regel:

- Einbau neuer Wehre und Rechen,
- Neufassung, Beräumung und Säuberung des Staubeckens,
- Neubefestigung bzw. Säuberung der Zulaufkanäle,
- Rekonstruktion des Turbinenschachtes (entsprechend der vorgesehenen neuen Turbine),
- Neugestaltung des Hochwasserschutzes,
- Erneuern der Stahlkonstruktionen (z. B. Treppen, Gitterrostebenen, Abstützungen),
- Neumontage der maschinentechnischen Ausrüstungen (Turbinen mit Saugrohr, Generatoren),
- Neubau der elektrischen Anlage,
- Neuinstallation einer leistungsfähigen Meß-, Steuer und Regelungstechnik.

Neubau

Der Neubau einer Wasserkraftanlage erfordert nach der eigentlichen Vorplanungsstudie ein aufwendiges Genehmigungsverfahren, in dem vor allem die ökologischen Aspekte wie

- Beherrschung der wasserwirtschaftlichen Probleme, wie Hydrologie, Hydraulik, Grundwasserschutz, Hochwasserschutz;
- Lösung aller Umweltfragen, d. h. harmonische Einpassung am Standort, behutsame (nur unumgängliche) Landschaftseingriffe, sozioökologische Konsequenzen (Erholungswert|u. ä.);
- Lösung aller baulich relevanten Grundlagen durch Einbeziehung der spezifischen geologischen Situation, unumgänglicher Baumaßnahmen, Eingriffe in die Infrastruktur;
- energetische Dimensionierung, also installierte Leistung, Jahresarbeit, Anbindung an das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung;
- Rentabilitätsrechnungen, d. h. Kostenprognosen, Finanzierungspläne, Inbetriebnahmetermine.

Die Hauptkomplexe der Ausführungsplanung sind:

- Wehranlage und Stauhaltung,
- Krafthaus einschließlich Wasserein- und -ausleitung,
- maschinelle Ausrüstungs-, Meß-, Automatisierungs- und Sicherheitstechnik,
- starkstromtechnische Anlagen.

Der Bauablauf ist gekennzeichnet durch:

- flußregulierende Maßnahmen während der Bauphase,
- Rohbauarbeiten,
- Stahlwasserbau,
- Maschinenmontage,
- Installation der Automatisierungs- und Elektrotechnik,
- Inbetriebnahme und Probetrieb.

Umwelt- und Naturschutz

Der Bau von Laufwasserkraftwerken kann mit der Auflage verbunden werden, Flußläufe in bestimmten Abschnitten schiffbar zu gestalten was z. B. für den Unterlauf der Saale denkbar wäre. Ein Eingriff in das Landschaftsbild – etwa in den natürlichen Selbstreinigungsprozeß des Flusses durch verringerte Fließgeschwindigkeit – muß durch andere Maßnahmen kompensiert werden.

In bestimmten Regionen (z. B. im Werratal) kann sich sogar die Notwendigkeit von Flußkraftwerken allein zum Zweck der Erosionsminderung ergeben. Qualitätserhöhende Effekte eines Flußwasserkraftwerkes können außerdem sein:

- positive Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt,
- größere Reinheit des Flusses durch vom Rechen aufgehaltenes Treibgut,
- Erholungseffekte für Bootsfahrer und Angler,
- Schaffung von Lebensraum für Wasservögel und Fische,
- Einbindung als positiver städtebaulicher Aspekt.

Darüber hinaus sollte nicht unwähnt bleiben, daß mit jeder in einem Wasserkraftwerk emissionsfrei erzeugten Kilowattstunde Strom ein Beitrag zur CO₂-Minderung und zur Begrenzung der globalen Klimaveränderungen geleistet wird.

Anbindung an das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung

Die Einspeisung der elektrischen Energie wird durch

- die installierte elektrische Leistung der Wasserkraftanlage und
- die Konfiguration des elektrischen Netzes (Leitungsquerschnitte, Spannungsebene) maßgeblich bestimmt.

Neben der richtigen Auswahl und Dimensionierung der Netzanbindung sind häufig mit dem Elektrizitätsversorgungsunternehmen weitere wichtige technische Details abzustimmen, wie:

- Auswahl der Relais- und Schutztechnik,
- Neugestaltung des elektrischen Netzes,
- Neuberechnung der Kurzschlußströme mit eventueller Verstärkung des elektrischen Netzes, was insbesondere für Wasserkraftanlagen mit größerer Leistung gilt.

Die Wasserkräfte des Bundeslandes Thüringen

Die Wasserkräfte des Bundeslandes Thüringen werden an

- Staustufen von Flüssen und Bächen,
- Talsperren und Rückhaltebecken

durch

- Wasserkraftwerke,
- Mühlen und
- Pumpspeicherkraftwerke genutzt.

In der Studie wurden ca. 300 vorhandene oder noch ausbaubare Wasserkraftwerke mit den Hauptparametern dargestellt (Anhang).

Infolge von Bebauung, der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung der Flußufer und wegen der Berücksichtigung der Belange von Landschafts- und Umweltschutz fehlt heute häufig für den Neubau von Staustufen und für die Erhöhung von Stauraumkapazität die nötige Akzeptanz in der Öffentlichkeit. Eine Vergrößerung des genutzten Wasserkraftpotentials ist deshalb vorwiegend durch den effizienten Einsatz der zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten gegeben. Dennoch wird im Anhang auch auf ausbaubare Wasserkraftpotentiale hingewiesen.

Mit der Vergabe des Wasserrechts sollte sich das Bundesland Thüringen rechtliche Rahmenbedingungen schaffen, die eine optimale Nutzung des Wasserkraftpotentials vorschreiben.

Die Laufwasserkräfte

Die Niederschläge im Bundesland Thüringen, die sich nicht in Pflanzenwachstum umsetzen oder zur Auffüllung des Grundwasserreservoirs dienen, fließen über Saale, Unstrut und Weiße Elster zur Elbe, über Werra und Leine zur Weser bzw. über Steinach und Rotach zum Main.

Der größte Vorfluter des Bundeslandes Thüringen ist die Saale, mit ihren größeren Nebenflüssen Wettera, Wisenta, Schwarza, Orla, Roda, Ilm; es folgt die Unstrut mit ihren Nebenflüssen Salza, Gera, Helbe, Wipper und Helme; die Werra mit ihren Nebenflüssen Schleuse, Hasel, Herpf, Schmalkalde, Truse, Felda und Hörsel sowie die Weiße Elster mit ihren Nebenflüssen Göltzsch, Weida, Rauda und Wetha.

Das nutzbare Wasserkraftpotential der Flüsse und Bäche wurde für 275 Standorte (Anhang I) nach Leistung, Durchflußmenge und Fallhöhe ermittelt.

Die aus älteren Unterlagen bekannten etwa 820 Mühlenstandorte wurden mit einer mittleren Leistung von etwa 10 MW bewertet. Eine gesonderte Analyse dieser Standorte ist wenig zweckmäßig, da zum einen die Leistung relativ unbedeutend ist und außerdem höchstens ein Viertel davon aufbauwürdig erscheint.

Eine Zusammenfassung der in Anhang I dargestellten Wasserkraftwerksstandorte, geordnet nach Hauptabflüssen, zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Laufwasserkräfte

Wasserkraftwerke im Abflußgebiet des Flusses	Leistungen der WKW in kW			
	zur Zeit vorhanden	ehemals vorhanden	bei Optimierung möglich	Zubau möglich
Saale	11971	17097	22617	5860
Unstrut	192	2696	2864	350
Werra	84	6480	11298	2535
Weißer Elster	90	8652	15173	2635
Main	–	94	94	–
Gesamt	12337	35019	52046	11380
Wassermühlen	–	8200	2050	–

Grundlage der ermittelten Werte in Anhang I bzw. Tabelle 2 sind die mittleren Abflüsse der jeweiligen Gewässer und die entsprechenden mittleren Fallhöhen der Staustufen. In der Praxis tritt aber häufig der Fall ein, daß die Ober- und Unterwasserkanäle, die zur Fallhöhenvergrößerung parallel zum Wasserlauf geführt werden, nicht nach den Durchflußkapazitäten der natürlichen Wasserläufe dimensioniert sind.

Außerdem ist die Wasserkraftanlage häufig nicht optimal auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten des Betreibers ausgerichtet.

An dieser Stelle muß deshalb darauf hingewiesen werden, daß im Sinne einer möglichst optimalen Nutzung der Wasserkraftpotentiale in Thüringen ein wesentliches Kriterium zur Bewilligung von Landesfördermitteln für den Bau von Wasserkraftanlagen die Bereitschaft des Investors zum optimalen Ausbau des nachgewiesenen Potentials sein sollte.

Die Werte von Spalte 3 der Tabelle 2 („bei Optimierung möglich“) sollten daher um 10 % reduziert werden.

Talsperren

Von den 29 thüringischen Talsperren und Rückhaltebecken kommen nur etwa fünf für die Gewinnung von Elektrizität aus Wasserkraft in Betracht. Die theoretisch möglichen Ausbauleistungen, die an den verbleibenden 24 Talsperren gewonnen werden könnten, sind hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses indiskutabel.

Tabelle 3 zeigt die Zusammenfassung der in Anhang II untersuchten Talsperren.

Tabelle 3: Wasserkräfte von Talsperren

Talsperren	Leistungen in kW			
	zur Zeit vorhanden	ehemals vorhanden	bei Optimierung möglich	Zubau möglich
Talsperren	–	1409	70	1252

Pumpspeicherkraftwerke

Pumpspeicherkraftwerke sind keine Anlagen zur Nutzung der natürlich vorhandenen Wasserkräfte im eigentlichen Sinne. Sie stellen vielmehr durch topografische Gegebenheiten begünstigte Speicher von Energie dar, die in dem heutigen Verbundsystem der Elektrizitätsversorgung und der geforderten Versorgungssicherheit dringend benötigt werden. Die Erfassung der Pumpspeicherkraftwerkskapazitäten erfolgt in dieser Studie der Vollständigkeit halber.

Die im Bundesland Thüringen ausgebauten Pumpspeicherkapazitäten, die ehemals geplant und von den topografischen Gegebenheiten her ausgewählten günstigen Standorte sind in Anhang III dargestellt.

Die Zusammenfassung zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Leistungen der Pumpspeicherkraftwerke

	Leistungen in kW			
	zur Zeit vorhanden	ehemals vorhanden	bei Optimierung möglich	Zubau möglich
Pumpspeicher- kraftwerke	541 600	-	-	1 060 000

Die künftige wirtschaftliche Entwicklung wird zeigen, in welchem Umfang über die geplante Leistungskapazität des Pumpspeicherwerkes Goldisthal hinaus weitere Speicherkapazitäten benötigt werden. Entscheidende Parameter hierfür sind die Stromverbrauchsentwicklung und die starke tageszeitliche Nivellierung des Strombedarfs.

Einschätzung der Jahresarbeit

Das nutzbare Wasserkraftpotential des Bundeslandes Thüringen erreicht entsprechend den in den Anhängen I und II dargestellten Erhebungen eine Ausbauleistung, die mit

$$P_{el} \approx 63 \text{ MW}$$

berechnet wurde. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Wasserkraftleistungen

	Leistungen in kW			
	zur Zeit vorhanden	ehemals vorhanden	bei Optimierung möglich	Zubau möglich
Wasserkraftwerke				
Laufwasserkraftwerke	12 337	35 019	48 500	11 380
Mühlen	-	8200	2050	-
Talsperren	-	1409	70	1100
Gesamt	12 337	44 628	50 620	12 480

Da in den mittleren Abflußwerten sowohl die kurzzeitigen, sehr hohen (energetisch nicht nutzbaren) aber auch die niedrigen Abflüsse enthalten sind, werden erfahrungsgemäß zur Berechnung der möglichen Jahresarbeit 6480 Vollaststunden (9 Monate) angesetzt, d. h.

$$E = 63 \text{ MW} \cdot 6480 \text{ h} = 408 \text{ GWh}$$

Ausgewählte Beispiele für den Ausbau der Wasserkräfte im Bundesland Thüringen

Es wurden alte und neue Standorte an Flüssen und Talsperren kurz beschrieben, die als typisch für die Rekonstruktion oder den Neubau von großen und kleinen Wasserkraftwerken (WKW) angesehen werden können. Diese WKW sollten als Beispiel und Anregung für die Reaktivierung oder den Neubau weiterer WKW dienen und deshalb eine ideelle und materielle Förderung finden.

Außerdem wurde auf die Möglichkeit des Kaskadenausbaus an der Werra und an der Saale aufmerksam gemacht. Bei einer gemeinsamen Planung erfüllen die Kaskaden am besten die Aufgaben der Wasserwirtschaft, der Energiewirtschaft, des Umweltschutzes, aber auch der Schifffahrt. Darüber hinaus garantieren sie den WKW-Betreibern eine effiziente Stromerzeugung. Mit dem Kaskadenausbau könnte auch die schon lange in Erwägung gezogene und wirtschaftlich nicht unbedeutende Schifffbarkeit der Werra und die Ausdehnung der Schifffbarkeit der Saale auf das Gebiet Thüringens verwirklicht werden.

Rekonstruktion des kleinen WKW Mellingen/Ilm

Anstelle eines zu beseitigenden Mühlrades mit einer Leistung von 15 kW könnte bei der Fallhöhe von 1,6 m und dem mittleren Durchfluß von 4,6 m³/s beispielsweise eine Propellerturbine mit einer Leistung von etwa 60 kW eingesetzt werden. An rund 270 Tagen im Jahr entspräche dies einer Stromerzeugung von ca. 390 000 Kilowattstunden.

Wehr und Grabensysteme sind in relativ gutem Zustand. Das Turbinenhaus erfordert einen geringen Bauaufwand.

Rekonstruktion des WKW Ziegenrück (Fernmühle)/Saale

Das „Wasserkraftmuseum Ziegenrück“ in der ehemaligen Öl-, Schneide- und Getreidemühle simuliert mit einem elektrisch angetriebenen Generator aus dem Jahre 1900 den Turbinenbetrieb. Die beiden ehemals vorhandenen Wasserkraftaggregate hatten eine maximale Leistung von 150 kW.

Mit dem Einbau eines modernen Wasserkraftaggregates in die linke stillgelegte Laufradkammer kann den Besuchern der technische Fortschritt der Altanlage demonstriert werden.

Mit der erzielbaren Leistung von ≥ 200 kW (ca. 1 300 000 kWh/a) könnten eventuelle staatliche Zuschüsse für das WKW verringert oder sogar eingespart werden.

Neubau des WKW Creuzburg/Werra

Der an diesem Standort schon lange geplante Bau eines Wasserkraftwerkes würde eine Leistungsinanspruchnahme von ca. 900 kW ermöglichen.

Eine Variante in Verbindung mit dem Kaskadenausbau ließe sogar eine Ausbaugröße von 3,2 MW zu. Hierfür wäre aber eine ca. 3,4 km lange Verrohrung durch das Gebirge der Werra-Schleife erforderlich.

Neubau eines WKW an der Talsperre Schönbrunn/Schleuse

An der 1975 fertiggestellten Talsperre Schönbrunn könnte bei einem bestehenden mittleren Gefälle von 48,5 m und der garantierten Mindestabgabe von 0,6 m³/s eine mittlere Leistung von 230 kW erzeugt werden. Da der Normalstau bei 60,6 m liegt und zeitweise mehr Wasser abgegeben werden muß, würde die erzeugbare Leistung oftmals höher liegen.

Kaskadenausbau an der Werra

Als 1. Teilstrecke sollten auf einer Flußlänge von ca. 35 km folgende 5 größere WKW rekonstruiert bzw. neu errichtet werden:

- WKW Göringen mit ca. 700 kW
- WKW Spichra mit ≥ 1100 kW
- WKW Creuzburg mit ca. 900 kW bzw. 3200 kW
- WKW Mihla mit ca. 480 kW bzw. 1600 kW
- WKW Falken mit ca. 600 kW.

Damit könnte auf dieser Teilstrecke der Werra bereits eine Leistung zwischen 3780 und 7200 kW erzeugt werden.

Mit dem Einbau von Schleusen in die Staubawerke wäre auch die Flußschifffahrt in einer gewerbsmäßig erschlossenen und noch dazu reizvollen Landschaft möglich.

Kaskadenausbau an der Saale

Der Kaskadenausbau an der Saale sollte möglichst nahe der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt beginnen. Hier hat die Saale die größten Abflußmengen und die derzeitige Schifffahrtsgrenze ist nah.

Infolge der weitgehend noch ungeklärten Besitzverhältnisse der meisten Stufen sollte in Jena mit

- der Rekonstruktion des WKW Burgau mit ca. 700 kW
- den Neubauten WKW Jena-Rasenmühlenwehr mit ca. 500 kW und
- WKW Jena-Paradieswehr mit ca. 700 kW

begonnen werden.

Damit würde den Stadtwerken Jena etwa 1900 kW Wasserkraftleistung zur Stromerzeugung zur Verfügung stehen.

Anschließend könnte der Ausbau der unterhalb Jenas liegenden bisherigen WKW-Standorte Kunitz, Porstendorf, Dorndorf, Döbritschen und Camburg folgen, so daß auf diesem ca. 35 km langen Flußabschnitt bis zur Landesgrenze über 5000 kW Wasserkraftleistung zur Verfügung stünde. Dem von Jena ausgehenden Kaskadenausbau flußaufwärts bis Rudolstadt würde nichts im Wege stehen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraftanlage ist von vielen Einflüssen abhängig. Im Rahmen dieser Studie sollen anhand von zwei Beispielen einige Grundüberlegungen vermittelt werden.

Einspeisung von Strom einer privaten Wasserkraftanlage in das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung

Für diesen Fall hat der Gesetzgeber mit Wirkung vom 1. 1. 1991 in dem sogenannte „Stromeinspeisungsgesetz“ eine Einspeisevergütung festgeschrieben, die von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen an den Wasserkraftwerksbetreiber für den eingespeiste Strom zu vergüten ist.

Für den aus Wasserkraft erzeugten Strom gelten derzeit folgende Beträge:

- bei Wasserkraftanlagen mit $P_{el} < 500$ kW 13,34 Pf/kWh
- bei Wasserkraftanlagen mit $P_{el} > 500$ kW 11,99 Pf/kWh.

Grundsätzlich gilt der Ansatz

Die Einnahmen betragen bei einer spezifischen Leistung von 1 kW und einer mittleren Vollaststundenzahl von 4700 h/a

$$\begin{aligned} E &= 1 \text{ kW} \cdot 4700 \text{ h/a} = 4700 \text{ kWh/a} \\ \text{Einnahmen} &= E \cdot \text{Einspeisevergütung (4)} \\ &= 4700 \text{ kWh/a} \cdot 0,1384 \text{ DM/kWh} \\ &= 650 \text{ DM/a} \end{aligned}$$

Die Ausgaben betragen bei 15 Jahren Rückzahlung und 9% Zinsen

$$\begin{aligned} \text{Annuität } a &= 0,124 \cdot \text{Investitionen} \\ \text{Versicherung } v &= 0,015 \cdot \text{Investitionen} \\ \text{Instandhaltung } i &= 0,010 \cdot \text{Investitionen} \end{aligned}$$

Daraus folgt mit (3)

$$\begin{aligned} 650 \text{ DM} &\geq 0,149 \cdot \text{Investitionen} \\ \text{Investitionen} &\leq 650 \text{ DM}/0,149 = 4362 \text{ DM} \end{aligned}$$

Die spezifische Investition von 4360 DM/kW liegt im Bereich der Aufwendungen, die bei der Rekonstruktion vorhandener Wasserkraftanlagen aufzubringen sind.

Bei Neuanlagen ist von einer Investition zwischen 6000 und 10 000 DM/kW auszugehen. Solche Anlagen sind entweder nur bei intensiver Förderung oder bei höheren Einspeisevergütungen wirtschaftlich.

Eine private Wasserkraftanlage für die Inselversorgung eines gewerblichen Abnehmers ohne Anbindung an das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung

Das Elektrizitätsversorgungsunternehmen erhebt für die Vorhaltung der elektrischen Leistung einen Leistungspreis pro Kilowatt installierter Leistung. Bei der ENAG (Erfurt), OTEV (Gera) und SEAG (Suhl) beträgt der Leistungspreis derzeit 120 DM/kW. Für den gewerblichen Abnehmer ergäbe sich als Tarifikunde bei einem Verbrauch von 5000 kWh im Jahr und einem Arbeitspreis von 14 Pf/kWh, einem verbrauchsabhängigen Leistungspreis von ebenfalls 14 Pf/kWh sowie einem Verrechnungspreis für den Drehstromzähler von 42,00 DM pro Jahr ein Durchschnittspreis von 36,18 Pf/kWh (einschließlich 15% MWSt).

Daraus folgt mit (3)

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} \cdot 4700 \text{ h/a} \cdot 0,3618 \text{ Pf/kWh} &\leq 0,149 \cdot \text{Investitionen} \\ \text{Investitionen} &< 11\,412 \text{ DM/kW} \end{aligned}$$

Unter Beachtung der Verfügbarkeit eines Aggregates zur Notstromversorgung bei Betriebsunterbrechungen des WKW wären mit diesen spezifischen Aufwendungen günstige Finanzierungsbedingungen gegeben. Natürlich ist diese Lösung nur an Standorten mit einem relativ konstanten Jahresabfluß denkbar.

Diese Betrachtungen sollten zeigen, daß es sehr wohl möglich ist, jeweils standortkonkret über die Wirtschaftlichkeit eines WKW signifikante Aussagen zu erreichen.

Vorschläge zum weiteren Vorgehen

Die Klärung rechtlicher und steuerlicher Fragen im Vorfeld der Rekonstruktion, der Modernisierung oder des Neubaus einer Wasserkraftanlage ist ebenso wichtig, wie eine sorgfältige technische Planung und Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Diese Bereiche sind vom potentiellen Investor und Betreiber eigenverantwortlich zu bewerkstelligen.

Ein jedes Bundesland hat die Möglichkeit, Rahmenbedingungen zu setzen, um den beabsichtigten Ausbau der Wasserkräfte mit Auflagen für den Umwelt- und Naturschutz in Einklang zu bringen.

Die wesentlichen Gesetzeswerke, die Wasserbenutzungsrechte, unterstützt durch

- das wasserreservoirschützende Wasserhaushaltsgesetz und
- landesspezifische Wassergesetze,

sollten der unternehmerischen Gestaltung und den Möglichkeiten umweltverträglicher Stromerzeugung genügend Handlungsspielraum belassen.

Grundsätzlich kann bei einer Bestätigung alter Wasserbenutzungsrechte, der Neuvergabe ehemaliger, nicht mehr rechtswirksamer Wasserbenutzungsrechte oder der Verleihung bzw. Bestätigung von neuen Wasserbenutzungsrechten – unter Einhaltung aller umwelttechnischer Auflagen – auf den optimalen Ausbau der Wasserkraftnutzung gedrängt werden. Anreize könnten hier entsprechende Förderrichtlinien schaffen, wobei in den jeweiligen Einzelfällen unabhängige Gutachten eingeholt werden müßten.

Als Beispiel wird abschließend das Wasserrecht des Landes Baden-Württemberg herangezogen.

1. Die Wiederinbetriebnahme eines Wasserkraftwerkes bei Aufrechterhaltung des alten Wasserbenutzungsrechtes kommt nur in Betracht, wenn die Anlage erst nach dem 1. 3. 1960 stillgelegt wurde. Zum 1. 3. 1960 muß das Wasserkraftwerk noch voll funktionsfähig gewesen sein.

2. Wird ein Wasserkraftwerk wieder in Betrieb genommen oder modernisiert, ohne daß sich der Umfang der altrechtlichen Wasserbenutzung ändert, so ist in Baden-Württemberg lediglich die Änderungsgenehmigung bzw. bei bedeutsamen baulichen Veränderungen eine Baugenehmigung einzuholen. Das alte Wasserbenutzungsrecht bleibt im vollen Umfang bestehen.

3. Wird ein Wasserkraftwerk wieder in Betrieb genommen oder modernisiert, wobei der Umfang der bisherigen alten Wasserbenutzung gesteigert werden soll, so ist für die Mehrnutzung eine Bewilligung oder Erlaubnis zu beantragen. Das alte Wasserbenutzungsrecht bleibt neben dieser Bewilligung oder Erlaubnis bestehen.

Die ausgewählten Standorte bieten – bei entsprechender Förderung durch das Land – günstige Voraussetzungen für den Einstieg in den Ausbau der Wasserkräfte im Bundesland Thüringen.

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

		Anhang I													
Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
				h_N m	\dot{m} m^3/s	P kW	h_N m	\dot{m} m^3/s	P kW	h_N m	\dot{m} m^3/s	P kW	h_N m	\dot{m} m^3/s	P kW
1	Saale		Blankenstein			30			1,5	13	> 150				
2	Saale		Burghammer	13,6	19,6	2200					2200				
3	Saale		Wisenta	10,5	30	2600					2700				
4	Saale		Walsburg				2,58		2,08	10	> 160				
5	Saale		Hemmkoppe									29	10	> 2000	
6	Saale		Ziegenrück I			> 150	3,33	10	3,5	17	480				
7	Saale		Ziegenrück II				2	11	2	17	260				
8	Saale		Ziegenrück III												
9 *	Saale		Hohenwarte	45	9,5	3500						2,5	77	> 350	
10	Saale		Eichicht	9,3	< 31,0	2800									
11	Saale		Fischerdorf				2,65				> 150			< 31,0	> 300
12	Saale		Reschwitz								100	2	17	260	
13	Saale		Obernitz	2,6	20	280			2,6	20	> 400				
14 *	Saale		Saalfeld I-II				6,22								
15	Saale		Saalfeld-Zeisswehr												
16	Saale		Göhritzmühlenwehr								130				
17	Saale		Unterpreilipp								185	1,2	22,75	> 200	
18	Saale		Volkstedt								40	1,5	25,2	> 300	
19	Saale		Orlamünde								30			350	
20	Saale		Weißßen								60	2,6	25,2	> 500	
21	Saale		Uhlstädt								115	2,6	25,7	> 500	
22	Saale		Kahla								170	1,7	27,5	> 350	
23	Saale		Jägersdorf								200	1,5	27,7	> 300	
24	Saale		Burgau	3	30	300			3	30	> 700				
25	Saale		Jena/Rasenmühlenwehr				1,7				35	2,3	30	500	

h_N = Fallhöhe

\dot{m} = Wassermenge/Durchflußmenge

P = (hydraulische) Leistung

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			Anhang I mögliches neues WKW		
				h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW
26	Saale		Jena/Paradieswehr				2	30	145	2	30	3	30	700	
27*	Saale		Kunitz				2,1								
28	Saale		Porstendorf I						180						
29	Saale		Porstendorf II						440						
30	Saale		Dorndorf						60						
31	Saale		Dornburg				2		32						
32	Saale		Döbritschen				1,65	14	190			> 2,0	32	> 500	
33	Saale		Camburg			15	1	20	180			2,5	32	> 600	
34	Saale	Milz	Haina						315			2	32	> 500	
35	Saale	Wettera	Zollgrün I					0,3	5						
36	Saale	Wettera	Zollgrün II						50						
37	Saale	Wettera/Friesabach	Lobenstein I					0,3						150	
38	Saale	Drebabach	Ziegenrück IV												
39	Saale	Wisenta	Möschlitz/Mühle					0,5							
40	Saale	Wisenta	Grochwitz/ Stöckigkmühle					0,5							
41	Saale	Wisenta	Schleiz/Beiersmühle												
42	Saale	Loquitz	Gräfenthal					0,5							
43	Saale	Loquitz	Schaderthal	3	5	36		1,5	6						
44	Saale	Loquitz	Eichicht II		5	60		1,5	20				5	120	
45	Saale	Loquitz	Eichicht III					1,5	60				5	100	
46	Saale	Schwarza	Katzhütte				2,6	1,5	30					100	
47	Saale	Schwarza	Unterweißbach				13	0,8	85					30	
48	Saale	Schwarza	Rohr					1,1	75					35	
49	Saale	Schwarza	Mellenbach					0,2							
50	Saale	Schwarza	Kühndorf					1	77					110	

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Objekt-		Anhang I												
		z. Z. betriebenes WKW				ehemaliges WKW				optimal ausgebautes WKW				
		h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	Ortsname	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW
Nr.	Fluß	Nebenfluß											mögliches neues WKW	
51	Saale	Schwarza	Chrysopraswehr	50										
52	Saale	Schwarza	Möhrenbachmühle	5										
53	Saale	Schwarza	Bad Blankenburg	112	3,52	4,7		3,52	6	160		6	160	
54	Saale	Schwarza	Schwarzburg	60										
55	Saale	Schwarza	Schwarza I	18	2,5	6		2,5	6	120		6	120	
56	Saale	Schwarza	Schwarza II	50	1,6	6		1,6	6	75		6	75	
57	Saale	Schwarza	Schwarza III	100	2,2	6		2,2	6	120		6	120	
58	Saale	Schwarza	Schwarza IV	84	1,8	5,2		2	6	100		6	100	
59	Saale	Lichte/Schwarza	Leibis	30		1,1				50			50	
60	Saale	Orla	Freienoria/Mühle Demuth	5		0,6				5			5	
61	Saale	Weierbach	Weiermühle	5		0,5								
62	Saale	Weierbach	Ob. Patschmühle	5		0,4								
63	Saale	Weierbach	Unt. Patschmühle	5		0,5								
64	Saale	Leubengrund	Kahla (3 Mühlen)	20						20				
65	Saale	Reinstädter Bach	Geunitz (3 Mühlen)	15						15				
66	Saale	Lache	Domdorf I	40	1,5	3,5		1,5	3,5	40		3,5	40	
67	Saale	Lache	Domdorf II					7	2,8	150			150	
68	Saale	Leutra	Maua	10										
69	Saale	Leutra	Leutra I	10										
70	Saale	Leutra	Leutra II	10										
71	Saale	Dehnabach	Kahla II/Dehnamühle	10										
72	Saale	Gemdenbach	Jena III/Mühle	10										
73	Saale	Roda	Hainbücht/Mühle	12						20			20	
74	Saale	Roda	Geinewitz/Mühle	10						20			20	
75	Saale	Roda	Auemühle	14						20			20	

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Anhang I

Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
				h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW
126	Unstrut	Gera	Gispersleben	> 7,15	3,8	250	> 7,15	3,8	250	1,8	6	250	3,8	> 6,0	180
127	Unstrut	Gera	Erfurt/Steinbrückmühle	1,25	> 1,2	28	1,25	> 1,2	28						
128	Unstrut	Gera	Erfurt/ 21 Mühlen			315			315						
129	Unstrut	Apfelstädt	Tambach-Dietharz	3,5		35	3,5		35						
130	Unstrut	Apfelstädt	Ingersleben	2	> 1,2	19	2	> 1,2	19						
131 *	Unstrut	Apfelstädt	Georgenthal I	3,5		20	3,5		20						
132	Unstrut	Apfelstädt	Georgenthal II	3,5		20	3,5		20						
133 *	Unstrut	Ohra	Luisenthal	6		40	6		40						
134	Unstrut	Ohra	Ohdruf I	2,5	> 1,0	15	2,5	> 1,0	15						
135	Unstrut	Ohra	Ohdruf II			250			250						
136	Unstrut	Lubenbach				30			30						
137	Unstrut	Wilde Gera	Rudisleben I	4	0,9	30	4	0,9	30	4	2,4	80			
138	Unstrut	Helbe	Clingen	2,65		12	2,65		12						
139	Unstrut	Wipper	Göllingen	1,5		10	1,5		10						10
140 *	Unstrut	Wipper	Gebra	1,25		12	1,25		12						
141	Unstrut	Lutter	Großbartloff	1,5		20	1,5		20	1,5	0,3	4			
142	Unstrut	Zorge	Nordhausen	11,34		275	11,34		275	2,6	> 3,0	> 60			
143	Werra		Barchfeld			80			80			< 200			
144	Werra		Beilrieth			11			11			120	2	7,8	125
145	Werra		Creuzburg											20	> 900
146	Werra		Ebenhards	1,5		6	1,5		6			30			
147	Werra		Einhausen 1	1,8	6	25	1,8	6	25	1,8	6	> 100			
148	Werra		Einhausen 3	1,8		30	1,8		30			30			
149	Werra		Einhausen 4/Mühle			35			35			110			
150	Werra		Eisfeld/Mühle	2		12	2		12			12			

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Anhang I

Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
				h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW
151	Werra		Falken				2,3	35,4	400	2,3	35	> 600			
152	Werra		Fambach/Mühle						10						
153	Werra		Göringen				1,5		340			700			
154	Werra		Henfstädt				1		50	2,2	5,5	110			
155	Werra		Kloster Allendorf				1,6		124	2,7	21	420			
156	Werra		Leutersdorf						40	1,8	7,6	100			
157	Werra		Meiningen 1				2,55	> 13,0	250	2,55	> 13,0	270			
158	Werra		Meiningen 2/Mühle				2		26			200			
159	Werra		Meiningen 3/Mühle						18			150			
160	Werra		Meiningen 4/Mühle				2,1	1,9	21	2,1	13	200			
161	Werra		Meiningen 5/Mühle												
162	Werra		Mihla				5,2	11,5	440			480			1600
163 *	Werra		Obermaßfeld 1				2,2	11,5	200			250			
164	Werra		Bad Salzungen/Mühle						51			51			
165	Werra		Schwallungen				2,05		180			250			
166	Werra		Spichra				> 3,55	10,8	500	5,7	19	1100			
167	Werra		Themar 1/Mühle				> 1,0		20			60			
168	Werra		Themar 2				3,1	4,7	135	2,7	4,75	150			
169	Werra		Tiefenort 1/Mühle				1,23		110			200			
170	Werra		Tiefenort 2						330	2,1	23,5	330			
171	Werra		Untermaßfeld				1,6	> 21,3	150	1,9	> 21,3	300			
172	Werra		Vachdorf 1				1,3	7,6	70	1,3	7,6	80			
173	Werra		Vachdorf 2				1,75		60	1,5	7,6	90			
174 *	Werra		Wahlhausen												
175	Werra		Walldorf 1				8	1,6	50	15	2,25	270			

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

		z. Z. betriebenes WKW						ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW				
Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	h _N	m	P	h _N	m	P	h _N	m	P	h _N	m	P	h _N	m	P
				m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW
176	Werra		Waldorf 2				2,6	4	60				2,6	4	80			
177	Werra		Wasungen 1				2,43	2,7	100					2,7	100			
178	Werra		Wasungen 2				2,7	7	120				2,7	7	300			
179 *	Werra		Welkershausen															
180	Werra		Wernshausen 1				3,3	15,75	360						450			
181	Werra		Wernshausen 2				3,4	15,75	230						480			
182	Werra	Schleuse	Kloster Vessra				2		30						60			
183	Werra	Schleuse	Rappelsdorf/Mühle				1,3		20						40			
184	Werra	Schleuse	Ratscher				2		28						30			
185	Werra	Schleuse	Schönbrunn						16						16			
186	Werra	Schleuse	Waldau 1				2,4		12						30			
187	Werra	Schleuse	Waldau 2						7						7			
188	Werra	Nabe	Hinternah/Mühle				3,5		20						40			
189	Werra	Erle	Schleusingen				4,4	1,03	52						70			
190	Werra	Hasel	Dillstädt 1/Mühle				1,25		11						35			
191 *	Werra	Hasel	Dillstädt 2				1,5		15						40			
192	Werra	Hasel	Einhausen 2				2,9		90				2,9		90			
193	Werra	Hasel	Einhausen 5				1,9		60						45			
194	Werra	Hasel	Ellingshausen 1						20						30			
195 *	Werra	Hasel	Ellingshausen 2				1,6		30									
196 *	Werra	Hasel	Obermaßfeld 2															35
197	Werra	Hasel	Rohr 1						15						35			
198 *	Werra	Hasel	Rohr 3				2		40						40			
199	Werra	Herpf	Melkers				2		10						13			
200	Werra	Herpf	Rippershausen				3,5		15						22			

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Anhang I

Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
				h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW	h _N m	in m ³ /s	P kW
201	Werra	Schmalkhalde	Hohleborn				>25,0		10		100				
202	Werra	Schmalkhalde	Pappenheim						42		42				
203	Werra	Schmalkhalde	Schmalkalden 1	4,1	0,43	21	3		21		60				
204	Werra	Schmalkhalde	Schmalkalden 2												
205	Werra	Schmalkhalde	Schmalkalden 3						120		120				
206	Werra	Schmalkhalde	Schmalkalden 4												
207	Werra	Schmalkhalde	Niederschmalkalden 1				1,8		10		45				
208	Werra	Schmalkhalde	Niederschmalkalden 2			63	2,9		63		63				
209	Werra	Schmalkhalde	Seligenthal/Mühle				3,5		8		40				
210	Werra	Truse	Breitungen 1/Mühle				1,65		12		12				
211	Werra	Truse	Breitungen 2/Mühle				1,5		5		5				
212	Werra	Truse	Trusetal 1					0,3	50		50				
213	Werra	Truse	Trusetal 2				>8,0		100		120				
214	Werra	Truse	Trusetal 3				14,4	0,36	40		40				
215	Werra	Truse	Trusetal 4				5,6	0,36	5		15				
216	Werra	Truse	Trusetal 5				3,2	0,36	6		10				
217 *	Werra	Truse	Trusetal 6-10						25		25				
218	Werra	Truse	Winne				3,3	>0,6	10		20				
219	Werra	Felda	Dermbach				5,5	>0,6	45		45				
220	Werra	Felda	Dorndorf 1						26						
221	Werra	Felda	Dorndorf 2				2,35	>0,6	22		90				
222	Werra	Felda	Dorndorf 3						20						
223	Werra	Felda	Fischbach				3,5	1	20		20				
224	Werra	Felda	Hartschwinden					>0,4	18		10				
225	Werra	Felda	Neidhartshausen/Mühle				25		10		10				

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Objekt-		z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
		h _N	in	P	h _N	in	P	h _N	in	P	h _N	in	P
		m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW	m	m ³ /s	kW
Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname										
226	Werra	Felda	Bad Salzungen										
227	Werra	Felda	Weilar 1				1,3	1,2	15	1,4	1,2	> 25	
228	Werra	Felda	Weilar 2				1,8		25			30	
229	Werra	Oechse	Vacha						200			200	
230	Werra	Ulster	Geisa				1,8		24			24	
231	Werra	Ulster	Buttlar/Mühle				2,1	> 2,7	35			35	
232	Werra	Ulster	Oberweid						8			8	
233	Werra	Hörsel	Eisenach I				3	0,8	20	3	7,2	175	
234	Werra	Hörsel	Eisenach II				2,8	3	40	2,8	7,2	160	
235	Werra	Hörsel	Hörschel				3	5	180	3,4	7,2	200	
236	Werra	Nesse	Stockhausen				3,2	2	60	5	3,2	180	
237	Werra	Nesse	Wenigenlupnitz				2,2		20			70	
238	Werra	Erbstrom							10				
239	Weißer Elster		Berga I				2,5	7	100	2,5	11	140	
240	Weißer Elster		Berga II				1,4	5	110	2,25	7,32	130	
241	Weißer Elster		Clodra/Mühle				1,3		11			130	
242 *	Weißer Elster		Elsterberg				2,5	7,9	82	2,5	> 7,95	170	
243	Weißer Elster		Eula/Mühle				1,3		130			130	
244	Weißer Elster		Gera				1,75		50	1,75	14,7	150	
245	Weißer Elster		Gippe				3,3		176	3,3		220	
246	Weißer Elster		Gomla										
247	Weißer Elster		Greiz-Gomla						60			60	
248	Weißer Elster		Greiz-Dörlau				3,65	7,95	230	3,65	7,95	230	
249	Weißer Elster		Greiz				> 1,1	7,95	70			100	
250	Weißer Elster		Bad Köstritz				2,4	11,65	120	2,4	11,65	> 340	

Übersicht über die Laufwasserkraftwerke

Anhang I															
Objekt-Nr.	Fluß	Nebenfluß	Ortsname	z. Z. betriebenes WKW			ehemaliges WKW			optimal ausgebautes WKW			mögliches neues WKW		
				h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW	h _N m	ḡ m ³ /s	P kW
251	Weißer Elster		Liebschwitz				3,5	12	135	3,5	12	> 300			
252	Weißer Elster		Neumühle I				2	3,5	60	2,2	11,1	200			
253	Weißer Elster		Neumühle II				1,8		100						
254	Weißer Elster		Neumühle III				1,1	11,2	100				1,2	11,1	100
255	Weißer Elster		Noßwitz				1,85	7,95	40	1,85	7,95	120			
256	Weißer Elster		Rosenthal										1,1	7,95	100
257	Weißer Elster		Rußdorf				5,45	11,4	168	5,45	11,4	500			
258	Weißer Elster		Tschirma				2,3	7	128	2,3	7	230			
259 *	Weißer Elster	Auma	Weida I				11,8		180						
260	Weißer Elster		Wünschendorf I				1,25	7	45	2,6	7	200			
261	Weißer Elster		Wünschendorf II				1,2	7	45	2,9	7	250			
262	Weißer Elster	Leuba	Langenweitzendorf												
263	Weißer Elster	Weida	Weckersdorf												
264 *	Weißer Elster	Auma	Weida II/Mühle				9,8		38			85			
265	Weißer Elster	Auma	Wiebelsdorf/Mühle												
266	Weißer Elster	Triebes	Pöllwitz/Mühle												
267	Weißer Elster	Rauda	Hartmannsdorf/Mühle						10						
268	Weißer Elster	Rauda	Kursdorf/Mühle												
269	Weißer Elster	Wethau	Kämmritz/Mühle						20			20			
270	Leine		Heiligenstadt						26			30			
271	Main	Steinach	Sonneberg 1						10			10			
272	Main	Steinach	Sonneberg 2						20			20			
273	Main	Steinach	Blechhammer						50			50			
274	Main	Rodach	Ummerstedt						14			14			

Bemerkungen zu den Übersichtstabellen

Objekt-Nr. *

- 9 Nur das im Pumpspeicherbetrieb nicht genutzte Wasser der Saale wird für die Laufwasserkraft genutzt. Eine strenge Leistungsabgrenzung zwischen PSW- und WKW-Leistung ist bisher nicht erfolgt.
- 14 In Saalfeld gab es die Ober-, Mittel- und Niedermühle, deren Staustufen nicht optimal genutzt wurden.
- 27 Kunitz: Die Staustufe müßte neu errichtet werden.
- 50 Kühndorf: Neubaustandort
- 117 Bretleben: Wegen Flußverlegung Ausbau nicht mehr möglich.
- 131 Georghthal I: Kein Wehr mehr vorhanden.
- 133 Luisenthal: Durch Staudammbau kein Wasser mehr.
- 140 Gebra: Vorfluter soll umgeleitet werden.
- 163 Obermaßfeld I: z. Z. keine Staustufe vorhanden.
- 174 Wahlhausen: Neubaumöglichkeit, $P =$ abhängig von möglichem h_N
- 179 Welkershausen: evtl. Neubaumöglichkeit
- 191 Dillstädt 2: Neubauten an vier Wehren mit kleiner Leistung möglich.
- 195 Ellingshausen 2: Neubauten an zwei Wehren mit kleiner Leistung möglich.
- 196 Obermaßfeld 2: Neubauten an einem Wehr mit kleiner Leistung möglich.
- 198 Rohr 3: Neubauten an drei Wehren mit kleiner Leistung möglich.
- 217 Trusetal 6-10: je ca. 5 kW = 25 kW
- 242 Elsterberg: Wehr entfernt.
- 259 Weida I: Neubaumöglichkeit mit großer Fallhöhe.
- 264 Weida II: Seit 1990 in Betrieb.
- 293 TS Schmalwasser: 900 kW bei Spitzenlastbetrieb
- 303 Mühlen: Es wird mit einer mittleren Leistung von 5 kW gerechnet, wobei berücksichtigt ist, daß viele Mühlen nur mit einem Zwischenspeicher und folglich nur stundenweise arbeiten können bzw. konnten. Weiterhin wird angenommen, daß nur 5 % der ermittelten Mühlen noch betrieben und höchstens 10 % insgesamt wiederbetrieben werden könnten.
- 304 Pumpspeicherwerke:
bis 308 Angabe der höchsten installierten Leistung

Thüringer Ministerium für Wirtschaft und Verkehr
Johann-Sebastian-Bach-Straße 1
99096 Erfurt
Bundesrepublik Deutschland