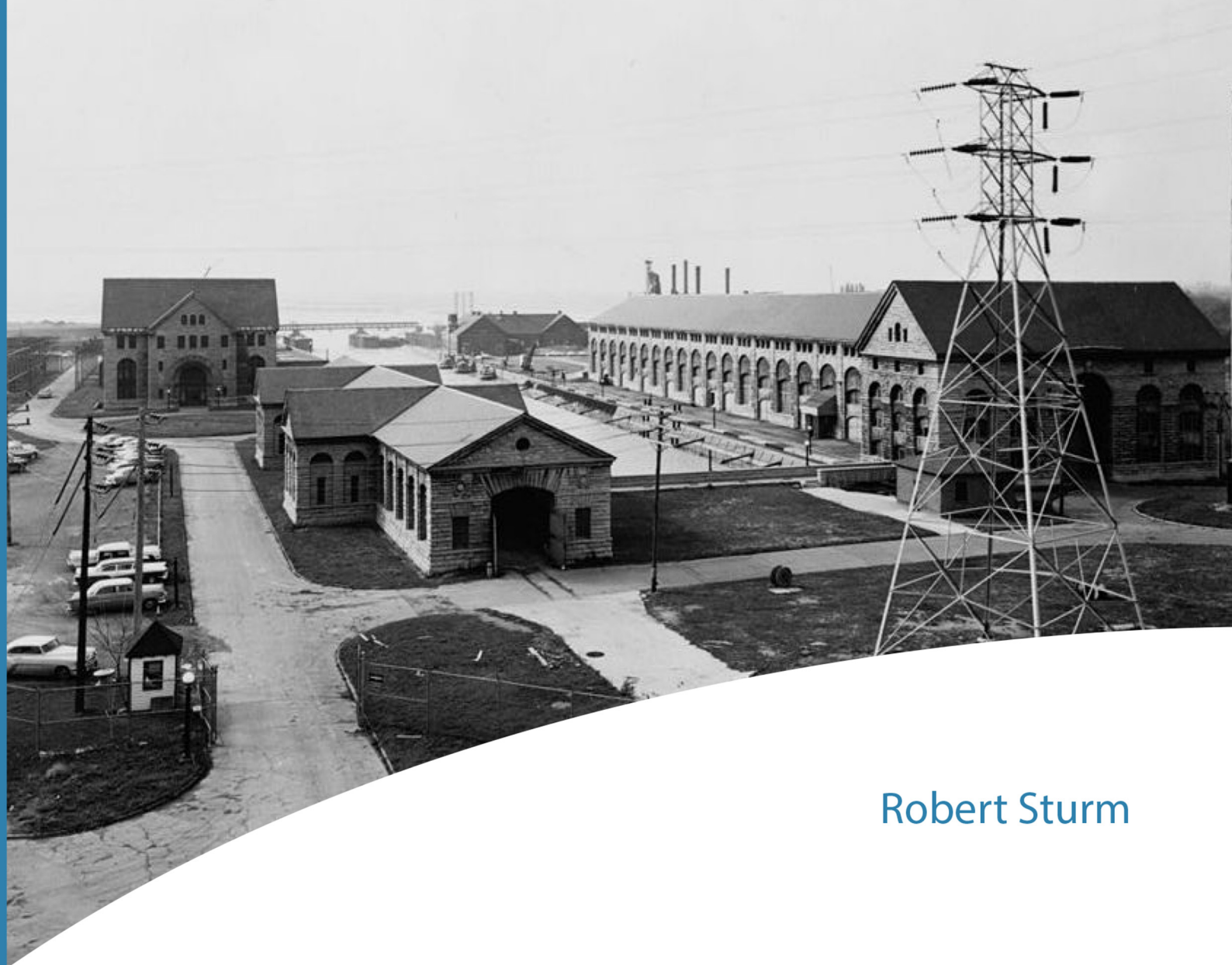




Robert Sturm

Historische Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika

*Ein Führer durch die Anfänge der
amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft*

disserta
Verlag

Sturm, Robert: Historische Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Ein Führer durch die Anfänge der amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft, Hamburg, disserta Verlag, 2019

Buch-ISBN: 978-3-95935-509-4

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95935-510-0

Druck/Herstellung: disserta Verlag, Hamburg, 2019

Covermotiv: Historische Aufnahme des Edward-Dean-Adams-Kraftwerks
(Quelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3287807>)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Bedey Media GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© disserta Verlag, Imprint der Bedey Media GmbH
Hermannstal 119k, 22119 Hamburg
<http://www.disserta-verlag.de>, Hamburg 2019
Printed in Germany

Vorwort

Die Wasserkraft gilt heute neben Sonnenenergie und Windkraft als wichtigster regenerativer Energieträger. Die Hochkulturen Asiens und Nordafrikas vermochten bereits vor etlichen Jahrtausenden die Dynamik des fließenden Wassers mithilfe von Schaufelrädern zu nutzen. Diese mechanischen Apparate halfen den Menschen bei der Bewässerung der Felder und beim Zermahlen des geernteten Korns. Im Mittelalter wurde der Anwendungsbereich der Wassermühlen durch die Etablierung von Schlag-, Walz- und Drahtziehwerken noch deutlich erweitert. An eine Verstromung der Hydroenergie konnte erst ab dem letzten Drittel des 19. Jh. gedacht werden, nachdem Turbine und Generator einen wirtschaftlich nutzbaren Entwicklungsstand erreicht hatten.

In den Vereinigten Staaten von Amerika blickt die Hydroelektrizität mittlerweile auf eine etwa 135-jährige Geschichte zurück. Dies ist Anlass genug, um einen Rückblick auf Geschichte und Bedeutung der Wasserkraft im Land der unbegrenzten Möglichkeiten zu tätigen. Wie in den nachfolgenden Kapiteln noch ausführlich dargelegt werden soll, lässt sich die US-amerikanische Elektrizitätswirtschaft in mehrere Phasen einteilen: Einer Frühphase (1890-1950) mit der Verstromung von Wasserkraft und fossilen Energieträgern folgt eine mittlere Phase (1950-2000) mit der Etablierung der Kernkraft neben den schon bestehenden Energieproduzenten. Eine dritte Phase (2000-) sieht wiederum eine vermehrte Abkehr von der Kernkraft und einen signifikanten Ausbau der regenerativen Energieträger vor. Diese Phase wird wahrscheinlich die nächsten 30 Jahre bis zur Realisierung der Kernfusion als Stromlieferant andauern. Das Hauptaugenmerk der Monografie soll auf die Anfänge der US-amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft und auf die technischen Pionierleistungen in dieser frühen Zeit gelegt werden. Anhand zahlreicher Beispiele alter Kraftwerke soll gezeigt werden, welche enorme Entwicklungsdynamik hinter der Energiewirtschaft der Vereinigten Staaten an der Wende vom 19. zum 20. Jh. stand. – **R. Sturm** –

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Grundzüge der US-amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft	9
1.1 Einige einleitende Betrachtungen und Begriffserklärung	10
1.2 Zur Rolle der Wasserkraft in den Vereinigten Staaten	18
1.3 Ziele der vorliegenden Monografie	25

Kapitel 2

Geschichte der Hydroelektrizität in den Vereinigten Staaten	27
2.1 Wichtige Entwicklungen vor Etablierung der Wasserkraft	28
2.2 Anfänge der Hydroelektrizität in den Vereinigten Staaten	29
2.3 Der Weg der Hydroelektrizität in das 20. Jahrhundert	34
2.4 Neuere Entwicklungen in der amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft	39

Kapitel 3

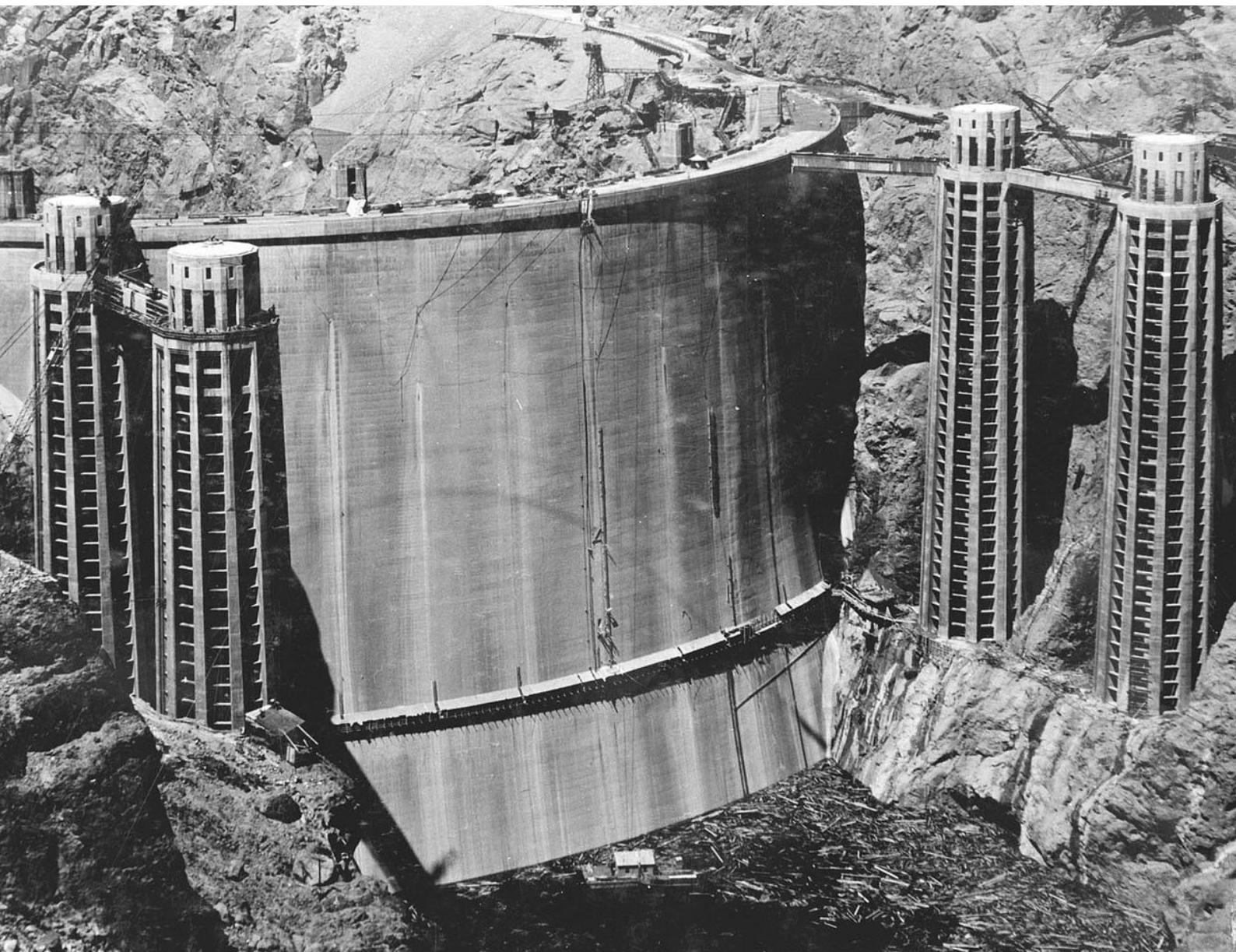
Beispiele historischer Wasserkraftanlagen	43
3.1 Einige einleitende Bemerkungen	44
3.2 Das Ellsworth Hydro Power Plant im Bundesstaat Maine	50
3.2.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	50
3.2.2 Architektur und technische Daten des Kraftwerks	50
3.3 Die Schoellkopf Power Station an den Niagara-Fällen im Bundesstaat New York	54
3.3.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	54
3.3.2 Chronologie der von Schoellkopf errichteten Kraftwerke	54
3.3.3 Zusammenbruch der Energieproduktion	56
3.4 Das Edward Dean Adams Power Plant an den Niagara- Fällen im Bundesstaat New York	59
3.4.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	59
3.4.2 Technische Ausstattung und Architektur des Werks	61

3.5 Die Fulton Hydro Station am Oswego River (New York)	65
3.5.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	65
3.5.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	68
3.6 Das Mechanicville Hydroelectric Plant (New York)	71
3.6.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	71
3.6.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	73
3.7 Die Bridge Mill Power Station im Bundesstaat Rhode Island	77
3.7.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	77
3.7.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	80
3.8 Das Bull's Bridge Hydroelectric Plant in Connecticut	83
3.8.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	83
3.8.2 Entstehung der einzelnen Kraftwerksbestandteile und technische Daten	84
3.9 Die hydroelektrische Anlage in Sault Ste. Marie (Michigan)	88
3.9.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	88
3.9.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	89
3.10 Die Vulcan Street Hydroelectric Station in Wisconsin	94
3.10.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	94
3.10.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	96
3.11 Das Columbia Canal Hydroelectric Plant in South Carolina	98
3.11.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	98
3.11.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	101
3.12 Das Lower Pelzer Hydroelectric Plant in South Carolina	105
3.12.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	105
3.12.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	108
3.13 Das Cuero Hydroelectric Plant im Bundesstaat Texas	112
3.13.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	112
3.13.2 Technische Daten der Kraftwerksanlage	114
3.14 Das Ames Hydroelectric Generating Plant in Colorado	116
3.14.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	116
3.14.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	119
3.15 Die Stairs Station südöstlich von Salt Lake City im	

Bundesstaat Utah	123
3.15.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	123
3.15.2 Technische Ausstattung und Architektur des Werks	124
3.16 Das Snoqualmie Falls Hydroelectric Plant (Washington)	126
3.16.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	126
3.16.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	128
3.17 Die hydroelektrische Anlage an den Willamette Falls	132
3.17.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	132
3.17.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	135
3.18 Das ehemalige Bull Run Hydroelectric Project (Oregon)	138
3.18.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	138
3.18.2 Stilllegung des Kraftwerks und Rückbaumaßnahmen	139
3.19 Das Folsom Power House in Nordkalifornien	142
3.19.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	142
3.19.2 Wichtige technische Daten der Kraftwerksanlage	144
3.20 Das Borel Power House östlich von Los Angeles (Kalifornien)	147
3.20.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	147
3.20.2 Gegenwärtiger Betrieb des Borel-Kraftwerks	151
3.21 Das Wasserkraftwerk am Santa Ana River (Kalifornien)	155
3.21.1 Allgemeine Bemerkungen und Geschichte	155
3.21.2 Technische Daten des Kraftwerks	157

Kapitel 4

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	161
4.1 Zusammenfassende Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie	162
4.2 Zukünftige Ziele der US-amerikanischen Hydrelektrizitätswirtschaft	168
Literatur	171
Bildnachweis	176



Kapitel 1

Grundzüge der US-amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft

Kapitel 1

Grundzüge der US-amerikanischen Hydroelektrizitätswirtschaft

1.1 Einige einleitende Betrachtungen und Begriffserklärung

Die Wasserkraft oder Hydroenergie zählt zu den regenerativen Energieträgern. Grundsätzlich bezeichnet der Begriff die Umsetzung der in fließenden oder stehenden Gewässern gespeicherten Energie (kinetische beziehungsweise potenzielle Energie) in mechanische Arbeit. Für diesen Umwandlungsprozess gelangt die sogenannte Wasserkraftmaschine zum Einsatz. Bis zum Beginn des vorigen Jahrhunderts wurde die Wasserkraft in der Hauptsache zum Antrieb von Schaufelrädern genutzt, welche ihrerseits wiederum verschiedene Mühlwerke (Getreide-, Säge-, Hammer-, Walzmühle usw.) in Gang setzten. Mit der am Ende des 19. Jh. einsetzenden Elektrifizierung von Fabriken und Haushalten wurde das zumeist aus Holz gefertigte Schaufelrad durch die wesentlich effizientere Metallturbine ersetzt. Diese wurde in weiterer Folge mit einem Generator zur Stromerzeugung nach dem physikalischen Prinzip der Induktion verbunden – das moderne Wasserkraftwerk erblickte das Licht der Welt. Im Jahre 2016 betrug der Anteil der Hydroenergie an der weltweiten Stromproduktion 16,60 %, wodurch sich dieser Energieträger hinter Kohle und Erdgas (noch vor der Kernenergie) an dritter Stelle platzierte.¹

Die technische Nutzung der Wasserkraft basiert im Wesentlichen auf mehreren Energieumwandlungsprozessen (Abb. 1). Die im natürlichen Kreislauf des Wassers enthaltenen Vorgänge der Verdunstung, des atmosphärischen Transports und des Niederschlags bewirken, dass große Wassermengen weit über dem Meeresspiegel gespeichert und demzufolge mit potenzieller Energie (= Lageenergie) versehen werden. Auf dem Wege

¹ Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN), Renewables 2017: Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris 2017, 33 f.

der Fließgewässer kehrt das Wasser jedoch wieder zu seinem ursprünglichen Höhenniveau zurück. Aus physikalischer Sicht verursacht die Schwerkraft eine Beschleunigung des Wasserkörpers, wodurch ein Teil der ursprünglichen Lageenergie in kinetische Energie (= Bewegungsenergie) transformiert wird. Diese dynamische Energieform wird in den Wasserkraftanlagen mithilfe der Turbinen in Rotationsenergie umgewandelt, welche ihrerseits durch die Generatoren eine Transformation in elektrische Energie erfährt. All diesen Prozessen liegen sehr einfache und leicht verständliche physikalische Prinzipien zugrunde.²

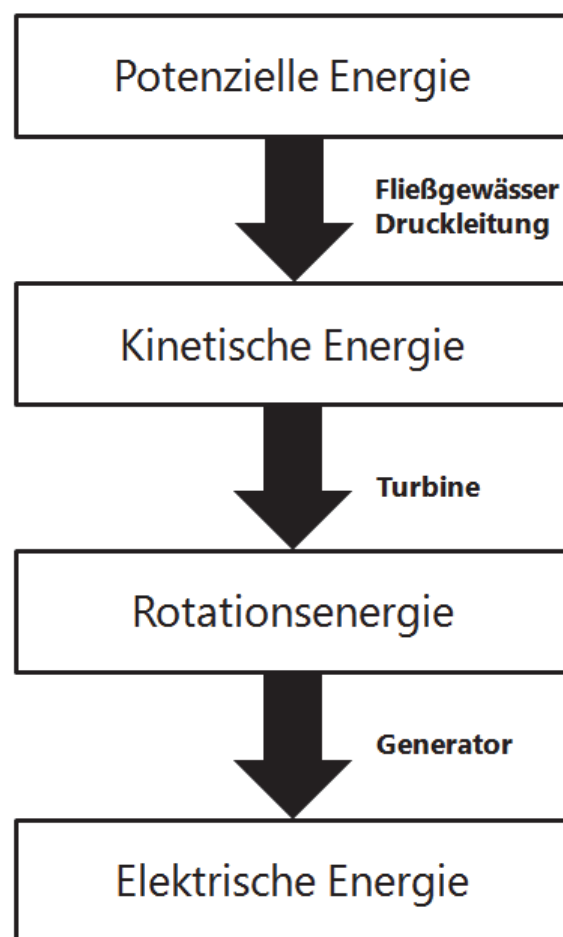


Abb. 1

Energieumwandlungsprozesse im Zuge der technischen Nutzung der Wasserkraft.

² R. Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität im Raum Salzburg, disserta Verlag, Hamburg 2018, 12-14.

Wenn man sich die Funktionsweise eines Wasserkraftwerks etwas näher vor Augen führt, besteht zunächst die Notwendigkeit, Wasser auf hohem potenziellen Niveau in einem Stauraum zurückzuhalten. Mit dieser Maßnahme, welche durch eine Stauanlage zur Realisierung gelangt, wird ein dauerhafter Betrieb des Energieproduzenten garantiert. Das im Stauraum gespeicherte Wasser wird über ein Leitungs- oder Schachtsystem an die Turbine herangeführt und erhält im Zuge dessen eine gewisse Bewegungsenergie. Nach Vollzug der oben geschilderten Energieumwandlungsprozesse wird der erhaltene elektrische Strom in ein Mittel- oder Hochspannungsnetz eingespeist. Zu diesem Zweck ist an das Wasserkraftwerk zumeist noch ein Umspannwerk (Transformatorstation) angegliedert (Abb. 2).³

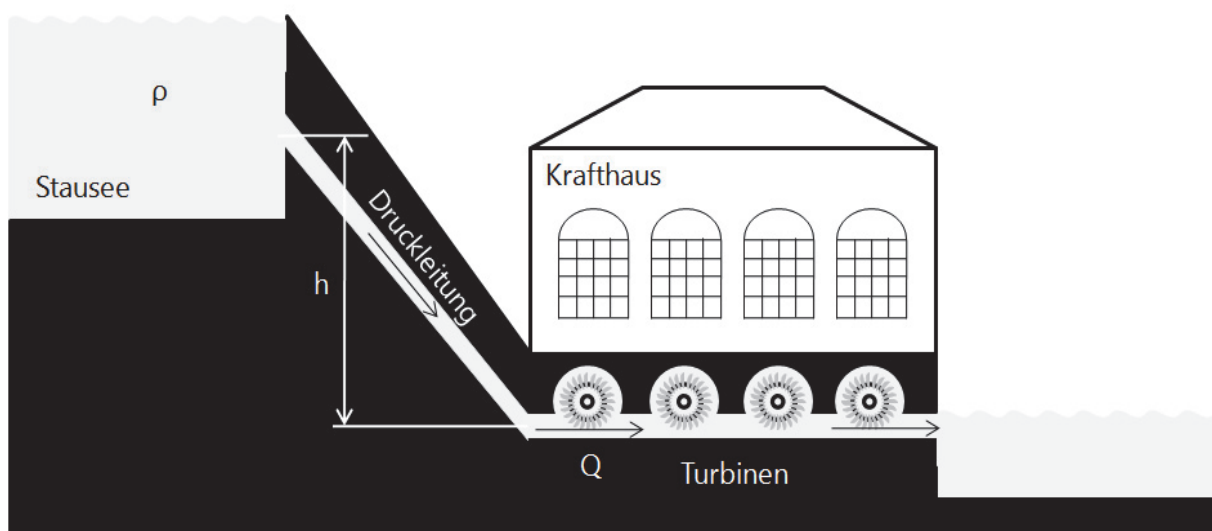


Abb. 2

Aufbau eines Wasserkraftwerks und wichtige physikalische Größen.

Grundsätzlich können Laufwasserkraftwerke von Speicherkraftwerken unterschieden werden. Der erste Typus ist durch eine nur sehr begrenzte Einflussnahme auf das Volumen des aufgestauten Wassers gekennzeichnet und wird deshalb zur Deckung der Grundlast in einem Stromnetz herangezogen. Laufwasserkraftwerke sind in der Regel direkt an einem flie-

³ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 16-22.

Benden Gewässer positioniert, wo anhand eines Wehrsystems eine Stau-
stufe gebildet wird, die dem dahinter befindlichen Wasserkörper ein ge-
wisses Maß an potenzieller Energie zuführt. Bei Speicherkraftwerken sind
Energiespeicher in Form von Seen oder Teichen vorhanden, deren Was-
serstände einer künstlichen Regulierung unterzogen werden können. Für
gewöhnlich handelt es sich bei den Wasserkörpern um Stauseen, die mit-
hilfe von Staumauern oder -dämmen geformt wurden. Derartige hydro-
elektrische Anlagen sind in der Lage, ihre Leistung an den effektiven Be-
darf im Stromnetz anzupassen, weshalb sie in erster Linie zur Deckung
der Spitzenlast dienen. Als besondere Formen gelten sogenannte Pump-
speicherkraftwerke, die ihre zu Schwachlastzeiten vorhandene, überschüs-
sige Energie dazu nutzen, zusätzliches Wasser in ein spezielles Speicher-
becken zu pumpen. In Phasen der Spitzenlast wird das empor beförderte
Wasser wieder zur Stromerzeugung genutzt, wodurch sich der Energie-
kreislauf schließt.⁴

Weitere Typen von hydroelektrischen Anlagen, welche eine untergeord-
nete Rolle spielen, umfassen das Kavernen-, Gezeiten-, Wellen-, Strö-
mungs-, Meeresströmungs-, Gletscher- und Wasserleitungskraftwerk.
Beim Kavernenkraftwerk dienen künstlich geschaffene Hohlräume als
Wasserspeicher oder als Standorte für einzelne strukturelle Komponen-
ten, wodurch sich dieser Typus zumeist sehr unauffällig in das Land-
schaftsbild einfügen vermag. Das Gezeitenkraftwerk nutzt den zwi-
schen Ebbe und Flut bestehenden Tidenhub als Energiebasis und verfügt
überall dort über nennenswerte Effizienz, wo der Höhenunterschied zwi-
schen den Gezeiten besonders groß ist. Beim Wellenkraftwerk wird nicht
die Energie des Tidenhubs, sondern jene der kontinuierlichen Meeres-
wellen ausgenutzt. Dieses Konzept erscheint insbesondere bei Wellenhö-
hen von mehreren Metern durchaus plausibel. Die Strömungskraftwerke
nutzen direkt die kinetische Energie von Fluss- oder Meeresströmungen,
ohne dabei auf irgendwelche Staumaßnahmen zurückzugreifen. Beim
Gletscherkraftwerk gelangt das Schmelzwasser eines Gletschersees zur

⁴ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 12-22.

Verwendung, welches über Rohrleitungen zum Krafthaus befördert wird. Das Wasserleitungskraftwerk schließlich stellt eine spezielle Bauform des Laufwasserkraftwerks dar und dient neben der Energiegewinnung zur Druckreduktion in Hauptwasserleitungen.⁵

Die von einem Wasserkraftwerk erbrachte Leistung P hängt unter anderem von der Durchflussrate Q (m^3/s), der hydraulischen Fallhöhe h (m), der Erdbeschleunigung g ($9,81 \text{ m/s}^2$) und der Dichte des Wassers ρ (1.000 kg/m^3) ab und gehorcht folgender Formel (Abb. 2):

$$P = Q \cdot h \cdot g \cdot \rho \cdot \eta. \quad (1)$$

Der ebenfalls in obiger Gleichung auftretende gesamte Wirkungsgrad η stellt das Produkt der jeweiligen Wirkungsgrade des Zulaufs, der Turbine, des Getriebes, des elektrischen Generators und des Maschinentransformators dar. Um Glg. (1) noch merkbar zu simplifizieren, erfolgt eine Zusammenfassung der konstanten Faktoren g , ρ und η zu einer neuen Konstanten der Form

$$K_1 = g \cdot \rho \cdot \eta. \quad (2)$$

Nimmt man einen Gesamtwirkungsgrad von 0,85 (85 %) und eine Erdbeschleunigung von rund 10 m/s^2 an, so ergibt sich für diese Konstante ein Wert von 8.500 N/m^3 oder $8,5 \text{ kN/m}^3$. Die Formel für die Leistung des Wasserkraftwerks reduziert sich nun auf

$$P = Q \cdot h \cdot K_1. \quad (3)$$

Betrachtet man beispielsweise eine hydraulische Fallhöhe von 12 m und eine Flussrate durch einen einzelnen Turbinenschacht von $50 \text{ m}^3/\text{s}$, erhält man laut obiger Gleichung eine Leistung von 5.100 kW oder 5,1 MW.⁶

Unter dem optimalen Wirkungsgrad versteht man im Allgemeinen jenen Gesamtwirkungsgrad, welcher sich beim sogenannten Ausbaudurchfluss Q_A erzielen lässt und gemäß Glg. (3) zu einer maximalen Leistung (= Aus-

⁵ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 12-22; ergänzend: J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen – Planung, Bau und Betrieb, Springer Verlag, Heidelberg 2003.

⁶ O. Ellabban, H. Abu-Rub, F. Blaabjerg, Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews 39 (2014), 751.

bauleistung) der betrachteten hydroelektrischen Anlage führt. Um die Ausbauleistung eruieren zu können, ist zunächst die Definition des Ausbaugrades f_A zu tätigen, welche sich für Laufwasser- und Speicherkraftwerke unterschiedlich darstellt. Im Falle des Laufwasserkraftwerks erhält man hier den Ausdruck

$$f_A = Q_A / MQ, \quad (4)$$

wobei Q_A den bereits erwähnten Ausbaudurchfluss und MQ den sogenannten Mittelwasserdurchfluss repräsentieren. Da beide Größen die gleiche physikalische Einheit besitzen, stellt sich der Ausbaugrad als dimensionsloser Parameter dar. Im Falle des Speicherkraftwerks berechnet sich der Ausbaugrad nach der Formel

$$f_A = V_{SP} / V_{ZU}, \quad (5)$$

in welcher V_{SP} dem Speichervolumen des Stausees, V_{ZU} hingegen der Jahreswasserfracht der Zuflüsse entspricht. Grundsätzlich wählt man für Grundlastkraftwerke, die sich durch hohe Abgabesicherheit bei vergleichsweise niedrigen Kosten auszeichnen, einen eher geringen Ausbaugrad (f_A niedrig). Bei Spitzenlastkraftwerken erfolgt hingegen zumeist die Wahl eines hohen Ausbaugrades (f_A hoch), was in der Regel mit deutlich steigenden Investitionen Hand in Hand geht.⁷

Die installierte Leistung wird oftmals als Merkmal zur Klassifizierung von Wasserkraftwerken herangezogen. Demnach zeichnen sich kleine hydroelektrische Anlagen durch Leistungswerte < 1 MW aus, während mittelgroße Anlage entsprechende Werte zwischen 1 und 100 MW besitzen. Bei Großwasserkraftanlagen schließlich liegt eine Leistung > 100 MW vor.⁸

Für die Kategorisierung von Wasserkraftwerken spielen freilich neben der Leistung auch noch andere Faktoren eine essenzielle Rolle, unter welchen die Auslastung, Topografie und Betriebsweise besonders hervorzuheben sind. In den technischen Wissenschaften werden hydroelektrische Anlagen häufig nach dem Nutzgefälle bewertet und in Nieder-, Mittel- und Hochdruckkraftwerke eingeteilt. Niederdruckkraftwerke verfügen über eine hydraulische Fallhöhe von bis zu 15 m; sie dienen ausschließlich zur

⁷ Giesecke, Mosonyi, Wasserkraftanlagen (Anm. 5), 99-145.

⁸ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 17.

Abdeckung der Grundlast und sind meistens mit Kaplan-Turbinen bestückt. Mitteldruckkraftwerke weisen hydraulische Fallhöhen von 25 bis 400 m auf und stehen zur Abdeckung von Grund- und Mittellast zur Verfügung. Als Wasserkraftmaschinen finden sowohl Kaplan- als auch Francis-Turbinen eine breite Verwendung. Bei Hochdruckkraftwerken übersteigt die hydraulische Fallhöhe 250 m. Diese Anlagen werden ausschließlich zur Abdeckung der Spitzenlast verwendet und entweder mit einer Francis- oder Pelton-Turbine betrieben.⁹

Obwohl die Wasserkraft gemeinsam mit Windkraft und Photovoltaik zu den erneuerbaren Energien zählt, birgt sie neben Vorteilen auch etliche Nachteile in sich. Das wohl wichtigste Argument für den Betrieb von hydroelektrischen Anlagen ist sicherlich die nicht vorhandene CO₂-Emission im direkten Betrieb, wodurch aus ökologischer Sicht eine saubere Form der Energieproduktion vorliegt. Speicherkraftwerke dienen vielerorts dem Hochwasserschutz, da sie in niederschlagsreichen Perioden Wasser zurückhalten und in dosierten Mengen abgeben können. Im Gegensatz zu den anderen erneuerbaren Energien stellt die Wasserkraft eine größtenteils von Wetter und Zeit unabhängige Ressource dar, welche auf zuverlässige Weise den Strombedarf abzudecken vermag.¹⁰

Die Nachteile der Hydroenergie lassen sich im Allgemeinen zwei Kategorien zuordnen. Aus ökologischer Sicht ist vor allem zu kritisieren, dass die Errichtung großer Kraftwerksanlagen zum Teil massive Beeinträchtigungen der Natur nach sich zieht. Durch Stauraumspülungen, welche zur Erhöhung des Stauraumvolumens durchgeführt werden, können größere ökologische Schäden (z. B. Verlust von submersen Lebensräumen) entstehen. Speicherkraftwerke bedeuten oftmals einen Eingriff in den Grundwasserhaushalt mit entsprechender Verunreinigung des unterirdischen Wasserkörpers und Absenkung oder Anhebung des Grundwasserspiegels. Dies kann wiederum nachteilige Folgen für die Trinkwasserwirtschaft haben. Aus kultureller Sicht kann die Anlage großer Stauseen zur Enteignung und Umsiedlung der Anrainer führen. Zudem besteht die Möglichkeit der Überstauung oder Zerstörung von Kulturgütern, welche sich im

⁹ Giesecke, Mosonyi, Wasserkraftanlagen (Anm. 5), 99-145.

¹⁰ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 15-16.

Kraftwerksareal befinden und von dort nicht wegbefördert werden können.¹¹

Wasserkraftwerke rückten vor allem in den vergangenen Jahrzehnten vermehrt in den Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Dies hing weniger mit ihrer Fähigkeit zur Verwertung erneuerbarer Energieträger, sondern vielmehr mit ihren teils unvorstellbaren Dimensionen zusammen. Als größte hydroelektrische Anlage der Welt gilt gegenwärtig der Dreischluchten-Damm am Jangtsekiang in China; ihr folgt mit Itaipú Binacional ein zwischen Paraguay und Brasilien gelegenes Kraftwerk, das seit Ende der 1970er Jahre Strom liefert. Als größtes Objekt zur Nutzung von Hydroenergie in den Vereinigten Staaten gilt der Grand-Coulee-Damm im Bundesstaat Washington, wohingegen Cahora Bassa in Mosambik die am größten dimensionierte Anlage ihrer Art auf dem afrikanischen Kontinent darstellt.¹²

In Europa sind Wasserkraftwerke in der Regel etwas kleiner dimensioniert, da der Kontinent nicht über so mächtige Flusssysteme wie Amerika, Afrika oder Asien verfügt. Das Kraftwerk Eisernes Tor 1 in Serbien repräsentiert die größte hydroelektrische Anlage Europas. In Österreich gelten die Maltakraftwerke in Kärnten als leistungstärkste Energieerzeuger ihrer Art, während diese Rolle in der Schweiz der Anlage Lac des Dix, in Frankreich der Roselend-Talsperre und in Deutschland dem Pumpspeicherwerk Goldisthal zukommt.¹³

¹¹ Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 15-16; ergänzend: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft, BMU, Berlin 2009; J. Giesecke, G. Förster, Ausbau der Wasserkraft, Arbeitsbericht Nr. 13 des Projektes Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden-Württemberg der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg 1994; M. Hütte, Ökologie und Wasserbau: Ökologische Grundlagen von Gewässerausbau und Wasserkraftnutzung, Parey, München 2000; Ch. Jehle, Bau von Wasserkraftanlagen, VDE Verlag Müller, Heidelberg 2011; P. Jetzer, Die Wasserkraft weltweit, Carlsen Verlag, Hamburg 2009; G. Küffner (Hrsg.), Von der Kraft des Wassers, Deutsche Verlags-Anstalt, München 2006; U. Maniak, Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin 2010; B. Uhrmeister, N. Reiff, R. Falter, Rettet unsere Flüsse – Kritische Gedanken zur Wasserkraft, Pollner Verlag, Oberschleißheim 1999.

¹² Sturm, Geschichte der Hydroelektrizität (Anm. 2), 48-50.

¹³ Ebd., 48-50.

1.2 Zur Rolle der Wasserkraft in den Vereinigten Staaten

Wenn man einen genaueren Blick auf die gegenwärtige Situation der Hydroenergie in den Vereinigten Staaten wirft, so kann man zunächst feststellen, dass dieser Träger die größte erneuerbare Energiequelle des Landes repräsentiert. In Hinblick auf ihre nominale Kapazität reiht sich die Wasserkraft jedoch hinter der Windkraft an der zweiten Position ein.¹⁴ Im Jahre 2015 betrug der Anteil der Hydroelektrizität an der gesamten aus erneuerbaren Energieträgern gewonnenen Elektrizität 35 %. Die Hydroenergie vermochte zudem 6,1 % zum Gesamtstrombedarf der Vereinigten Staaten beizutragen.¹⁵

Laut Internationaler Energieagentur (IEA) stellten die USA im Jahre 2008 nach China, Kanada und Brasilien den viertgrößten Produzenten von hydroelektrischer Energie dar. Die zum damaligen Zeitpunkt produzierte Kapazität belief sich auf knapp 255 TWh und machte damit 8,6 % der weltweit produzierten Hydroelektrizität aus.¹⁶ Die Zahlen geben sehr klar zu erkennen, dass die Wasserkraft in den Vereinigten Staaten seit jeher einen gehobenen Stellenwert genießt und auch in zukünftigen Projekten zu den erneuerbaren Energien eine tragende Rolle spielt.

Die Hydroelektrizität ist in insgesamt 34 Bundesstaaten präsent, wobei die stärkste Konzentration von Wasserkraftanlagen im Becken des Columbia-Flusses im Bundesstaat Tennessee zu verzeichnen ist. Im Jahre 2012 wurden dort 44 % der gesamten nationalen Hydroelektrizität produziert.¹⁷ Große Wasserkraftprojekte wie der Hoover-Damm, der Grand-Coulee-Damm oder die Tennessee Valley Authority avancierten in der Zwischenkriegszeit zu Prestigevorhaben, die noch heute zum Teil mythologisiert und in einem Atemzug mit der Erfolgsgeschichte des Landes genannt werden.

¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Hydroelectric_power_in_the_United_States[5.1.2019]

¹⁵ Ebd.

¹⁶ Ebd.

¹⁷ Ebd.

Im Bundesstaat Kalifornien werden zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine hydroelektrischen Anlagen mit Kapazitäten über 30 MW betrieben. Dies hängt in erster Linie damit zusammen, dass man die Realisierung größerer Kraftwerke aus umweltpolitischen Gründen strikt ablehnt (siehe Kapitel 1.1). Kalifornien hat sich mit seinen sehr strengen Standards zum Angebot erneuerbarer Energien eine hohe ökologische Messlatte gesetzt, welche sicherlich als vorbildlich für die Vereinigten Staaten angesehen werden kann. Es ist jedoch auch darauf hinzuweisen, dass bislang noch etwa 15 % des kalifornischen Energiebedarfs aus Anlagen stammen, die den selbst gesetzten Standards nicht entsprechen.¹⁸

Wenn man sich in weiterer Folge die Statistik zur US-amerikanischen Hydroelektrizität etwas näher vor Augen führt und dabei zunächst die größten Wasserkraftwerke des Landes betrachtet, gelangt man auf Basis von Abb. 3/a zu einigen interessanten Resultaten. Demnach stellt der Grand-Coulee-Damm mit einer Totalkapazität von 6.809 MW die mit Abstand größte Anlage dar, welcher das Bath County-Pumpspeicherkraftwerk, der Chief Joseph-Damm, das Robert Moses Niagara Power Plant, der John Day-Damm, der Hoover-Damm und der Dalles-Damm auf den nächsten Plätzen folgen. Die Totalkapazitäten der nachgereihten hydroelektrischen Anlagen schwanken etwa zwischen 2.000 und 3.000 MW und sind damit um 56 bis 70 % niedriger als beim größten Objekt.¹⁹

Die von den US-amerikanischen Wasserkraftwerken produzierte Sommerkapazität unterlag von 2008 bis 2017 einem nahezu kontinuierlichen Anstieg. Nur im Jahre 2011 konnte der Grafik in Abb. 3/b zufolge eine leicht rückläufige Tendenz gemessen werden. In Zahlen ausgedrückt betrug die Sommerkapazität im Jahre 2008 noch 77,93 GW und im Jahre 2017 80,06 GW. Dies entspricht einem Zuwachs von immerhin 2,73 %.²⁰ Der geringfügige Einbruch an der Schwelle vom ersten zum zweiten Jahr-

¹⁸ <https://www.eia.gov/electricity/monthly> [5. 1.2019].

¹⁹ Ebd.

²⁰ Ebd.

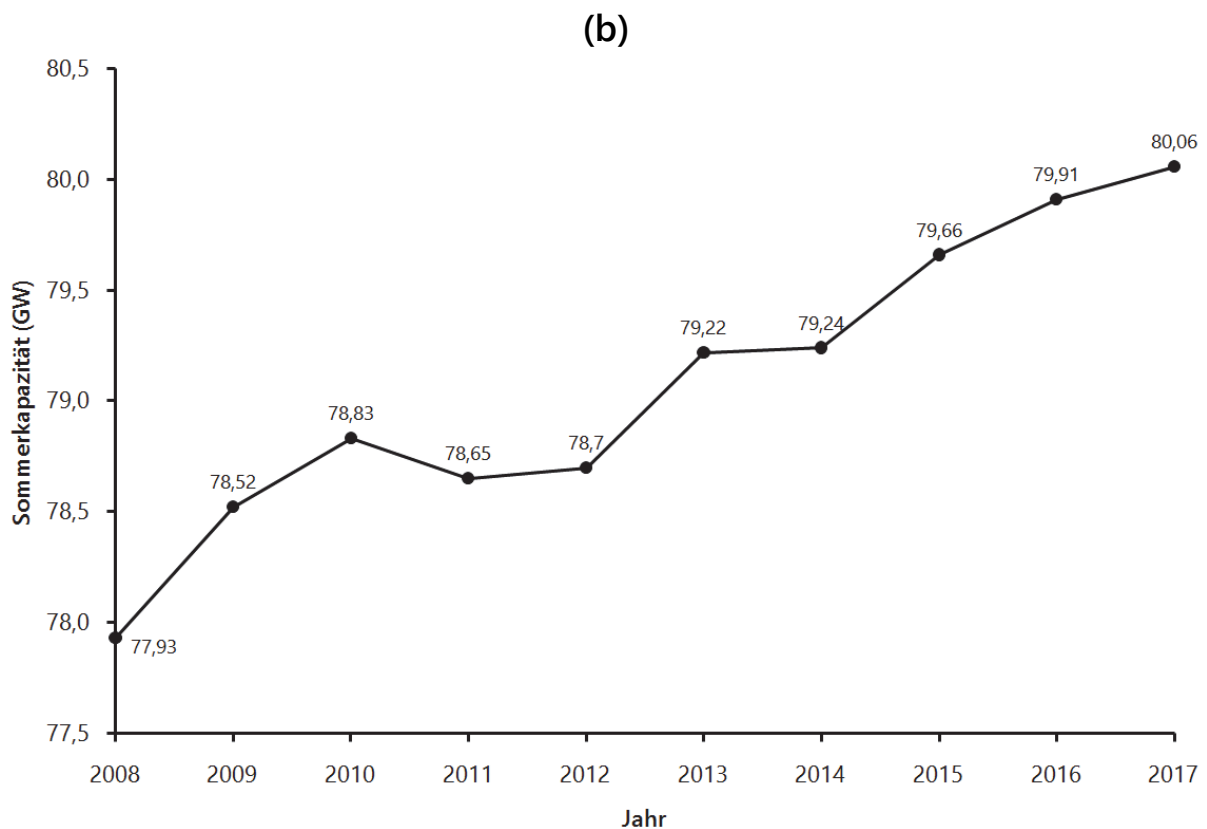
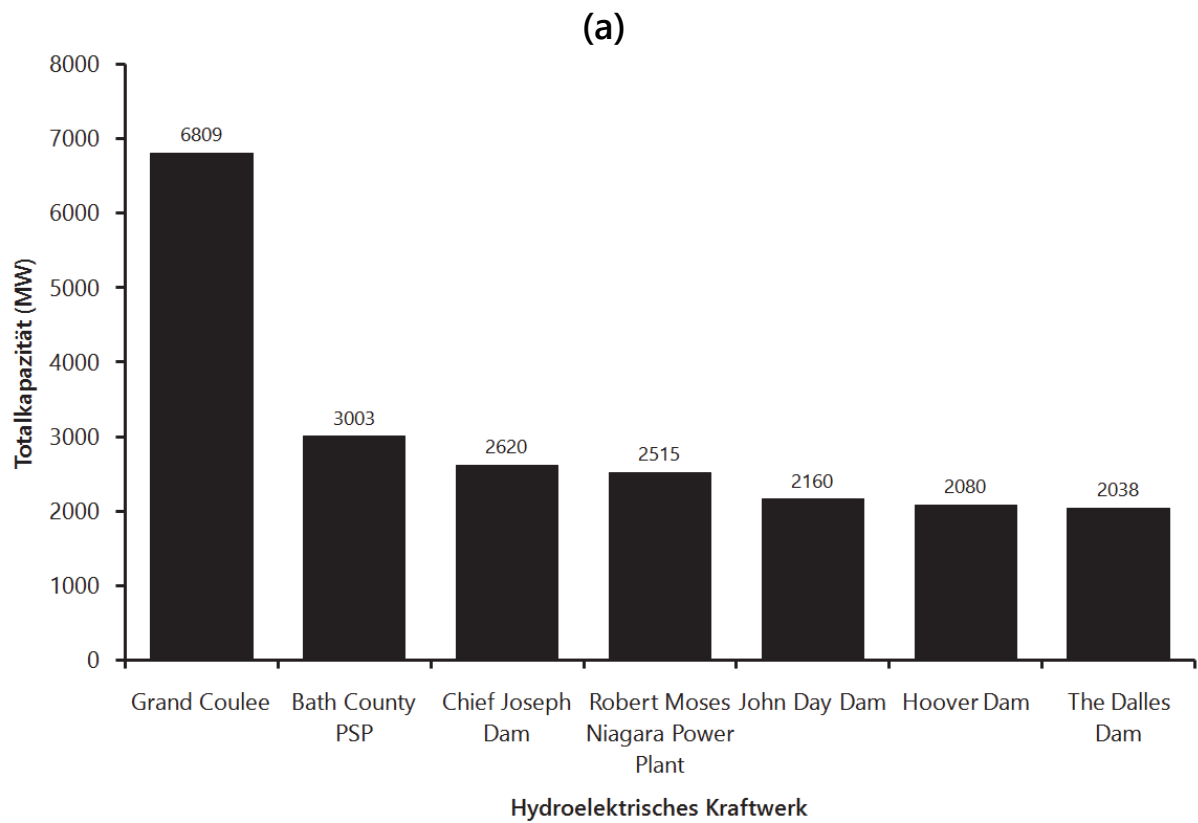


Abb. 3

Totalkapazität der sieben größten Analgen (a) und Sommerkapazität der hydroelektrischen Energieerzeugung in den Vereinigten Staaten (b).