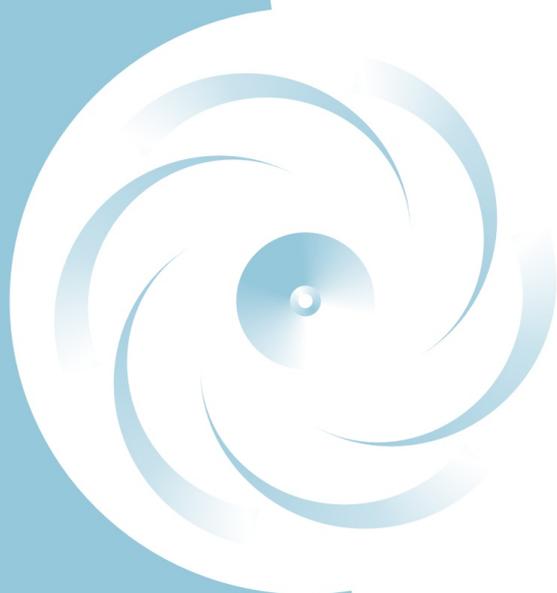


# Kleinwasserkraft

## Modul I Überblick Kleinwasserkraft und Akteure



**Auftraggeber**

EnergieSchweiz, 3003 Bern

**Auftragnehmer**

Skat Consulting Ltd., Vadianstrasse 42, 9000 St. Gallen, [www.skat.ch](http://www.skat.ch)

**Autor(en)**

Dr. Hedi Feibel, Martin Bölli

+41 71 228 54 54

[hedi.feibel@skat.ch](mailto:hedi.feibel@skat.ch)

[martin.boelli@skat.ch](mailto:martin.boelli@skat.ch)

**Begleitperson**

Benno Frauchiger, Bundesamt für Energie BFE

## Inhaltsverzeichnis

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Geschichte und Bedeutung der Kleinwasserkraft in der Schweiz .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1       | Bahnbrechende Entwicklungen im 19. Jahrhundert .....                       | 5         |
| 1.2       | Die Ära der Stromerzeugung und -übertragung .....                          | 8         |
| 1.3       | Die politische und rechtliche Weichenstellung .....                        | 10        |
| 1.4       | Zur Rolle der Banken .....   | 12        |
| 1.5       | Benachteiligte Bergregionen profitieren bis heute .....                    | 14        |
| <b>2.</b> | <b>Kleinwasserkraft heute .....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1       | Technische Aspekte und Stand der Forschung .....                           | 15        |
| 2.2       | Ausbaupotenziale und Herausforderungen .....                               | 18        |
| 2.3       | Beitrag zur Energiestrategie 2050 und zur CO <sub>2</sub> Vermeidung ..... | 19        |
| 2.4       | Rechtliche und politische Rahmenbedingungen .....                          | 23        |
| 2.5       | Überblick über aktuelle Förderoptionen .....                               | 24        |
| <b>3.</b> | <b>Begriffsklärungen .....</b>   | <b>25</b> |
| 3.1       | Anlagentypen .....   | 25        |
| 3.2       | Glossar .....  | 27        |
| <b>4.</b> | <b>Akteure und Organisationen .....</b>                                    | <b>29</b> |
| 4.1       | Öffentlicher Sektor .....  | 29        |
| 4.2       | Privatsektor .....   | 31        |
| 4.3       | NROs, Verbände und andere relevante Organisationen .....                   | 31        |
| <b>5.</b> | <b>Quellenverzeichnis .....</b>  | <b>36</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abb. 1: Gemälde eines Pferdegöpel (um 1770) [1] .....   | 5  |
| Abb. 2: Gemälde einer Mühle in Montreux [2] .....   | 5  |
| Abb. 3: Schokoladenwalze um 1900 [3] .....  | 6  |
| Abb. 4: Splügenpassstrasse um 1810, Aquatinta von Johann Jakob Meyer [4].....   | 6  |
| Abb. 5: Landwasserviadukt im Bau, um 1900 [6].....  | 7  |
| Abb. 6: Oberer Websaal in der Weberei Bleiche in Wald (Kanton Zürich), 1913 [7].....  | 7  |
| Abb. 7: Zweiphasen-Synchronmotor, Aussenpolmaschine; dieser Motor diente zum Antrieb von Papiermaschinen in der Papierfabrik Cham in der Schweiz; Hersteller BBC, 1893; Leistung 88 kW [9]..... | 8  |
| Abb. 8: Europas erste betonierte Gewichtsstaumauer der Mageren Au bei Pérolles südlich von Freiburg, erbaut 1869-1872 und 1910 erweitert [10].....  | 8  |
| Abb. 9: Werbeplakat zur Volksinitiative „Die Schweizerischen Wasserkräfte dem Schweizervolk“, 1906 [18].....  | 10 |
| Abb. 10: Historische Turbinenanlage, Baujahr 1899 [19] .....  | 11 |
| Abb. 11: Krafthaus am Fusse der Staumauer des Zervrailasees (Bauzeit bis 1957) [20].....  | 11 |
| Abb. 12: Produktionsmix der Schweiz, gemäss der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik 2014 des BfE .....   | 12 |
| Abb. 13: Hagneckwerk, Maschinensaal (1914)[23] .....  | 13 |
| Abb. 14: Rehabilitierte Kleinwasserkraft-Anlage auf der Engstligenalp; Entnahmestelle auf 1927 m ü. NN; [31] installierte Leistung 600 kW (zuvor 60 kW) .....                                   | 15 |
| Abb. 15: Fischtreppe des Kraftwerks Soor (Baujahr 2001/2002) [32] .....   | 15 |
| Abb. 16: Schematische Darstellung eines Ausleitkraftwerks.....  | 16 |
| Abb. 17: Schematische Darstellung Druckverluste .....   | 16 |
| Abb. 18: Jahresproduktion im Vergleich verschiedener erneuerbarer Technologien .....  | 19 |
| Abb. 19: Druckrohrleitung des 1.8 MW Kraftwerks Tambobach, Splügen, in Betrieb seit 2012 [49] .....   | 23 |

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tab. 1: Massiver Rückgang der Anzahl kleiner Wasserkraftanlagen. (Pfammatter & Plot) [21] .....   | 11 |
| Tab. 2: Mittlere jährliche Stromproduktion aus Wasserkraftanlagen verschiedener Leistungsbereiche, ohne Umwälzbetrieb und nur CH-Anteil der Grenzkraftwerke (Stand Ende 2015) ..... | 18 |
| Tab. 3: Ausbauziele Wasserkraft und Erneuerbare bis 2050 .....  | 20 |
| Tab. 4: Zubaupotenziale für Wasserkraft unter Berücksichtigung der technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Machbarkeit .....                             | 20 |

# 1. Geschichte und Bedeutung der Kleinwasserkraft in der Schweiz

## 1.1 Bahnbrechende Entwicklungen im 19. Jahrhundert

Die Wasserkraft in der Schweiz spielte eine herausragende Rolle beim Übergang von der Agrar- zur Kleinhandels- und schliesslich städtisch-industrialisierten Gesellschaft. Der **Strukturwandel während des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts** war viel drastischer und weitreichender als die Entwicklungen der vorangegangenen acht Jahrhunderte. In der Zeit vor 1820, wurden ausschliesslich lokal verfügbare erneuerbare Energien (Holz, menschliche und tierische Energie, Wasser, Wind, Torfabbau) genutzt. Der Einsatz einheimischer Kohle (genutzt seit dem 18. Jahrhundert) als einzigem fossilem Energieträger blieb sehr begrenzt, da der Transport nicht rentabel war. Mechanische Rotation wurde mit Hilfe von Wasserrädern, Windmühlen und sogenannten Pferdegöpeln erleichtert.

Obwohl **Wasserräder**, nur ca. 1% der Gesamtenergiebilanz in der Agrargesellschaft ausmachten, war es die einzige - fast ununterbrochen verfügbare - Quelle mechanischer Energie. Wasserkraft war nicht nur die Energiequelle für Mehl-, Öl-, Säge- und Hammermühlen, Schmiede, Tuchfabriken, Töpferwaren, sondern auch für die Herstellung und Verarbeitung von anderen Produkten (Milch, Kaffee, Tabak, Holz, Metall, Leder, Seife, Schiesspulver, Düngemittel etc.). Landwirtschaft, Handwerk und Gewerbe waren eng miteinander verwoben und die Menschen hatten neben der Landwirtschaft in der Regel mehrere parallele Tätigkeiten, in Heimarbeit oder in Fabriken, um so

1. die teils unzureichende landwirtschaftliche Basis der Ernährung durch **"externe" Einkommen** für den Kauf von Lebensmitteln zu verbessern,
2. die Anfälligkeit gegenüber **Preisschwankungen** zu reduzieren und
3. das individuelle, wirtschaftliche **Gesamtrisiko** zu reduzieren

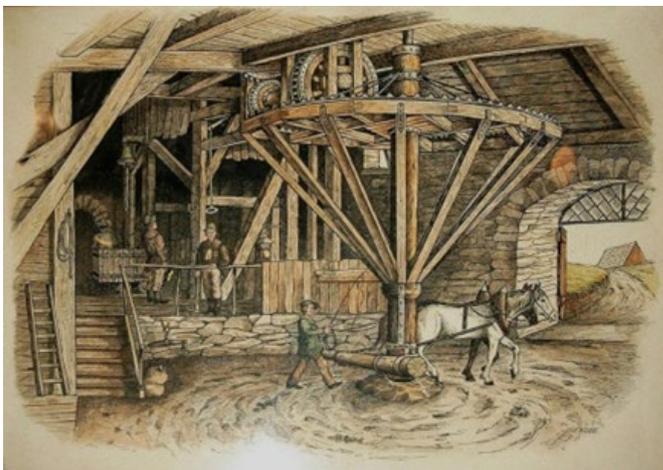


Abb. 1: Gemälde eines Pferdegöpel (um 1770) [1]

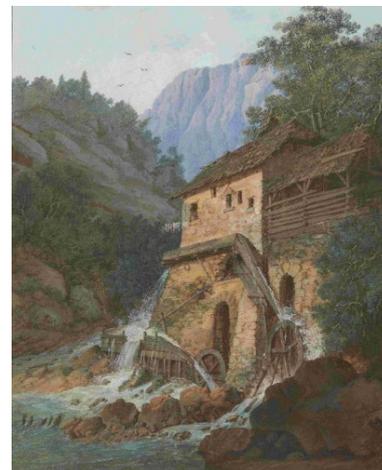


Abb. 2: Gemälde einer Mühle in Montreux [2]

Nach und nach fand ein Übergang von traditioneller Handarbeit als zusätzlicher „ländliche Beschäftigung für Selbstversorgung“ zu einer „marktorientierten Fachaktivität“ statt. Letztere war jedoch meist eng mit der Landwirtschaft verbunden, da sie auf lokal verfügbaren Rohstoffen basierte. Die Produkte wurden auch auf entfernten, nationalen oder internationalen Märkten durch spezialisierte Händler verkauft. Während des 18. Jahrhunderts, entwickelte sich Fabrikarbeit sehr langsam in der Schweiz und es entstanden kaum „echte Industriegebiete“. Ganz im Gegensatz zu England, bildeten in der Schweiz kleine und mittlere Familienbetriebe die Basis für die spätere Industrialisierung. Wasserkraft als unabdingbare Voraussetzung für viele **Fertigungsprozesse** stand nur **entlang der Wasserläufe** zur Verfügung. Daher waren Fabriken weit über das Land verteilt und führten zu einer relativ **dezentralen Entwicklung**. So vollzog sich die Industrialisierung während des

grössten Teils der 19. Jahrhunderts ausserhalb der Städte. Mechanisierte Baumwollspinnereien, die auf Wasserkraft angewiesen waren liessen sich mehrheitlich in ländlichen Gebieten nieder. Die Ansiedelung von Fabriken in Dörfern erklärt den organischen Wachstumsprozess verbunden mit einer Zunahme der Zahl kleiner und mittelgrosser Städte.

Die enge Verbindung von Fabrikarbeit, Heimarbeit und (Teilzeit-) Landwirtschaft und die eingeschränkte Mobilität und Freiheit ausserhalb des angestammten Kantons begrenzten die Landflucht zu dieser Zeit. Die durch landwirtschaftliche Modernisierung und diese "Patchwork-Aktivitäten" erzielten Überschüsse waren oft das Startkapital für die Gründung neuer Fabriken. Nur die kontinuierliche Weiterentwicklung maschineller Verarbeitung z.B. beim Spinnen, Weben, Stricken, Färben usw. reduzierte allmählich die Zahl der Arbeitsplätze.

### Beispiel „Die Spinnerei am Uznaberg“:

Unternehmer im Kanton St. Gallen bauten entlang der Wasserläufe im Gaster, Toggenburg und Fürstenland moderne Fabriken, darunter als Musterbetrieb die Spinnerei am Uznaberg (1833-36). Obwohl sich die Spindelzahl zwischen 1814 und 1853 verdoppelte, standen nur 15% der schweizerischen Spindeln im Kanton St. Gallen (45% im Kanton Zürich). Mit der Mechanisierung der Spinnerei gewann die Weberei an Bedeutung. Ab 1835 entwickelte sich die Toggenburger Buntweberei, die v.a. Kleiderstoffe für das Osmanische Reich herstellte, zu einer der wichtigsten Exportindustrien der Schweiz. Rund 60 Fabrikationsfirmen von Wildhaus bis Mörschwil beschäftigten über 15'000 Personen.

Während der ersten Phase der Industrialisierung konzentrierte man sich in der Schweiz auf die arbeitsintensive, jedoch wenig materialintensive, Uhren- und Textilindustrie, die vor allem **hydraulische Antriebskraft** und geringe Transportkosten benötigten, aber auch die Schokoladenproduktion und Eisenverarbeitung.

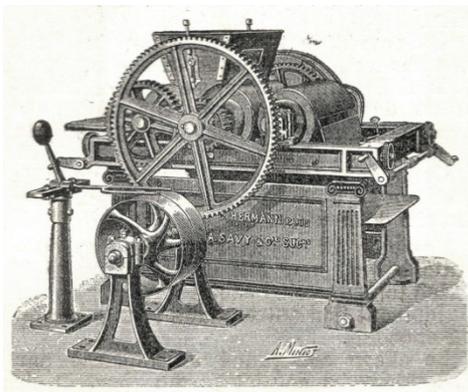


Abb. 3: Schokoladenwalze um 1900 [3]



Abb. 4: Splügenpassstrasse um 1810, Aquatinta von Johann Jakob Meyer [4]

Um 1800 arbeiteten in den Alpen nur noch etwa 75% der Bevölkerung in der Land- und Forstwirtschaft, in den Talregionen sogar nur noch ca. 50%. Viele Städte mit ihrem sehr begrenzten Umland – oftmals nur ein schmaler Streifen im Tal – waren zwar relativ klein aber sehr bedeutend. Da die meisten Verarbeitungsprozesse weiterhin an lokal verfügbare Wasserkraft gebunden waren, war auch der Entwicklungsprozess entsprechend dezentralisiert. So entwickelte sich auch ein dezentralisiertes Transportsystem. Um 1800 gab es in den Alpen ca. 300 Transitrouten, jede mit beschränkter Kapazität. So war die **dezentrale verfügbare Wasserkraft ein Hauptgrund für die ebenso dezentralen Versorgungs- und Lebenseinheiten.**

Im Laufe des 19. Jahrhunderts veränderte sich die Schweiz politisch und ökonomisch radikal. Zu den negativen Entwicklungen zählen: die Rezession des vorindustriellen Bergbaus und der Eisenverarbeitung, der Niedergang traditioneller Saumpfade durch den Bau von neuen Strassen [5] (z.B. der Gotthardpassstrasse 1830, nachdem Fahrstrassen über San Bernadino, Splügen und Simplon

Konkurrenz machten) und später Eisenbahnen, die Rezession des allgegenwärtigen traditionellen, ländlichen Handwerks, Handels und Gewerbes und die Abwertung der traditionellen Landwirtschaft.

Aufgrund einer romantischen Vorstellung von den Alpen oberhalb 1000 m und eines mutmasslichen Gegensatzes zwischen „Alpen“ und „Industrialisierung“ wird die **Entwicklung der Industrie in den Alpen** bei weitem unterschätzt. Dennoch ist sie von entscheidender Bedeutung, und zeitgleich mit den oben erwähnten negativen Entwicklungen entstanden vielerorts neue Unternehmen. Im Rückblick liest sich die Liste der „Start-Ups“ wie das „who is who“ der heute berühmten Firmen. Es fand eine „wirkliche Industrialisierung“ statt, gegen die die Entwicklungen des 20. Jahrhunderts eher wenig spektakulär aussehen. Diese Industrialisierung basierte auf

1. dem Aufbau auf existierenden Strukturen der Vor-Industrialisierung, z.B. durch **Ausbau und Modernisierung der Wasserkraftanlagen** durch effiziente Turbinen seit 1850
2. der Entwicklung des **Eisenbahnnetzes** (1830-1900)
3. dem Beginn der **Kohleimporte**



Abb. 5: Landwasserviadukt im Bau, um 1900 [6]



Abb. 6: Oberer Websaal in der Weberei Bleiche in Wald (Kanton Zürich), 1913 [7]

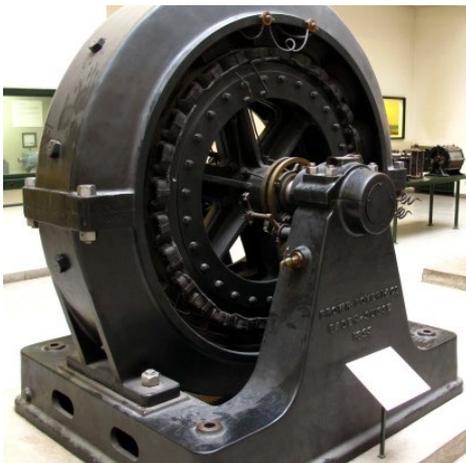
Eisenbahnen ermöglichten den Transport von Kohle (was gleichzeitig den inländischen Kleinbergbau zerstörte). Dennoch blieb die Kohlenutzung während der ersten 30 Jahre auf Industrie (Prozesse, die viel Hitze benötigen), Gaswerke und Eisenbahnen beschränkt. Bemerkenswerterweise erlaubte gerade die **in Stahl und Zement versteckte Energie aus der Kohle** den verstärkten Ausbau der Wasserkraft. Trotz des anbrechenden Zeitalters fossiler Energie, blieb die dezentrale Wasserkraftnutzung weiterhin die **tragende Säule** der Energieversorgung und ein kritischer **Standortfaktor** für die Industrialisierung. Fabriken mit komplexen Maschinen, die von effizienten zentralen Energieanlagen über Treibriemen und Zahnräder angetrieben wurden, beherrschten die Szene. Die existierende Leichtindustrie (Uhren und Textilien) nutzte weiterhin die Wasserkraft. Lediglich dort wo das Wasserkraftpotenzial bereits voll ausgenutzt war, oder auch in Niedrigwasserzeiten, wurde Kohle (Dampfkraft) als zweite Energiesäule genutzt; insbesondere in den Zentren der Modernisierung wie Bern, Biel und Burgdorf wurde um 1890 der Energiebedarf neben Wasserkraft (60%) auch durch Dampfkraft (40%) abgedeckt. Das Spinnen von Baumwolle, Weben von Leinen usw. boomte Mitte des Jahrhunderts und der Ausbruch des amerikanischen Bürgerkriegs und die anschließende Erhöhung der Preise für Baumwolle kurbelte zudem die inländische Nachfrage nach Leinenstoffen an.

Befördert durch die Uhrenindustrie, entwickelte sich auch die Produktion von Präzisions- und Werkzeugmaschinen, ausserdem die Papier- und Kartonherstellung etc.. Diese industrielle Entwicklung übertraf bei weitem die Zahl der ehemaligen vor-industriellen Standorte, namentlich im Wallis, den Nordfranzösisch Alpentälern, aber auch im übrigen Alpenraum. Die beiden wichtigsten Standortfaktoren waren die **Verfügbarkeit von Wasserkraft und die Zugänglichkeit**.

Während sich das alte, immer noch stark von den überlieferten Fertigkeiten und von der Heimarbeit geprägte Produktionsmodell bis Anfang des 20. Jahrhunderts hielt, gelang es der Schweiz dank ihrer wieder erwachten Innovationskraft, eine starke Position in den Spitzensektoren der **zweiten "industriellen Revolution"** (Stromerzeugung durch Wasserkraft, Elektrotechnik, Maschinenbau, synthetische Chemie) zu erreichen. Es handelte sich dabei um einen bemerkenswerten technologischen Durchbruch, der jenem Deutschlands und Schwedens vergleichbar ist und dessen Ausmass an der Zahl der im Ausland – vor allem in den USA - zwischen 1880 und 1914 angemeldeten schweizerischen Patente abgelesen werden kann [8].

## 1.2 Die Ära der Stromerzeugung und -übertragung

Obwohl in den frühen 1890er Jahren die vorhandenen Wasserkraft-Ressourcen vielerorts bereits vollends genutzt wurden, schreckten viele Industrien davor zurück, Wasserkraft verstärkt durch Dampfkraft aus Kohle zu ersetzen, was vor allem auf die nach wie vor relativ hohen Transportkosten zurückzuführen ist. Kohlenutzung für Dampfkraft erreichte in der Schweiz nie eine solche Bedeutung wie dies in anderen Ländern der Fall war. Den Ausweg aus dem Energieengpass ebnete vielmehr der Strom. Viele Fabriken gingen direkt vom **hydraulisch-mechanischen Antrieb** zur elektrischen Energie über. Seit der Erfindung der **Übertragung von Elektrizität** im Jahr 1891 und der Entwicklung des **Dreiphasen-Generators** (1890-1900) war ein neuer technologischer Durchbruch erzielt und Wasserkraft wurde in der Schweiz neu erdacht. "Wenn es wahr wird, dass die enorme Kraft unserer Alpenflüsse durch Turbinen gefesselt werden, dann durch Dynamos in Elektrizität umgewandelt werden und danach an entfernte Orte übertragen werden kann, um Maschinen in Fabriken anzutreiben, ja sogar Lokomotiven antreiben kann, ... dann wird unser Land mit einem Schlag zu den reichsten in der Welt gehören" (Zitat vom April 1891). Die Schweiz begann mit der **Stromerzeugung** zunächst vor allem für häusliche und Strassenbeleuchtung, dann aber auch zur Gewinnung mechanischer Energie zum Antrieb von Maschinen. 1879 bereits war im Bündnerland die erste Wasserturbine zur Stromproduktion installiert worden und lieferte Strom für die Beleuchtung eines Grandhotels in St. Moritz.



**Abb. 7: Zweiphasen-Synchronmotor, Aussenpolmaschine; dieser Motor diente zum Antrieb von Papiermaschinen in der Papierfabrik Cham in der Schweiz; Hersteller BBC, 1893; Leistung 88 kW [9]**



**Abb. 8: Europas erste betonierte Gewichtsstaumauer der Mageren Au bei Pérolles südlich von Freiburg, erbaut 1869-1872 und 1910 erweitert [10]**

Noch zwischen 1880 und 1914, als die Wasserkraft bereits in Strom umgewandelt werden konnte, war der Transport über lange Strecken aufgrund der Verluste weiterhin schwierig, so dass lokale Industrien zunächst an Flussufer gebunden blieben. Während dieser Pionierphase der Elektrifizierung wurden einige der kleinen Mühlen, die Ende des 19. Jahrhunderts unrentabel geworden waren, mit Turbinen ausgestattet und in **Kleinwasserkraftwerke** umgewandelt. So entstanden in der Schweiz, aber auch in Württemberg in Deutschland, dezentrale Kraftwerke für die ländliche Stromversorgung von Haushalten und Gewerbe. Aber, bald wurde der Übertragungsprozess verbessert und um 1900 war es technisch machbar Haushalte fast aller grösseren Schweizer Städte zu versorgen, indem man sie an ein lokales Kraftwerk anschloss. So wurden z.B. 1893 das städtische Kraftwerk Aarau (17 MW), 1896 das Kraftwerk Montbovon (31 MW) und 1898 das Kraftwerk Rheinfelden (100 MW) in Betrieb genommen.

Parallel begann die Elektrifizierung der Eisenbahnen<sup>1</sup>. Dabei ergänzten sich die **hohe Lastspitze für die Beleuchtung am Abend** und die **Tageslast der Eisenbahnen** ausgezeichnet.

In den frühen 1890er Jahren entstanden Tausende neuer Arbeitsplätze in der Industrie vor allem durch die Verarbeitung und Veredelung heimischer Rohmaterialien (Nahrungsmittel, feinmechanische elektrische Maschinen etc.). Kleine und mittlere Unternehmen wuchsen zu Industrieunternehmen (Tobler, Wander, Hasler), zum Teil wurden neue gegründet. Die Maschinenfabrik Amman, die 1886 als mechanische Werkstätte für die Mühlen- und Sägekonstruktionen startete, begann 1886 mit der **Fertigung von Turbinen**. Obwohl die beiden Schweizer Wissenschaftler Daniel Bernoulli und Leonard Euler bereits Mitte des 18. Jahrhunderts die physikalischen Grundlagen für den Turbinenbau gelegt hatten, dauerte es noch bis Anfang des 19. Jahrhunderts bis der französische Ingenieur Benoît Fourneyron die erste Turbine für die industrielle Nutzung erfand [11].

## Modul II    Technische Aspekte

### Kapitel II-2    Anlagenkomponenten und -typen

Aufbauend auf der **Zementindustrie**, entstand ab ca. 1890 durch den Bau von Staudämmen für Wasserkraftwerke ein neuer schnell wachsender Markt.

Der Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft bot der Schweiz grosse Chancen, die ihr früher wegen der fehlenden Kohlevorkommen verwehrt gewesen waren. Gezwungen, die Möglichkeiten zur Mechanisierung ohne Dampftrieb insbesondere im Textilsektor auszuloten, fand die Schweiz in der Wasserkraft Mittel und Wege, um ihr Energiehandicap wettzumachen. Die **"weisse Kohle"** wurde ab dem späten 19. Jahrhundert eine unerschöpfliche **Quelle von Innovationen** auch in anderen Bereichen, die mit Wasser zu tun hatten: im Wasserbau (Begradigung von Wasserläufen, Wasserversorgungssysteme) und in der mechanischen Wasserkraftnutzung, in der Stromerzeugung sowie in der Elektrotechnik (Elektromechanik, Elektrometallurgie, Elektrochemie). Beim Bau der grossen Kraftwerke und Staudämme kamen diese neuen Technologien gemeinsam zum Tragen [12].

Der durch die Elektrizität angetriebene Durchbruch führte auch zu einer starken Mechanisierung der Schweizer Industrie, so dass während der Verdoppelung der aufgebrachten mechanische Leistung zwischen 1900 und 1914, die Zahl der Fachkräfte nur um 20% wuchs. Doch insgesamt führte der wachsende Strombedarf zu zahlreichen positiven Effekten, wie dem Bau weiterer Kraftwerke, die Nutzung von Skaleneffekten, die Entwicklung integrierter Netze usw. und regte so eine **sich selbst tragende Entwicklung** an. Bis ca. 1910 wies die Schweiz die höchste Stromproduktion pro Einwohner auf (1902 81,3 kWh und 1907 165,7 kWh), vergleichbar den USA. Dabei stand bis Mitte der 60er Jahre die Nutzung der Wasserkraft für die Elektrifizierung im Mittelpunkt. Zu Beginn der Elektrifizierung wurde Strom neben Beleuchtung vor allem als Antriebskraft in Fabriken (Elektromotoren) und für den Antrieb der Eisenbahnen, Schmalspurbahnen, Zahnrad- und Standseilbahnen und für das Tramnetz genutzt. Bereits 1939 waren 77% des gesamten schweizerischen Eisenbahnnetzes elektrifiziert, während der europäische Durchschnitt bei 5% lag. In seinem Buch „Redeströme“ [13] belegt David Gugerli basierend auf der Auswertung zahlreicher Artikel aus der Zeit 1880 bis 1914, dass die Einführung einer neuen Technologie, in diesem Fall die

<sup>1</sup> Insbesondere die Wasserkraftanlagen von Barberine und das Etzelwerk wurden zu diesem Zweck gebaut.

der Elektrotechnik, kein automatisch ablaufender Prozess sei, der sich per se aus den neuen technischen Möglichkeiten ergibt. Vielmehr bedürfe es einer langwierigen und umfassenden gesellschaftlichen **Auseinandersetzung mit der Innovation**, mit ihren Anwendungsfeldern und möglichen Folgen. So sei z.B. eine „Rückständigkeit bestimmter Städte und gar der ganzen Schweiz“ beklagt worden, die nur durch forcierte Elektrifizierung aufzuheben sei. Oftmals seien religiöse Begriffe auf die Technik übertragen worden (Schalttafeln von Kraftwerken bezeichnet als „Altäre“, elektrisches Licht als „ewiges Licht“ etc.), um so die neue Energieform in die sprachlich traditionelle Welt zu integrieren.

[Historisches Lexikon der Schweiz](#) [14]

unter [Schweizer Geschichte: Abschnitt Industrialisierung](#) [15]

unter [Wirtschafts- und Sozialgeschichte online](#) [16] und

unter [Geschichte der Alpen 2007/12: Elektrizität und Fortschritt](#) [17]

### 1.3 Die politische und rechtliche Weichenstellung

Im Jahr 1885 entfielen auf thermisch-fossile Stromerzeugung noch ca. 20%, ein Anteil der bis 1910 auf weniger als 5% abfiel und zu Beginn des Ersten Weltkriegs vernachlässigbar gering war. Die zunehmende allgemeine Elektrifizierung, der Mangel an anderen Energiequellen während der beiden Weltkriege und die spürbare Abhängigkeit von deutschen und französischen Kohleimporten liessen die Schweiz ihrer eigenen Ressourcen gewahr werden. Durch die Formulierung des **Bundesgesetzes über die Nutzung der Wasserkraft (1916)** - einem ersten Schritt zu einer eidgenössischen Energiepolitik - wurden der Ausbau der Wasserkraft und der Bau von grossen Staudämmen deutlich stimuliert. Die Verknappung der Kohle während des Ersten Weltkrieges gab einen starken Impuls für die Elektrifizierung der Eisenbahnen und später für die Verbreitung von elektrischen Heizgeräten (elektrisches Kochen, Wasserboiler etc.). So begünstigte die frühe Nutzung der Wasserkraft auch die Maschinen- und Apparatebau-Industrie. Der Marktanteil der Wasserkraft am Energieverbrauch erhöhte sich nun rasch.

Am Ende des 19. Jahrhunderts (1886-1900) wurden die meisten Gas- und Wasserwerke, die bis anhin in Privatbesitz waren - auf der Grundlage von kündbaren Konzessionsverträgen - von Gemeinden und Städten aufgekauft. 1906 wurde unter dem Schlagwort "Die schweizerischen Wasserkräfte dem Schweizervolk" (in Anlehnung an die erfolgreichen Abstimmungsparole „Die Schweizer Bahnen dem Schweizer Volk“ von 1898) eine Volksinitiative eingereicht, die dazu führte, dass der Bundesrat die Oberaufsicht über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte erhielt, was schliesslich in der Formulierung des oben erwähnten Bundesgesetzes mündete.



Abb. 9: Werbeplakat zur Volksinitiative „Die Schweizerischen Wasserkräfte dem Schweizervolk“, 1906 [18]

Zur gleichen Zeit nahmen die meisten Kantone die Stromversorgung unter ihre Hoheit, gründeten kantonale Elektrizitätswerke, organisierten Stromverbände und beteiligten sich an gemeinsamen Erzeugungs- und Versorgungsgesellschaften. Die **Abkehr vom "liberalen Credo"** wurde nicht nur ausgelöst durch zahlreiche Konflikte mit privaten Monopolisten über deren Tarife, über Gas- und Wasserqualität, über den Anschluss neuer Versorgungsgebiete usw., sondern auch durch die Erwartung der Kommunen, sich zuverlässige Einnahmequellen für ihre Gemeindekasse zu erschliessen. Aufgrund **negativer Erfahrungen mit Privateigentum an Infrastrukturen**, waren die meisten Stromversorgungsunternehmen von Anfang an im Besitz der öffentlichen Hand in Form sogenannter **Gemeindewerke**. Diese Gemeindewerke mussten ihre Investitionen in die Stromversorgung vor der Wähleröffentlichkeit rechtfertigen. Selbst der Kraftwerksbau, der in den frühen 1890er Jahren boomte wurde Grossteils durch kleine **mittelständische Aktionäre oder Gemeinden** finanziert. Zudem hatten öffentliche Veranstaltungen wie die Schweizerische Landesausstellung in Zürich (1883) und die Internationale Elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt (1891) Tausende von Enthusiasten mobilisiert, welche schliesslich die politische und wirtschaftliche Grundlage für den ersten Bauboom von Kraftwerken in den frühen 1890er Jahren ermöglichten, und dies mehrere Jahre, bevor die Banken des Landes begannen, Investitionen in die Stromwirtschaft der Schweiz überhaupt in Erwägung zu ziehen. Trotz der zunächst erstaunlichen Zurückhaltung der Banken in den Stromsektor zu investieren, hatte die Schweiz 1895 schon weit über 70 Kraftwerke in Betrieb, deren Erzeugungskapazität ihre höchste jährliche Steigerungsrate in der Geschichte erzielt hatte.

Die anfängliche Vielzahl von Versorgern (ca. 1000 Stromversorgungsunternehmen im Jahr 1913, rund zwei Drittel des Schweizer Stroms wurden 1920 unter überwiegend öffentlichem Einfluss erzeugt), gab jedoch rasch der Notwendigkeit nach **Kooperation** und nach **Zusammenschalten der Stromnetze** nach, um so Versorgungsengpässe zu schliessen und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

Dank dem oben erwähnten Bundesgesetz, konnten die **Kantone, von ihrem Recht profitieren, Konzessionen für die Nutzung der Wasserkraft** zu vergeben und dank der Unterstützung ihrer Kantonalbanken konnten sie private Versorgungsunternehmen erwerben.

Nach der Weltwirtschaftskrise 1930 wurden zahlreiche **kleinere isolierte Wasserkraftwerke, die kleine Berggemeinden versorgten, zugunsten grösserer Wasserkraftanlagen mit grossen Dämmen und Speicherkapazitäten aufgegeben**.



Abb. 10: Historische Turbinenanlage, Baujahr 1899 [19]



Abb. 11: Krafthaus am Fusse der Staumauer des Zervrailasees (Bauzeit bis 1957) [20]

|                             | Geschätzte Anzahl Anlagen<br>1914 | Anzahl Anlagen<br>1973 |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Wasserkraftanlagen < 300 kW | 6,700                             | 1'900                  |
| Wasserkraftanlagen > 10 MW  | 14                                | 163                    |

Tab. 1: Massiver Rückgang der Anzahl kleiner Wasserkraftanlagen. (Pfammatter & Plot) [21]

Gründe für die Stilllegung vieler kleinerer Anlagen waren die Tatsache, dass grössere Kraftwerke den Strom günstiger produzierten und zum anderen, dass einfach genügend Strom vorhanden war.

**Speicherkraftwerke**, die natürliche Seen als Staubecken verwendeten oder welche die Flusskraft mit Hilfe von Wehren bündelten wurden etwa seit den 1920er-Jahren in (vor-)alpinen Regionen gebaut.

Grössere künstliche Stauseen entstanden meist erst nach dem Zweiten Weltkrieg (z.B. Grimsel und Dixence). Zwar waren hier die Auftraggeber nebst den eigenen Gemeinwesen, der Bund und sein Regieunternehmen Schweizerische Bundesbahnen und die Kantone und Städte des Mittellandes, doch über Konzessionsgebühren, Wasserzinsen und Steuereinnahmen aus dem Gewinn der Kraftwerksbetreiber profitierten auch die strukturell benachteiligten Alpenkantone selbst.

In den Jahren 1950-1975 wurden die meisten Speicherkraftwerke der Schweiz gebaut<sup>2</sup>. So betrug 1966/67 der Anteil der Stromproduktion aus Wasserkraft bereits ca. 97% und erreichte 1980 ein mehr oder weniger stabiles Niveau. Durch den massiven Ausbau der Kernenergie in den 70er und 80er Jahren sank allerdings der Anteil der Wasserkraft an der Gesamtstromproduktion. Heute stammen nur noch rund 60% aus Wasserkraft wie in der folgenden Grafik dargestellt.

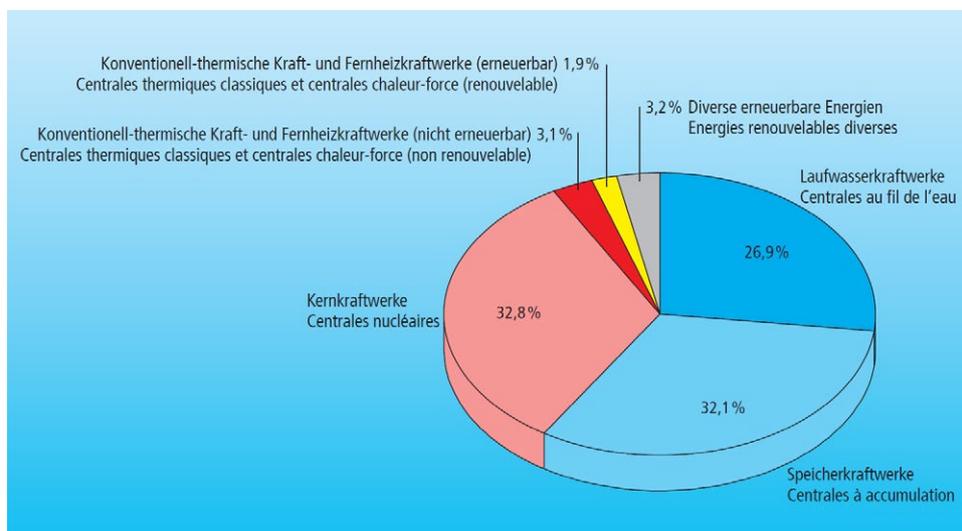


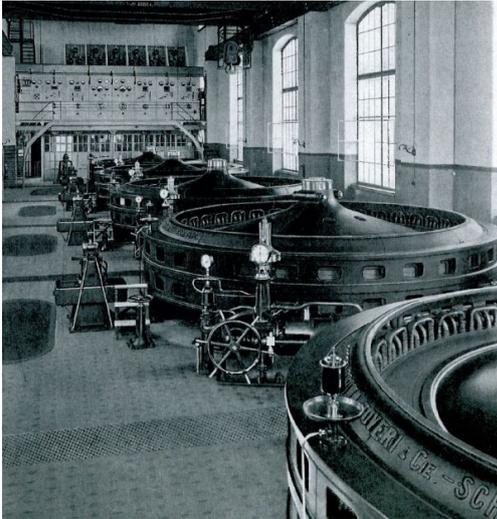
Abb. 12: Produktionsmix der Schweiz, gemäss der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik 2016 des BFE

## 1.4 Zur Rolle der Banken

Die Banken unterstützten im ausgehenden 19. Jahrhundert den „industriellen Aufschwung“ und insbesondere den Ausbau der Eisenbahnen. Zum konkreten Investitionsbeitrag der damaligen Banken zur Wasserkraft liegen jedoch nur wenige Informationen vor. So spielte zum Beispiel die 1856 vom liberalen Zürcher Nationalrat und „Eisenbahnkönig“ Alfred Escher gegründete Schweizerische Kreditanstalt SKA (die erste Schweizer Grossbank) eine wichtige Rolle bei der Finanzierung der privat betriebenen Eisenbahnen (bis zu deren Verstaatlichung im Jahr 1902). Mitte des 19. Jahrhunderts gab es neben den Privatbankiers vor allem die dezentral organisierten Sparkassen. Erst die zunehmende Industrialisierungswelle in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und der damit verbundene Kapitalbedarf führten zum **Aufkommen von Grossbanken** wie der oben genannten SKA. In den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts kam es dann zu einer zweiten Gründungswelle bei den Kantonalbanken, mit dem Ziel, den Kapitalmarkt von der Bevormundung durch das Grosskapital zu befreien. Die zahlreich gegründeten lokalen Kreditinstitute („Volksbank gegen Herrenbank“) waren stark auf die Bedürfnisse des Handwerks und des Mittelstands zugeschnitten, was vermutlich auch kleinen und mittelständischen Unternehmern im Wasserkraftsektor half.

<sup>2</sup> Erhöhung der installierten Leistung von 8,120 MW auf ca. 11,500 MW.

Offensichtlich investierten **Kantonalbanken** erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts verstärkt in den Energiesektor, nämlich als es um den Besitz der Elektrizitätswerke ging. So kaufte beispielsweise die „Kantonalbank von Bern“ 1905/1906 aus Emission und von Privaten Aktien der Gesellschaft der Vereinigten Kander- und Hagneckwerke, der späteren Bernischen Kraftwerke AG, und trat einen grösseren Aktienposten an den Kanton Bern ab. Der Kanton Bern und die „Kantonalbank von Bern“ besaßen nach 1906 nahezu alle Aktien des Elektrizitätsunternehmens [22]. Bei den vorangegangenen Initiativen, Erstellung der Studien und z.B. auch dem Bau des Hagneckwerkes allerdings spielten sowohl Industrielle des Seenlandes, die lokalen Gemeinden als auch die „Aktiengesellschaft für angewandte Elektrizität Motor“ in Baden eine Rolle [23].



**Abb. 13: Hagneckwerk, Maschinensaal (1914)** [23]

Die **Grossbanken** erlebten von dem Zeitpunkt an einen Aufschwung, als sie vom defizitären Geschäft der Eisenbahnen befreit wurden (1898 Rückkauf der Eisenbahnen durch den Bund zu etwa 1,5 Milliarden Franken). Fortan fokussierten sie sich auf die Finanzierung von Branchen der "Zweiten Industriellen Revolution": Chemie-Industrie, Maschinenbau, Stromerzeugung durch Wasserkraft und Elektrotechnik.

Die noch junge Elektrowirtschaft und die Maschinenindustrie begannen zudem, sich durch die Gründung von **Finanzgesellschaften** (wie der oben genannten „Elektrizität Motor AG Baden“) mit den Banken zu verflechten [24]. Solche Finanzgesellschaften entstanden ab den 1890er Jahren auf Initiative der Grossbanken, meist zur Finanzierung der Elektrizitätswirtschaft im In- und Ausland. Wegen des grossen Kapitalbedarfes und des hohen unternehmerischen Risikos in dieser Phase der Industrialisierung gründeten einige Industrieunternehmen in Verbindung mit Banken und anderen Geldgebern Tochtergesellschaften ohne operatives Geschäft, die ausschliesslich der Beteiligung an anderen Unternehmen (meist über Obligationen) dienen. Ein klassisches Beispiel für eine solche Finanzierungsgesellschaft ist die Elektrowatt [25, 26]. Das Unternehmen wurde 1895 als Bank für Elektrische Unternehmungen (kurz: „Elektrobank“) von der deutschen Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft (AEG) in Verbindung mit einem Bankenkonsortium unter Führung der Schweizerischen Kreditanstalt (SKA) gegründet. Die Elektrobank war eine typische Finanzierungsgesellschaft der europäischen Elektroindustrie des ausgehenden 19. Jahrhunderts.

Welche Rolle genau die Banken in Bezug auf das damalige Wirtschaftswachstum spielten ist historisch noch nicht im Detail analysiert. Bestimmte Instrumente wie die Kontokorrentkredite waren in der Tat gut auf die Bedürfnisse von Handel und Industrie zugeschnitten, allerdings ist nicht bekannt, in welchem Ausmass diese von der Industrie genutzt wurden. Es steht jedoch fest, dass in der Schweiz wie anderswo ein wesentlicher Faktor bei der Finanzierung der wachsenden Industrie die **Selbstfinanzierung** war. Die Geschäftsbanken übernahmen im Auftrag und auf Rechnung der Industriegesellschaften das Emissionsgeschäft, das die Umwandlung von Privatunternehmen in Aktiengesellschaften, Kapitalerhöhungen und Umstrukturierungen defizitärer Betriebe mit einschloss [27].

## 1.5 Benachteiligte Bergregionen profitieren bis heute

Die Kantone haben nach wie vor die Verfügungsrechte über die Wasserkraft inne. Sie können diese Rechte an die Gemeinden und andere Körperschaften übertragen. Trotz der kantonalen Freiheit, den sogenannten "**Wasserzins**" zu erheben, bestimmt die Bundesregierung die Berechnungsmethode und den Höchstbetrag dieser Abgabe. Bei seiner Einführung Anfang 1918 lag der maximale Wasserzins bei 8,16 CHF/kW (6 CHF/PS), 2015 sind es 110 CHF/kW (bezogen auf das „Brutto-Kilowatt“). Kraftwerke mit einer installierten Kapazität von weniger als 1 MW sind vom Wasserzins ausgenommen.

Ein Kanton oder eine Gemeinde hat also zwei Möglichkeiten, zusätzliche Einnahmen aus seinen Wasserkraft-Ressourcen zu generieren:

1. **Übertragung der Wasserrechte** an andere (z.B. private Versorger) und Nutzung der Wasserzinszahlungen
2. **Eigene Ausübung** der Wasserrechte (Gewinne aus Stromverkäufen)

Meist üben die Kantone und Gemeinden die Wasserrechte nicht selbst aus, sondern übertragen sie an private Konzessionäre.

[Der Wasserzins - die wichtigste Abgabe auf der Wasserkraftnutzung in der Schweiz](#), Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, 2002 [28, 29].

So bietet Wasserkraft heute neben dem ökologischen Vorteil nach wie vor einen entscheidenden **wirtschaftlichen Nutzen über den Wasserzins**. Die Bergkantone erhalten schätzungsweise 1'000 Mio. CHF an Einnahmen aus dem Wasserzins, entsprechenden Steuern, Kompensationen, Investitionen und Gehältern. Allein der Wasserzins bringt den Kantonen und Gemeinden aktuell (2014) ca. 515 Mio. CHF ein (was durchschnittlich ca. 0.012 CHF/kWh entspricht) [30]. So kommen z.B. 25% der gesamten öffentlichen Einnahmen des Kantons Uri aus der Wasserkraft. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass heute ein bedeutender Teil der Steuern von Stromkonzernen mit Hauptsitz im Mittelland entrichtet wird, während topographisch bedingt der grösste Teil der Produktion aus Wasserkraft in den Gebirgskantonen anfällt und dort zu Wasserzinseinnahmen führt. Neben den direkten Einnahmen, sichert der Wasserkraftsektor zahlreiche **Arbeitsplätze**, die gerade in den ansonsten wirtschaftlich schwächeren Bergregionen von besonderer Bedeutung sind.

Wasserkraftanlagen tragen zum Hochwasserschutz bei, zu einer hohen **Binnenwertschöpfung** und zur Strasseninfrastruktur und dienen damit in erster Linie der lokalen Bevölkerung. Letztere profitiert in der Regel durch Verbesserung der (Zugangs-) Strassen und der Wasserversorgung aber auch von anderen Begleitmassnahmen bei der Realisierung von Kraftwerken; nicht zuletzt wurden so auch entlegene Täler ans Netz angeschlossen. Die meisten Kraftwerke unterliegen dem **Heimfall**, was bedeutet, dass nach Ablauf der Konzession die Rechte an der gesamten Anlage mit Maschinen etc. jeweils zur Hälfte an Kanton und Gemeinde übertragen werden. Zusätzlich zu seinen finanziellen Verpflichtungen kann der Lizenznehmer verpflichtet werden, eine gewisse Menge an **freiem Strom oder "Vorzugsstrom"** (zu einem reduzierten Preis) an die Gemeinde abzugeben, die ihm das Wasserrecht überträgt. Diese vergünstigte Energie kann entweder für eine gezielte Wirtschaftsförderung verwendet werden oder um die Gemeindekasse aufzufüllen. Obwohl, aus Sicht der Betreibergesellschaft die oben genannten Kosten der Wasserkraftnutzung bis zu fünf Mal höher sind als in den Nachbarländern, profitiert schlussendlich die breite Öffentlichkeit von dieser Gesetzgebung. Selbst Gemeinden, die keine Konzessionen zu vergeben haben, profitieren indirekt über den interkommunalen Finanzausgleich, einen Fond in den die Konzessionsgemeinden einen Solidaritätsanteil einzahlen. Durch die oben dargestellten Vorteile aus Wasserzinseinnahmen und Vorzugsstrom, aber auch die Garantie einer kostendeckenden Einspeisevergütung KEV bietet Wasserkraft interessante Einnahmequellen für Kantone und Gemeinden, egal ob sie ihre Wasserrechte selbst ausüben oder sie an Konzessionäre übertragen.



**Abb. 14: Rehabilitierte Kleinwasserkraft-Anlage auf der Engstligenalp; Entnahmestelle auf 1927 m ü. NN; [31] installierte Leistung 600 kW (zuvor 60 kW)**

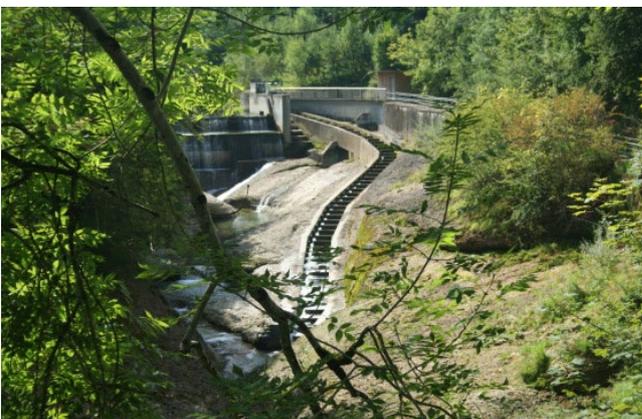
## 2. Kleinwasserkraft heute

### 2.1 Technische Aspekte und Stand der Forschung

Als „**Kleinwasserkraft**“ bezeichnet man in der Schweiz Anlagen mit einer Leistung **kleiner als 10 MW**. Zurzeit (2015) sind geschätzte **1'200 Kleinwasserkraft-Anlagen** in der Schweiz in Betrieb mit einer gesamthaft installierten Leistung von ca. 880 MW und einer jährlichen Produktion von ca. 3,700 GWh (**3.7 TWh**). Mögliche **Fallhöhen** liegen zwischen 2 und ca. 2,000 m.

Heutzutage ist der Neubau von ganz grossen Kraftwerken, für die ganze Talschaften überflutet werden, vorbei, da es zu viele politische Widerstände gäbe. Doch gibt es in der **Grosswasserkraft noch Optimierungsmöglichkeiten** im Bereich von einigen wenigen Prozenten, was aber absolut gesehen wichtige Leistungssteigerungen sind. Bei der **Kleinwasserkraft mit den zahlreichen stillgelegten Standorten** besteht hingegen ein sehr grosses **Revitalisierungs-Potenzial**. Auch die Ökologie gewinnt dabei, weil bei einer Revitalisierung zum Beispiel eine fehlende Fischdurchgängigkeit wieder hergestellt wird durch den Einbau von Fischaufstiegs- und -abstiegshilfen.

**Modul V** Umwelt- und sozio-ökonomische Aspekte  
**Kapitel V-1.** Umweltaspekte  
**Modul IV** Rechtliche und Politisch-Strategische Aspekte  
**Kapitel IV-1.** Relevante Gesetze / Verordnungen



**Abb. 15: Fischtreppe des Kraftwerks Soor (Baujahr 2001/2002) [32]**

Bei Kleinwasserkraftwerken handelt es sich häufig um sogenannte **Ausleitkraftwerke**. Weitere Kraftwerkstypen sind im Abschnitt 3.1 beschrieben.

Die folgende Abbildung [33] zeigt das Schema eines typischen Ausleitkraftwerks.

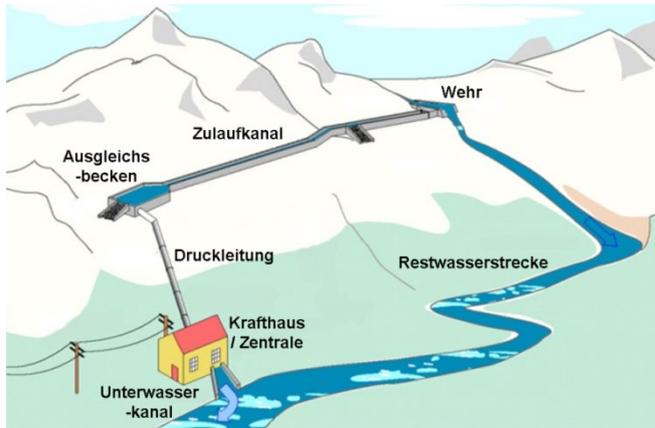


Abb. 16: Schematische Darstellung eines Ausleitkraftwerks

Zur groben Abschätzung der an einem Standort **verfügbaren Leistung** kann folgende Formel verwendet werden:

$$P = Q \times H_b \times 7.5$$

**P** = Leistung in kW

**Q** = Wassermenge in m<sup>3</sup>/s

**H<sub>b</sub>** = Bruttofallhöhe in Metern

Der **Faktor 7.5** setzt sich zusammen aus Erdbeschleunigung, Dichte des Wassers und den Verlusten in Wasserbauten, Druckrohrleitung (siehe Grafik), Turbine, Übersetzung und Generator.

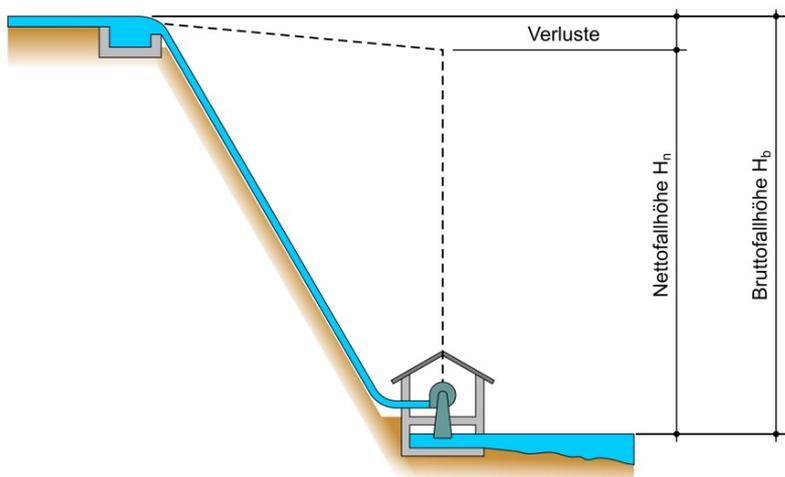


Abb. 17: Schematische Darstellung Druckverluste

**Kosten:** Die üblichen Investitionskosten liegen im Bereich von 2,000 – 20,000 CHF / kW; grössere Anlagen und Anlagen in Infrastrukturanlagen (Bsp. Trinkwasserversorgung) haben niedrigere spezifische Investitionskosten. Insbesondere wenn z.B. eine bestehende Wasserleitung als Druckleitung verwendet werden kann, sind sehr tiefe spezifische Kosten möglich. Sehr kleine Anlagen, schwer zugängliche Standorte und solche mit hohen ökologischen Anforderungen haben höhere spezifische Investitionskosten.

**Modul III**    Wirtschaftliche Aspekte  
**Kapitel III-1.** Kosten und Abschreibungsdauern  
**Modul VI**    Fallbeispiele

**Planungs- und Bauzeit:** Für Neuanlagen muss mit 5 oder mehr Jahren kalkuliert werden. Sind hingegen Anlagenteile und Wasserrechte bereits vorhanden, ist mit mindestens 1 Jahr zu rechnen, abhängig von den jeweiligen Bewilligungsverfahren.

**Modul II**    Technische Aspekte  
**Kapitel II-1.** Planung, Planungsprozess

Im Rahmen der früheren vom Bund geförderten Programme [PACER](#) [34] („Programme d’Action Energies Renouvelables“, 1990-1996) und [DIANE 10](#) [35] („Durchbruch Innovativer Anwendungen Neuer Technologien“, 90er Jahre) entstanden wichtige **Publikationen**. Diese sind auf der Internetseite des Bundesamtes für Energie BFE verfügbar.

**Modul II**    Technische Aspekte  
**Modul III**    Wirtschaftliche Aspekte  
**Modul IV**    Rechtliche und politisch strategische Aspekte  
**Modul V**    Umwelt- und sozioökonomische Aspekte  
**Modul VI**    Fallbeispiele

Die **Forschung** und Weiterentwicklung im Bereich der Kleinwasserkraft ist vor allem auf kostengünstigere und noch effizientere und zuverlässigere Lösungen ausgerichtet, wie zum Beispiel [36]:

- **Bautechnik:** Lösungen ohne Turbinenhaus, z.B. offene Niederdruckmaschinen, überflutete Anlagen etc.
- **Materialien, Komponenten, Technologie, Betrieb:** optimierte Turbinenkonzepte (wie z.B. Lösungen für geschlossene Systeme in Trinkwasser- und Industrieanlagen), verbesserte Ultra-Niederdruckanlagen, drehzahlvariable Kleinstkraftwerke, wartungsfreie Aktuatoren, Lösungen für Betriebsoptimierung und Fernbetrieb, wartungsfreie Rechen und Reiniger, optimierte Spülprogramme etc.
- **Wirtschaftlichkeit, Potenziale, Klimaänderungen:** Potenzialstudien, Energienutzungspotenziale in Wasserinfrastruktur, Einsatzbereiche kleiner dezentraler Pumpspeicherkraftwerke, Risikobewertung etc.
- **Ökologie:** Fischaufstieg und -abstieg, Geschiebedurchgängigkeit, Niederdrucklösungen (zur Aufhebung von Ausleitstrecken), Horizontalrechen etc.

[Forschungsprogramm Wasserkraft](#) [37]

## 2.2 Ausbaupotenziale und Herausforderungen

Wasserkraft insgesamt deckt aktuell ca. **56%** [38] der inländischen Stromproduktion (davon ca. **10%** aus Kleinwasserkraft).

Die Gesamtproduktion aus Wasserkraft teilt sich im Durchschnitt folgendermassen auf verschiedene Anlagengrössen auf:

| Leistung (el.) | Anzahl | Mittlere jährliche Stromproduktion | Anteil |
|----------------|--------|------------------------------------|--------|
| < 0,3 MW       | 1200   | 350 GWh <sup>3</sup>               | 1%     |
| 0,3 – 1 MW     | 348    | 671 GWh [39]                       | 2%     |
| 1 – 10 MW      | 204    | 2'970 GWh [39]                     | 8%     |
| > 10 MW        | 182    | 32'600 GWh [39]                    | 89%    |

**Tab. 2: Mittlere jährliche Stromproduktion aus Wasserkraftanlagen verschiedener Leistungsbereiche, ohne Umwälzbetrieb und nur CH-Anteil der Grenzkraftwerke (Stand Ende 2016)**

Die **Gesamtstromproduktion** aus Wasserkraft liegt also heute in der Grössenordnung von ca. **36'300 GWh** pro Jahr [38] (Verbrauch der Speicherpumpen bereits abgezogen) und könnte um geschätzte **2'000 – 3'000 GWh** erhöht werden. Ungefähr 11% der heutigen Wasserkraftproduktion stammen aus Kleinwasserkraftwerken.

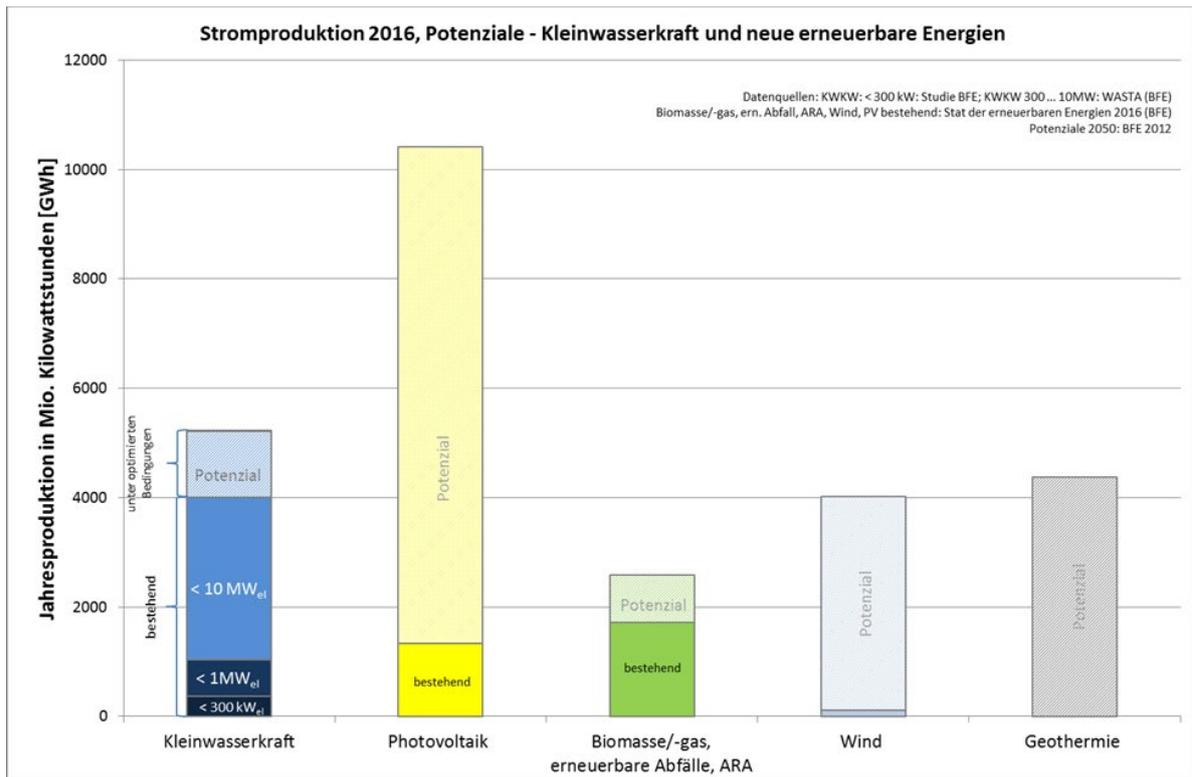
Neben Potenzialen in Flüssen gibt es auch ein grosses Potenzial zur **Wasserkraftnutzung in Infrastruktur** wie z.B. in Trinkwasserversorgungen, Abwasserreinigungsanlagen, Tunnels, Beschneiungs- und Bewässerungsanlagen, Hochwasserrückhaltebecken etc. Solche Anlagen bieten oftmals sehr wirtschaftliche und ökologisch unbedenkliche Optionen zur Wasserkraftnutzung. Zudem sind hier die Bewilligungsverfahren für die Stromerzeugung sehr viel einfacher [40].

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Modul II</b>      | Technische Aspekte                             |
| <b>Kapitel II-3.</b> | Kleinwasserkraftwerke als Nebennutzungsanlagen |
| <b>Modul V</b>       | Umwelt- und sozio-ökonomische Aspekte,         |
| <b>Modul VI</b>      | Fallbeispiele                                  |

Die folgende Grafik von Swiss Small Hydro<sup>4</sup> zeigt die Bedeutung der Kleinwasserkraft relativ zu anderen Erneuerbaren, und vergleicht die Produktion von Ende 2016 mit den Zubaupotenzialen gemäss einer Schätzung des BFE von 2012 [41].

<sup>3</sup> Schätzung BFE Ende 2015 (Januar 2016)

<sup>4</sup> Swiss Small Hydro – Schweizer Verband der Kleinwasserkraft (früher Interessenverband Schweizerischer Kleinkraftwerk-Besitzer ISKB)



**Abb. 18: Jahresproduktion im Vergleich verschiedener erneuerbarer Technologien**

Die grossen **Herausforderungen**, denen sich die Wasserkraft in der Schweiz kurz- oder langfristig stellen muss sind: veränderte klimatische Bedingungen, welche zum Beispiel das Niederschlags- und Abflussverhalten beeinflussen, die Liberalisierung der Strommärkte und die Veränderung der Bedeutung von Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken. Letztere führt ausserdem zu veränderter mechanischer Beanspruchung elektromechanischer Komponenten und hat Auswirkungen auf die Gewässerökologie. Derzeit ist nach den Inbetriebnahmen von Linth Limmern (2016/2017, 1'000 MW) und Veytaux (2016, 240 MW) ein weiteres grosses Pumpspeicherkraftwerke im Bau (Nant de Drance / Wallis 900 MW).

Ein weiteres Problem ist unter anderen sicher auch der Zerfall der europäischen Grosshandelspreise [21].

### 2.3 Beitrag zur Energiestrategie 2050 und zur CO<sub>2</sub> Vermeidung

Mit der von der Politik ausgerufenen Energiewende und dem Bedarf nach zusätzlicher erneuerbarer Produktion soll die Wasserkraftnutzung nun weiter ausgebaut werden. Gemäss der **Energiestrategie 2050** soll der Wegfall von knapp 40 % der Produktion durch Kernkraftwerke durch zusätzliche erneuerbare Energien ersetzt werden. Dazu soll unter anderem die durchschnittliche inländische Produktion von Elektrizität aus Wasserkraft bis 2050 um rund 3'160 GWh ausgebaut werden.

Die folgende Tabelle fasst die **Ausbauziele für Wasserkraft und Erneuerbare ohne Wasserkraft** in Bezug auf die durchschnittliche jährliche Stromproduktion zusammen:

| In GWh                          | Stromproduktion 2014    | Ziel 2035    | Ziel 2050    |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| Wasserkraft (Gross- und Klein-) | ca. 36'000 <sup>5</sup> | mind. 37'400 | mind. 38'600 |
| Erneuerbare (ohne Wasserkraft)  | ca. 2'600               | mind. 14'500 | mind. 24'200 |

**Tab. 3: Ausbauziele Wasserkraft und Erneuerbare bis 2050**

Diese Zahlen zeigen deutlich die nach wie vor grosse Bedeutung der Wasserkraft relativ zu anderen Erneuerbaren Energien.

[Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050](#) [42]  
[Energiestrategie 2050 / BFE](#) [43]

Eine Studie des BFE, Juni 2012 [44], ergab die folgenden Zubaupotenziale für Wasserkraft unter Berücksichtigung der technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Machbarkeit:

|   | Ausbaupotenzial in GWh unter: |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|   | Heutigen Nutzungsbedingungen  | Optimierten Nutzungsbedingungen |
| Neubauten Grosswasserkraft                        | 770                           | 1'430                           |
| Kleinwasserkraft                                  | 1'290                         | 1'600                           |
| Aus- und Umbauten, Erweiterungen Grosswasserkraft | 870                           | 1'530                           |
| Auswirkungen Gewässerschutz (Restwassermengen)    | - 1'400                       | - 1'400                         |
| <b>Total (zusätzliches) Wasserkraftpotenzial</b>  | <b>1'530</b>                  | <b>3'160</b>                    |

**Tab. 4: Zubaupotenziale für Wasserkraft unter Berücksichtigung der technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Machbarkeit**

Beim Potenzial unter „optimierten Nutzungsbedingungen“ ist eine Anpassung der heutigen Umwelt- und Gewässerschutzbestimmungen vorgesehen. Die geschätzten Produktionseinbussen (1'400 GWh) aufgrund des Gewässerschutzgesetzes sind auf verschiedene gesetzliche Veränderungen zurückzuführen. Eine Erhöhung der gesamten Wasserkraftproduktion um 3'160 GWh entspräche, verglichen mit der Produktion im Jahr 2010, einer Steigerung um 45%. Die Zahlen in der Tabelle verdeutlichen auch die vergleichsweise **wichtige Rolle der Kleinwasserkraft bei der erfolgreichen Umsetzung der Energiestrategie 2050** (Ausbaupotenzial von 1.3 bzw. 1.6 TWh je nach Nutzungsbedingungen [45]).

<sup>5</sup> Die jährliche Nettoerzeugung aus Wasserkraft unterliegt je nach klimatischen Bedingungen (Niederschlag und Schneeschmelze) starken Schwankungen. 2010 war die Nettoerzeugung aus Wasserkraft z.B. ca. 35 TWh und 2014 ca. 37 TWh. Die Wert in der Tabelle von 36 TWh ist ein mittlerer Wert über die letzten Jahre.

Die folgende Tabelle fasst technische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile der Kleinwasserkraft zusammen [46].

| Technische Vorteile  | Konsequenzen  |
|--|---|
| <b>Dezentrale</b> und <b>regelmässige</b> , gut prognostizierbare Produktion (Tag und Nacht, Sommer und Winter)                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Ausbau des Hochspannungsnetzes erforderlich</li> <li>Produktion von Bandstrom (keine zusätzlichen Speicherkapazitäten erforderlich)</li> </ul>  |
| Verhältnismässig hohe <b>Winterproduktion</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Insbesondere Kleinwasserkraftanlagen im Mittelland profitieren von nassen Wintern und mehrmaliger Schneeschmelze und liefern so Strom in Zeiten von hohem Bedarf</li> </ul>  |
| Beitrag zur <b>Netzstabilität</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Produktion 3-phasigen Wechselstroms inkl. möglicher Blindleistung</li> <li>Rotierende Massen (Generator / Turbine) vereinfachen durch ihre Trägheit Regelung des Stromnetzes und leisten Beitrag zur Stabilität der Netzfrequenz</li> </ul>  |
| Möglichkeit zur <b>Inselversorgung</b> , und damit zur <b>Versorgungssicherheit</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manche Kleinwasserkraftanlagen können sogar dann Dörfer oder Regionen unabhängig mit Strom versorgen, wenn das Hochspannungsnetz ausfällt</li> </ul>   |
| <b>Reaktivierung, Modernisierung</b> oder <b>Erweiterung</b> von bestehenden Anlage führt in der Regel zu <b>gesamtheitlichen Verbesserungen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Auflagen zur Wiederherstellung der Fisch- und Geschiebedurchgängigkeit und für höhere Restwassermengen verbessern oftmals den existierenden ökologischen Zustand</li> <li>Moderne Ausrüstung ermöglicht optimale Nutzung des vorhandenen Potenzials, höhere Wirtschaftlichkeit und längere Lebensdauer</li> <li>In vielen Fällen Erhalt historischer Industriekultur (Mühlen, alte Fabriken etc.)</li> </ul>   |
| Wirtschaftliche Vorteile   | Konsequenzen  |
| <b>Niedrige Gesteungskosten</b> im Vergleich zu anderen unter KEV geförderten Technologien   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kleinwasserkraft hat die höchste Fördereffizienz (Ergebnis einer Evaluation der KEV)<sup>6</sup>.</li> </ul>   |
| Planung, Bau und Betrieb mit <b>inländischer Wertschöpfung</b> von fast 95% [47]   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung von Arbeitsplätzen in Randregionen</li> <li>Nutzung der Wasserkraft ist mit einem Viertel der Branchenangestellten der grösste Beschäftigungstreiber [48]. 2011 beschäftigte die <b>Schweizer Kleinwasserkraft 11'171 Personen</b></li> </ul>  |
| Ökologische Vorteile   | Konsequenzen  |
| In der Regel kein Speicherbetrieb  | <ul style="list-style-type: none"> <li>keine Schwall-/Sunkproblematik</li> </ul>  |
| Kleinwasserkraft bietet Möglichkeit <b>Fischdurchgängigkeit zu verbessern</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ca. 100'000 Querbauwerke in den Schweizer Flüssen behindern die Fischdurchgängigkeit; aber nur ca. 1'500 Wasserkraftwerke. Der mit Abstand grösste Teil der Bauten wurde also nicht für die Nutzung der Wasserkraft, sondern aus anderen Gründen erstellt. Da bei vielen dieser Bauwerke Wasserkraftpotenzial genutzt werden kann, macht die Realisierung eines Kleinwasserkraftwerks die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit erst finanzierbar (win-win).</li> </ul> |
| Technische Möglichkeit der <b>Vermeidung von Restwasserstrecken</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Neue Entwicklungen im Bereich von Niederdruckturbinen setzen Anreize, bestehende Ausleitkraftwerke in Durchlaufkraftwerke umzubauen. Damit wird das Wasser direkt im Fluss turbinert, eine Restwasserstrecke gibt es damit nicht mehr.</li> </ul>  |
| „Kleine“ Wasserkraftwerke oft als Resultat umfassender <b>Interessenabwägung</b> bei ursprünglich grösser geplanten Anlagen                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch höhere Restwassermengen, verbesserten Landschaftsschutz etc. (im Rahmen eines Konzessionsverfahrens) wird zwar Potenzial nicht voll genutzt (Energieproduktion sinkt), aber Umweltauswirkungen werden auf ein Minimum reduziert.</li> </ul>  |
| Kleinwasserkraft weist beste <b>Gesamtumweltbilanz</b> und niedrigste Treibhausgas- <b>Emissionen</b> auf  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Der <b>CO<sub>2</sub> Ausstoss</b> fällt durch die rund 1,000 existierenden Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz um ca. 3% tiefer aus, als wenn dieser Strom aus dem Ausland importiert werden müsste.</li> <li>Viele Kleinwasserkraftwerke sind <b>Naturmade Star</b> zertifiziert (weltweit anspruchsvollstes Label für Wasserkraftanlagen)</li> </ul>   |

Die Tabelle auf der folgenden Seite zeigt eindrücklich, wieviel Strom aus Kleinwasserkraft produziert werden kann und wieviel CO<sub>2</sub> dabei vermieden wird.

<sup>6</sup> [92] Zitat Seite 7: „Unter Berücksichtigung der Vollzugskosten und des Mitnahmeeffekts kostete eine kWh aus KWK 13.5 Rp/kWh, bei Windenergieanlagen 16 Rp/kWh, bei der Biomasse 18.5 Rp/kWh und bei der Photovoltaik 77 Rp/kWh“. Die Kosten bei der Photovoltaik sind seit 2012 massiv gefallen. Bei den anderen Technologien sind aber keine relevanten Abweichungen von diesen Werten zu erwarten. Die Reihenfolge wird heute weiterhin dieselbe sein.

| Leistungskategorie<br>(mittlere hydr.<br>Bruttoleistung Art. 51<br>WRG)  | 1 einzelnes 300 kW-<br>Wasserkraftwerk  | 1 einzelnes 1'000 kW-<br>Wasserkraftwerke  | Alle 300 kW-Wasserkraftwerke<br>zusammen  | Alle 1'000 kW-Wasserkraftwerke<br>zusammen  |
|--|---|--|---|---|
| Stromproduktion / Jahr   | 2 Mio. kWh  | 6,7 Mio. kWh   | 475 Mio. kWh  | 1'200 Mio. kWh  |
| <b>Vergleich mit<br/>Schweizer Haushalten<sup>7</sup></b>  | 450 Haushalte, bspw.<br><b>Gsteig im Berner Oberland</b><br> | 1'500 Haushalte, bspw.<br><b>Stein am Rhein (SH)</b><br> | > 105'000 Haushalte, bspw.<br><b>Luzern und Lausanne</b><br>(40'000 HH + 64'000HH)<br> | > 175'000 Haushalte<br><b>(Stadt Zürich: 187'000 HH)</b><br> |
| <b>Vergleich mit dem<br/>Bahnverkehr</b>   | Ein IC2000 fährt damit<br>mehr als 150'000 km <sup>8</sup>  | Ein IC2000 fährt damit<br>mehr als 500'000 km  | 18% des gesamten<br>Stromverbrauchs der Bahnen <sup>9</sup>   | 30% des gesamten<br>Stromverbrauchs der Bahnen  |
| <b>CO<sub>2</sub> Emissionen</b> bei<br>Ersatz der<br>Stromproduktion aus dem<br>europäischen Strommix <sup>10</sup> | 1'030 t CO <sub>2</sub> ,<br>oder <b>440 Flüge Zürich - New York<br/>retour<sup>11</sup></b>  | 3'450 t CO <sub>2</sub> , oder<br><b>1'473 Flüge Zürich - New York<br/>retour</b>  | 245'000 t CO <sub>2</sub> , oder<br><b>1,4% der gesamten CO<sub>2</sub> Emissionen<br/>aus Brennstoffen in der Schweiz<sup>12</sup></b>                                   | 619'000 t CO <sub>2</sub> , oder<br><b>fast 3,6% der gesamten CO<sub>2</sub><br/>Emissionen aus Brennstoffen in der<br/>Schweiz</b>             |

<sup>7</sup> Berechnungen beruhen auf durchschnittlichem Verbrauch von 4'500 kWh/Jahr/Haushalt

<sup>8</sup> 10 Wagen mit einer durchschnittlichen Belegung von einem Drittel seiner Kapazität (508 Tonnen), St.Gallen – Genf 369 km; Energiebedarf dafür 4'900 kWh pro Weg,

<sup>9</sup> 2013: ca. 235 GWh für Bahnhöfe, Büros, Werkstätten, Stellwerke, etc. und ca. 2'442 GWh für den Bahnverkehr SBB und 13 Privatbahnen, insgesamt also 2'667 GWh pro Jahr

<sup>10</sup> Europäischer Strommix (treeze Ltd. 2014, S. 208): 520.7 g<sub>CO2</sub>/kWh, abzüglich CO<sub>2</sub> Emissionen der Kleinwasserkraft von 4.9 g<sub>CO2</sub>/kWh = 515.8 g<sub>CO2</sub>/kWh

<sup>11</sup> Von Zürich (CH), ZRH nach New York (US), JFK, Hin- und Rückflug, Economy Class, ca. 12 600 km, 1 Reisende/r: 2,345 t CO<sub>2</sub> (Quelle myclimate.ch)

<sup>12</sup> 17.43Mio. t CO<sub>2</sub> (2015), Quelle: Bundesamt für Umwelt, 2016

## 2.4 Rechtliche und politische Rahmenbedingungen

1992 war ein garantierter Einspeisetarif von 15 bzw. 16 Rp/kWh für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien eingeführt worden. Dieser wurde bis 2005 über einen Ausgleichsfonds der Kantone gefördert und anschliessend über die sogenannte **Mehrkostenfinanzierung (MKF)**. Anlagen, die nach dem 1.1.2006 in Betrieb gingen, profitierten dann von der **kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)**, die je nach Anlage sogar über 15 Rp/kWh lag.

Nachdem am 25. Mai 2011 der Bundesrat den Grundsatzentscheid fällte, schrittweise aus der Kernenergie auszusteigen, soll nun neben anderen Unterstützungsmassnahmen die KEV - als Hauptpfeiler der Strategie zur Erhöhung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren - die Differenz zwischen den Produktionskosten und dem aktuellen Marktpreis begleichen. Innerhalb der KEV gibt es für jede der Erneuerbaren Technologien (Wasserkraft bis 10 MW) eigene Vergütungstarife, die anhand von Referenzanlagen pro Technologie und Leistungsklasse festgelegt sind.

Die Vergütungsdauer, über die der Vergütungstarif dann konstant bleibt, beträgt für die Kleinwasserkraft aktuell 20 Jahre.



Abb. 19: Druckrohrleitung des 1.8 MW Kraftwerks Tambobach, Splügen, in Betrieb seit 2012 [49]

Gemäss KEV-Statistik von Ende 2016 profitierten bereits 534 Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung von insgesamt 354 MW und einer Jahresproduktion von 1'320 GWh von den Fördergeldern (swissgrid, 2017)<sup>13</sup>. Die KEV hatte in der Tat einen Boom ausgelöst: in den 33 Jahren von 1975 bis 2008 gingen nur rund 200 neue Kleinkraftwerke ans Netz während es in der kurzen Zeit von 2009 bis 2014 bereits 65 Kleinkraftwerke waren [50].

[Stiftung KEV](#) [51]

Die Kosten der KEV werden über **Zuschläge auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze** gedeckt. Die Nationale Netzgesellschaft Swissgrid (gegründet 2006) ermöglicht über ihre eigene „Stiftung KEV“ die Entgegennahme und Verwaltung der Zuschläge (seit Januar 2017 sind dies 1,5 Rp/kWh [52]) zugunsten eines „Förderfonds“ zur Förderung der Erneuerbaren und für Gewässersanierungen.

In Erwartung einer Reduktion der Erzeugungskosten durch technologischen Fortschritt ist eine **Absenkung der Vergütungstarife der KEV** vorgesehen. Mit der Energieverordnung vom Januar 2017 ist davon auch die Kleinwasserkraft betroffen. Da Wasserkraft als „ausgereifere Technologie“ betrachtet wird und Anlagen zudem praktisch in Einzelanfertigung erstellt werden, sind hier allerdings kaum Kosteneinsparungen möglich. Ausserdem werden die noch erschliessbaren Standorte tendenziell schlechter. Eine Reduktion der Gestehungskosten ist daher nicht zu erwarten, so dass sich

<sup>13</sup> Weitere 277 Anlagen hatten eine Zusage erhalten, waren allerdings noch nicht realisiert. Und nochmals 546 Anlagen standen auf der Warteliste.

die Absenkung der Vergütungstarife negativ auf den weiteren Ausbau der Kleinwasserkraft auswirken wird [53].

Alternativ zur KEV können Produzenten den Strom aus Erneuerbaren als „**grünen Strom**“ (mit **Herkunftsnachweis**) am freien Ökostrommarkt verkaufen.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Modul III</b>      | Wirtschaftliche Aspekte                       |
| <b>Kapitel III-2.</b> | Finanzierung und <b>III-3.</b> Ertragsmodelle |
| <b>Modul IV</b>       | Rechtliche und Politisch-Strategische Aspekte |
| <b>Kapitel IV-3.</b>  | Politisch Strategische Aspekte                |

---

## 2.5 Überblick über aktuelle Förderoptionen

Seit 2008 wird die Kleinwasserkraft hauptsächlich durch die [Kostendeckende Einspeisevergütung \(KEV\)](#) [54] gefördert, welche die Lücke zwischen Gestehungskosten und Marktpreis für den Produzenten (für Anlagen bis 10 MW) deckt.

Die Erstbeurteilungen von potenziellen Standorten kann mittels einem Kostenbeitrag des [Programm Kleinwasserkraftwerke](#) [55] von EnergieSchweiz unterstützt werden. Der Kostenbeitrag ermöglicht, dass ein erfahrener Kleinwasserkraft-Planer einen Standort besichtigt und eine Vorgehensempfehlung erstellt. Die Details dieser Förderung sind in drei Merkblättern festgehalten ([Merkblatt 1](#), [Merkblatt 2](#), [Merkblatt 3](#)).

Projekte mit hohem Innovationsgrad können zudem finanziell gefördert werden. Die Details zu Förderbedingungen solcher [Pilot- und Demonstrationsanlagen](#) [56] oder Leuchtturm-Projekten werden jeweils durch das BFE publiziert.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Modul III</b>      | Wirtschaftliche Aspekte                       |
| <b>Kapitel III-2.</b> | Finanzierung und <b>III-3.</b> Ertragsmodelle |
| <b>Modul IV</b>       | Rechtliche und Politisch-Strategische Aspekte |
| <b>Kapitel IV-3.</b>  | Politisch Strategische Aspekte                |

---

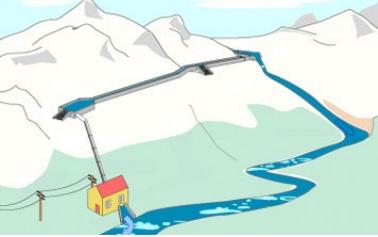
[Programm Kleinwasserkraftwerke \(Förderung\)](#) [57]

---

## 3. Begriffsklärungen

### 3.1 Anlagentypen

Die folgende Tabelle erklärt **unterschiedliche Kraftwerkstypen** je nach generellem Anlagentyp, nach Druckhöhe und nach Anwendungsbereich [58]:

| Kraftwerkstyp                    | Definition / Erklärung   | Beispiel  |
|----------------------------------|--|---|
| <b>Ausleitkraftwerk</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserkraftwerk, welches einem Fließgewässer mittels eines Wehres Wasser entnimmt und flussabwärts wieder zurückspeist. Die Strecke zwischen Entnahme und Rückgabe wird als <b>Restwasserstrecke</b> bezeichnet.</li> </ul>   |    |
| <b>Durchlaufkraftwerk</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserkraftwerk, das direkt in den Flusslauf gebaut ist und das zuströmende Wasser fortlaufend turbinieren, ohne es zwischenzeitlich zu speichern (auch wenn kleiner Rückstau entsteht). Hier werden die Turbinen meist direkt in den Wehrkörper eingebaut, somit gibt es keinen Ausleitkanal und <b>keine Restwasserstrecke</b> (keine Restwasserproblematik)</li> </ul> |   |
| <b>Ultraniederdruckkraftwerk</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserkraftwerke mit einer sehr geringen Fallhöhe (&lt; 5m)</li> </ul>  |  |
| <b>Niederdruckkraftwerk</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anlagen mit Fallhöhe &lt; 15 m</li> <li>grosse Wassermengen und kleiner Druck</li> <li>Die Turbine ist meist direkt in den Wehrkörper eingebaut; somit keine Restwasserstrecke</li> </ul>   |  |
| <b>Mitteldruckkraftwerk</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mittlere Fallhöhe von einigen Dutzend Metern</li> </ul>   |  |
| <b>Hochdruckkraftwerk</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fallhöhe von 50 – 2,000 Metern</li> <li>Meist geringe Wassermenge bei hohem Druck turbinieren</li> <li>Sind immer Ausleitkraftwerke</li> </ul>  |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Dotierkraftwerk</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ist gewissermassen ein „Kraftwerk im Kraftwerk“ und direkt in die Wehranlage eines Ausleitkraftwerks integriert. Es nutzt die gesetzlich vorgeschriebene Restwassermenge zur Turbinierung.</li> <li>• Durch Nutzung der Restwassermenge an einer Stauanlage wird ein Teil der „verlorenen“ Energie zurückgewonnen</li> </ul>      |    |
| <b>Kraftwerke in Infrastrukturanlagen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbine wird in bestehender Wasserinfrastruktur (die einem anderen Zweck als der Energieproduktion dient) eingebaut und nutzt den dort vorhandenen Durchfluss und Druck. = <b>Nebennutzungsanlage</b></li> <li>• Beispiele (s.u.): Trinkwasserversorgung, Abwasserreinigung, Industrieanlage, Beschneigungsanlage etc.</li> </ul> |    |
| <b>Trinkwasserkraftwerk</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Kraftwerk, welches überschüssigen Druck in der Trinkwasserversorgung nutzt.</li> </ul>  |    |
| <b>Abwasserkraftwerk</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Kraftwerk, welches die potenzielle Energie des Abwassers nutzt</li> </ul>   |   |
| <b>Bewässerungskraftwerk</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in ein Bewässerungssystem integriertes Kraftwerk</li> </ul>   |  |
| <b>Tunnelkraftwerk</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In einem Tunnel gefasstes Wasser, welches abgeleitet und zur Stromerzeugung genutzt wird.</li> </ul>  |  |

## 3.2 Glossar

In der folgenden Tabelle sind einige wichtige Begriffe erklärt (alphabetisch geordnet):

| Begriff  | Definition / Erklärung   |
|--|--|
| <b>Ausbauleistung</b>  | Diejenige Leistung, auf welche ein Kraftwerk dimensioniert wird. Ist abhängig von der Ausbauwassermenge und der Fallhöhe   |
| <b>Ausbauwassermenge</b>   | Durchfluss, auf welche eine Turbine dimensioniert wird. Die Turbine kann teilweise auch grössere Wassermengen turbinieren, dabei verschlechtert sich aber der Wirkungsgrad schnell. Dieser Durchfluss wird anhand der Gegebenheiten im Fluss (Hydrologie) und des Verhältnisses Investitionen/Produktion der Anlage festgelegt.  |
| <b>Druckleitung</b>  | Leitung, die das Wasser von der Fassung mit Druck bis zur Zentrale transportiert.  |
| <b>Druckverlust</b>  | Energieverluste aufgrund von Richtungsänderungen des Wasserflusses, Reibung an den Wänden der Leitungsrohre und Hindernissen (z.B. Rechen) usw.  |
| <b>Durchfluss</b>  | Wassermenge, die an einem Messpunkt pro Zeiteinheit durchfließt. Der Durchfluss wird in $\text{m}^3/\text{s}$ (Kubikmeter pro Sekunde) ausgedrückt.  |
| <b>Elektrische Produktion</b>  | Die von einem Kraftwerk produzierte Menge an Elektrizität. Sie wird in Kilowattstunden (kWh) ausgedrückt. Ein Kraftwerk, das 1 Stunde lang auf einer Leistung von 50 kW läuft, produziert 50 kWh. Umgekehrt verbraucht eine 100-W-Glühbirne (0.1 kW), die während 10 Std. brennt, 1 kWh  |
| <b>Fischaufstiegshilfe</b>   | Anlage, die den Fischen unter Umgehung des Kraftwerks die Wanderung ermöglicht. Die Wanderung flussabwärts erfolgt zumeist während Hochwasser-Ereignissen über das Wehr. Bei einigen Kraftwerken ist zudem eine spezielle Fischabstiegshilfe installiert.  |
| <b>Fallhöhe</b>  | Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel oberhalb der Turbine (Oberwasser) und dem Wasserspiegel unterhalb der Turbine (Unterwasser).   |
| <b>Leistung</b>  | Die (Gesamt-) Leistung eines Kraftwerks ergibt sich aus dem Produkt von verfügbarer Wassermenge (in Liter oder Kubikmeter pro Sekunde), der Fallhöhe (in Meter), den diversen Wirkungsgraden und den Konstanten Erdbeschleunigung und Dichte des Wassers. Bei einem Kleinwasserkraftwerke gibt es verschiedene Leistungen, die berechnet werden können: Die Leistung des Wassers (hydraulische Leistung), die von der Turbine erbrachte mechanische Leistung und die durch den Generator erzeugte elektrische Leistung. Bei jeder Energieumwandlung fallen wieder Verluste an. Die Leistung wird in Watt (W) ausgedrückt. Der besseren Lesbarkeit halber werden oft die Einheiten Kilowatt (1000 W) oder Megawatt (1000 kW) verwendet. |
| <b>Mittlere hydraulische Bruttoleistung (auch mittlere mechanische Bruttoleistung)</b> | Durchschnittliche Jahresleistung, welche an einem Standort bei einer definierten Ausbauwassermenge zur Verfügung steht. Sämtliche Verluste (Druckleitung, Turbine, etc.) werden dabei vernachlässigt. Diese Leistung wird zur Berechnung des Wasserzinses verwendet.   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Restwasserstrecke, Restwassermenge</b> | Bei Kraftwerken, die das Wasser nicht unmittelbar nach der Stauanlage – beim Wehr oder der Staumauer – in den Fluss zurückgeben, sondern viel weiter unten (um höhere Gefälle und damit bessere Energieausbeute zu erzielen) bezeichnet man die Strecke zwischen Stauanlage und Rückgabe des turbinieren Wassers als Restwasserstrecke. Die Restwasserstrecke wird aus ökologischen Gründen mit der (minimalen) Restwassermenge „dotiert“. Die Restwassermenge ist der Anteil des Durchflusses, der nicht im Kraftwerk genutzt werden darf, sondern im Fluss verbleiben muss. Sie wird vom Gesetz bestimmt und variiert von Kraftwerk zu Kraftwerk. |
| <b>Revitalisierung</b>                    | Stillgelegte Kraftwerke, die saniert und wieder in Betrieb genommen werden. In der Schweiz gibt es Vielzahl stillgelegter Anlagen; bei vielen Erneuerungen kann durch Veränderung des Betriebspunktes und modernere Ausrüstung eine 30 – 200%ige Produktionssteigerung erreicht werden und oftmals eine signifikante ökologische Verbesserung für das jeweilige Gewässer.   |
| <b>Strömungskraftwerk</b>                 | Nutzt die kinetische Energie in Fliessgewässern. Die entsprechende Technologie ist jedoch noch nicht ausreichend erforscht und es gibt noch keine Anlagen in der Schweiz, welche diese Technologie nutzen.  |
| <b>Unterwasserkanal</b>                   | Kanal aus Lehm, Steinen oder Beton, welcher das turbinierte Wasser in den Fluss zurückführt   |
| <b>Wasserrecht</b>                        | Behördlicher Erlass, der dem Besitzer eines Wasserkraftwerks das Recht gibt, dem Fluss über ein bestimmtes Gefälle eine festgelegte Menge Wasser zu entnehmen und dessen Kraft zu nutzen.   |
| <b>Wasserzins</b>                         | Abgabe, die für die Nutzung des Wassers in einem öffentlichen Gewässer entrichtet wird. Der Wasserzins wird erst bei Anlagen ab 1 Megawatt mittlerer hydraulischer Bruttoleistung angewendet.   |
| <b>Wirkungsgrad</b>                       | Mit diesem Wert wird ausgedrückt, wie viel einer Energie in eine andere umgewandelt wird. 90% mechanischer Wirkungsgrad einer Turbine bedeutet zum Beispiel, dass 90% der vom Wasser gelieferten Energie in mechanische Energie umgewandelt wird.   |
| <b>Zulaufkanal</b>                        | Kanal aus Lehm, Steinen oder Beton, mit welchem die Strecke zwischen der Stauanlage und dem Zulauf zur Zentrale überwunden werden kann.   |

## 4. Akteure und Organisationen

### 4.1 Öffentlicher Sektor

| Name  | Adresse  | Ansprechpartner   |
|---|--|---|
| <b>Bundesamt für Energie BFE</b>  | Bundesamt für Energie<br>Mühlestrasse 4<br>3063 Ittigen<br><a href="http://www.bfe.admin.ch">www.bfe.admin.ch</a><br>Infos und Beratung:<br><a href="http://www.energieschweiz.ch">www.energieschweiz.ch</a> | Programm Kleinwasserkraftwerke: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Deutschschweiz</b><br/>Swiss Small Hydro und Infostelle Kleinwasserkraft, c/o Skat, Vadianstrasse 42, 9000 St. Gallen<br/>Tel. 079 373 70 47<br/><a href="mailto:deutsch@smallhydro.ch">deutsch@smallhydro.ch</a></li> <li>• <b>Suisse Romande</b><br/>Aline Choulot, Informations Suisse Romande, MHyLab, 1354 Montcherand<br/>Tel. 024 442 87 87, Fax 024 441 36 54<br/><a href="mailto:romandie@smallhydro.ch">romandie@smallhydro.ch</a></li> <li>• <b>Ticino</b><br/>Marco Tkatzik, Ingegneria Impiantistica TKM Sagl, Vicolo del Gabi 2, 6596 Gordola<br/>Tel. 091 745 30 11, Fax 091 745 27 16<br/><a href="mailto:italiano@smallhydro.ch">italiano@smallhydro.ch</a></li> </ul> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |  |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/> <u>Programm Kleinwasserkraftwerke:</u> Im Rahmen dieses Programms fördert das BFE direkt und indirekt die kosteneffiziente Nutzung des vorhandenen Ausbaupotenzials bei Anlagen mit einer Leistung bis 1 MW. Dazu zählt auch die Erstellung von Studien (z.B. Potenzial von Trinkwasserkraftwerken, Kostenanalyse), die Herausgabe eines Newsletter (3 mal pro Jahr), zahlreiche Publikationen, Forschungsarbeit zum Thema Kleinwasserkraft etc.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/> Das BFE organisiert und koordiniert eine Vielzahl von Aktivitäten im Bereich Kleinwasserkraft und ist Anlaufstelle für staatliche Förderungen.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/> Information und Beratung über die <a href="#">Infostelle Kleinwasserkraft</a> [59]; <a href="#">KEV Berechnungstool</a> [60] etc.; <a href="#">Newsletter des Programms Kleinwasserkraftwerke</a> [61], Möglichkeit des Downloads zahlreicher <a href="#">Publikationen</a> [62], <a href="#">Statistiken</a> [63] und <a href="#">Infos zur Energieforschung</a> [64], finanzielle Unterstützung bei der <a href="#">Erstellung von Grobanalysen</a> [65] etc.; Leitung des <a href="#">Forschungsprogramms Wasserkraft</a> [66] und des Programms „<a href="#">energieschweiz</a>“ [67]</p> |  |   |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>Bundesamt für Umwelt BAFU</b>  | Bundesamt für Umwelt<br>Papiermühlestrasse 172<br>3063 Ittigen<br><i>Postadresse:</i> BAFU, 3003 Bern<br><a href="http://www.bafu.admin.ch">www.bafu.admin.ch</a> | <b>Tel.:</b> ++41 58 462 93 11<br><b>Fax:</b> ++41 58 462 99 81<br><a href="mailto:info@bafu.admin.ch">info@bafu.admin.ch</a><br><a href="#">Sektion Hydrologische Information</a> [68] |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/> Insbesondere das Gewässerinformationssystem <a href="#">GEWISS</a> [69] ist hilfreich bei der Ermittlung von Dauerkurven eines Gewässers (zur Abschätzung des Wasserkraftpotenzials). Aus den Dauerkurven kann ausserdem der für die Restwasserermittlung relevante <math>Q_{347}</math> bestimmt werden. Dieser Kennwert ist auch Teil der regelmässigen statistischen Auswertungen des BAFU.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/> Das BAFU betreibt ein umfangreiches Pegelnetz in der ganzen Schweiz, wertet alle gesammelten (Abfluss-) Daten statistisch aus, veröffentlicht umfangreiche Analysen, Hochwasservorhersagen etc.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/> Das BAFU stellt umfangreiche Infos zu Einzugsgebieten der Schweiz und relevante hydrologische Informationen zur Verfügung.</p> |   |   |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner  |
|---|---|--|
| <b>Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr und Kommunikation UVEK</b>   | Generalsekretariat UVEK<br>Kochergasse 6<br>3003 Bern<br><a href="http://www.uvek.admin.ch">www.uvek.admin.ch</a> | Telefon +41 58 462 55 11<br>Telefax +41 58 464 26 92<br><a href="mailto:info@gs-uvek.admin.ch">info@gs-uvek.admin.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |  |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Als übergeordnetes Departement für BFE, BAFU und weitere Ämter, ist das UVEK für die Koordination zwischen den Ämtern, übergeordnete politische Strategien und den Austausch mit dem Ausland verantwortlich.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Formulierung politischer Ziele und übergeordneter Strategien</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Das UVEK stellt <a href="#">Infos zu laufenden Gesetzgebungsverfahren (Vernehmlassungen)</a>, <a href="#">Medieninformationen</a>, <a href="#">amtliche Dokumente etc.</a> [70] zur Verfügung.</p> |   |  |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>swissgrid</b>  | <b>Laufenburg (Postadresse):</b><br>Swissgrid AG<br>Werkstrasse 12<br>5080 Laufenburg<br><a href="http://www.swissgrid.ch">www.swissgrid.ch</a> | Telefon +41 58 580 21 11<br>Fax +41 58 580 21 21<br><a href="mailto:info@swissgrid.ch">info@swissgrid.ch</a><br><a href="#">Infos zu Erneuerbaren Energien</a> [71] |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Swissgrid wickelt im Auftrag des Bundes die kostendeckende Einspeisevergütung KEV (für Kleinwasserkraft bis zu 10 MW) ab und führt die zentrale Datenbank für Schweizer Herkunftsnachweise. Die <a href="#">KEV Stiftung</a> [72] nimmt die Zuschläge zugunsten des „Förderfonds“ entgegen und verwaltet sie.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>KEV- und netzrelevante Themen. Gegründet 2006.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Swissgrid stellt alle <a href="#">Formulare</a> [73] von der Anmeldung bis zur Vergütung für die KEV bereit; ausführliche Infos zu <a href="#">Herkunftsnachweisen</a> [74] und weitere Infos</p> |   |   |

| Name  | Adresse | Ansprechpartner |
|---|---------|-----------------|
| <b>Kantonale Energiefachstellen und Energieberatungsstellen</b>   |         |                 |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |         |                 |
| <p>Eine Zusammenstellung der einzelnen Energiefachstellen und Energieberatungsstellen (Adresse, Telefon, e-Mail, Internetadresse etc.) aller einzelnen Kantone findet sich unter:<br/><a href="http://www.bfe.admin.ch/dossiers/00677/index.html?lang=de">http://www.bfe.admin.ch/dossiers/00677/index.html?lang=de</a></p> |         |                 |

| Name   | Adresse   | Ansprechpartner   |
|--|---|---|
| <b>Verein für umweltgerechte Energie VUE (Label naturemade)</b>  | Verein für umweltgerechte Energie VUE<br>Molkenstrasse 21<br>8004 Zürich<br><a href="http://www.naturemade.ch/de/">http://www.naturemade.ch/de/</a> | Pascal Steingruber (Leitung Fachkoordination Wasserkraft)<br><a href="mailto:pascal.steingruber@naturemade.ch">pascal.steingruber@naturemade.ch</a><br>Tel +41 44 213 10 21<br>Fax +41 44 213 10 25 |
| <b>Kurzbeschreibung</b>  |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Naturmade ist ein Schweizer Gütesiegel für Energie aus 100% erneuerbaren Quellen. Garantiert bei Wasserkraft Schutz von Gewässern und darin lebender Arten; ökologische Verbesserungsmaßnahmen durch kraftwerksinternen Fonds bei „naturemade star“ zertifizierten Wasserkraftwerken. Überprüfung der Energiebilanzierung; Verkaufsargument gegenüber Endkunden.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Umfangreiche Erfahrung im Bereich der Zertifizierung von Anlagen und Produkten; ökologische Bewertung von Gewässern, Restwassersanierung etc. Bisher - bis Nov 2015 - 36 „naturemade star“ und 16 „naturemade basic“ Zertifikate an Kleinwasserkraftanlagen verliehen (und weitere an Trinkwasserkraftanlagen und grosse Wasserkraftanlagen). Verein 1999 gegründet.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>VUE stellt allgemeine <a href="#">Zertifizierungsunterlagen, Infos zur Zertifizierung von Wasserkraftwerken etc.</a> [75] zur Verfügung. Das UVEK stellt <a href="#">Infos zu laufenden Gesetzgebungsverfahren (Vernehmlassungen), Medieninformationen, amtliche Dokumente etc.</a> [70] zur Verfügung und bietet Leistungen an, die zur Erlangung des Gütesiegels erforderlich sind.</p> |   |   |

## 4.2 Privatsektor

Die Internetseite von Swiss Small Hydro bietet eine umfangreiche Liste zu Anbietern der Kleinwasserkraft-Branche (Marktführer) [76].

## 4.3 NROs, Verbände und andere relevante Organisationen

| Name   | Adresse  | Ansprechpartner   |
|--|--|---|
| <b>Swiss Small Hydro – Schweizer Verband der Kleinwasserkraft</b>  | <b>Geschäftsstelle Swiss Small Hydro / Infostelle Kleinwasserkraft</b><br>c/o Skat Consulting<br>Vadianstrasse 42<br>CH-9000 St. Gallen<br><a href="http://www.swissmallhydro.ch">http://www.swissmallhydro.ch</a> | Martin Bölli ( <b>Infostelle Kleinwasserkraft</b> )<br>Mobil 079 373 70 47<br>E-Mail <a href="mailto:info@swissmallhydro.ch">info@swissmallhydro.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>  |  |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Fachverband für alle Akteure der Kleinwasserkraft, der mit seiner vom Bund unterstützten Infostelle in technischen und politischen Fragen zu Kleinwasserkraft berät.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Umfangreiche Erfahrung in technischen, rechtlichen und förderpolitischen Fragen. Gegründet 1982.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Infos und Beratung zu technischen und politischen Fragen (Infostelle); Information über aktuelle Termine, politische Lobbyarbeit, Herausgabe der Fachzeitschrift „Das Kleinwasserkraftwerk“ (3 mal jährlich); Durchführung von Tagungen (2 mal jährlich); Veröffentlichung des „<a href="#">Marktführers</a>“ zur Präsentation der Mitglieder; Kooperation mit Partnerverbänden (AEE SUISSE, Wasser-Agenda 21, ...)</p> |  |   |

| Name   | Adresse  | Ansprechpartner  |
|--|--|--|
| <b>Schweizerischer<br/>Wasserwirtschaftsverband<br/>SWV</b>  | Rütistrasse 3a<br>Postfach, CH-5401 Baden<br><a href="http://www.swv.ch">http://www.swv.ch</a> | Telefon: 056/222 50 69<br>Fax: 056/221 10 83<br><a href="mailto:info@swv.ch">info@swv.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>  |  |  |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Interessensvertretung der Betreiber grösserer Wasserkraftanlagen; betreibt die beiden Fachbereiche „Wasserkraft“ (mit Fachkommission „Hydrosuisse“) und „Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege“. Mitgestaltung der Gesetzgebung im Bereich Wasserwirtschaft; Informations- und Wissensaustausch; Mitarbeit in Arbeitsgruppen, an Studien und Projekten.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Breites Erfahrungsspektrum im Bereich grosser Wasserkraft. Umfangreiche Infos zur gesamten Wasserkraftnutzung in der Schweiz (Kraftwerkspark, Stromproduktion, etc.. 1910 in Zürich gegründet.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Herausgabe Fachzeitschrift „Wasser, Energie, Luft“; Publikation wissenschaftlicher &amp; praxisbezogener Arbeiten, Angebot verschiedenster <a href="#">Veranstaltungen</a> [77] (Fachtagungen etc.), Organisation von <a href="https://www.swv.ch/Veranstaltungen/Veranstaltungen-SWV/Hydro-Weiterbildungskurse">https://www.swv.ch/Veranstaltungen/Veranstaltungen-SWV/Hydro-Weiterbildungskurse</a> [78] etc.</p> |  |  |

| Name  | Adresse  | Ansprechpartner   |
|---|--|---|
| <b>Verband Schweizerischer<br/>Elektrizitätsunternehmen<br/>VSE</b>   | Geschäftsstelle Aarau<br>Hintere Bahnhofstrasse 10<br>Postfach, 5001 Aarau<br><a href="http://www.strom.ch">www.strom.ch</a> | Tel. 062 825 25 25<br>Fax 062 825 25 26<br>E-Mail: <a href="mailto:info@strom.ch">info@strom.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |  |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Mitglieder des VSE repräsentieren mehr als 90% der Schweizer Stromversorgung!</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Mitgestaltung politischer Rahmenbedingungen; „Informationsdrehscheibe“ der Elektrizitätsbranche (z.B. auch zum Thema <a href="#">Wasserkraft</a> [79]); Aus- und Weiterbildung; Fachstelle für technische, wirtschaftliche und politische Belange. Gegründet 1895.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Gut aufbereitete und umfangreiche Infos zu allen relevanten und aktuellen Themen der Elektrizitätswirtschaft; Berufsbildung; <a href="#">Unterrichtsmaterialien zum Thema Strom</a> [80]; Angebot von Tagungen, Kursen, Beratungen etc.</p> |  |   |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>AEE SUISSE,<br/>Dachverband der<br/>Wirtschaft für<br/>erneuerbare Energien<br/>und Energieeffizienz</b>   | Falkenplatz 11<br>Postfach<br>3001 Bern<br><a href="http://www.aeesuisse.ch">www.aeesuisse.ch</a> | Tel. 031 301 89 62<br>Fax 031 313 33 22<br>E-Mail: <a href="mailto:info@aeesuisse.ch">info@aeesuisse.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Als Dachverband, der die Interessen von 24 Branchenverbänden und 15,000 Unternehmungen und Energieanbietern aus den Bereichen Erneuerbaren und Energieeffizienz vertritt, hat AEE keinen speziellen Fokus auf Kleinwasserkraft; ist jedoch ein wichtiger Akteur in der Energiepolitik und fördert über parteiübergreifende „Parlamentarische Gruppe Erneuerbare Energien“ den Dialog zwischen Wirtschaft und Politik. AEE hat über seinen wissenschaftlichen Beirat Kontakte zu Unis (auch international).</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Eher breiter Erfahrungsbereich (Erneuerbare und Energieeffizienz) in den Bereichen Energiepolitik, Wirtschaftsförderung etc. Gegründet 2009.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Jährliche Organisation eines <a href="#">Nationalen Kongresses</a> [81] zu Erneuerbaren und Energieeffizienz; Veröffentlichung diverser <a href="#">Broschüren</a> [82], Medienmitteilungen, Studien etc. zu den Themen Erneuerbare und Energieeffizienz .</p> |   |   |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>Vereinigung Schweizer Mühlenfreunde VSM / ASAM</b>   | <b>Hauptsitz</b><br>Sekretariat VSM/ASAM<br>Spitzmüli 1087<br>CH-9114 Hoffeld/SG<br><a href="http://www.muehlenfreunde.ch/">http://www.muehlenfreunde.ch/</a> | Mobil: 077 437 01 00 (Kontaktaufnahme über Email empfohlen)<br><a href="mailto:info@muehlenfreunde.ch">info@muehlenfreunde.ch</a><br>weitere Kontaktmöglichkeiten unter:<br><a href="http://www.muehlenfreunde.ch/de/global/contact.html">http://www.muehlenfreunde.ch/de/global/contact.html</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Interessenverband dessen Ziel die Erforschung, der Erhalt und Betrieb der Schweizer Mühlen als Teil des kulturellen Erbes ist und zwar durch Öffentlichkeitsarbeit und Kooperationen mit anderen nationalen und internationalen Mühlenvereinen.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Umfangreiche Erfahrung in allen Fragen im Zusammenhang mit Mühlen. Gegründet 2000.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Jährliche Organisation des Schweizer Mühltages mit dem dafür publizierten Mühlenführer, Publikation des Mitteilungsblattes „Mühlenbrief“; Durchführung einer jährlichen 2-tägigen Mühlenexkursion; <a href="#">Ersatzteilbörse</a> [83] (Produkte und Dienstleistungen); <a href="#">Datenbank</a> [84] mit Lage und Beschrieb von Mühlen nach Kantonen; <a href="#">Blog</a> [85] zum Thema Mühlen; Infos zu relevanten Publikationen und Sammlung von Links zum Thema Mühlen.</p> |   |   |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>Schweizerischer Verein für Lehr- und Demonstrationskraftwerke SVLD</b>   | <b>Postadresse:</b><br>SVLD<br>Postfach<br>7075 Churwalden<br><a href="http://www.svld.ch">http://www.svld.ch</a> | Präsident:<br>Janett Patrik, Dipl. EL. Ing. FH / NDS BWI<br>Visio 11 GmbH<br>Kirchbühlweg 5<br>7206 Igis<br>Mobile: 079 305 72 55<br><a href="mailto:patrik.janett@svld.ch">patrik.janett@svld.ch</a><br>weitere Kontaktmöglichkeiten unter:<br><a href="http://www.svld.ch/index.php/organisation">http://www.svld.ch/index.php/organisation</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Förderung des Verständnisses für die Erzeugung elektrischer Energie sowie die Erprobung herkömmlicher und neuartiger Energieerzeugungsanlagen zur schulischen und ausserschulischen Aus- und Weiterbildung</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Betrieb einer Mikro-Wasserkraftanlage (2 kW „Hochdruckkraftwerk im „Taschenformat“) als Lehr- und Demonstrationskraftwerk, insbesondere für Schulen im breiten Band von der Primar- bis zur Ingenieurschule. Gegründet 1988.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Angebot von Schulungen zu allen technischen Komponenten einer Wasserkraftanlage (einschliesslich der Grundlagen der Elektrizitätslehre) für Schülergruppen, Vereine, Firmen, Studierende und andere Interessierte.</p> |   |   |

| Name   | Adresse  | Ansprechpartner   |
|--|--|---|
| <b>Interessengemeinschaft Kleinwasserkraft Glarnerland</b>   | IG Kleinwasserkraft Glarnerland<br>Bahnhofstrasse 1, 8783 Linthal<br><a href="http://www.kleinwasserkraft-gl.ch">http://www.kleinwasserkraft-gl.ch</a> | Telefon: 055 653 6080<br>Fax: 055 653 60 85<br><a href="mailto:linthal@hacontex.ch">linthal@hacontex.ch</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>  |  |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Zusammenschluss (Verein) von Kraftwerksbetreibern im Glarnerland, der die Interessen der Kleinwasserkraftwerke im Kanton Glarus im politischen Prozess und bei rechtlichen Auseinandersetzungen vertritt; bündelt Mitgliederinteressen, unterstützt sie bei Anliegen gegenüber Behörden, Öffentlichkeit und Umweltorganisationen.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Interessensvertretung von Kleinwasserkraft-Besitzern und –Betreibern im Hinblick auf technische (z.B. Arbeitssicherheit), rechtliche, wirtschaftliche und politische Fragen. Gegründet 2010.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/><a href="#">Grafische Darstellung</a> [86] aller Kraftwerke im Glarnerland (in Betrieb, in Planung/Bau) mit technischen Spezifikationen und detaillierten Beschrieben.</p> |  |   |

| Name  | Adresse  | Ansprechpartner   |
|---|--|---|
| <b>Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V. BDW</b>  | BDW<br>Invalidenstrasse 91<br>D-10115 Berlin<br><a href="http://www.wasserkraft-deutschland.de">www.wasserkraft-deutschland.de</a> | Harald Uphoff (Leiter Geschäftsstelle Berlin)<br>Tel: +49 30 275 825 05<br>Fax: +49 30/278 794 32<br><a href="mailto:info@wasserkraft-deutschland.de">info@wasserkraft-deutschland.de</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>   |  |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Deutschlandweite Interessenvertretung der deutschen Wasserkraftwerksbetreiber zur Förderung rechtlicher, energiewirtschaftlicher und fachlicher Bereiche seiner Mitglieder; vertritt als Dachverband auch Interessen der <a href="#">Landesverbände</a> [87] (z.Zt. 8 Verbände mit 1,700 Mitgliedern und Firmen im BDW); zurzeit kein spezieller Fokus auf Kleinwasserkraft.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Erfahrung in technischen, rechtlichen und energiepolitischen Aspekten (ohne speziellen Kleinwasserkraft-Fokus). Gegründet 1960.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Umfangreiche Infos zu Genehmigungsverfahren, energiepolitischen und strategischen Themen etc.; Herausgabe der monatlich erscheinenden Zeitschrift „<a href="#">Wassertriebwerk</a>“ [88] (technische, rechtliche, energiepolitische Themen)</p> |  |   |

| Name   | Adresse  | Ansprechpartner  |
|--|--|--|
| <b>Verein Kleinwasserkraft Österreich</b>  | Kleinwasserkraft Österreich<br>Neubaugasse 4/1/7-9, A-1070 Wien<br><a href="http://www.kleinwasserkraft.at/">http://www.kleinwasserkraft.at/</a> | Tel: +43(0)1 522 07 66<br>Fax: +43(0)1 522 07 66-55<br><a href="http://www.kleinwasserkraft.at/kontakt">http://www.kleinwasserkraft.at/kontakt</a> |
| <b>Kurzbeschreibung</b>  |  |  |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>Vertritt Interessen der Kleinwasserkraft-Branche (Betreiber, Planer, Zulieferindustrie), also bis 10 MW; Förderung von Kleinwasserkraft-Ausbau, Mitgliederberatung (z.B. Führung von Verhandlungen mit Elektrizitätsunternehmen, Netzbetreibern etc.), Öffentlichkeitsarbeit, Stellungnahmen zu Gesetzentwürfen, europaweite Vernetzung etc.</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>Erfahrung in technischen, rechtlichen und energiepolitischen Aspekten im Bereich Kleinwasserkraft. Gegründet 1978.</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>Infos zu Wasserkraft in einzelnen Bundesländern, technische, ökologische, rechtliche etc. Aspekte und <a href="#">Stellungnahmen</a> [89] und Positionspapiere zu rechtlichen und energiepolitischen Fragen; Link zu Presseinfos; (2-monatliche) Herausgabe der Zeitschrift „Wasserkraft“; <a href="#">Liste</a> [90] von Unternehmen (Planer, Bauwesen, Elektrotechnik, Turbinen Messtechnik, Finanzierung / Versicherung, Stromhandel etc.), Fachverbänden etc. in Österreich; „<a href="#">Kaufen-Verkaufen</a>“ [91] Plattform,</p> |  |  |

| Name  | Adresse   | Ansprechpartner   |
|---|---|---|
| <b>European Small Hydropower Association ESHA</b><br><br><u>Operative Betrieb zur Zeit eingestellt; Links nicht mehr alle gepflegt / aktiv!</u>   | European Small Hydropower Association ESHA<br>L'association pour la petite hydraulique AISBL<br>Rue d'Arlon 67<br>B-1040 Brussels<br><a href="http://www.esha.be">www.esha.be</a> | Tel: +32 2 546 1945<br>Fax: + 32 2 546 1947<br><a href="mailto:info@esha.be">info@esha.be</a> |
| Kurzbeschreibung  |   |   |
| <p><b>Relevanz für Kleinwasserkraft:</b><br/>           Zentrale Infostelle für Kleinwasserkraft in Europa und Interessensvertretung auf EU Ebene</p> <p><b>Erfahrungsbereich (insbesondere im Bereich Kleinwasserkraft) und Zuständigkeiten:</b><br/>           Breite Erfahrung durch EU-weite Projekte. Gegründet 1989 (Initiative der Europäischen Kommission).</p> <p><b>Infos / Leistungen:</b><br/>           Die ESHA ist aktuell nicht aktiv, eine Nachfolgelösung jedoch verschiedentlich diskutiert.</p> |   |   |

## 5. Quellenverzeichnis

- [1] «<https://www.beckingen.de/content/beckingen/Tourismus/kupferbergwerk/Lageplan/pferdegoepel>,» [Online].
- [2] L. A. G. B. d'Albe, «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/CH-NB\\_-\\_Montreux\\_-\\_Collection\\_Gugelmann\\_-\\_GS-GUGE-BACLER\\_D%27ALBE-E-1.tif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/CH-NB_-_Montreux_-_Collection_Gugelmann_-_GS-GUGE-BACLER_D%27ALBE-E-1.tif),» [Online].
- [3] A. Seigneurie, Dictionnaire encyclopédique de l'épicerie et des industries annexes, L'Épicier, 1904, p. 182.
- [4] J. Meier, «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Spl%C3%BCgenpass\\_um\\_1810.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Spl%C3%BCgenpass_um_1810.JPG),» [Online].
- [5] «<https://de.wikipedia.org/wiki/Gotthardpass>,» [Online].
- [6] «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Landwasserviadukt\\_im\\_Bau.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Landwasserviadukt_im_Bau.JPG),» [Online].
- [7] «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Oberer\\_Websaal\\_in\\_der\\_Weberei\\_Bleiche\\_%2C\\_Otto\\_%26\\_Johannes\\_Honegger\\_AG%2C\\_Wald\\_ZH.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Oberer_Websaal_in_der_Weberei_Bleiche_%2C_Otto_%26_Johannes_Honegger_AG%2C_Wald_ZH.jpg),» [Online].
- [8] «<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13824.php>,» [Online].
- [9] «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/DMM\\_63561\\_Zweiphasen\\_Synchronmotor.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/DMM_63561_Zweiphasen_Synchronmotor.jpg),» [Online].
- [10] «[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Mauer\\_Magere\\_Au\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Mauer_Magere_Au_1.jpg),» [Online].
- [11] «Energiewissen: Zwei Schweizer legten Grundlage für moderne Wasserturbine,» Bde. %1 von %2energeia Nr. 5 / 2009, BFE.
- [12] «<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13824.php>,» [Online].
- [13] D. Gugerli, Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880-1914, Chronos Verlag, David Gugerli.
- [14] «<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13824.php>,» [Online].
- [15] «<http://technik.geschichte-schweiz.ch/industrialisierung-schweiz.html>,» [Online].
- [16] «<http://www.fsw.uzh.ch/histstat/main.php>,» [Online].
- [17] «[http://www2.arc.usi.ch/2007\\_8\\_labi\\_rivista.pdf](http://www2.arc.usi.ch/2007_8_labi_rivista.pdf),» [Online].
- [18] «[http://www.eso.uzh.ch/modul2/Umwelt.html?lesson.section=unit&section.label=Umwelt\\_3](http://www.eso.uzh.ch/modul2/Umwelt.html?lesson.section=unit&section.label=Umwelt_3),» [Online].
- [19] «<http://revita.ch/www/gletsch2.htm>,» [Online].
- [20] «<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Zervreilamauer.jpg>,» [Online].
- [21] R. Pfammatter und M. Plot, «Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft,» Nr. Wasser Energie Luft - 106. Jahrgang, 2014, Heft 1.
- [22] «[https://www.bekb.ch/-/media/bekb/documents/dc/die\\_bekb/als-wichtiges-berner-unternehmen/bekb-175jahre.pdf?la=de](https://www.bekb.ch/-/media/bekb/documents/dc/die_bekb/als-wichtiges-berner-unternehmen/bekb-175jahre.pdf?la=de),» [Online].
- [23] «[http://www.bielerseekraftwerke.ch/tl\\_files/downloads/Bericht\\_1914\\_Das\\_Elektrizitaetswerk\\_Hagneck.pdf](http://www.bielerseekraftwerke.ch/tl_files/downloads/Bericht_1914_Das_Elektrizitaetswerk_Hagneck.pdf),» [Online].
- [24] «[http://www.eso.uzh.ch/modul2/GeldBank.html?lesson.section=unit&section.label=GeldBank\\_3](http://www.eso.uzh.ch/modul2/GeldBank.html?lesson.section=unit&section.label=GeldBank_3),» [Online].
- [25] «<https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrowatt>,» [Online].
- [26] «<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D41791.php>,» [Online].
- [27] «<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D14061.php>,» [Online].
- [28] «[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_96511771.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_96511771.pdf),» [Online].
- [29] «<https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserzins>,» [Online].
- [30] BfE, «Förderung neuer Wasserkraftwerke (Zubau),» Bericht zuhanden der UREK-N, 2014.
- [31] «<http://www.ee-news.ch/de/article/23077/kleinwasserkraft-gelungene-anlagenerneuerung-im-landschaftsschutzgebiet>,» [Online].
- [32] «<http://www.hydroelectra.ch/24-statisch/buetschwil.html>,» [Online].
- [33] R. E. S. P. f. A. (ASEAN-RESP), Mini Hydropower Dictionary.
- [34] «[http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03874/index.html?lang=de&dossier\\_id=03892](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03874/index.html?lang=de&dossier_id=03892),» [Online].
- [35] «[http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03874/index.html?lang=de&dossier\\_id=03891](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03874/index.html?lang=de&dossier_id=03891),» [Online].
- [36] D. K. Jorde, Forschungskonzept 2013-2016, Wasserkraft, BfE, Skat Consulting AG, 2013.
- [37] «<http://www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft/index.html?lang=de>,» [Online].

- [38] «[http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?dossier\\_id=00765](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?dossier_id=00765),» [Online].
- [39] «[http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=de&dossier\\_id=01049](http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=de&dossier_id=01049),» [Online].
- [40] Kleinwasserkraft Pressemappe, Programm Kleinwasserkraftwerke, S.5.
- [41] BFE, «Das Potenzial der erneuerbaren Energien bei der Elektrizitätsproduktion,» 2012. [Online]. Available: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-45945.html>.
- [42] «<http://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2013/7561.pdf>,» [Online].
- [43] «<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=de>,» [Online].
- [44] Bundesamt für Energie, Wasserkraftpotenzial der Schweiz, Abschätzung des Ausbaupotenzials der Wasserkraftnutzung im Rahmen der Energiestrategie 2050, Bundesamt für Energie, Juni 2012.
- [45] «<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/?lang=de&msg-id=44796>,» [Online].
- [46] «<http://swissmallhydro.ch/wp-content/uploads/2016/06/Argumentation-Kleinwasserkraft-2016-v160606-1.pdf>,» [Online].
- [47] «<http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00019/00461/index.html?lang=de>,» [Online].
- [48] «<http://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=53416>,» [Online].
- [49] «<http://www.alpiq.ch/unser-angebot/unsere-anlagen/wasserkraft/kleinwasserkraftwerke/splgen-small-hydro-power-station.jsp>,» [Online].
- [50] «[http://issuu.com/energieanews/docs/2015\\_05\\_energiea\\_de/10?e=4933724/15331846](http://issuu.com/energieanews/docs/2015_05_energiea_de/10?e=4933724/15331846),» [Online].
- [51] «<http://www.stiftung-kev.ch/berichte/jahresberichte.html>,» [Online].
- [52] «<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=53501>,» [Online].
- [53] «Richtlinie kostendeckende Einspeisevergütung (KEV),» Bde. %1 von %2Art. 7a EnG, Allgemeiner Teil, Version vom 1.1.2015.
- [54] «<http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de>,» [Online].
- [55] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?lang=de>,» [Online].
- [56] «<http://www.bfe.admin.ch/cleantech/05765/index.html?lang=de>,» [Online].
- [57] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03873/index.html?lang=de>,» [Online].
- [58] Bilder Internet und zVg..
- [59] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03871/index.html?lang=de>,» [Online].
- [60] «[http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?dossier\\_id=03893&lang=de](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?dossier_id=03893&lang=de),» [Online].
- [61] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03834/04169/index.html?lang=de>,» [Online].
- [62] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03834/index.html?lang=de>,» [Online].
- [63] «[http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03875/index.html?lang=de&dossier\\_id=01049](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03875/index.html?lang=de&dossier_id=01049),» [Online].
- [64] «<http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/index.html?lang=de>,» [Online].
- [65] «<http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03873/index.html?lang=de>,» [Online].
- [66] «<http://www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft/index.html?lang=de>,» [Online].
- [67] «<http://www.energieschweiz.ch/de-ch/erneuerbare-energien/kleinwasserkraftwerke.aspx>,» [Online].
- [68] «<http://www.bafu.admin.ch/org/organisation/00196/00204/index.html?lang=de>,» [Online].
- [69] «[https://map.geo.admin.ch/?X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&lang=de&topic=gewiss&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers\\_opacity=0.75,1,1&layers=ch.bafu.hydrologischer-atlas\\_flussgebiete,ch.bafu.vec25-seen,ch.bafu.vec25-gewaessernetz\\_2000](https://map.geo.admin.ch/?X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&lang=de&topic=gewiss&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers_opacity=0.75,1,1&layers=ch.bafu.hydrologischer-atlas_flussgebiete,ch.bafu.vec25-seen,ch.bafu.vec25-gewaessernetz_2000),» [Online].
- [70] «<https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek.html>,» [Online].
- [71] «[https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/future/renewable\\_energies.html](https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/future/renewable_energies.html),» [Online].
- [72] «<http://www.stiftung-kev.ch/willkommen.html>,» [Online].
- [73] «[https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/topics/renewable\\_energies/remuneration\\_re/crf/downloads/process\\_downloads.html](https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/topics/renewable_energies/remuneration_re/crf/downloads/process_downloads.html),» [Online].
- [74] «<https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/topics/goo.html>,» [Online].

- [75] «<http://www.naturemade.ch/de/zertifizierung.html>,» [Online].
- [76] «<http://marktfuehrer.swissmallhydro.ch/>,» [Online].
- [77] «<http://www.swv.ch/Veranstaltungen/Veranstaltungen-SWV>,» [Online].
- [78] «<https://www.swv.ch/Veranstaltungen/Veranstaltungen-SWV/Hydro-Weiterbildungskurse>,» [Online].
- [79] «<http://www.strom.ch/de/energie/fokus-wasserkraft.html>,» [Online].
- [80] «<http://www.poweron.ch/de/e-dossiers.html>,» [Online].
- [81] «<http://aee-congres.ch/de/>,» [Online].
- [82] «<http://aee-suisse.ch/de/publikationen/renewable-energy-index.html>,» [Online].
- [83] «<http://www.muehlenfreunde.ch/de/exchange/index.html>,» [Online].
- [84] «<http://www.muehlenfreunde.ch/de/inventory/index.html>,» [Online].
- [85] «<http://muehlenfreunde.blogspot.de/>,» [Online].
- [86] «<http://www.kleinwasserkraft-gl.ch/kraftwerke-projekte/uebersichtskarte/>,» [Online].
- [87] «<http://www.wasserkraft-deutschland.de/bdw/landesverbaende.html>,» [Online].
- [88] «<http://www.wasserkraft-deutschland.de/publikationen/wtw.html>,» [Online].
- [89] «<http://www.kleinwasserkraft.at/rechtliche-stellungnahmen>,» [Online].
- [90] «<http://www.kleinwasserkraft.at/wasserkraft-partner>,» [Online].
- [91] «<http://www.kleinwasserkraft.at/wasserkraft-kaufen-verkaufen>,» [Online].
- [92] «<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/28353.pdf>,» [Online].

**EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE; Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00; [contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch); [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)