

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 109 (2017)
Heft: 4

Artikel: Die Bedeutung der Wasserkraft im Alpenraum : Schwerpunkt Schweiz
Autor: Schönberg, Martin / Baumgartner, Armin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941628>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Bedeutung der Wasserkraft im Alpenraum: Schwerpunkt Schweiz

Martin Schönberg, Armin Baumgartner

Zusammenfassung:

Im Rahmen einer im Jahr 2016 von der Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW) bei Verfahren Umwelt Management GmbH (VUM) beauftragten Studie «Status und Zukunft der alpinen Wasserkraft» wurde eine Erhebung auf Einzelkraftwerksebene im gesamten Alpenraum durchgeführt. Dabei dienten neben öffentlich zugänglichen Quellen auch die von Betreibern zur Verfügung gestellten Informationen als Datengrundlage. Als Ergebnis liegt eine fundierte Datenbasis zu den installierten Wasserkraftwerken ab 5 MW im Alpenraum vor. Ziel war es, mit dieser Grundlagenenerhebung eine Informationsquelle zu schaffen, damit weitere Untersuchungen und Studien auf eine möglichst vollständige und aussagekräftige Datenbasis zugreifen können. Die Ergebnisse der aggregierten Kraftwerksdaten zeigen, dass im Alpenraum 1.019 Wasserkraftwerke (ab 5 MW) betrieben werden. In der Schweiz wurden 240 Wasserkraftanlagen (ab 5 MW) erhoben. Des Weiteren beschäftigt sich die Studie mit dem Zusatznutzen, der durch die alpine Wasserkraft in den verschiedensten Bereichen wie zum Beispiel Gewässerschutz, Hochwasserschutz, Schiffbarkeit und Tourismus generiert wird. Dennoch stehen Betreiber aufgrund von regulatorischen Instrumenten vor einer Reihe an Herausforderungen, die je nach Standort zu unterschiedlichen monetären Belastungen führen können. In diesem Zusammenhang sind in der Schweiz u.a. Wasserzinsen, Konzessionen, Heimfall, Wiederverleihung von Wasserrechten oder auch limitierte Förderungen für grössere Wasserkraftanlagen anzuführen.

1. Einleitung

Aufgrund eines verstärkten politischen Fokusauf die Stromerzeugung aus «neuen» erneuerbaren Energien wie Wind- und Sonnenkraft und den damit verbundenen Herausforderungen durch die Einspeisung dieser volatilen Erzeugung ins Stromnetz verzeichnet auch die Wasserkraft zunehmendes politisches, wirtschaftliches und technisches Interesse. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass neben der hohen gesicherten Leistung und der hohen Verfügbarkeit auch die Speicherkapazität von Wasserkraft dazu dienen kann, den Herausforderungen zu begegnen, die der Ausbau «neuer» erneuerbarer Energien – nämlich jene der Dezentralität und Volatilität – mit sich bringt.

Eine herausragende Stellung in der Energiegewinnung aus Wasserkraft nimmt in Europa der Alpenraum ein, ist doch in den acht Alpenländern Frankreich, Schweiz, Deutschland, Liechtenstein, Monaco, Österreich, Italien und Slowenien ein beachtlicher Teil der gesamteuropäischen Wasserkraftleistung installiert.

Wasserkraft bedeutet nicht nur emissionsneutrale Stromerzeugung, sondern steht im Alpenraum auch für regionale Wertschöpfung, Arbeitsplätze, Investitionen und Innovationen sowie für Zusatznutzen in vielen Bereichen (bspw. Hochwasserschutz, Schifffahrt, Tourismus usw.).

Wenngleich die Wasserkraft für den Alpenraum massgeblich und zukunftstauglich ist, haben sich bisher nur wenige Arbeiten mit dem gesamten Kraftwerkspark des Alpenraums auseinandergesetzt bzw. versucht, diesen in seiner Gesamtheit zu erfassen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang der im Rahmen eines Interreg-III-A-Projekts entstandene sog. Tirolatlas (Universität Innsbruck – Institut für Geographie 2007) sowie die Erhebungen des Umweltbundesamtes im Rahmen des Berichts über den Status der Alpen (Permanent Secretariat of the Alpine Convention 2009). Diese Erhebungen stammen aus den Jahren 2006 bzw. 2008 und sind nur mehr zum Teil verfügbar. Öffentlich verfügbare Daten zu allen Kraftwerken auf nationaler Ebene sind in

den Alpenländern ausschliesslich für die Schweiz abrufbar, wo mit der Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz des Bundesamtes für Energie (vgl. Bundesamt für Energie 2015 und Bundesamt für Energie 2017c) eine umfassende Datengrundlage in hoher Qualität jährlich bereitgestellt wird.

Da keine aktuelle und länderübergreifende Datenbasis zur Energiegewinnung aus Wasserkraft im Alpenraum bestand, hat die Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW) im Jahr 2016 eine umfassende und aktuelle Daten- und Faktenbasis zur Wasserkraftnutzung im Alpenraum beauftragt. Auszüge dieser Studie werden zurzeit bzw. wurden bereits mit einem unterschiedlichen Länderfokus publiziert (vgl. Römer et al. 2017a und Römer et al. 2017b). Deshalb können sich Textteile des vorliegenden Artikels – insbesondere was die Beschreibung der Methodik und die Ergebnisse zum gesamten Alpenraum angeht – mit den anderen veröffentlichten Beiträgen teilweise decken.

2. Daten und Methode

Im Sinne eines Bottom-up-Ansatzes wurde eine Erhebung des gegenwärtigen Status der Wasserkraftnutzung im Alpenraum auf Ebene der Einzelkraftwerke durchgeführt und die massgeblichen Informationen in einer Kraftwerksliste zusammengefasst. In einem ersten Schritt wurden die Engpassleistung, das Regelarbeitsvermögen sowie die Pumpenleistung als Kerngrössen erho-

¹ Anzumerken ist, dass sich die Informationslage länderspezifisch sehr unterschiedlich darstellt und daher die Kraftwerksliste, abgesehen von Daten zu Kraftwerkstyp, Lage, Betreiber, Gewässer, Engpassleistung und Arbeitsvermögen, keine Vollständigkeit aufweist. Es ist daher angedacht, die Kraftwerksliste in einem kontinuierlichen Prozess über die kommenden Jahre zu vervollständigen.

ben.¹ Aus praktikablen Gründen wurden ausschliesslich Wasserkraftanlagen ab der Leistungsgrösse von 5 MW (kaufmännisch gerundet) berücksichtigt. Datenquellen stellten diverse Veröffentlichungen der Betreiber selbst (Broschüren, Internet) bzw. Dritter sowie von Kraftwerksbetreibern direkt zur Verfügung gestellte Informationen dar. Stichtag für die Erhebung und Aufnahme von Kraftwerken bildet der 31.12.2016; d.h., dass nur Kraftwerke, die zu diesem Stichtag vollständig in Betrieb waren, auch berücksichtigt wurden. Um die Richtigkeit und Vollständigkeit der aggregierten Daten zu überprüfen, wurden diese im Sinne eines Benchmarkings mit verfügbaren nationalen Statistiken und Referenzwerten verglichen.

2.1. Festlegungen und Abgrenzungen

Das Untersuchungsgebiet «Alpenraum» erfordert eine räumliche Abgrenzung, da zahlreiche unterschiedliche Definitionen der Grenzen der Alpen bzw. des Alpenraums existieren. Aufgrund der Lage vieler Kraftwerke im direkten Grenzbereich zweier Staaten und der nur teilweise verfügbaren Daten mussten Festlegungen und Abgrenzungen getroffen werden.

2.1.1 Festlegungen zur Lage von Kraftwerken

Ein Wasserkraftwerk ist die Gesamtheit aller Bauwerke, Maschinen und Einrichtungen, mit der Wasserkraft in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Diese Elemente stehen in unterschiedlicher Entfernung zueinander, wobei sich auch oft eine grosse räumliche Erstreckung erge-

ben kann. In der vorliegenden Arbeit wird der Standort der Kraftwerksanlage mit dem Standort des Krafthauses (Teil der Wasserkraftanlage, der elektrische und maschinelle Einrichtungen für den Kraftwerksbetrieb beinhaltet) festgelegt. Damit wird eine eindeutige Verortung des Wasserkraftwerks möglich.

Aufgrund der Vielzahl inneralpiner und flussgebietsübergreifender Staatsgrenzen und damit energetisch genutzte Flussabschnitte, die entweder selbst direkt eine Staatsgrenze bilden oder sich in deren unmittelbaren räumlichen Nähe befinden (wie Inn, Donau, Rhein, Rhône), ist eine Festlegung zur Zuordnung solcher Kraftwerke zu einzelnen Alpenstaaten zu treffen. Tatsächlich bestehen für Kraftwerke an oder in der Nähe von Staatsgrenzen zwischenstaatliche Vereinbarungen, welche die Zuordnung dieser Kraftwerksanlagen nach spezifischen, unterschiedlichen Gesichtspunkten festlegen. Dies kann in vielen Fällen dazu führen, dass bauliche Anlagen vollständig in einem Staat liegen, jedoch eine zwischenstaatlich festgelegte Aufteilung von Kraftwerken erfolgt. Beim Alpenraum stösst eine solche Zuordnung an ihre Grenzen, da die definierte räumliche Abgrenzung selbst in weiten Bereichen auch nicht nationalen Grenzen folgt (deutscher, französischer und italienischer Alpenraum). Folgerichtig wären daher auch Kraftwerksanlagen, die in räumlicher Nähe zu innerstaatlichen Abgrenzungen des Alpenraumes liegen, nur anteilmässig dem Alpenraum zuzuordnen. Dies würde zu Situationen führen, bei denen Kraftwerksanlagen zwar ausserhalb des Alpenraumes liegen, diese

jedoch sehr wohl anteilmässig mitzuzählen wären. Dafür bestehen, da diese Kraftwerke innerstaatlich sind, jedoch keinerlei vorgegebene Aufteilungsschlüssel. Aufgrund zahlreicher methodischer Herausforderungen wird folgender pragmatischer Ansatz gewählt:

- Sofern eine offizielle Zu- bzw. Aufteilung von Kraftwerken auf unterschiedliche Nationalstaaten bekannt ist (beispielsweise durch nationale Statistiken), so wird diese berücksichtigt. Dies trifft insbesondere für die Kraftwerke der Schweiz zu.
- Ist keine Aufteilung eines Kraftwerks bekannt, so wird eine Kraftwerksanlage jenem Alpenstaat zugeordnet, in dem das Krafthaus situiert ist.
- Laufkraftwerke werden beiden Alpenstaaten zu gleichen Anteilen zugeordnet, wenn diese an Flüssen liegen, die auf Höhe des Krafthauses die Staatsgrenze bilden. Dabei ist es unerheblich, in welchem Alpenstaat sich das Krafthaus befindet und auf welchem Staatsgebiet die Ableitung von elektrischer Energie erfolgt.

2.1.2. Festlegung zur Erhebung energetischer Daten

Als wesentliche energetische Kennzahlen werden die Engpassleistung, das Regelarbeitsvermögen sowie die Pumpenleistung erhoben. Die verfügbare Datenlage weist jedoch grosse qualitative Diskrepanzen auf. Wesentliche Problemstellung sind fehlende Spezifizierungen (Brutto- oder Nettoangaben) sowie widersprüchliche und nicht aufklärbare Literaturangaben. Im Falle widersprüchlicher Angaben werden, soweit verfügbar, die Betreiberangaben herangezogen. Vielfach sind Daten nur in gerundeter Form verfügbar. Wenn Leistungs- oder Arbeitsangaben nicht erhoben werden können, werden die fehlenden Angaben unter Annahme einer Jahresereinsatzzeit von 5500 Volllaststunden [Vh]² für Laufkraftwerke und 1500 Vh für Speicherkraftwerke abgeschätzt.

² Volllaststunden [Vh] bilden den Nutzungsgrad eines Kraftwerkes ab und beziehen sich auf die Zeit, für die eine Anlage bei Nennleistung betrieben werden muss, um die gleiche elektrische Arbeit umzusetzen, wie die Anlage innerhalb einer festgesetzten Periode (für gewöhnlich ein Jahr) tatsächlich umgesetzt hat. Dies entspricht dem Verhältnis von Regelarbeitsvermögen zu Nennleistung.

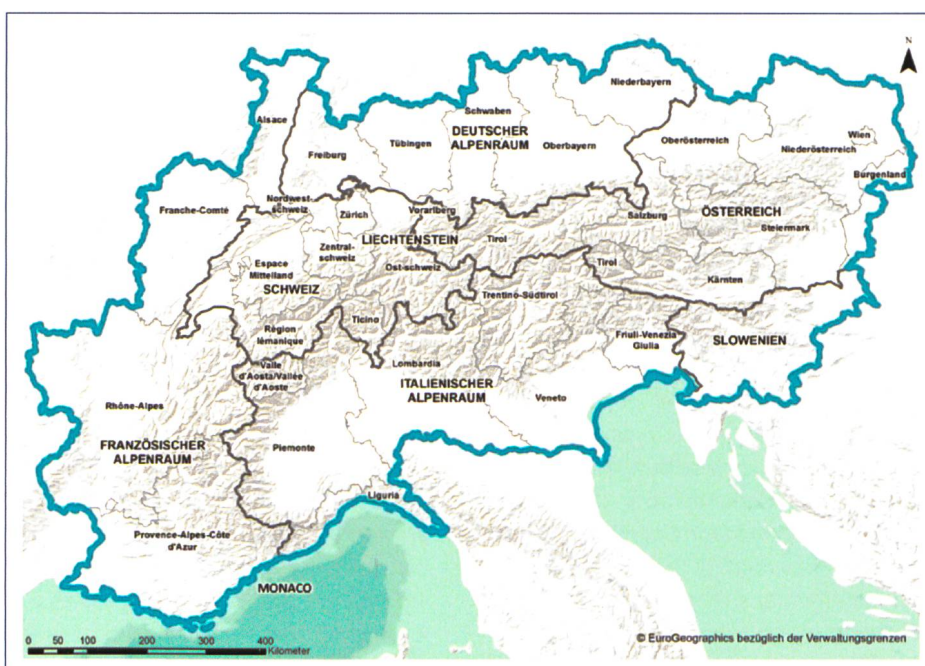


Bild 1. Vorgenommene räumliche Abgrenzung des Alpenraums.

2.1.3 Räumliche Abgrenzung des Alpenraums

Wenngleich die Alpen Gegenstand einer Vielzahl an politischen und wirtschaftlichen Programmen, wissenschaftlichen Untersuchungen und Publikationen unterschiedlicher Art sind, bestehen für die «Alpen» oder den «Alpenraum» keine allgemein gültigen Definitionen. Die Grenzen der Alpen bzw. des Alpenraums werden vielmehr in Abhängigkeit des jeweiligen thematischen Schwerpunktes naturräumlich oder in Kombination von geografischen, politischen, demografischen und wirtschaftlichen Kriterien individuell festgelegt. Beispielsweise wurden entsprechende Abgrenzungen mit dem Übereinkommen zum Schutz der Alpen (Alpenkonvention), mit dem Alpenraumprogramm (*Alpine Space Programme* 2007–2013) oder der makroregionalen Strategie für den Alpenraum (EUSALP) gefasst (*Euro-pean Commission* 2015).

Für gegenständliche Betrachtung ist eine Abgrenzung des Alpenraums entsprechend dem Alpenraumprogramm zweckdienlich, zumal dieses den Gebirgszug der Alpen gänzlich und die alpendominierten Fließgewässer in den Ausläufern der Alpen adäquat umfasst. Zur besseren Erfassung der wichtigen Flüsse Inn, Donau und Isar wird der Betrachtungsraum um Niederbayern ergänzt. Der Alpenraum umfasst gemäss dieser Festlegung folgende Staaten bzw. einzelne Verwaltungseinheiten dieser Staaten (Abbildung 1):

- **Deutschland:** Regierungsbezirke von Bayern (Niederbayern, Oberbayern, Schwaben) sowie von Baden-Württemberg (Freiburg, Tübingen)
- **Österreich:** Gesamtes Staatsgebiet
- **Schweiz:** Gesamtes Staatsgebiet
- **Frankreich:** Regionen Elsass, Freigrafschaft Burgund (Franche-Comté), Rhône-Alpes und Provence-Alpes-Côte d'Azur
- **Italien:** Regionen Aostatal, Piemont, Ligurien, Lombardei, Trentino-Südtirol, Venetien und Friaul-Julisch-Venetien
- **Slowenien:** Gesamtes Staatsgebiet
- **Liechtenstein:** Gesamtes Staatsgebiet
- **Monaco:** Gesamtes Staatsgebiet

Somit wurden an folgenden 15 Flussgebietseinheiten (hydrologische Einzugsgebiete), die vielfach auch mehrere Alpenstaaten übergreifen, Kraftwerke erfasst (*Bild 2*):

- **Donau:** deutscher Alpenraum, Österreich, Schweiz, italienischer Alpenraum (kleinräumig), Slowenien
- **Rhein:** deutscher Alpenraum, Öster-

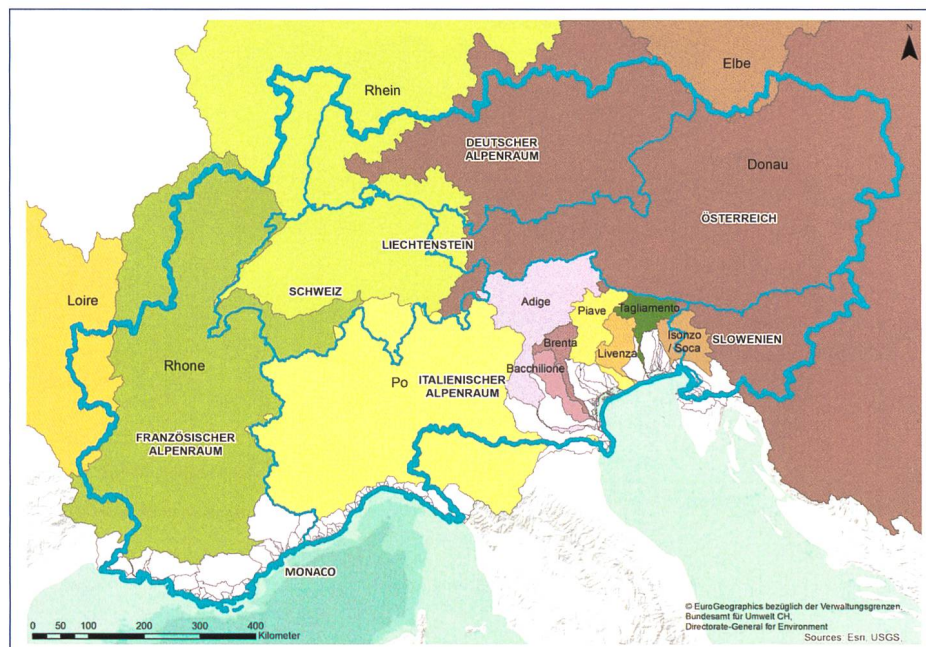


Bild 2. Vorgenommene räumliche Abgrenzung inkl. der wichtigsten Flussgebietseinheiten im Alpenraum.

	Gesamt	Laufkraftwerke	Speicherkraftwerke	Pumpspeicherkraftwerke
Deutscher Alpenraum	115	104	2	9
Österreich	191	115	53	23
Schweiz	231	138	71	22
Französischer Alpenraum	188	110	73	6
Italienischer Alpenraum	270	118	136	16
Slowenien	23	18	4	1
Liechtenstein	1	0	0	1
Monaco	0	0	0	0
Gesamt	1.019	603	338	78

Tabelle 1. Anzahl an Wasserkraftwerken (ab 5 MW) im Alpenraum.

- **reich, Schweiz, französischer Alpenraum, italienischer Alpenraum (kleinräumig), Liechtenstein**
- **Rhône:** Schweiz, Französischer Alpenraum
- **Po:** Schweiz, französischer Alpenraum (kleinräumig), italienischer Alpenraum
- **Loire:** französischer Alpenraum
- **Adige (Etsch):** italienischer Alpenraum
- **Brenta:** italienischer Alpenraum
- **Piave:** italienischer Alpenraum
- **Livenza:** italienischer Alpenraum
- **Tagliamento:** italienischer Alpenraum
- **Soča (Isonzo):** italienischer Alpenraum, Slowenien
- **Loup:** französischer Alpenraum
- **Roya:** französischer Alpenraum
- **Siagne:** französischer Alpenraum
- **Var:** französischer Alpenraum

3.1 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Wasserkraft im Alpenraum

Der im vorigen Abschnitt definierte Alpenraum umfasst eine Fläche von rd. 390 000 km² und teilt sich auf acht Al-

penstaaten auf. Während Österreich, die Schweiz, Slowenien sowie die Kleinstaa-ten Liechtenstein und Monaco zur Gänze in den Alpen liegen, sind lediglich Teile Deutschlands (16 %), Frankreichs (18 %) und Italiens (30 %) dem Alpenraum zuzuordnen.

Die Ergebnisse der aggregierten Kraftwerksdaten zeigen, dass im Alpenraum 1019 Wasserkraftwerke mit einer Leistung ab 5 MW betrieben werden (*Tabelle 1*). Mit 59 % dominieren Laufkraftwerke; 33 % sind Speicher- und 8 % Pumpspeicherkraftwerke. Mit Ausnahme des italienischen Alpenraums (Mehrzahl der Wasserkraftwerke sind Speicherkraftwerke) dominieren in allen anderen Alpenregionen quantitativ die Laufkraftwerke. Die Hälfte aller Wasserkraftwerke des Alpenraums ab einer Leistung von 5 MW befindet sich in den beiden Ländern Italien (27 %) und Schweiz (23 %).

Gänzlich anders geartet, stellt sich die Verteilung der Typen von Wasserkraftwerken und der installierten Wasserkraftleistung innerhalb des Alpenraums dar. In Summe weisen die Wasserkraftwerke

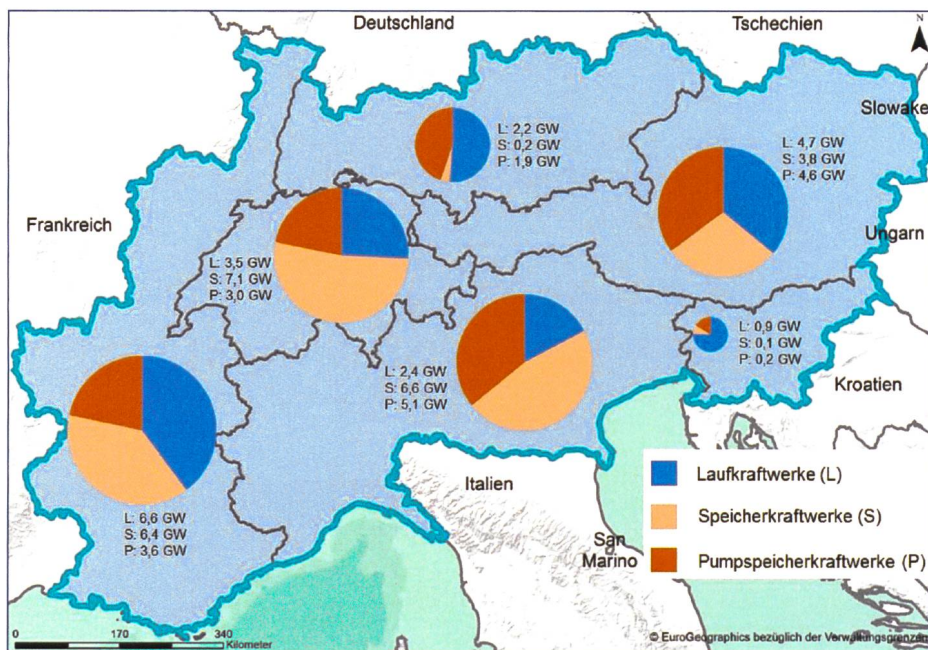


Bild 3. Regionale Verteilung der Wasserkraftleistung im Alpenraum.

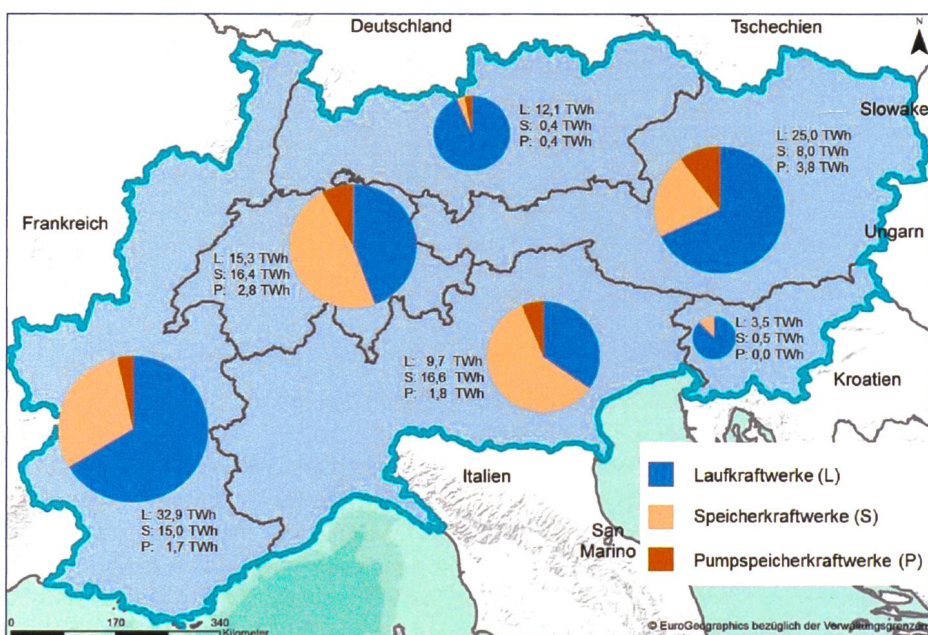


Bild 4. Regionale Verteilung des Arbeitsvermögens der Wasserkraft.

	Anzahl		Leistung		Arbeitsvermögen	
Deutscher Alpenraum	104	17 %	2,2 GW	11 %	12,1 TWh	12 %
Österreich	115	19 %	4,7 GW	23 %	25,0 TWh	25 %
Schweiz	138	23 %	3,5 GW	17 %	15,3 TWh	16 %
Französischer Alpenraum	110	18 %	6,6 GW	33 %	32,9 TWh	33 %
Italienischer Alpenraum	118	20 %	2,4 GW	12 %	9,7 TWh	10 %
Slowenien	18	3 %	0,9 GW	4 %	3,5 TWh	4 %
Liechtenstein	0	0 %	0,0 GW	0 %	0,0 TWh	0 %
Monaco	0	0 %	0,0 GW	0 %	0,0 TWh	0 %
Gesamt	603	100 %	20,3 GW	100 %	98,6 TWh	100 %

Tabelle 2. Laufkraftwerke im Alpenraum.

	Anzahl		Leistung		Arbeitsvermögen	
Deutscher Alpenraum	2	1 %	0,2 GW	1 %	0,4 TWh	1 %
Österreich	53	16 %	3,8 GW	16 %	8,0 TWh	14 %
Schweiz	71	21 %	7,1 GW	29 %	16,4 TWh	29 %
Französischer Alpenraum	73	21 %	6,4 GW	26 %	15,0 TWh	26 %
Italienischer Alpenraum	136	40 %	6,6 GW	27 %	16,6 TWh	29 %
Slowenien	4	1 %	0,1 GW	0 %	0,5 TWh	1 %
Liechtenstein	0	0 %	0,0 GW	0 %	0,0 TWh	0 %
Monaco	0	0 %	0,0 GW	0 %	0,0 TWh	0 %
Gesamt	338	100 %	24,1 GW	100 %	56,9 TWh	100 %

Tabelle 3. Speicherkraftwerke im Alpenraum.

im Alpenraum eine Leistung von etwa 62.8 GW auf, die sich zu 68 % auf Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke und zu 32 % auf Laufkraftwerke aufteilt (Bild 3). Zurückzuführen ist dies auf die Struktur des Kraftwerksparks: Während bei Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken hohe Kraftwerksleistungen dominieren, ist die Struktur der Laufkraftwerke stark geprägt von Anlagen mit vergleichsweise geringen Leistungen (kleiner 20 MW). Regional zeigt sich eine gleichmässige Verteilung der gesamten Wasserkraftleistung auf den italienischen und französischen Alpenraum sowie auf die Schweiz und Österreich, die gemeinsam 90 % der Wasserkraftleistung abdecken. Bedingt durch die unterschiedlichen Einsatzprofile der Wasserkraftwerkstypen, zeigt sich hinsichtlich ihres Arbeitsvermögens eine starke Dominanz der Laufkraft (Bild 4).

3.1.1 Laufkraftwerke ab 5 MW im Alpenraum

Laufkraftwerke stellen mit 603 Kraftwerksanlagen bzw. 59 % der gesamten Wasserkraftwerke den dominierenden Kraftwerkstyp im Alpenraum dar (Tabelle 2). In Summe weisen die Laufkraftwerke eine Leistung von 20.3 GW und ein Arbeitsvermögen von 98.6 TWh auf. Über 50 % der Leistung und des Arbeitsvermögens der Laufkraftwerke sind dem französischen Alpenraum und Österreich zuzuordnen. Dies ist im Besonderen auf die dominierende Stellung der energetisch intensiv genutzten Flüsse Rhône und Donau zurückzuführen, an denen auch die leistungsstärksten Laufkraftwerke im Alpenraum liegen.

3.1.2 Speicherkraftwerke im Alpenraum (exkl. Pumpspeicher)

Ein Drittel der Wasserkraftanlagen grösser 5 MW im Alpenraum sind Speicherkraftwerke (exkl. Pumpspeicherkraftwerke). Die Gesamtleistung dieser Anlagen beläuft sich auf 24.1 GW, das Arbeitsvermögen auf in Summe 56.9 TWh. Hinsichtlich der installierten Speicherkraftleistung zeigt sich eine Gleichverteilung auf die Schweiz, den französischen und italienischen Alpenraum (jeweils zwischen 26 und 29 % der installierten Leistung) – vgl. dazu Tabelle 3.

3.1.4 Pumpspeicherkraftwerke ab 5 MW im Alpenraum

Im Alpenraum werden zusätzlich zu den reinen Speicherkraftwerken auch 78 Pumpspeicherkraftwerke betrieben, die eine Gesamtturbinenleistung von etwa 18 GW und eine Gesamtpumpleistung von

	Anzahl		Leistung Turbine		Leistung Pumpe	
Deutscher Alpenraum	9	12 %	1,9 GW	11 %	1,7 GW	12 %
Österreich	23	29 %	4,6 GW	25 %	3,8 GW	27 %
Schweiz	22	28 %	3,0 GW	16 %	1,8 GW	12 %
Französischer Alpenraum	6	7 %	3,6 GW	20 %	2,8 GW	19 %
Italienischer Alpenraum	16	21 %	5,1 GW	28 %	4,0 GW	28 %
Slowenien	1	1 %	0,2 GW	1 %	0,2 GW	1 %
Liechtenstein	1	1 %	0,0 GW	0 %	0,0 GW	0 %
Monaco	0	0 %	0,0 GW	0 %	0,0 GW	0 %
Gesamt	78	100 %	18,3 GW	100 %	14,2 GW	100 %

Tabelle 4. Pumpspeicherkraftwerke im Alpenraum.

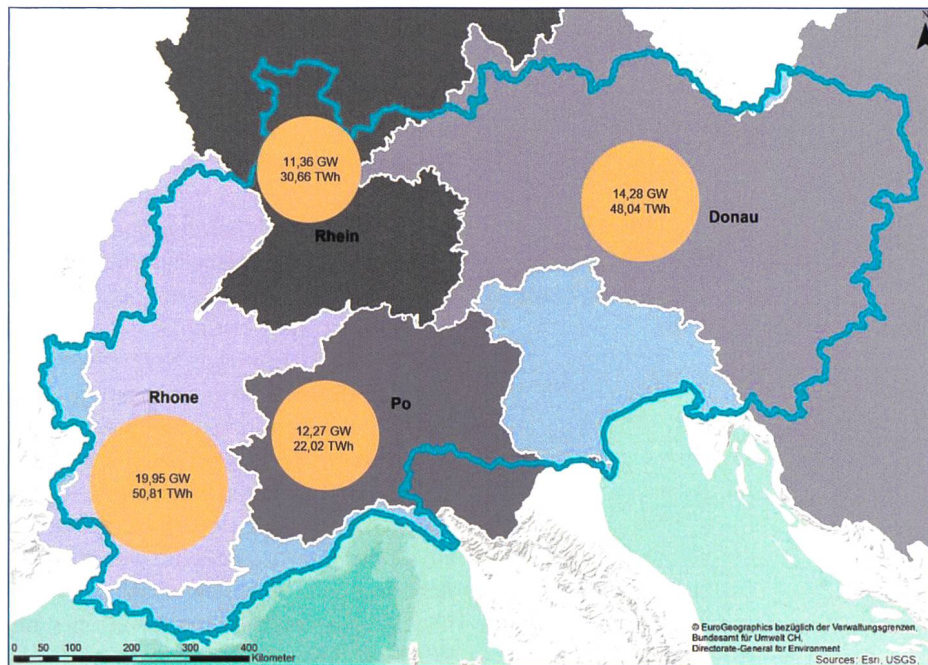


Bild 5. Wasserkraftleistung und Arbeitsvermögen nach Flussgebieten.

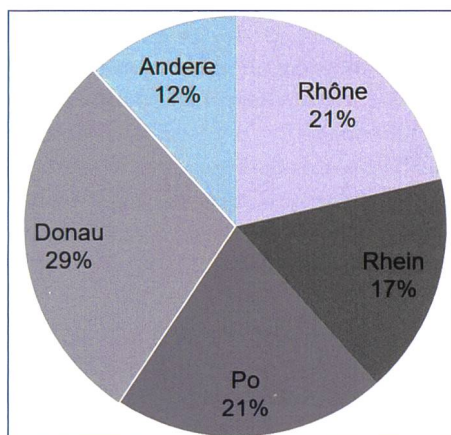


Bild 6. Verteilung der Wasserkraftwerke nach Flussgebieten.

rund 14 GW aufweisen (Tabelle 4). 28 der installierten 78 Pumpspeicherkraftwerke im Alpenraum verfügen über eine kumulierte Leistung von mehr als 80 % der installierten Pumpspeicherleistung (Turbinen) im Alpenraum.

3.1.4 Kraftwerke im Alpenraum nach Flussgebietseinheiten

Die insgesamt 1019 Wasserkraftwerke (Leistung ab 5 MW) des Alpenraums können 15 Flussgebietseinheiten zugeordnet werden: Brenta, Donau, Adige (Etsch), Livenza, Loire, Loup, Piave, Po, Rhein, Rhône, Roya, Soča (Isonzo), Siagne, Tag-

	Alpenraum (gesamt)	EU 28 ³ (tlw. inkl. Türkei)	Schweiz	Norwegen	Schweden	Schweden & Norwegen
Wasserkraft (Gesamt)	62,8 GW	143 GW	13,6 GW	31,0 GW	16,7 GW	47,7 GW
Laufkraft	20,3 GW	56 GW ⁴	3,5 GW	6,3 GW	5,8 GW	12,1 GW
Speicherkraft	24,1 GW	73 GW ⁵	7,1 GW	23,4 GW	10,8 GW	34,2 GW
Pumpspeicherkraft	18,3 GW	43 GW	3,0 GW	1,3 GW	0,1 GW	1,4 GW

Tabelle 5. Wasserkraftleistung im Alpenraum im regionalen Vergleich (Ess et al. 2012; Hydropower Companies and Associations 2015).

liamento und Var. Für die Wasserkraftnutzung im Alpenraum massgeblich sind vor allem die Flussgebietseinheiten der grossen Flüsse Donau, Po, Rhein und Rhône: 88 % aller Kraftwerke liegen in diesen vier grössten Flussgebietseinheiten des Alpenraums. Auf diese Kraftwerke der vier grössten Flussgebietseinheiten entfallen 92 % der installierten Leistung im Alpenraum; bzw. erbringen diese ein Arbeitsvermögen von 91 % des Gesamt-arbeitsvermögens im Alpenraum (Bild 5 und Bild 6).

3.1.5 Der Alpenraum im regionalen Vergleich

Die Erhebungen zeigen, dass im Alpenraum rund 62.8 GW an Wasserkraftleistung installiert sind. Ein direkter, regionaler Vergleich zeigt deutlich die hohe Bedeutung der alpinen Wasserkraft, vor allem auch im Vergleich mit Skandinavien (Tabelle 5).

Basierend auf den verfügbaren Daten über die Wasserkraft in der Europäischen Union (EU 28), zeigt sich, dass der Alpenraum über eine installierte Wasserkraftleistung (Anlagen ab 5 MW) verfügt, dies entspricht über 40 % jener der Gesamt-Wasserkraftleistung der EU 28 – variierende Literaturangaben zwischen 143 GW (International Hydropower Association 2016) und 148 GW (Bigerna et al. 2015) (Bild 7).

3.2 Länderspezifische Betrachtung: Wasserkraft in der Schweiz

Die Bruttostromerzeugung der Schweiz lag im Jahr 2015 bei 66.0 TWh (2014: 69.6 TWh), wovon 42.3 TWh bzw. 64 % (2014: 41.9 TWh bzw. 60.2 %) aus erneuerbaren Quellen stammten. Der Anteil der Wasserkrafterzeugung an der Gesamterzeugung in der Schweiz ist mit knapp 60 % ausserordentlich hoch (vgl. Bundesamt für Energie 2015 und Bundesamt für Energie 2017c). In gleicher Weise wie im Nachbarland Österreich dominiert auch in der Schweiz die Wasserkraft die Erzeugungsstruktur. Über 70 % (13.7 GW) der 2014 installierten Kraftwerksleistung von 19.1 GW

(siehe Tabelle 5)

³ Zu berücksichtigen ist, dass die Leistungsangaben für die EU-Staaten (EU 28) Kraftwerke aller Leistungsgrössen umfassen, für den Alpenraum jedoch nur Wasserkraftwerke ab 5 MW inkludiert sind.

⁴ 56 GW inklusive Laufkraft der Türkei

⁵ 73 GW inklusive Speicherkapazität der Türkei

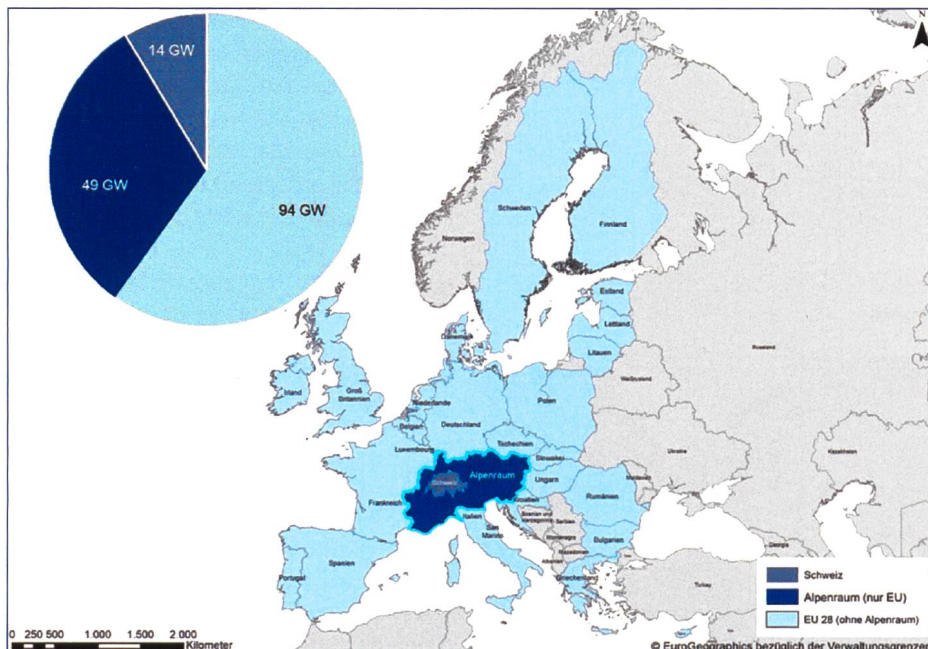


Bild 7. Wasserkraftleistung des Alpenraums im europäischen Vergleich.

Kraftwerkstyp	Anzahl (Grenzkraftwerke anteilig berücksichtigt)	Leistung Turbine	Arbeitsvermögen	Leistung Pumpe
Laufkraftwerke	138	3.486 MW	15.348 GWh	--
Speicherkraftwerke	71	7.097 MW	16.412 GWh	--
Pumpspeicherkraftwerke	22	2.960 MW	2.799 GWh	1.773 MW
Gesamtsumme	231	13.543 MW	34.560 GWh	1.773 MW

Tabelle 6. Wasserkraftwerke (ab 5 MW) in der Schweiz. ⁶

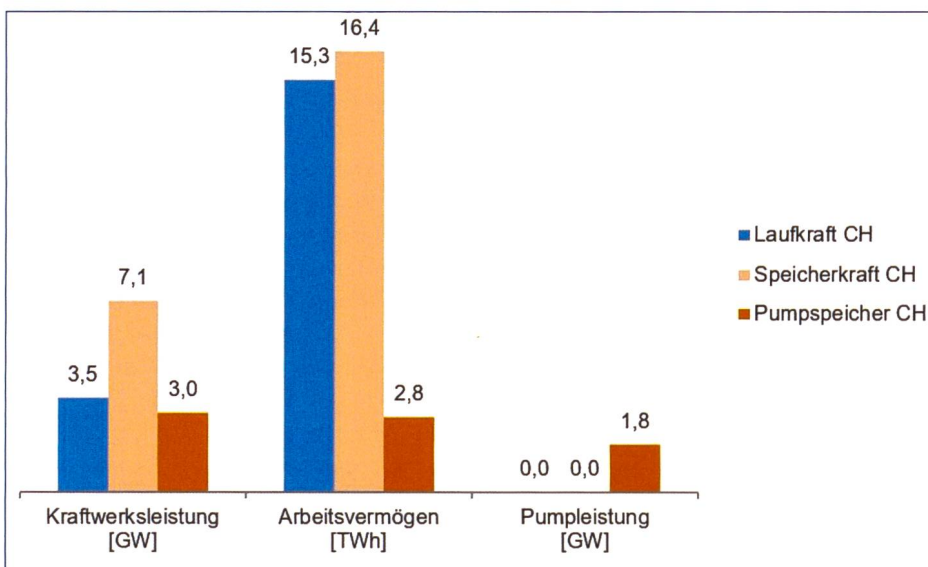


Bild 8. Wasserkraftwerke (ab 5 MW) in der Schweiz (CH).

Kraftwerk	Grenzlage	Flussgebiet	Leistung	Arbeitsvermögen
1 Kembs	Frankreich	Rhein	155 MW	855 GWh
2 Nuova Biaschina	--	Po	135 MW	382 GWh
3 Löttschen	--	Rhône	122 MW	330 GWh
4 Ryburg-Schwörstadt (1-4)	Deutschland	Rhein	120 MW	700 GWh
5 Amsteg	--	Rhein	120 MW	395 GWh
6 Laufenburg	Deutschland	Rhein	106 MW	630 GWh
7 Rheinfelden (neu)	Deutschland	Rhein	100 MW	600 GWh
8 Verbois	--	Rhône	98 MW	466 GWh
9 Birsfelden	Deutschland	Rhein	98 MW	557 GWh
10 Rheinkraftwerk Albruck-Dogern (RADAG)	Deutschland	Rhein	85 MW	528 GWh

Tabelle 7. Die zehn leistungsstärksten Laufkraftwerke in der Schweiz. ⁷

sind nämlich der Wasserkraft zuzuordnen (Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom 2016).

3.2.1 Erhebung der Wasserkraftwerke ab 5 MW in der Schweiz

Für die Schweiz wurden 240 (gesamt, inkl. Grenzkraftwerke) Wasserkraftanlagen ab einer Leistung von 5 MW mit in Summe rd. 13.5 GW Leistung erhoben (Tabelle 6 und Bild 8).

Die Datenbasis für die Erhebung der Wasserkraftanlagen in der Schweiz ist ausserordentlich gut (Statistik der Wasserkraftanlagen auf Einzelkraftwerks- und Gruppenebene vom Bundesamt für Energie) und liegt der gegenständlichen Erhebung zu grossen Teilen zugrunde. Abweichungen der Kraftwerksliste hinsichtlich Leistung und Arbeitsvermögen können damit begründet werden, dass im Laufe des Jahres 2016 einige Kraftwerke vollständig in Betrieb genommen wurden und dies – im Gegensatz zu den Statistiken – bereits in der Kraftwerksliste mit Stichtag 31.12.2016 berücksichtigt wurde. Bei den in der Statistik festgelegten Hoheitsanteilen (Zuordnung zur Schweiz) werden jene Anteile an der Wasserkraftanlage angeführt, bei denen der Bundesrat über die Erteilung oder Ausübung der Nutzungsrechte entschieden hat. Die Studie folgt dieser Zuordnung nach Nutzungsrechten. Abweichend davon erfolgt nur für Grenzkraftwerke ohne Bezug zur Schweiz eine Zuordnung nach rein geografischen Gegebenheiten. Die leistungsstärksten Kraftwerke der Schweiz sind in Tabelle 7 (Laufkraftwerke), Tabelle 8 (Speicherkraftwerke) und Tabelle 9 (Pumpspeicherkraftwerke) angeführt.

3.2.2 Strategien und Plänen stehen spezifisch ungünstige Rahmenbedingungen entgegen

Der hohe Stellenwert der Wasserkraft in der Schweiz wird dadurch unterstrichen, dass diese in nationalen Strategien und Plänen fest verankert ist.

⁶ (siehe Tabelle 6) Eine Aufteilung der Grenzkraftwerke erfolgte nach bekannten Schlüsseln oder Situierung. Dabei bezieht sich die Bezeichnung «anteilig» auf die Zu- bzw. Aufteilung von Kraftwerken auf unterschiedliche Nationalstaaten.

⁷ (siehe Tabelle 7) Angaben zu Leistung und Arbeitsvermögen sind hier kraftwerksbezogen, ohne dass eine Aufteilung auf Nationalstaaten erfolgt.

Beispielsweise wurde seitens des Schweizer Bundesrates eine Energiestrategie 2050 entwickelt, die den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie und den Umbau des Energiesystems vorsieht. Um den durch den Ausstieg aus der Kernenergie wegfallenden Teil des Stromangebots ohne Anhebung der Stromimporte zu kompensieren, wird im Besonderen eine Senkung des Stromverbrauchs und die Verbreiterung des Stromangebots durch Ausbau der Wasserkraft und anderer erneuerbaren Energien angestrebt (*Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, UVEK*, 2011). Im Jahr 2016 wurde das erste Massnahmenpaket der Energiestrategie vom Bundesparlament verabschiedet, im Frühling 2017 in einer Referendumsabstimmung vom Schweizer Stimmvolk gutgeheissen. Dieses wird mit 1.1.2018 in Kraft gesetzt und sieht für die Wasserkraft Folgendes vor (*Bundesamt für Energie BFE* 2017a):

- Einführung einer Marktpremie für die Wasserkraft zum Ausgleich von Differenzen zwischen Gestehungskosten und Marktpreis (maximal 1 Rp./kWh bzw. 10 CHF/MWh)
- Einführung von Investitionsbeiträgen für neue Wasserkraftwerke bis maximal 40 % der anrechenbaren Investitionskosten
- Hervorhebung des nationalen Interesses für den Ausbau und die Nutzung der erneuerbaren Energien zur Schaffung einer besseren Ausgangslage im Falle von Interessensabwägungen

Langfristig soll die Wasserkraftserzeugung von derzeit 36 TWh/a (durchschnittlicher Wert) auf 37.4 TWh/a (2035) sowie 38.6 TWh/a (2050) gesteigert werden (*Bundesamt für Energie, BFE*, 2017b). Dies entspricht einer Zunahme von 1.4 TWh/a bis 2035 bzw. von 2.6 TWh/a bis 2050.

Die Bedeutung der schweizerischen Wasserkraft reicht weit über die nationalen Grenzen hinaus. Erklärungen zur energiepolitischen Zusammenarbeit

Kraftwerk		Leistung	Arbeitsvermögen
1	Bieudron	1.260 MW	1.780 GWh
2	Bitsch (Biel)	331 MW	556 GWh
3	Biasca	324 MW	688 GWh
4	Fionnay (Dixence)	300 MW	174 GWh
5	Pradella	288 MW	1.020 GWh
6	Sils (KHR)	247 MW	646 GWh
7	Innertkirchen 1	240 MW	784 GWh
8	Riddes	225 MW	668 GWh
9	Bärenburg	220 MW	491 GWh
10	Stalden (KWM)	180 MW	518 GWh

Tabelle 8. Die zehn leistungsstärksten Speicherkraftwerke in der Schweiz.⁸

Kraftwerk		Leistung Turbine	Leistung Pumpe	Arbeitsvermögen ⁸
1	Veytaux I + II	480 MW	256 MW	520 GWh
2	Nendaz	384 MW	209 MW	224 GWh
3	Grimsel 2	324 MW	352 MW	--
4	Mapragg	274 MW	159 MW	176 GWh
5	Tierfehd (Limmern)	255 MW	34 MW	284 GWh
6	Châtelard-Vallorcine ⁹	210 MW	80 MW	410 GWh
7	Ferrera I ¹⁰	180 MW	90 MW	308 GWh
8	Robiei	168 MW	157 MW	37 GWh
9	Tierfehd (Umwälzw.)	140 MW	140 MW	--
10	Etzelwerk Altendorf	121 MW	54 MW	253 GWh

Tabelle 9. Die zehn leistungsstärksten Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz.^{9, 10}

unterstreichen dabei die transnationale Bedeutung der schweizerischen Wasserkraft. So wurde als Folge der zunehmenden Fluktuationen im Stromnetz und des dadurch hervorgerufenen dringenden Bedarfs an Grossspeicherlösungen im Mai 2012 die «Erklärung von Deutschland, Österreich und der Schweiz zur gemeinsamen Initiative für den Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken» unterzeichnet (*Eidgenössisches Departement für UVEK et al.* 2012). Die Erklärung stellt eine politische Willensbekundung dar, beinhaltet selbst jedoch keine verbindlichen Angaben über den Umfang dieses Ausbaus.

Diesen grundsätzlichen politischen Bekenntnissen, die Bedeutung der Wasserkraft in der Schweiz weiter anzuheben, steht jedoch eine aktuell noch unzureichende Berücksichtigung im Förderregime entgegen.

Zwar kann die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), die der Abgel-

tung der Differenz zwischen Erzeugungskosten und Marktpreis dient, auch für Wasserkraftanlagen beantragt werden, dies ist jedoch auf eine Leistung von bis zu 10 MW) beschränkt. Ausserdem können aufgrund der starken Nachfrage und der bestehenden Warteliste Betreiber von Neuanlagen nur schwer abschätzen, wann sie ins Anmeldesystem von Swissgrid aufgenommen werden und auch tatsächlich ein KEV-Förderkontingent erhalten (*Swissgrid* 2017). Neuerungen wird das vom Stimmvolk angenommene Energiegesetz (EnG) ab 1.1.2018 bringen, das auch verschiedene Fördermassnahmen für die Wasserkraft beinhaltet. Speziell für die Grosswasserkraft (Anlagen grösser 10 MW) ist die Einführung einer Marktpremie in der Höhe von maximal 1 Rp./kWh bzw. 10 CHF/MWh vorgesehen, um zur Deckung der Gestehungskosten beizutragen (wenn Betreiber Elektrizität unter diesen Gestehungskosten am Markt ver-

⁸ (siehe *Tabelle 8*) Angaben zu Leistung und Arbeitsvermögen sind hier kraftwerksbezogen, ohne dass eine Aufteilung auf Nationalstaaten erfolgt.

⁹ (9–13 siehe *Tabelle 9*) Aufgrund der ausschliesslichen Berücksichtigung von Kraftwerken, die zum gewählten Stichtag (31.12.2016) vollständig in Betrieb waren, ist das inzwischen grösste Pumpspeicherkraftwerk der Schweiz, das Kraftwerk Linth-Limmern noch nicht unter den leistungsstärksten Pumpspeicherkraftwerken zu finden. Die Maschinen 1 und 2 dieses Kraftwerks mit in Summe 500 GW Leistung (Turbinen und Pumpen) gingen bereits im Jahr 2016 ans Netz; die Maschinen 3 und 4 mit nochmals 500 GW Leistung (Turbinen und Pumpen) sollen im Jahr 2017 folgen.

¹⁰ Angaben zu Leistung und Arbeitsvermögen sind hier kraftwerksbezogen, ohne dass eine Aufteilung auf Nationalstaaten erfolgt.

¹¹ Bei Pumpspeicherkraftwerken nur die Erzeugung aus natürlichem Zufluss.

¹² Grenzkraftwerk zu Frankreich

¹³ Grenzkraftwerk zu Italien

kaufen müssen). Des Weiteren ist ein Investitionsbeitrag für neue Wasserkraftanlagen geplant, der für Anlagen mit einer Leistung von bis zu 10 MW höchstens 60 % der anrechenbaren Investitionskosten und für Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von mehr als 10 MW höchstens 40 % ausmacht.

Auch wenn in der Schweiz die Wasserkraft in vergleichsweise geringerem Ausmass durch Netznutzungsentgelte wie etwa im Nachbarland Österreich belastet wird,¹⁴ ist zu beachten, dass für «künstlich produzierte» Wasserkraft dennoch eine sog. Pumpwerksteuer bzw. Pumpwerkabgabe zu entrichten ist. Diese wird auf Energie erhoben, die aus der wiederholten Verwendung von öffentlichen Gewässern (durch Umwälzpumpen) produziert wird. Dabei heben nur die Kantone Bern (2 CHF/kW installierter Pumpleistung) und Schwyz (Pumpwerksteuer darf maximal drei Viertel des bundesrechtlichen Höchstansatzes ausmachen) tatsächlich Pumpwerksteuern ein. Die Einhebung erfolgt dabei durch das öffentliche Gemeinwesen, in dem das jeweilige Kraftwerk situiert ist, wobei die erhobene Geldsumme nach einem bestimmten Schlüssel zwischen Gemeinden und Staat aufgeteilt wird.

Ein Schweizer Spezifikum im Alpenraum ist die hohe Belastung der Wasserkraft durch Wasserzinsen. Für das Jahr 2016 belaufen sich die Wasserzinsen auf rund 16 CHF/MWh (Betz et al. 2016). Der Bezug auf typische pagatorische Gesteungskosten von 50 CHF/MWh (Niederdruck-Fluss) und 70 CHF/MWh (Pumpspeicher) macht deutlich, dass die Wasserzinsen mit einem Anteil von etwa 15 bis 20 % wesentliche kostentreibende Faktoren sind. In Summe belasten öffentliche Abgaben ein typisches Wasserkraftwerk bereits mit rund einem Drittel der Gesamtkosten, wobei davon ein Grossteil der Wasserzins ausmacht. Vor dem Hintergrund sinkender Börsenstrompreise ist die Bemessung des Wasserzinses anhand der Bruttostromleistung und ohne Berücksichtigung ökonomischer Faktoren massiv in der Kritik. Die Diskussion wird ins-

besondere auch deshalb erschwert, weil Wasserzinsen in der Schweiz ein Volumen von jährlich 550 Mio. CHF ausmachen und einen signifikanten Anteil am Haushaltsbudget von einzelnen Kantonen (insbesondere der Kantone Wallis, Graubünden, Tessin, Bern, Uri und Aargau) sowie von Gemeinden einnehmen können. Da die aktuelle Regelung des Wasserzinses nur noch bis zum Ende des Jahres 2019 gültig ist, sind zukünftige Bemessung und Höhe des Wasserzinses Gegenstand intensiver Verhandlungen und Diskussionen. So wird vielfach aufgeworfen, dass das aktuelle System der Wasserzinse aus ökonomischer Sicht nicht den tatsächlichen Wert der natürlichen Ressource Wasserkraft bei der Elektrizitätserzeugung widerspiegelt, und vielmehr die Einführung eines Systems gefordert, das auf dem ökonomischen Konzept der Ressourcenrente basiert (Banfi et al. 2004). Vonseiten des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (2017) wird in diesem Zusammenhang auch betont, dass Betreiber von Wasserkraftwerken keine Abgaben bezahlen sollen, die weder finanzierbar noch weiterverrechenbar sind, was für eine Einführung marktpreisabhängiger Entschädigungen sprechen würde.

Eine weitere Problematik für die Wasserkraft in der Schweiz ergibt sich dadurch, dass viele der aktuellen Konzessionen in den kommenden Jahrzehnten auslaufen. Dabei sieht das schweizerische Recht (abgesehen von der freiwilligen Rückgabe bzw. der Verwirkung einer Konzession) mehrere Formen des Konzessionsendes (Rückkauf, Heimfall an das verfassungsberechtigte Gemeinwesen, Ablauf ohne Heimfall) vor. Aufgrund des sog. Heimfalls oder Rückfalls der Konzessionen geht ein über Jahrzehnte auf gebauter Anlagenwert von geschätzten 40 Mrd. CHF an die Kantone und Gemeinden über (Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband 2016). Kantone und Gemeinden können dann vollumfänglich über ihre Wasserressourcen und die Anlagen verfügen und die ihnen zugefallenen Kraftwerke zurückbauen, selbst betreiben

oder die Konzessionen wieder neu verleihen. Spätestens mit der Erneuerung der Konzessionen müssen zwischenzeitlich entstandene strengere gewässerschutzrechtliche Vorschriften umgesetzt werden.

4. Nutzen und Zusatznutzen der alpinen Wasserkraft

Sowohl die absolute Höhe der Grosshandelspreise (base und peak) als auch die Preis-Spreads (Unterschiede zwischen Base- und Peak-Preisen) für Strom verzeichneten seit 2011 einen massiven Verfall von über 58 CHF/MWh auf knapp 23 CHF/MWh. Wesentliche Gründe dafür waren und sind Überangebote am Strommarkt, bedingt sowohl durch zunehmende Einspeisung geförderter erneuerbarer Energien (v.a. Wind und PV) als auch niedrige Brennstoffpreise für fossil befeuerte thermische Kraftwerke. Niedriges Strompreisniveau und länderspezifisch unterschiedlich ausgestaltete und zum Teil sehr ungünstige regulatorische Rahmenbedingungen (Netzentgelte, Wasserzinse, sehr strenge Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie usw.) führen im gesamten Alpenraum zu hohem ökonomischen Druck auf die Wasserkrafterzeugung.

Ungeachtet des rasanten Ausbaus der geförderten erneuerbaren Erzeugungstechnologien (im Speziellen Wind- und Sonnenenergie), bleibt die Wasserkraft auch auf absehbare Zeit das Fundament der Stromwirtschaft im Alpenraum. Diese zentrale Rolle wird auch unterstützt durch einen vielfältigen (Zusatz-)Nutzen der Wasserkraft, der weit über die reine Stromerzeugung hinausgeht:

- Wasserkrafttechnik ist eine technisch ausgereifte und langjährig erprobte europäische Technologie.
- Wasserkraft ist jene grosstechnische Erzeugungstechnologie mit dem höchsten elektrischen Wirkungsgrad (80 bis 90 %, verglichen mit ca. 25 % bei PV und ca. 45 % bei Windenergie).
- Die hohe Flexibilität der Wasserkraft unterstützt und ermöglicht die Integration volatiler erneuerbarer Energien (Sonne und Wind) in das Stromsystem.

¹⁴ Für die Einspeisung elektrischer Energie sind in der Schweiz keine Netzentgelte zu entrichten. Es bestehen nur Lastkomponenten (Load- oder L-Komponente), jedoch keine Erzeugerkomponenten (Generation- oder G-Komponenten).

¹⁵ Im Vergleich zur Stromerzeugung gemäß ENTSOE-Mix.

- Emissionsfreie Wasserkrafterzeugung unterstützt massgeblich die Erreichung der europäischen und nationalen Klima- und Luftreinhalteziele. Durch alpine Wasserkraftwerke können jährlich 57 Mio. Tonnen Kohlendioxid in der Stromerzeugung eingespart werden.¹⁵
- Wasserkraftnutzung schont weltweit die natürlichen Ressourcen. 166TWh/a Wasserkrafterzeugung im Alpenraum substituieren durch ihren hohen Wirkungsgrad fossile Energieträger im Ausmass von rd. 300 TWh/a.
- Umfangreiche Massnahmen bspw. in Bezug auf Durchgängigkeit der Gewässer, Reduktion von Schwall-Sunk-Auswirkungen, Renaturierungen, Verbesserung der Auenanbindungen machen die Wasserkraft in vielen Fällen zu Partnern von Natur- und Gewässerschutz.
- Wasserkraftwerke tragen durch flexible Steuerung massgeblich zum Hochwasserschutz bei und nehmen vielfältige technische Funktionen wahr, bspw. Hintanhaltung von Gewässereintiefungen, Sicherstellung von Grundwasserniveaus usw.
- Grosse Alpenflüsse wie Donau, Rhein und Rhone sind wichtige Transportwege. Grosse Wasserkraftwerke an diesen Flüssen sind schiffpassierbar und stellen ausreichende Wasserstände sicher.
- Wasserkraftwerke sind Besuchermagneten und werden vielfach touristisch genutzt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Wasserkraft nicht nur eine bewährte und sichere, erneuerbare und flexible Form der Stromerzeugung ist. Vielmehr unterstützt die alpine Wasserkraft, und im Speziellen die Schweizer Wasserkraft, durchaus auch das Erreichen übergeordneter Ziele wie zum Beispiel im Klimaschutz. Auch wenn die alpine Wasserkraft mit zahlreichen positiven externen Effekten verbunden ist, so sind Wasserkraftbetreiber in allen Ländern vor zahlreiche unterschiedlichen Herausforderungen gestellt. Diese sind insbesondere auf regulatorische Rahmenbedingungen zurückzuführen, die standortbedingt unterschiedliche Wettbewerbsbedingungen schaffen. Zu diesen zählen beispielsweise Entgelte für die Netznutzung, Wasserzinsen, Konzessionen, Heimfall, Wiederverleihung von Wasserrechten, limitierte Förderungen für grössere Wasserkraftanlagen sowie alle Massnahmen zur Umsetzung supranationaler Vorgaben.

Kasten 1

Der vorliegende Beitrag stellt einen Auszug aus der umfangreichen Studie «Status und Zukunft der alpinen Wasserkraft» dar, deren Auftraggeber die Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW) ist. In den Jahren 2016 und 2017 haben die Studienautoren eine umfassende Datensammlung von Wasserkraftwerken im Alpenraum durchgeführt. Mehr als 1000 Kraftwerke mit einer installierten Leistung von über 5 MW wurden erhoben: In Summe befinden sich im Alpenraum Wasserkraftwerke mit 63 GW Leistung und 166 TWh/Jahr Erzeugung. Diese Erhebung stellt die bisher umfassendste Datensammlung über die alpine Wasserkraft dar. Die Studie kann über die Webseite der AGAW (www.alpine-wasserkraft.com) abgerufen werden.

Kasten 2

Die Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW) wurde am 13. Juli 1999 in Landshut/Deutschland von deutschen, österreichischen und schweizerischen Betreibern von Wasserkraftwerken als eingetragener Verein gegründet. Derzeit umfasst die AGAW 18 Kollektivmitglieder mit eigener Wasserkraftproduktion.

Die AGAW ist ein nicht auf Erwerb gerichteter technisch-wissenschaftlicher Verein. Zweck des Vereins ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung. Durch Zusammenarbeit in den Alpenländern fördert die AGAW die Energiegewinnung durch die Nutzung der Wasserkraft und verwandter Fachgebiete.

Literatur

Alpine Space Programme (2007–2013) Interreg Alpine Space: Which area is covered? <http://www.alpine-space.eu/about/the-programme/which-area-is-covered>, gesehen 27. September 2017.

Banfi S., Filippini M., Luchsinger C., Müller A. (2004) Bedeutung der Wasserzinsen in der Schweiz und Möglichkeiten einer Flexibilisierung. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Betz R., Cludius J., Filippini M., Frauendorfer K., Geissmann T., Hettich P., Weigt H. (2016) Wasserkraft: Wiederherstellung der Wettbewerbsfähigkeit. White Paper 1 – März 2016; Wissenstransfer SSCER CREST, ZWAH Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.

Bigerna, S., Bollino, C. A., Micheli, S. (2015) The Sustainability of Renewable Energy in Europe. Springer, Cham.

Bundesamt für Energie, BFE (2015) Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015. [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_83041321.pdf&endung=Schweizerische Gesamtenergiestatistik](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_83041321.pdf&endung=Schweizerische%20Gesamtenergiestatistik), gesehen 24. Oktober 2017.

Bundesamt für Energie, BFE (2017a) Energiestrategie 2050 nach der Volksabstimmung vom 21. Mai 2017. http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/index.html?lang=de&dossier_id=06702, gesehen 24. Oktober 2017.

Bundesamt für Energie, BFE (2017b) Wasserkraft. <http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=de>, gesehen 24. Oktober 2017.

Bundesamt für Energie, BFE (2017c) Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz. Institution: BFE. <http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/>

00491/index.html?lang=de&dossier_id=01049, gesehen 24. Oktober 2017.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, UVEK (2011) Bundesrat beschliesst im Rahmen der neuen Energiestrategie schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie. <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/medien/medienmitteilungen.msg-id-39337.html>, gesehen 24. Oktober 2017.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, UVEK (Schweiz), Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (Österreich), Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Deutschland) (2012) Erklärung von Deutschland, Österreich und der Schweiz zu gemeinsamen Initiativen für den Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken. <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/26737.pdf>, gesehen 1. Oktober 2017.

Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom (2016) Stromversorgungssicherheit der Schweiz 2016. https://www.elcom.admin.ch/dam/elcom/de/dokumente/2016/Stromversorgungssicherheit%20der%20Schweiz%202016.pdf.download.pdf/243-00001_20151028_Bericht_Stromversorgungssicherheit_2016.pdf, gesehen 24. Oktober 2017.

ENTSO-E (2016). ENTSO-E Overview of Transmission Tariffs in Europe: Synthesis 2016. https://www.entsoe.eu/Documents/MC%20documents/ENTSO-E_Transmission%20Tariffs%20Overview_Synthesis2016_UPDATED_Final.pdf, gesehen 1. Oktober 2017.

Ess, F., Haefke, L., Hobohm, J., Peter, F., Wunsch, M. (2012) The significance of interna-

tional hydropower storage for the energy transition. Prognos. http://www.weltenergiestat.de/wp-content/uploads/2014/04/PDF-7_prognos_study_international_storage_121023_en_final.pdf, gesehen 27. September 2017.

Hydropower Companies and Associations (2015) The hydropower sector's contribution to a sustainable and prosperous Europe. https://www.statkraft.com/globalassets/1-statkraft-public/1-about-statkraft/energi-og-klima/20150619_final-presentation_macro-economic-value-of-hydropower-in-europe.pdf, gesehen 27. September 2017.

International Hydropower Association (2016) Hydropower Status Report 2016. https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2016%20Hydropower%20Status%20Report_1.pdf, gesehen 4. Oktober 2017.

Permanent Secretariat of the Alpine Convention (2009) Water and Water Management Issues – Report on the State of the Alps. Alpine Convention: Alpine Signals – Special edition 2. <http://www.alpconv.org/en/publications/alpine/Do->

cuments/20090625_RSA_II_long.pdf, gesehen 27. September 2017.

Römer, N., Harreiter, H., Konrad, G., Akpinar, O. (2017a) Status und Zukunft der alpinen Wasserkraft. VGB PowerTech 9. ISSN 1435-3199.

Römer, N., Harreiter, H., Konrad, G., Akpinar, O. (2017b) Wasserkraft im Alpenraum: Daten und Fakten. Eingereicht im Oktober 2017 bei: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (2017) Der Wasserzins – die bedeutendste Abgabe auf der Wasserkraft. Faktenblatt, 2016/rev. 2017.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (2016) Heimfall und Neukonzessionierung von Wasserkraftwerken. Faktenblatt: https://www.swv.ch/Dokumente/Faktenblaetter-SWV-28Download-Ordner29/Faktenblatt-Heimfall-Wasserkraftanlagen_SWV.pdf, gesehen 24. Oktober 2017.

Swissgrid (2017) Kostendeckende Einspeisevergütung.

http://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/topics/renewable_energies/remunera-

tion_re/crf.html, gesehen 10. Januar 2017.

Universität Innsbruck – Institut für Geographie (2007) Tirolatlas: Wasser- und Windkraftwerke im Alpenraum. <http://tirolatlas.uibk.ac.at/maps/thema/query.py/text?lang=de;id=150>, gesehen 27. September 2017.

Anschrift der Verfasser

Mag. Martin Schönberg, MSc MA und Dipl.-Ing.

Dr. Armin Baumgartner

martin.schoenberg@vum.co.at

armin.baumgartner@vum.co.at

VUM Verfahren Umwelt Management GmbH

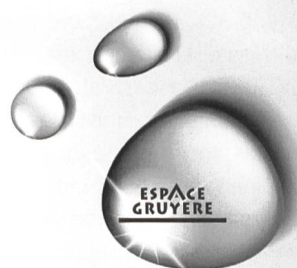
Lakeside B06b, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Tel. +43 (0)50 320 32521

umwelttechnik@vum.co.at, www.vum.co.at

aqua pro gaz

SCHWEIZER MESSE
DER **TRINKWASSER-,
ABWASSER- UND
GASFACHLEUTE**



120 AUSSTELLER - 3'900 BESUCHER - 6 FACHSEMINARE

BULLE

07.-09. FEBRUAR 2018

ÖFFNUNGSZEITEN 09.00 - 17.00

www.aqua-pro-gaz.ch

SPONSOREN



PARTNER DER FACHTAGUNGEN

