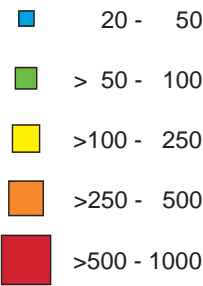
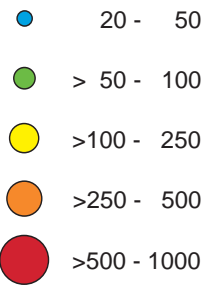


Laufwasserkraftwerke nach
Regelarbeitsvermögen [GWh]



Speicherkraftwerke nach
Regelarbeitsvermögen [GWh]



Größere Speicherseen in
Verbindung mit Wasserkraft:

- 1. Forggensee
- 2. Gepatschspeicher
- 3. Sellraintauseen
- 4. Walchensee
- 5. Sylvensteinspeicher
- 6. Achensee
- 7. Schlegeisspeicher
- 8. Ismaninger See
- 9. Stillupspeicher
- 10. Zillergründl
- 11. Durlaßboden
- 12. Tauernmoossee
- 13. Kaprunstauseen
- 14. Lago di Livigno

GLOBAL CHANGE ATLAS
EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:
GLOWA-Danube-Projekt, Ludwig-Maximilians-Universität München

1.19 Wasserkraftwerke

Rastergröße: 1 x 1 km²

Maßstab: 1: 1.700.000



Datengrundlage:
DANUBIA-Digitales Geländemodell und daraus abgeleitetes
Gewässernetz
BMLFU-Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2005):
Hydrologischer Atlas Österreichs. Wien
Eigene Recherchen und Befragungen

Autoren:
F. Koch, A. Reiter
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,
Ludwig-Maximilians-Universität München
H. Bach
Vista Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH, Weßling

Grafik:
Abt. Kartographie
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,
Ludwig-Maximilians-Universität München

1.19 Wasserkraftwerke - Teilprojekt Hydrologie/Fernerkundung

1. Einleitung

Prognosen gehen davon aus, dass der zukünftige Energie- und Strombedarf in Europa ansteigen wird. Diese Entwicklung wird trotz Effizienzsteigerung und Energiesparmaßnahmen u.a. durch Bevölkerungszunahme in Ballungsräumen und Wirtschaftswachstum angetrieben (Statistik Austria, 2005 und Kapitel 3.2.5). Gleichzeitig gewinnt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien immer mehr an Bedeutung. Insbesondere hochalpine Regionen sind aufgrund der enormen Reliefenergie und des großen Wasserdargebots für die regenerative Energiegewinnung aus Wasserkraft prädestiniert. Obwohl die Investitionskosten für den Bau einer Wasserkraftanlage sehr hoch und teilweise bis zu acht mal so teuer sind wie beispielsweise der Bau eines Steinkohlekraftwerks, kann eine günstige Stromerzeugung mittels Wasserkraft durch niedrige Betriebskosten sowie eine lange Lebensdauer in Verbindung mit einer effizienten Arbeitsweise und hohem Wirkungsgrad erreicht werden. Weitere Vorteile sind sehr geringe CO₂-Emissionen, die lediglich beim Bau und Betrieb der Anlage anfallen und die Regenerativität der Energiequelle Wasser. Allerdings stellen mit der Wasserkraft gekoppelte Sperrenbauwerke immer einen starken Eingriff in die Natur und das Gewässerökosystem dar. Deshalb müssen beim Neubau oder beim Ausbau bestehender Anlagen immer auch Aspekte des Natur-, Landschafts- und Ökosystems schutzes beachtet werden, wie sie z.B. in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie von 2000 und im novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetz von 2009 verankert wurden.

Die Wasserkraft deckt in wasserreichen und stark reliefierten Ländern wie z.B. Österreich zwischen 60 und 70% der gesamten Stromproduktion ab, aber auch in Bayern wird mit bis zu 20% ein erheblicher Anteil aus dieser regenerativen Energiequelle gewonnen. Eine Abschätzung des dort zukünftig verfügbaren Potentials ist für die Planung der Energieversorgung aus diesem Grund von größter Wichtigkeit. In DANUBIA wurden deshalb nahezu alle größeren Wasserkraftanlagen im deutschen, österreichischen und schweizer Teil des Einzugsgebietes eingebettet und modelliert (siehe Kapitel 2.7.1 und 3.2.7).

2. Datenaufbereitung

Generell unterteilt man Wasserkraftanlagen in Speicherkraftwerke, die stets im Zusammenhang mit Talsperren zu sehen sind, und in Laufwasserkraftwerke an Flusssperren. Talsperren schließen definitionsgemäß ein Tal durch ein Absperrbauwerk in seiner ganzen Breite ab und schaffen damit einen großen Speichersee. Flusssperren erfassen dagegen nur den Bereich des Fließgewässers. Der wichtigste Unterschied zwischen Tal- und Flusssperren besteht darin, dass bei letzteren lediglich ein kurzfristiger Aufstau durch sogenannte Staustufen erzeugt wird, während bei einer Talsperre das Wasser längerfristig in einem Speichersee gehalten wird. Da zwischen Speichersee und Kraftwerk zur Energieerzeugung Höhenunterschiede von bis zu 1000 Metern liegen können, findet man sie v.a. in alpinen Gebieten. Flusssperren hingegen befinden sich an nahezu allen größeren Flüssen im Einzugsgebiet der Oberen Donau.

Die meisten Flusssperren haben als Hauptaufgabe die Energiegewinnung. Eine Flusssperre zur Energieerzeugung besteht im Allgemeinen aus einem Wehr, einem Kraftwerk, Stauhaltungsdammen und bei Schiffbarkeit des Gewässers aus einer Schleuse (siehe Abbildung 1.19.1). Bei Talsperren gibt es hingegen einen großen Stauraum,

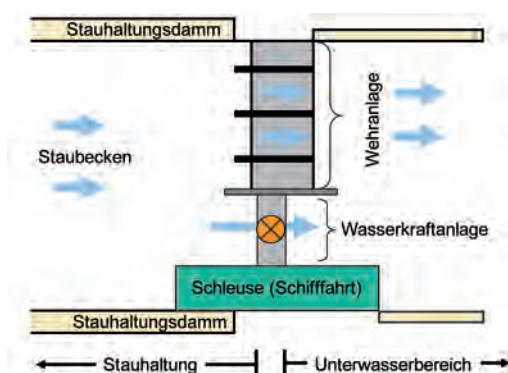


Abbildung 1.19.1: Komponenten einer Flusssperre (nach Strobl & Zunic, 2006).

der in sogenannte Stau- bzw. Speicherlamellen eingeteilt wird, die je nach Nutzungsart, Wasserdargebot und Konstruktion der Anlage unterschiedliche Stau- und Absenksziele definieren (siehe Abbildung 1.19.2).

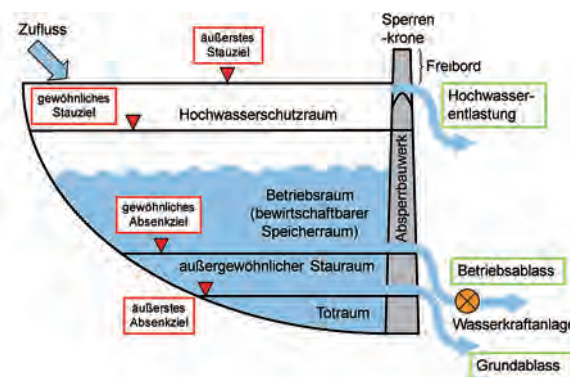


Abbildung 1.19.2: Schematische Darstellung der Stauraumeinteilung einer Talsperre mit Stauzielen und Ablassanlagen (nach Maniak, 2007).

Für die Energiegewinnung steht der Betriebsraum zur Verfügung, der sich je nach Füllgrad vom gewöhnlichen Absenksziel und maximal bis zum gewöhnlichen Stauziel am Übergang zum Hochwasserschutzraum erstreckt. Das Wasser im Totraum wird im Prinzip nie abgelassen, allenfalls wenn angesammelte Sedimente von Zeit zu Zeit ausgebaggert werden müssen. Die oberste Lamelle dient dem Hochwasserschutz, deren Überschuss im Hochwasserfall zum Schutz der Talsperre über eine Entlastungsanlage abgelassen wird (Strobl & Zunic, 2006). Das gespeicherte Wasservolumen wird anhand einer gesteuerten Abgabe bewirtschaftet, welche in einem Betriebsplan festgehalten ist, der die maximale Wasserabgabe für jeden Monat in Abhängigkeit vom Füllvolumen des Stausees regelt. Der Aufstellung von Betriebsplänen muss eine umfassende Analyse hydrologischer Größen wie Abfluss, Niederschlag, Verdunstung, Infiltration, Grundwasserverhältnisse, Schnee- und Eisverhältnisse sowie der Sedimentführung im Einzugsgebiet der Talsperre vorausgehen. Auch die Art der Nutzung der Talsperre wie z.B. die Wasserkraft aber auch andere Nutzungen wie Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Erholung, Trinkwasserschutz und Bewässerung spielen für den Betriebsplan eine große Rolle (Maniak, 1997). Im Falle der Wasserkraft wird durch den Betriebsplan der Zufluss zum Speicher so geregelt, dass er in Zeiten erhöhten Strombedarfs vermehrt Wasser abgeben kann. Im hochalpinen Bereich werden beispielsweise Zuflüsse aus der Schnee- und Eisschmelze so gespeichert, dass sie auch in den zuflussarmen Wintermonaten bei erhöhtem Strombedarf abgegeben werden können. Häufig werden sogenannte Überleitungen errichtet, die aus Nachbartälern zusätzliches Wasser in den Speichersee leiten. Durch die damit gewonnene höhere Wassermenge wird die Wirtschaftlichkeit der Anlagen gesteigert.

Laufwasserkraftwerke tragen aufgrund eines ständigen Durchflusses zur Erzeugung des Grundlaststroms bei. Sie sind charakterisiert durch einen meist hohen Durchfluss und ein eher niedriges Gefälle und verwerten den anfallenden Zufluss unvermittelt. Zur Energieerzeugung eignet sich deshalb am besten die schiffspropellerförmige Kaplan-Turbine. Eine Ausnahme bei den Laufwasserkraftwerken stellen Anlagen mit Schwellbetrieb dar, die den Abfluss über mehrere Stunden aufstauen können, um während Spitzenbedarfszeiten mehr Strom zu produzieren. Talsperrenkraftwerke können wegen ihrer Speicherkapazität auch bei Bedarf im Stromnetz zugeschaltet werden und liefern somit normalerweise Regel- und Spitzenstrom. Um insbesondere die Energie größerer Fallhöhen zu nutzen, eignet sich die sogenannte Pelton-Turbine. Pumpspeicherkraftwerke gelten als Sonderfall von Speicherkraftwerken. Sie können in Zeiten hohen Strombedarfs Wasser von einem Oberbecken in ein Unterbecken ablassen. Bei geringerem Strombedarf, also meist nachts, wird das abgelassene Wasser mit anderen Energiequellen ins Oberbecken zurückgepumpt, um erneut für Spitzenstromzeiten zur Verfügung zu stehen. Da die Betriebsführung von Pumpspeicherkraftwerken sehr komplex ist und keine ausreichende Daten-

grundlage gegeben ist, werden in DANUBIA derzeit keine Pumpspeicherkraftwerke abgebildet.

3. Darstellung der Ergebnisse

Wasserkraftanlagen werden u.a. nach dem sogenannten Regelarbeitsvermögen und der Engpassleistung charakterisiert. Das Regelarbeitsvermögen stellt die mittlere Energieproduktion der jeweiligen Anlage für ein Regeljahr dar. Die Engpassleistung gilt als die höchste, von der Anlage dauerhaft ausführbare Leistung, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass der Abfluss in Verbindung mit der Fallhöhe den Optimalwert aufweist (Fichtner GmbH & Co KG, 2003). Bei Laufwasserkraftwerken entspricht die Engpassleistung meist der Ausbauleistung. Der Ausbaudurchfluss wird für jedes Kraftwerk so gewählt, dass das Wasserdargebot zur Energieerzeugung unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte optimal ausgenutzt wird. An Laufwasserkraftwerken wird er an den meisten mitteleuropäischen Flüssen etwa an 30 bis 60 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten, bei alpinen Flüssen sogar an 60 bis 115 Tagen (Strobl & Zunic, 2006; Maniak, 1997).

In der Karte 1.19 sind nahezu alle Laufwasser- und Speicherkraftwerke im Einzugsgebiet mit einer Engpassleistung ab 5 MW dargestellt. Kleinwasserkraftwerke wurden somit nicht berücksichtigt. Derzeit umfasst der Datenbestand 118 Laufwasserkraftwerke mit einem Regelarbeitsvermögen zwischen 20 und 550 GWh sowie 22 Speicherkraftwerke mit einem Regelarbeitsvermögen zwischen 25 und 1000 GWh. Das gesamte Regelarbeitsvermögen der Laufwasserkraftwerke für alle betrachteten Anlagen beträgt ca. 13,0 Mio. MWh, das der Speicherkraftwerke 5,7 Mio. MWh. Das bedeutet, dass ungefähr 70% der Energie aus Wasserkraft von den Laufwasserkraftwerken produziert wird.

Die Laufwasserkraftwerke im Einzugsgebiet der Oberen Donau liegen an den größeren Flüssen und deren Nebenflüssen. Dies sind die Donau, der Inn, die Salzach, die Isar, der Lech und die Iller. Nördlich der Donau befinden sich im betrachteten Einzugsgebiet lediglich Kleinwasserkraftwerke, die in DANUBIA nicht abgebildet werden. Teilweise befinden sich die Laufwasserkraftwerke auch an sogenannten Ausleitungsstrecken oder Kanälen. Die größten Laufwasserkraftwerke mit einem Regelarbeitsvermögen von über 500 GWh wie Töging, Simbach/Braunau, Scharding, Passau/Inn und das Schwellkraftwerk Imst liegen allesamt am sehr abflussreichen Inn. Im mittleren Isarkanal, an der Salzach und an der Donau liegt das Regelarbeitsvermögen bei einigen Kraftwerken bei bis zu 250 GWh. An Iller und Lech sind die meisten Kraftwerke in Staustufen angesiedelt und erreichen Regelarbeitsvermögen von bis zu 100 GWh. Der größte Teil der betrachteten Speicherkraftwerke befindet sich im hochalpinen österreichischen Teil des Einzugsgebietes. Zu den größten Speicherkraftwerken und Kraftwerksgruppen mit einem Regelarbeitsvermögen von über 500 GWh zählen Pradella im Engadin, Prutz am Eingang zum Kautertal, Sellrain/Silz im Kütai, Mayerhofen im Zillertal und Kaprun in den Hohen Tauern. Die zwei größten bayerischen Anlagen sind Rosshaupten am Lech und das Walchenseekraftwerk. Die wichtigsten für die Speicherkraftwerke notwendigen Stauseen sind zusätzlich auf der Karte abgebildet. Die Speicherseen befinden sich in den meisten Fällen in unmittelbarer Nähe zu den Kraftwerksstandorten, jedoch muss das Wasser in einigen Fällen über mehrere Kilometer zur Kraftwerksanlage geleitet werden.

Literatur

- BMLFU – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2005): *Hydrologischer Atlas Österreichs*. Wien.
- Fichtner GmbH & Co KG (Hrsg.) (2003): *Die Wettbewerbsfähigkeit von großen Laufwasserkraftwerken im liberalisierten deutschen Strommarkt. Endbericht*. URL: http://www.emissionshandel-fichtner.de/pdf/BMWA_Langfassung.pdf (Stand: 24.11.2009).
- Maniak, U. (1997): *Hydrologie und Wasserwirtschaft. Eine Einführung für Ingenieure*. Berlin.
- Statistik Austria (2005): *Volkszählung 2001 – Haushalte und Familien*. Wien.
- Strobl, T. & Zunic, F. (2006): *Wasserbau. Aktuelle Grundlagen – Neue Entwicklungen*. Berlin.