

Wem gehört die Schweizer Wasserkraft : ein Werkstattbericht

Autor(en): **Piot, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **109 (2017)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941625>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Wem gehört die Schweizer Wasserkraft – ein Werkstattbericht

Michel Piot

Zusammenfassung:

In der Wasserkraftstatistik 2017 des Bundesamtes für Energie werden 686 Zentralen aufgeführt. Im nachfolgenden Beitrag wird der Frage nach den Besitz- und Eigentumsverhältnissen dieser Zentralen nachgegangen. Mit Hilfe öffentlich zugänglicher Informationen und des hier aufgezeigten methodischen Vorgehens ist es möglich, sehr viele der Zentralen den Besitzern bzw. Eigentümern zuzuordnen. Gleichzeitig wird auch aufgezeigt, weshalb eine datenbankbasierte Lösung Vorteile und Möglichkeiten zu Ergänzungen bieten würde.

1. Ausgangslage und Fragestellungen

In der neuesten Wasserkraftstatistik (WASTA), die alljährlich vom Bundesamt für Energie (BFE) herausgegeben wird (BFE, 2017), sind 686 Zentralen mit einer maximal möglichen Leistung ab Generator von mehr als 300 kW aufgeführt. Eine dieser Zentralen wird als stillgelegt ausgewiesen, 4 sind im Umbau und 23 im Bau. Es verbleiben also 658 Zentralen, die im Normalbetrieb sind (Tabelle 1).

Die WASTA unterscheidet vier Typen von Wasserkraftwerken:

- Laufkraftwerk: Wasserkraftanlage ohne eigenen Speicher, die auf die laufende Verarbeitung des jeweiligen Zuflusses ausgelegt ist;
- Speicherkraftwerk: Wasserkraftanlage, die nur einen Teil des gefassten Wassers unverzüglich nutzt. Den an-

dern Teil speichert sie und nutzt ihn später. Das Wasser kann auch durch Pumpen zugeführt werden (Zubringerpumpen);

- Pumpspeicherkraftwerk: Kombination von Speicherkraftwerk und reinem Umwälzwerk. Von den 17 Pumpspeicherkraftwerken weisen die vier Wasserkraftanlagen Limmern, Hongrin-Léman, Robiei und Mapragg eine installierte Pumpenleistung von über 100 MW aus;
- Reines Umwälzwerk: Wasserkraftanlage, die nur Wasser, das vorgängig gepumpt und gespeichert wird, nutzt. Pumpen und Turbinen sind in der Regel an dasselbe Unter- bzw. Oberbecken angeschlossen. Gemäss WASTA gehören die Wasserkraftanlagen Engeweiher, Grimsel 2 und Tierfehd in diese Kategorie.

Die Frage der Besitz- bzw. Eigentumsverhältnisse der Schweizer Wasserkraft hat sich in den vergangenen Jahren mehrfach gestellt, wie folgende zwei Beispiele zeigen.

1) Die Bedingungen an den europäischen Strommärkten haben sich in den letzten Jahren für Betreiber grosser Wasserkraftwerke stark verschlechtert. Im Zusammenhang mit der Frage nach der Wirtschaftlichkeit der Wasserkraft ist die Differenzierung vorzunehmen, ob die Produktion am Markt abgesetzt wird oder festen Endverbrauchern gemäss StromVG Art. 6 zu Gestehungskosten verrechnet werden kann. Speziell bei Partnerwerken führt die Teilmarktöffnung zur eigenartigen Situation, dass die einen Besitzer die produzierte Energie zu Gestehungskosten

festen Endverbrauchern liefern können, während die anderen die Energie gleichzeitig zu deutlich tieferen Preisen am Markt verkaufen müssen, da sie keine oder nicht genügend feste Endverbraucher haben.

2) In der Schweiz bezahlen die Wasserkraftproduzenten heute jährlich CHF 550 Mio. Wasserzinse an die Standortkantone und je nach kantonaler Gesetzgebung an die Standortgemeinden. Eine Übersicht über die Aufteilung dieser Ausgaben auf die einzelnen Kraftwerksgesellschaften existiert nicht, könnte aber mit Kenntnis der Besitzverhältnisse abgeschätzt werden.

Diese und ähnliche Fragestellungen haben den Autor motiviert, Überlegungen zu machen und Informationen zusammenzutragen, um der Übersicht der Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Schweizer Wasserkraft näherzukommen. Ausgehend von der aktuellen WASTA, wird nachfolgend aufgezeigt, wie die Bestimmung methodisch erfolgen kann, welche Informationen benötigt werden und wo Schwierigkeiten in der Umsetzung auftreten.

2. Begrifflichkeiten und Abgrenzungen

Für das weitere Verständnis und um die Konsistenz mit der WASTA sicherstellen zu können, werden folgende Begrifflichkeiten und, wo nötig, Abgrenzungen verwendet. Diese werden jeweils mit Beispielen veranschaulicht und für das allgemeine Verständnis mit Literaturhinweisen ergänzt:

1) **Zentrale:** In der Zentrale einer Wasserkraftanlage befinden sich die

	Anzahl	Leistung ab Generator (MW)	Installierte Pumpenleistung (MW)	Energie Sommer (GWh)	Energie Winter (GWh)	Energie Jahr Total (GWh) CH	
Lauf	538	4519	0	12932	7560	20492	17363
Speicher	100	8346	341	9340	8292	17631	17219
Pumpspeicher	17	2116	1659	660	980	1641	1548
Umwälzwerk	3	527	537	---	---	---	---
Total	658	15509	2538	22932	16832	39764	36130

Tabelle 1. Schweizer Wasserkraftwerke im Normalbetrieb, unterteilt nach Typ. Datenquelle: WASTA.

hydroelektrischen Maschinen. In der Regel besitzt jede Wasserkraftanlage lediglich eine Zentrale. Ist dies nicht der Fall, so werden sämtliche Zentralen einer Wasserkraftanlage separat in der Statistik aufgeführt (Quelle: WASTA).

2) **Wasserkraftanlage:** Eine Wasserkraftanlage deutet die Eingliederung der Zentrale in einen Anlagekomplex an. Neben der Zentrale gehören zu einer Wasserkraftanlage alle weiteren Anlagenteile wie Fassungen, Triebwasserleitungen, Speicher, Wehre usw., die in ihrer Gesamtheit erst den Betrieb der Zentrale ermöglichen (Quelle: WASTA).

Beispiel: Die Wasserkraftanlage Grande Dixence (*Alpiq*, 2010) besteht aus den Zubringerpumpenzentralen Z'Mutt, Arolla, Ferpècle und Stafel sowie aus den beiden Zentralen Nendaz und Fionnay.

3) **Kraftwerksgruppe:** Eine Kraftwerksgruppe kann mehrere Ausgestaltungen annehmen: i) Zusammenfassung einer oder mehrerer technisch zusammenhängender Wasserkraftanlagen zu einer Kraftwerksgruppe, oder kurz zu einem Kraftwerk; ii) regionaler Zusammenschluss verschiedener, nicht notwendigerweise technisch zusammenhängender Wasserkraftanlagen.

Beispiel: Die Kraftwerke Oberhasli AG (*KWO*, 2017) besteht aus den technisch zusammenhängenden Wasserkraft-

anlagen Gental, Grimsel 1 Grimselsee, Grimsel 1 Oberaarsee, Grimsel 2, Handeck 1, Handeck 2, Handeck 3 Isogyre, Hopflauen-Leimboden, Hopflauen-Trift, Innertkirchen 1, Innertkirchen 2 sowie Innertkirchen 3.

Beispiel: Die Wasserkraftanlage Birsfelden (*Kraftwerk Birsfelden AG*, 2017) wird auch als Kraftwerksgruppe zusammengefasst, obschon sie nur aus einer einzigen Wasserkraftanlage besteht.

Beispiel: Die Kraftwerksgruppe Bergell des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (*ewz*, 2012a) umfasst die regional zusammengeschlossenen Wasserkraftanlagen Castasegna, Löbbia Albignawerk, Löbbia Fornowerk, Plancanin sowie Lizun und Bondo.

4) **Kraftwerksgesellschaft:** Zusammenschluss einer oder mehrerer Kraftwerksgruppen zu einer übergeordneten, meist juristischen, Einheit.

Beispiel: Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (*ewz*) als Kraftwerksgesellschaft betreibt die drei Kraftwerksgruppen *ewz Bergell* (*ewz*, 2012a), *ewz Mittelbünden* (*ewz*, 2014) und *ewz Limmat* (*ewz*, 2012b).

Beispiel: Die Aletsch AG (*Aletsch AG*, 2017) ist ein juristischer Zusammenschluss der beiden Kraftwerksgruppen Ackersand 2 in Stalden und Aletsch in Mörel. Daneben ist die Kraftwerksgesell-

schaft Aletsch auch noch an der Kraftwerksgruppe Jungbach AG beteiligt.

5) **Besitzer:** Beteiligte an Kraftwerksgruppen und -gesellschaften, die ihrerseits selber Kraftwerksgruppen oder Kraftwerksgesellschaften sind.

Beispiel: Die Energiedienst-Holding AG ist Besitzerin der Enalpin AG und betreibt über die Energiedienst AG die Kraftwerksgruppen Laufenburg, Rheinfelden und Wyhlen.

6) **Eigentümer:** Beteiligte an Kraftwerksgruppen und -gesellschaften, ohne selber eine Kraftwerksgruppe oder Kraftwerksgesellschaft zu sein.

Beispiel: Die Kraftwerksgruppe *ewz Mittelbünden* (*ewz*, 2014) besteht aus den Wasserkraftanlagen Tinizong, Nandrö, Tiefencastel Ost, Tiefencastel West, Solis, Sils und Rothenbrunnen. Besitzerin ist die Kraftwerksgesellschaft Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (*ewz*), die, als Dienstabteilung organisiert, der Stadt Zürich als Eigentümerin gehört.

Die Beispiele zeigen, dass die eingeführten Begrifflichkeiten im Allgemeinen gut voneinander abgegrenzt werden können.

3. Präzisierung der Fragestellung

Ausgegangen wurde von der Frage, wem die Schweizer Wasserkraft gehört? Diese gilt es nun zu präzisieren: Ist man an den

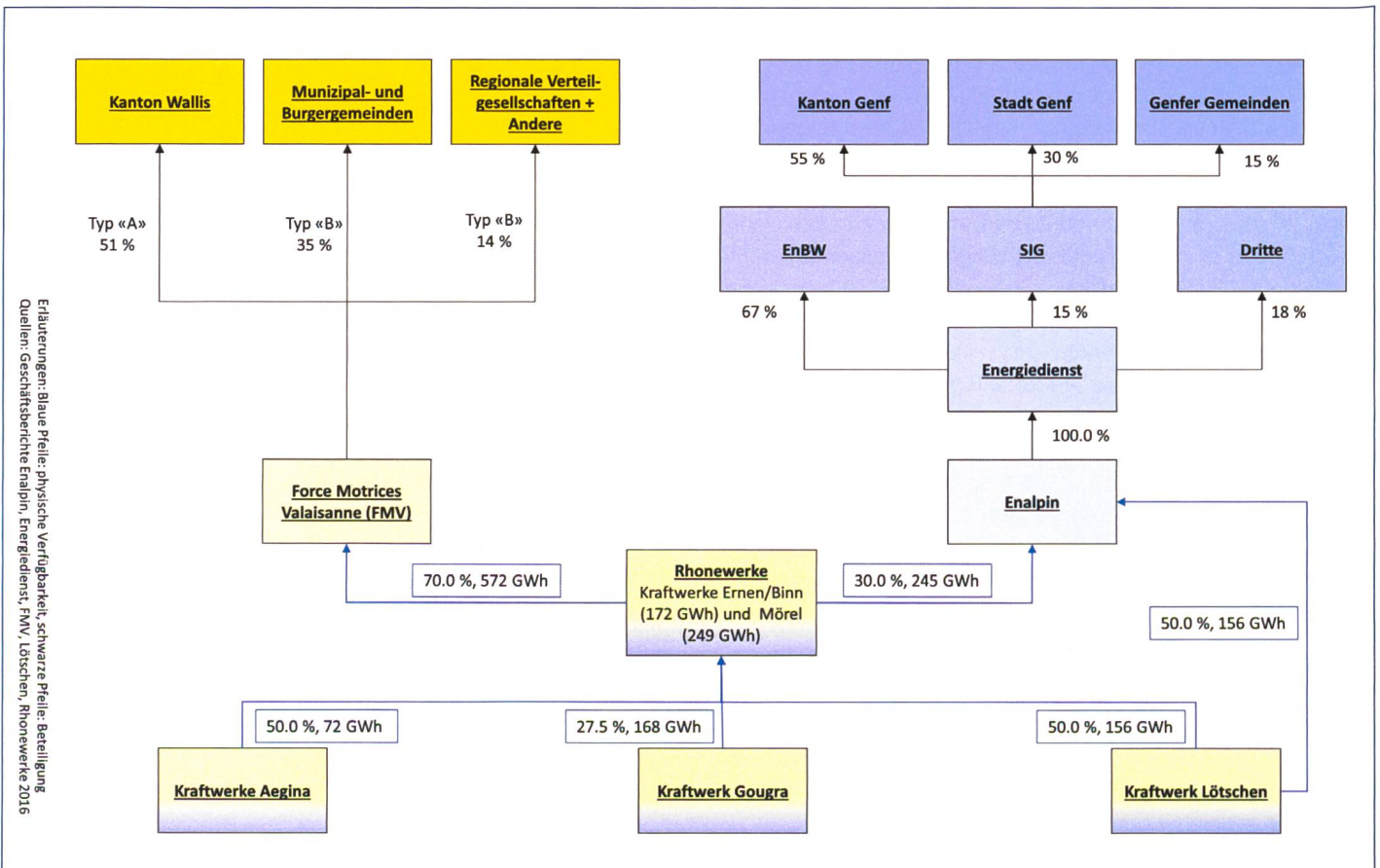


Bild 1. Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Kraftwerksgruppe Lötschen AG und der Kraftwerksgesellschaft Rhonewerke AG.

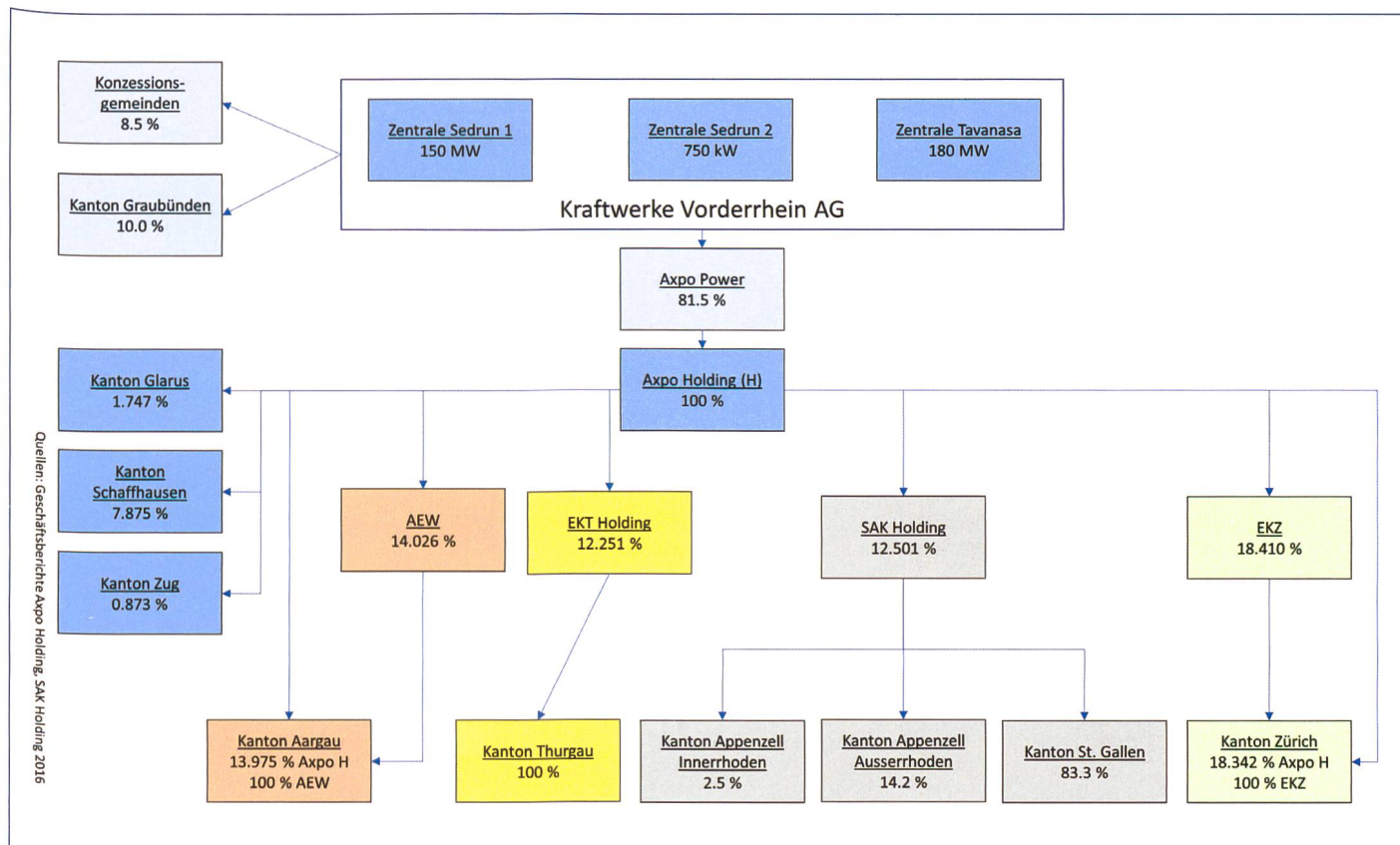


Bild 2. Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Kraftwerke Vorderrhein AG.

physischen¹ oder finanziellen Besitz- oder an den (finanziellen) Eigentumsverhältnissen interessiert?

Beispiel: Die Axpo Holding AG besitzt unter anderem zu 100 Prozent die Axpo Power AG und zu 81 Prozent die Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW). Während die Axpo Holding indirekt über die Axpo Power physisch über eine erhebliche Menge an Schweizer Wasserkraft verfügt, ist mit der (finanziellen) Beteiligung der Axpo an der CKW kein physischer Abnahmevertrag der Produktion der CKW durch die Axpo verbunden.

Beispiel: An der Kraftwerk Göschenen AG mit Sitz in Göschenen sind am Aktienkapital von CHF 60 Mio. die CKW AG mit 50 Prozent, die SBB AG mit 40 Prozent und der Kanton Uri mit 10 Prozent beteiligt. Bezüglich Wassernutzung, das heisst physisch, besitzen die CKW aber 45 Prozent und die SBB 55 Prozent.

Bei Partnerwerken sind die Besitzer der Kraftwerksgruppe aufgrund des Partnervertrages in der Regel verpflichtet, die auf ihren Beteiligungsanteil entfallenden Jahreskosten zu bezahlen und die Energie entsprechend ihrer Beteiligung abzu-

nehmen. Wie das Beispiel des Kraftwerks Göschenen allerdings zeigt, sind Ausnahmen möglich. Da die Partnerverträge zwischen den Kraftwerksgruppen und den beteiligten Kraftwerksgesellschaften nicht öffentlich verfügbar sind, kann die Frage der physischen Besitzverhältnisse nicht beantwortet werden. Folglich wird die Frage «Wem gehört die Schweizer Wasserkraft?» präzisiert in «Welches sind die finanziellen Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Schweizer Wasserkraft?»

4. Methodisches Vorgehen

4.1 Schritt 1: Bestimmung der Besitz- und Eigentumsverhältnisse

Um die Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Schweizer Wasserkraft zu bestimmen, wurde im Wesentlichen auf öffentlich verfügbare Angaben zurückgegriffen. Für rund die Hälfte der 686 Zentralen der WASTA 2017 findet man Geschäftsberichte im Internet. Dies entspricht für das hydrologische Jahr 2015/2016 beziehungsweise das Kalenderjahr 2016 knapp hundert Geschäftsberichten von Kraftwerksgruppen bzw. -gesellschaften.

Beispiel: Die Enalpin AG publiziert nebst dem eigenen Geschäftsbericht die Geschäftsberichte der Aletsch AG, der Kraftwerk Lötschen AG und der Rheinkraftwerk Neuhausen AG, was denjenigen Kraftwerksgruppen entspricht, an denen

die Enalpin zu mindestens 50 Prozent beteiligt ist.

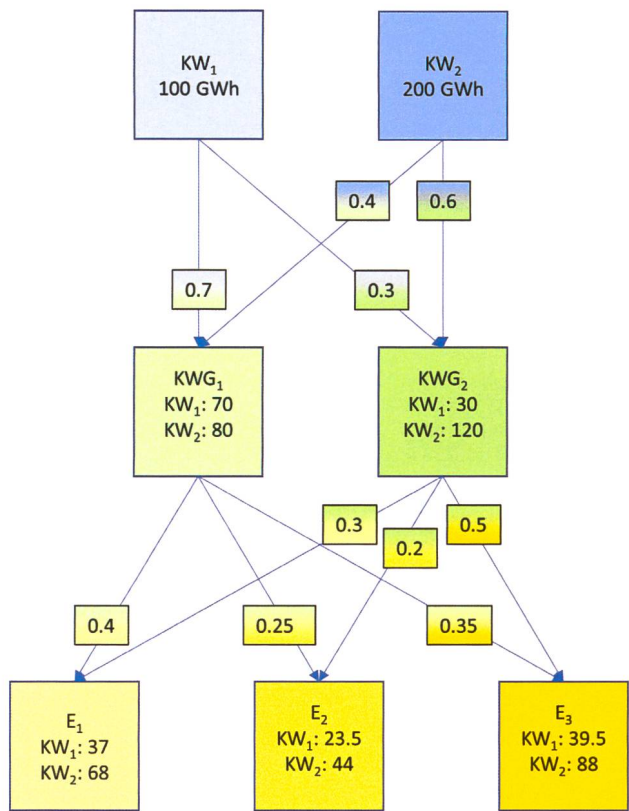
Beispiel: Der Axpo-Konzern stellt im Internet die Geschäftsberichte der Axpo Holding AG, der Axpo Trading AG und der Kraftwerke Linth-Limmern AG zur Verfügung.

Schritt 1 ist eine Fleissarbeit. Die Durchsicht zahlreicher Internetauftritte und Geschäftsberichte von Kraftwerksgruppen und -gesellschaften ist indes die Grundlage für ein substanzial besseres Verständnis einzelner Kraftwerksgruppen und -gesellschaften im Speziellen, aber auch der Wasserkraftlandschaft Schweiz im Allgemeinen.

Beispiel Kraftwerke Aegina AG: Dem Geschäftsbericht für das hydrologische Jahr vom 1. Oktober 2013 bis 30. September 2014 der Kraftwerksgruppe Aegina (Aegina AG, 2015) kann entnommen werden, dass das im Griessee gespeicherte Wasser in der Kavernenzentrale Altstafel turbinert wird und zur weiteren Nutzung über einen Freispiegelstollen in die Anlagen der Maggia Kraftwerke AG im Tessin weitergeleitet wird. Basierend auf einem Nachtrag des Gründungs- und Partnervertrages, erheben die Maggia Kraftwerke von der Kraftwerksgruppe Aegina eine Turbiniergebühr von 1.6 Rp./kWh, was für das Geschäftsjahr 2013/2014 einem Betrag von knapp CHF 2.5 Mio. entsprach. Im Schnitt produzieren die Zentrale Altstafel

¹ Unter physischem Besitz wird hier das Recht auf Verwertung der Energieproduktion verstanden.

Ausgangslage



Verallgemeinerung 1

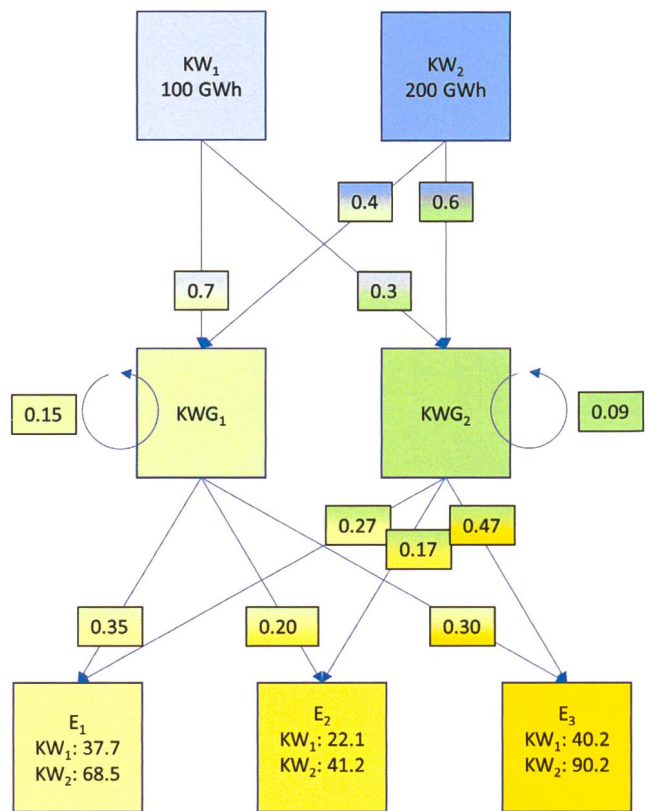
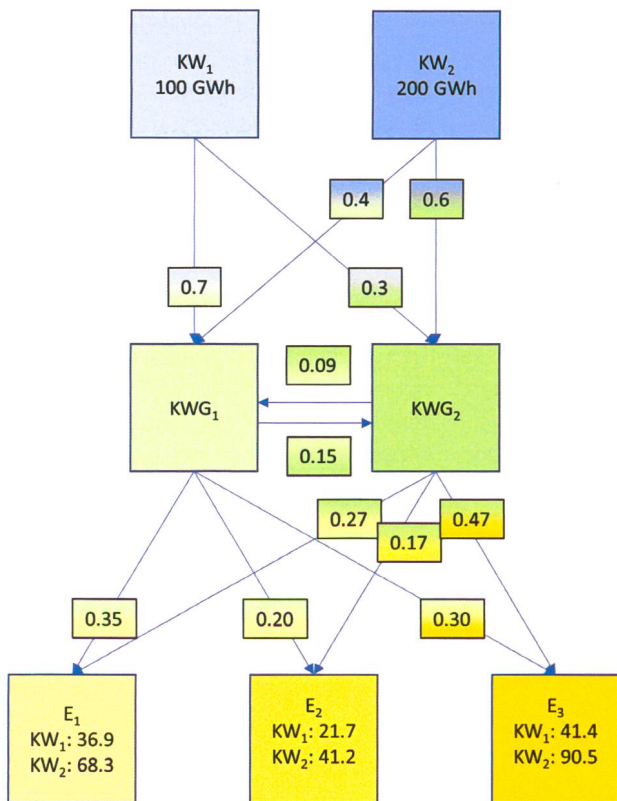


Bild 3a/b. Schritt 2: Ausgangslage und Verallgemeinerung 1 mit eigenen Anteilen.

Verallgemeinerung 2



Verallgemeinerung 3

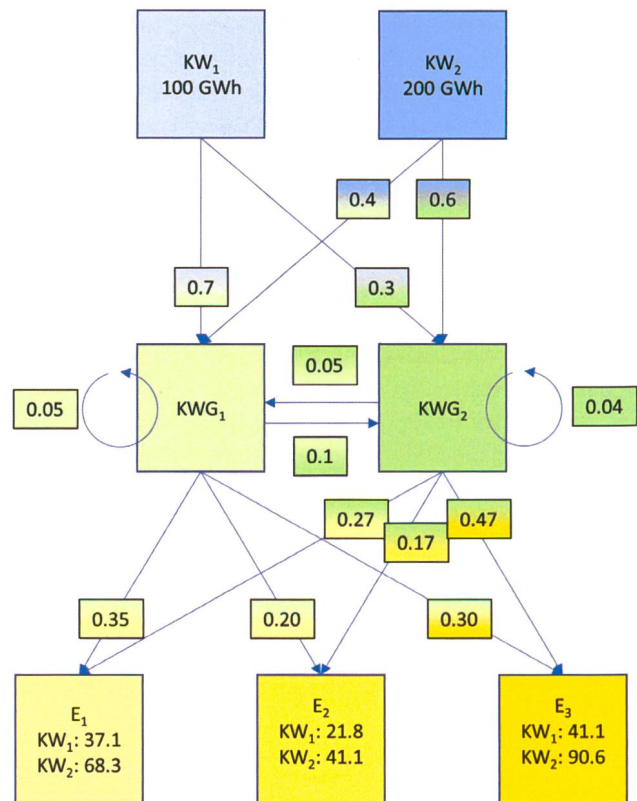


Bild 3c/d. Schritt 2: Verallgemeinerung 2 mit Kreuzbeteiligung und Verallgemeinerung 3 als Kombination.

22 GWh und die drei Stufen auf Tessiner Seite 164 GWh.

Beispiel Kraftwerk Birsfelden AG: Aus dem Geschäftsbericht für das Jahr 2016 (*Kraftwerk Birsfelden AG, 2017*) entnimmt man, dass im Vergleich mit dem langjährigen Mittelwert der Rhein im Jahr 2016 in den Monaten Januar, Februar und April bis Juli eher viel (113–150 Prozent) und in den Monaten September, Oktober und Dezember sehr wenig Wasser (64–82 Prozent) führte und dass insgesamt während 72 Tagen (im Vorjahr 49) Wasser über das Wehr abgeleitet werden musste, weil das Schluckwasservermögen der Turbinen von insgesamt 1500 m³/s überschritten war.

Beispiel: Im Kanton Graubünden wurde 1978 die Griselectra AG gegründet, die die Nutzung der von den Bündner Gemeinden und vom Kanton Graubünden eingebrachten Energie bezweckt. Dabei haben sich gemäss Partnernvertrag, welcher bis 31.12.2055 fest abgeschlossen ist, die B-Aktionäre verpflichtet, die der Griselectra zustehenden Energiemengen zu übernehmen und zu verwenden. Dabei haben die B-Partner die Jahreskosten der eingebrachten Energie zu übernehmen und den Gemeinden sowie dem Kanton für jede in die Gesellschaft eingebrachte Kilowattstunde ein Aufgeld zu entrichten. So wird unter anderem der Energieanteil des Kantons an der Kraftwerke Vorderrhein AG eingebracht. Die derzeit durchschnittlich verfügbare Energiemenge beläuft sich auf rund 620 GWh pro Jahr. Die Aufgeldhöhe beträgt seit 2008/2009 0.8 Rp./kWh, was in etwa CHF 5 Mio. pro Jahr entspricht. Per 1. Oktober 2016 wurde auf Begehren der Repower AG das Aufgeld auf das vertragliche Minimum von 0.4 Rp./kWh reduziert. Eine Aufgeldanpassung soll per 1. Oktober 2020 von Neuem beurteilt werden (Quellen: Griselectra AG, 2016, Griselectra AG, 2017).

Mit Schritt 1 kann, ausgehend von der WASTA, der Grossteil der Wasserkraftanlagen einer Kraftwerksgruppe und einer Kraftwerksgesellschaft zugeordnet werden. Wie *Bild 1* beispielhaft zeigt, ist aber die Besitz- und Eigentümerstruktur teilweise stark verzweigt, weshalb in diesem Bereich noch einige Lücken bestehen.

Aktualisierungsbedarf in Schritt 1 besteht grundsätzlich bei einer Änderung der Besitz- bzw. Eigentumsverhältnisse. Ein Monitoring, im Sinne einer systematischen Beobachtung, solcher Änderungen ist kaum möglich und kann somit faktisch ausgeschlossen werden, sodass man



Bild 4. Wasserkraftanlage Mörel der Rhonewerke.

hier im Wesentlichen auf Zeitungsartikel, Newsletters und Medienmitteilungen der entsprechenden Kraftwerksgruppen und -gesellschaften angewiesen ist.

4.2 Schritt 2: Rechnerische Überlegungen

Nach Erfassung der stufenweisen Besitz- und Eigentumsverhältnisse – vorwiegend aus den Informationen der Geschäftsberichte der einzelnen Kraftwerksgruppen und -gesellschaften – stellt sich die Frage, wie aus den finanziellen Besitzverhältnissen der Kraftwerksgruppen und -gesellschaften die Eigentumsverhältnisse bestimmt werden können. Dazu werden vier Fälle betrachtet: Gestartet wird mit der Ausgangslage (*Bild 3a*) mit zwei Kraftwerken, zwei Kraftwerksgesellschaften und drei Eigentümern mit einfachen Beziehungen. Im Anschluss daran werden drei Verallgemeinerungen (*Bild 3b–Bild 3d*) vorgenommen, um eigene Anteile der Kraftwerksgesellschaften und Wechselwirkungen zwischen den Kraftwerksgesellschaften mitberücksichtigen zu können.

Beispiel Rhonewerke AG (*Bild 1*): Unter Erfassung der stufenweisen Besitz- und Eigentumsverhältnisse der Kraftwerk Lötschen AG ist gemeint, dass im Geschäftsbericht der Kraftwerksgruppe Lötschen nur die unmittelbar übergeordneten Besitzer, das heisst die Rhonewerke und die Enalpin AG, ersichtlich sind. Es bedarf zusätzlich noch der Informationen aus dem Geschäftsbericht der Energiedienst Holding AG und der SIG, um die Eigen-

tumsverhältnisse der Kraftwerksgruppe Lötschen bestimmen zu können.

Ausgangslage: *Bild 3a* zeigt zwei Kraftwerke KW₁ und KW₂, zwei Kraftwerksgesellschaften KWG₁ und KWG₂ und drei Eigentümer E₁, E₂, E₃ mit den stufenweisen Besitz- und Eigentumsverhältnissen. Die Eigentumsverhältnisse lassen sich als Summe der einzelnen Produkte der verschiedenen Pfade bestimmen. *Bild 3a* zeigt als Resultat die Eigentumsverhältnisse an der Produktion der beiden Kraftwerke, woraus unmittelbar die prozentualen Eigentümeranteile abgeleitet werden können.

Beispiel Rhonewerke AG (*Bild 1*): Welchen Anteil an der Kraftwerk Lötschen AG besitzt der Kanton Genf? Der Besitz der Enalpin AG am Kraftwerk Lötschen beträgt 50 Prozent direkt und 15 Prozent indirekt über die Rhonewerke, also 65 Prozent, was damit auch dem Besitzanteil der Energiedienst Holding AG entspricht. Von diesen 65 Prozent gehören 15 Prozent der SIG und wiederum davon 55 Prozent dem Kanton Genf, was somit einem Anteil von 5 Prozent entspricht. Das heisst, das Kraftwerk Lötschen ist zu 5 Prozent im Eigentum des Kantons Genf.

Beispiel Kraftwerke Vorderrhein AG (*Bild 2*): Der Kanton Aargau besitzt eine direkte Beteiligung an der Axpo Holding AG und eine indirekte über die AEW Energie AG. Damit kann der Eigentümeranteil des Kantons Aargau an der Kraftwerksgruppe Vorderrhein bestimmt werden; dieser liegt bei knapp 23 Prozent. Was die

physische Verfügbarkeit der Energie aus der Kraftwerksgruppe Vorderrhein anbelangt, gehören gemäss Partnerwerksvertrag 81.5 Prozent der Axpo Power AG und 18.5 Prozent dem Kanton Graubünden und den Konzessionsgemeinden. Letzterer Anteil wird, wie oben erwähnt, über die Grischelectra AG von der Repower AG verwertet.

Verallgemeinerung 1 (Bild 3b): Es wird nun angenommen, dass die einzelnen Kraftwerksgesellschaften eigene Anteile besitzen. Wie diese aktienrechtlich bzw. finanzmathematisch zu beurteilen sind, soll nachfolgend nicht von Bedeutung sein. Es geht einzig um die Frage, wie die Eigentümeranteile an den beiden Kraftwerken bestimmt werden können und wie sie sich gegenüber der Ausgangslage ändern. Interessiert zum Beispiel der Eigentümeranteil von E_1 an KW_1 , so sind zwei Pfade zu berücksichtigen, einer über KWG_1 und der andere über KWG_2 . Von der Produktion von 100 GWh von KW_1 gelangen 70 GWh zur KWG_1 , wovon rechnerisch (aber nicht physisch) 35 Prozent unmittelbar zu E_1 gehen, was 24.5 GWh entspricht. Die 15-Prozent-Beteiligung von KWG_1 an sich selber bedeutet rechnerisch, dass 10.5 GWh der hereinfließenden 70 GWh in einer ersten Schlaufe bei KWG_1 verbleiben, bevor davon wiederum 35 Prozent, oder umgerechnet 3.7 GWh, weiter an E_1 gehen usw. Der zweite Pfad kann analog berechnet werden, sodass in Summe rechnerisch 37.7 GWh bei E_1 landen. Damit liegt der Eigentümeranteil von E_1 an KW_1 bei 37.7 Prozent.

Verallgemeinerung 2 (Bild 3c): Zwischen KWG_1 und KWG_2 besteht nun eine Kreuzbeteiligung. Von den 70 GWh, die bei KWG_1 ankommen, gehen 35 Prozent direkt an E_1 weiter. 15 Prozent fließen zu KWG_2 , davon 27 Prozent weiter zu E_1 . Neun Prozent fließen wieder zurück zu KWG_1 , von diesem Anteil wiederum 35 Prozent nach E_1 . Diese Schlaufen setzen sich grundsätzlich beliebig fort, doch werden die zusätzlichen Beiträge rasch vernachlässigbar klein. In diesem Fall liegt der Eigentümeranteil von E_1 an KW_1 bei 36.9 Prozent. Dieser Anteil ist deshalb leicht kleiner als bei Verallgemeinerung 1, da ein Teil der 15 Prozent, die von KWG_1 zu KWG_2 fließen, nun im Eigentum von E_2 und E_3 sind.

Verallgemeinerung 3 (Bild 3d): Im letzten Fall werden die Verallgemeinerung 1 und die Verallgemeinerung 2 kombiniert, das heisst, beide Kraftwerksgesellschaften besitzen eigene Anteile und es besteht zusätzlich eine Kreuzbeteiligung.

Um die Resultate nachvollziehen zu können, lohnt es sich zu überlegen, wie viel Energie von den Kraftwerken in genau n Schritten zu den Eigentümern gelangen könnte, und diese Anteile jeweils zu addieren. Im vorliegenden Beispiel liegt der Eigentümeranteil von E_1 an KW_1 bei 37.1 Prozent. Ohne dies im Detail herzuleiten, ist es plausibel, dass dieser Anteil zwischen Verallgemeinerung 1 und Verallgemeinerung 2 liegt, da gegenüber Verallgemeinerung 1 durch die Beteiligung von KWG_2 an KWG_1 ein Teil der Energie von KWG_1 nach KWG_2 fließt, was zu einer geringeren Beteiligung von E_1 an KW_1 gegenüber Verallgemeinerung 1 führt. Gleichzeitig führt der eigene Anteil dazu, dass gegenüber Verallgemeinerung 2 etwas weniger Energie von KWG_1 nach KWG_2 abfließt und somit den Eigentümeranteil von E_1 an KW_1 gegenüber Verallgemeinerung 2 leicht erhöht.

Beispiel: Die Kraftwerksgesellschaft Groupe E AG besitzt gemäss Geschäftsbericht 2015 einen eigenen Aktienanteil von 5.433 Prozent. Zudem war die Kraftwerksgesellschaft BKW AG mit 10 Prozent an Groupe E beteiligt. Diese Beteiligung hat sie gemäss Geschäftsbericht 2016 am 19. Dezember 2016 nun aber veräussert. Gleichzeitig besass die BKW gemäss Geschäftsbericht 2015 zum Jahresende einen Eigenbestand von 8.13 Prozent und an der Groupe E ebenfalls zehn Prozent.

Mit den Überlegungen in Schritt 2 ist es möglich, die (finanziellen) Besitz- und Eigentumsverhältnisse für die Ausgangslage und drei Verallgemeinerungen zu bestimmen. Komplexere bzw. weiterführende Besitz- und Eigentumsverhältnisse können jeweils auf diese vier Fälle zurückgeführt und kombiniert werden.

4.3 Schritt 3: Verallgemeinerte Berechnung der Eigentumsverhältnisse

In Schritt 3 wird die Frage angegangen, wie die Bestimmung der Eigentumsverhältnisse vom Einzelfall – wie im *Bild 1* und *Bild 2* – aufgrund der verfügbaren Informationen zu den Besitz- und Eigentumsverhältnissen automatisiert auf sämtliche Kraftwerksgruppen vorgenommen werden kann.

Dazu kann man sich der Wahrscheinlichkeitsrechnung bedienen und die einzelnen Beteiligungen als Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen zwei Zuständen interpretieren. In der Ausgangslage (*Bild 3a*) bedeutet dies, dass von KW_1 mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.7 eine Einheit Energie zu KWG_1 fließt und mit 0.3

zu KWG_2 und in weiteren Schritten zu den Eigentümern. Ist eine Einheit bei einem Eigentümer angelangt, kann sie weder weiter- noch zurückfließen und verbleibt folglich dort, das heisst, die Übergangswahrscheinlichkeit von E_1 nach E_1 ist eins.

Um Schritt 3 konkret durchzuführen, sind somit alle Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen sämtlichen Kraftwerksgruppen, Kraftwerksgesellschaften und Eigentümern in geeigneter Form aufzubereiten. Die Methoden aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung helfen dann, iterativ die Energiemengen der einzelnen Kraftwerksgruppen aufgrund dieser Übergangswahrscheinlichkeiten fiktiv zu den Kraftwerksgesellschaften und schliesslich zu den Eigentümern fließen zu lassen, bis sämtliche Energie bei den Eigentümern angelangt ist und aufgrund der Eigenschaft, dass die Energie von den Eigentümern weder weiter- noch zurückfließen kann, dort verbleibt und der finale Zustand erreicht ist.

Selbstverständlich ist es mit diesem Ansatz auch möglich, die Besitzverhältnisse einer spezifischen Kraftwerksgesellschaft zu bestimmen, indem unterstellt wird, dass keine Energie von dieser Kraftwerksgesellschaft weiterfließt, also sämtliche Übergänge, die von ihr abgehen, eine Übergangswahrscheinlichkeit von null haben.

Beispiel: In *Bild 3d* lässt sich der Besitzanteil von KWG_1 an KW_1 und KW_2 bestimmen, indem die Übergangswahrscheinlichkeiten von KWG_1 nach KWG_2 sowie nach E_1 , E_2 und E_3 null und die Übergangswahrscheinlichkeit von KWG_1 nach KWG_1 auf eins gesetzt werden.

Schritt 3 zeigt, wie rechnerisch ein Verfahren aufgesetzt werden kann, um standardisiert die Besitzverhältnisse der Kraftwerksgruppen und -gesellschaften bzw. der Eigentumsverhältnisse der Schweizer Wasserkraftwerke zu bestimmen.

5. Weiterführende Arbeiten

Nachdem der Initialaufwand getätigt wurde und erste Ergebnisse abgeleitet werden können, stehen im Zusammenhang mit der Erhebung der Datengrundlage folgende Arbeiten an:

- 1) Informationsbeschaffung und Aktualisierung:
 - Neue Zentralen bzw. Stilllegungen, aber auch Änderungen bezüglich technischer Eigenschaften durch Erneuerungen und Erweiterungen sind jeweils zu erfassen. Diese Aktualisierung kann auf jährlicher Basis mit Hilfe

der WASTA erfolgen. Damit ist auch gewährleistet, dass eine amtliche Quelle verwendet wird, deren Kontinuität und Qualität gesichert ist.

- Änderungen in den Besitz- und Eigentumsverhältnissen sind möglichst zeitnah zu erfassen, da die Informationen nicht zentral gesammelt und verfügbar gemacht werden. Dies erfolgt momentan aufgrund von Medienmitteilungen, Newslettern und Stichproben von aktuellen Geschäftsberichten. Allerdings handelt es sich hierbei nicht um ein Monitoring im Sinne eines systematischen Beobachtens, sondern um ein Aufarbeiten von (per Zufall) gesicherten Informationen. Hier ist zu klären, ob es eine Möglichkeit gibt, zumindest standardisierter an diese Informationen zu gelangen, damit auch auf Stufe Besitz- und Eigentumsverhältnisse eine hohe Zuverlässigkeit gesichert werden kann.

2) Erweiterungen

Aufbauend auf der Systematik der WASTA, ist die Datengrundlage zu ergänzen und auszuweiten. So kommen verschiedene zusätzliche Erweiterungen in Betracht:

- Wasserkraftanlagen mit einer maximalen Leistung ab Generator unter 300 kW;
- Weitere Technologien: Ausweitung der Datengrundlage auf den gesamten Schweizer Kraftwerkspark;

- Zusätzliche Attribute: i) Bekommt die Wasserkraftanlage eine kostendeckende Einspeisevergütung? ii) Ist eine Wasserkraftanlage naturemade zertifiziert?

6. Fazit

Mit den Schritten 1 bis 3 wird gezeigt, wie, ausgehend von der WASTA und der Verarbeitung der öffentlichen Quellen zu den Kraftwerksgruppen und -gesellschaften, die finanziellen Besitz- und Eigentumsverhältnisse bestimmt werden können. Die Erfassung und Verarbeitung der Daten sowie die Generierung von Resultaten sind in der aktuell zur Verfügung stehenden Version allerdings nicht als praxistaugliche Arbeitshilfe geeignet.

Anzustreben ist der Aufbau einer Datenbank, damit die Datenbasis mit geringer Fehleranfälligkeit gespeichert, aktualisiert, erweitert und für Auswertungen aufbereitet werden kann. Resultateseitig wäre es wünschenswert, ein beliebiges Portfolio von Wasserkraftanlagen auswählen zu können und die finanziellen Besitz- und Eigentumsverhältnisse zu erhalten. Umgekehrt sollte es auch möglich sein, Eigentümer oder Besitzer zu wählen, um als Ergebnis einen Überblick über die Wasserkraftanlagen zu erhalten, an denen sie (finanzielle) Anteile halten. Schön wäre zudem eine grafische Darstellungsmöglichkeit mit den jeweiligen Besitz- und Ei-

gentumsflüssen von den Wasserkraftanlagen zu den Eigentümern oder umgekehrt, vergleichbar mit *Bild 1* und *Bild 2*.

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei *Christoph Leuenberger*, Universität Freiburg, herzlich für seine Unterstützung beim methodischen Vorgehen, insbesondere bei Schritt 2 und Schritt 3.

Literatur

- Aegina AG* (2015): Jahresbericht und Jahresrechnung der Kraftwerk Aegina AG, 2013/2014.
Aletsch AG (2017): Geschäftsbericht 2016.
Alpiq (2010): Grande Dixence – Ausflüge rund um die Wasserkraft.
BFE (2017): Wasserkraftanlagen der Schweiz (WASTA).
ewz (2012a): Energie aus Wasserkraft. ewz-Kraftwerke Bergell.
ewz (2012b): Ökostrom aus Wasserkraft. ewz-Kraftwerke an der Limmat.
ewz (2014): Energie aus Wasserkraft. ewz-Kraftwerke Mittelbünden.
Grischelectra AG (2016): Grischelectra AG.
Grischelectra AG (2017): 38. Geschäftsbericht vom 01.10.2015 bis 30.09.2016.
Kraftwerk Birsfelden AG (2017): Geschäftsbericht 2016.
KWO (2017): Die Kraftwerke der KWO.

Anschrift des Verfassers

Michel Piot, CH-3005 Bern,
info@energiesystemschweiz.ch

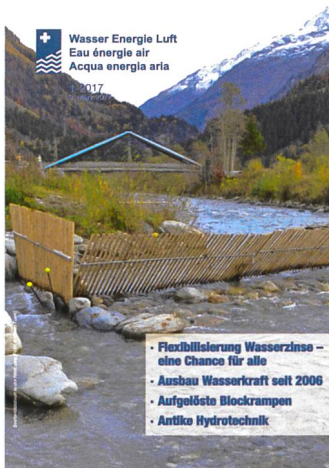




WEL 3-2017



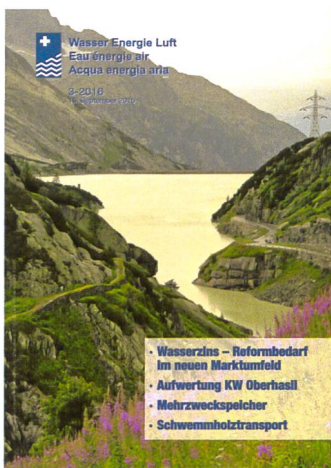
WEL 2-2017



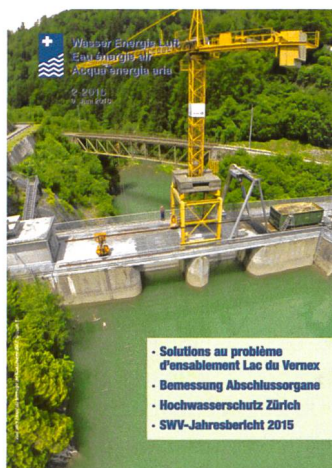
WEL 1-2017



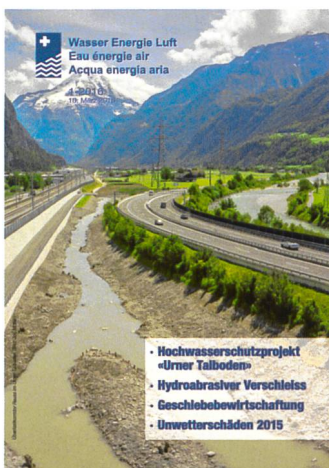
WEL 4-2016



WEL 3-2016



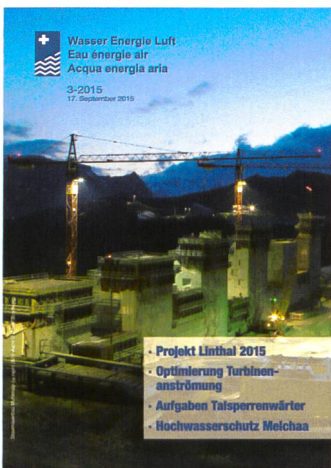
WEL 2-2016



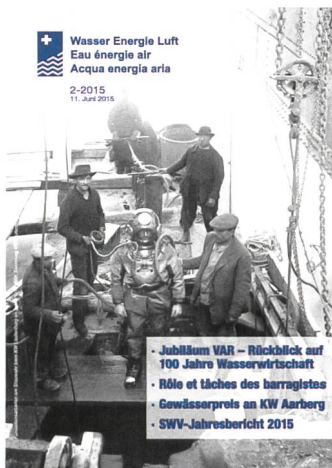
WEL 1-2016



WEL 4-2015



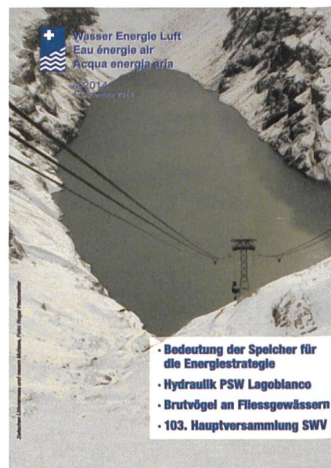
WEL 3-2015



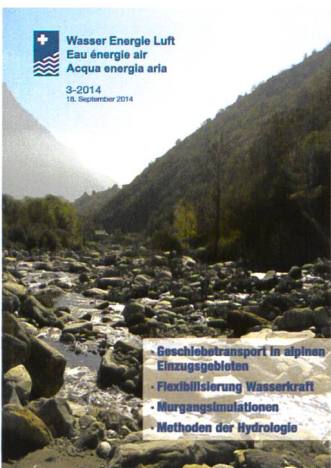
WEL 2-2015



WEL 1-2015



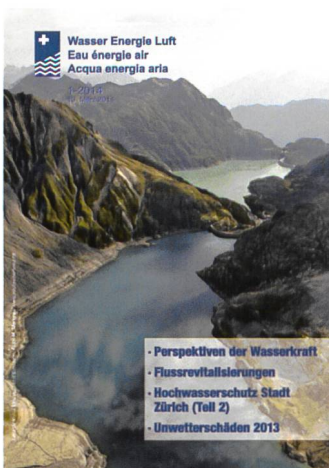
WEL 4-2014



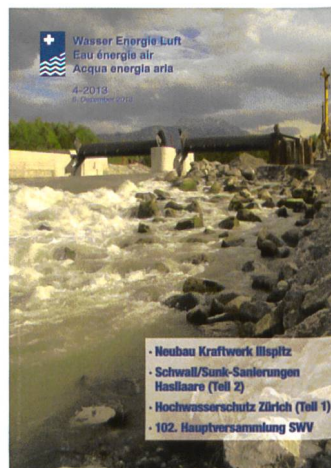
WEL 3-2014



WEL 2-2014



WEL 1-2014



WEL 4-2013

- Fischgängigkeit und -schutz bei Wasserkraftwerken
- eDNA im Wasserbau
- Gestaltung Gewässerräume
- Wasserhaushalt Schweiz

- Marktmodelle Wasserkraft
- Contraintes aux soudures des blindages
- Schwall/Sunk-Defizitanalyse
- SWV-Jahresbericht 2016

- Flexibilisierung Wasserkraft – eine Chance für alle
- Ausbau Wasserkraft seit 2006
- Aufgelöste Blockrampen
- Antike Hydrotechnik

- Rentabilität Wasserkraft
- Optimierte Instandhaltung und Einsatzplanung
- Stellenwert Gewässerräume
- 105. Hauptversammlung SWV

- Wasserzins – Reformbedarf im neuen Marktumfeld
- Aufwertung KW Oberhasli
- Mehrzweckspeicher
- Schwemmholttransport

- Solutions au problème d'ensemblement Lac du Vernex
- Bemessung Abschlussorgane
- Hochwasserschutz Zürich
- SWV-Jahresbericht 2015

- Hochwasserschutzprojekt «Uner Talboden»
- Hydroabrasiver Verschleiss
- Geschleibewirtschaftung
- Unwetterschäden 2015

- Ökologie beim KW Hagneck
- Interkantonale Aareplanung
- KOHS-Empfehlungen Hochwasserschutz/Ufererosion
- 104. Hauptversammlung SWV

- Projekt Linthal 2015
- Optimierung Turbinenanströmung
- Aufgaben Talsperrenwärter
- Hochwasserschutz Melchaa

- Jubiläum VAR – Rückblick auf 100 Jahre Wasserwirtschaft
- Rôle et tâches des barragistes
- Gewässerprets an KW Aarberg
- SWV-Jahresbericht 2015

- Fischabstieg bei Flusskraftwerken
- Transitoires hydrauliques
- Unwetterschäden 2014
- Zukunft des Wasserbauers

- Bedeutung der Speicher für die Energiestrategie
- Hydraulik PSW Lagobianco
- Brutvögel an Fliessgewässern
- 103. Hauptversammlung SWV

- Geschleibtransport in alpinen Einzugsgebieten
- Flexibilisierung Wasserkraft
- Murgangssimulationen
- Methoden der Hydrologie

- Talsperrenüberwachung
- Wasserkraftprojekte Chlus und FMHL+
- Wasserbau und Ökologie
- SWV-Jahresbericht 2013

- Perspektiven der Wasserkraft
- Flussrevitalisierungen
- Hochwasserschutz Stadt Zürich (Teil 2)
- Unwetterschäden 2013

- Neubau Kraftwerk Illspitz
- Schwall/Sunk-Sanierungen Hasliare (Teil 2)
- Hochwasserschutz Zürich (Teil 1)
- 102. Hauptversammlung SWV