Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft

Roger Pfammatter, SWV

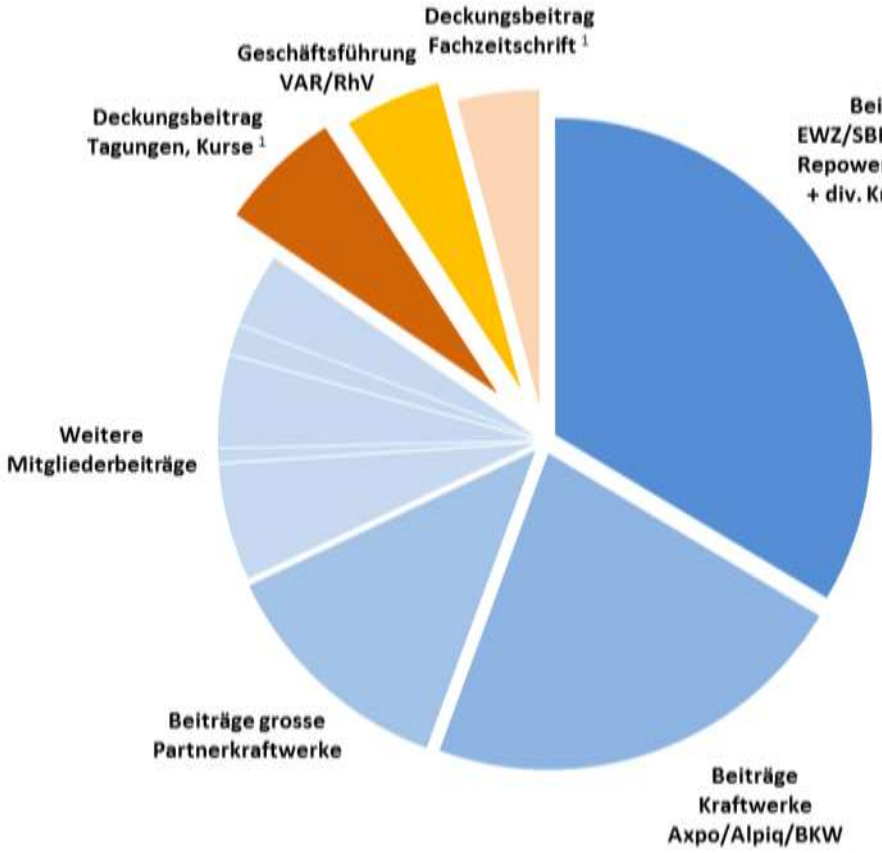
Referat Energie-Apéro Schwyz
9. April 2018, Mythenforum Schwyz

[Grimselsee, Photo: KWO, David Birri]

Kurzporträt SWV (1/2)

SWV = Fach- und Interessenverband der Wasserwirtschaft

Gegründet: 1910; Fokus: Wasserkraft und Hochwasserschutz, finanziert v.a. durch Mitglieder, primär mittlere und grosse Wasserkraftproduzenten (~ 90% CH-Produktion WK)



Verteilung Einnahmen

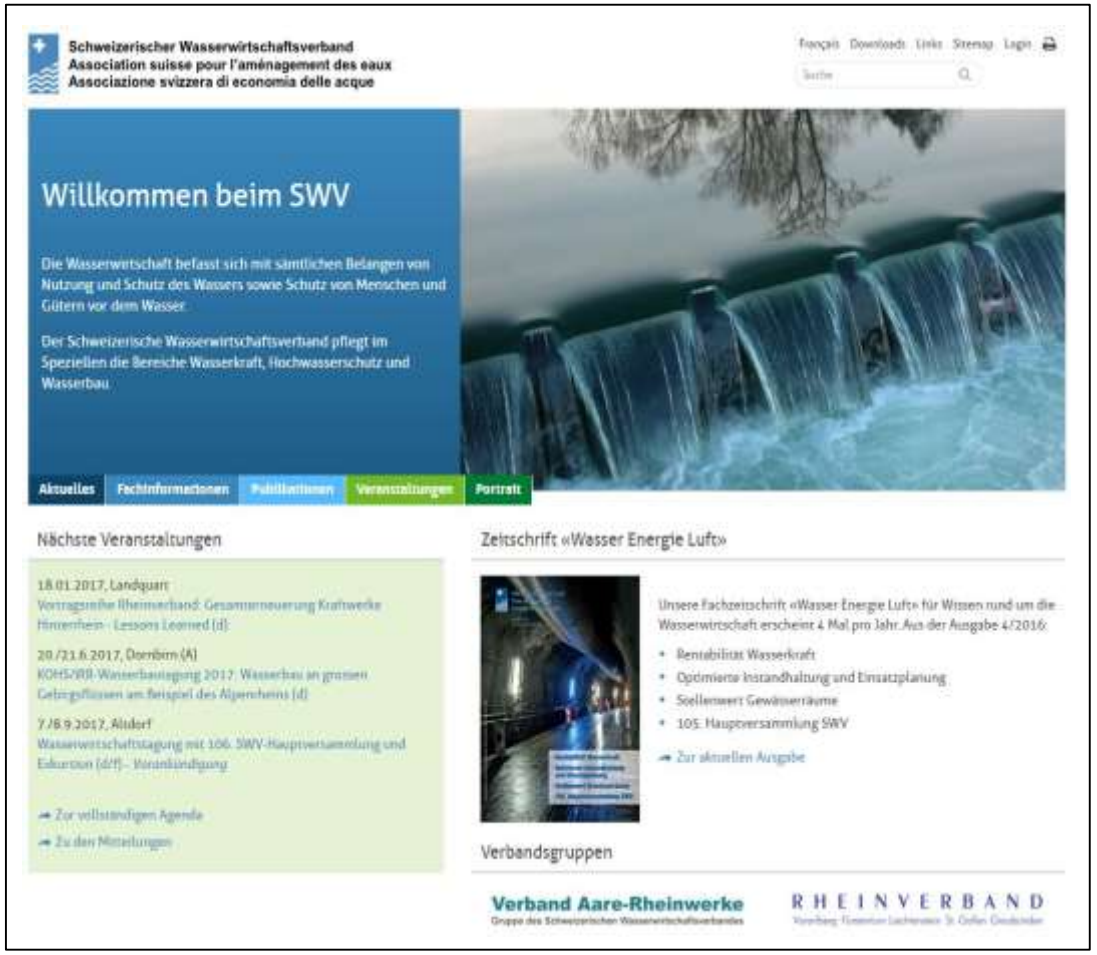
Mitgliederbeiträge:	84%
Deckungsbeitrag Tagungen/Kurse:	6%
Deckungsbeitrag Fachzeitschrift:	4%
Geschäftsführung VAR/RhV:	5%
Diverses:	1%

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Kurzporträt SWV (2/2)

Fachzeitschrift «Wasser Energie Luft»

Webseite www.swv.ch



Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft

I. Rolle der Wasserkraft
II. Entwicklung in der Energie- (Strom-) Strategie
III. Herausforderungen der Zukunft
IV. Fazit

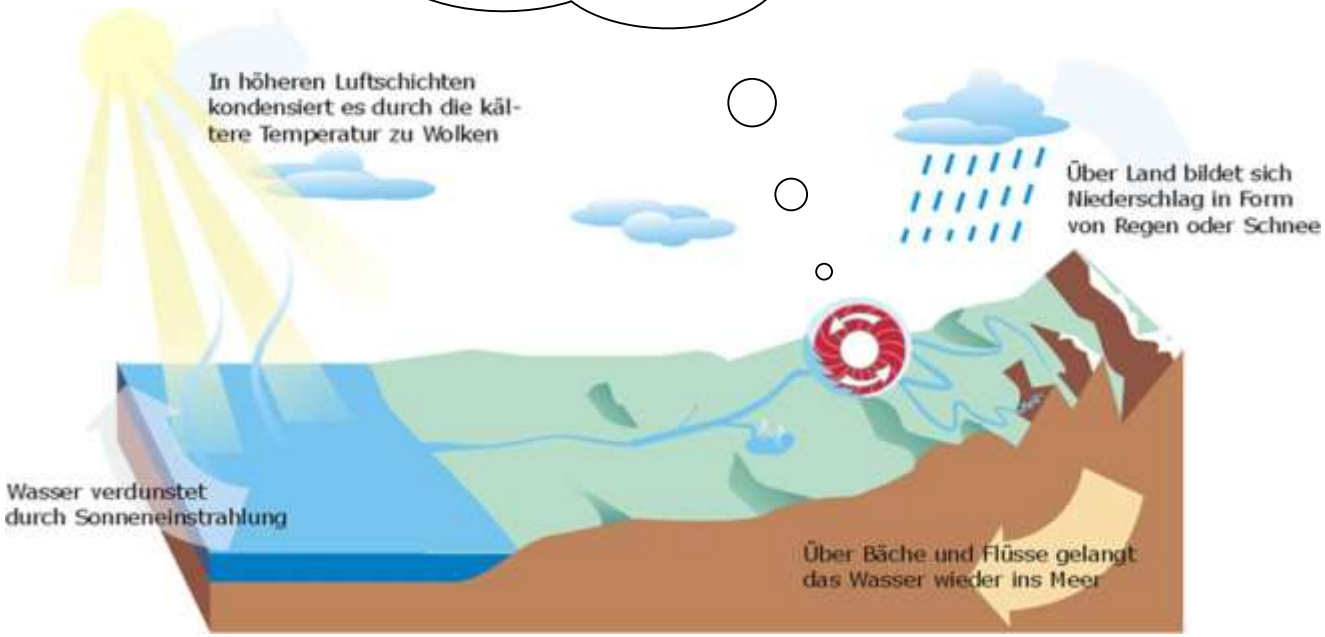
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserschloss Schweiz

Schweiz verfügt über viel Wasser und Gefälle = erneuerbare Energiequelle
Nutzbare hydromechanische Leistung P ist das direkte Produkt von Nutzwassermenge Q (m^3/s) x Nutzfallhöhe H (m) – CH mit langer Erfahrung in effizienter, zuverlässiger Nutzung

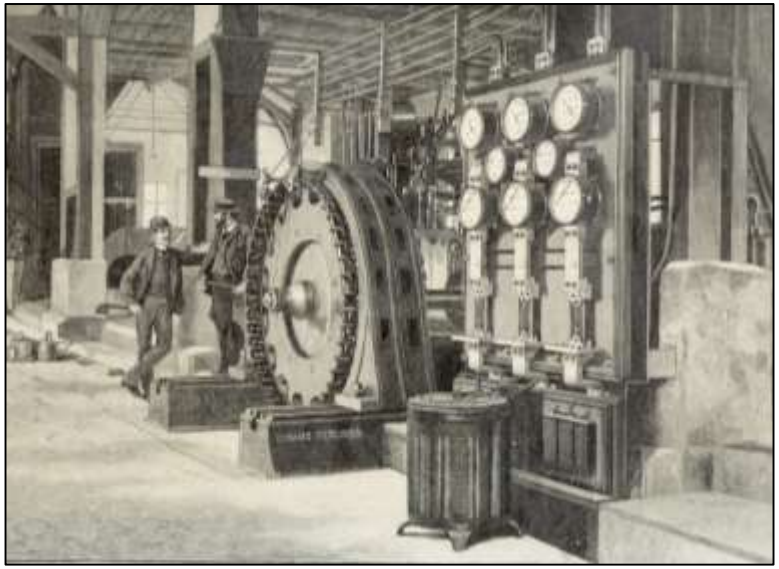
$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

P [kW], Q [m3/s], H [m]



Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserkraft: Pionierleistungen im 19. und 20. Jahrhundert



Drehstromanlage zur Stromübertragung über 175 km vom Zementwerk Lauffen am Neckar bis nach Frankfurt, Zeichnung um das Jahr 1891

Bau des KW Laufenburg am Hochrhein als damals grösstes Flusskraftwerk der Schweiz, 1914 in Betrieb genommen (Sammlung KW Laufenburg)

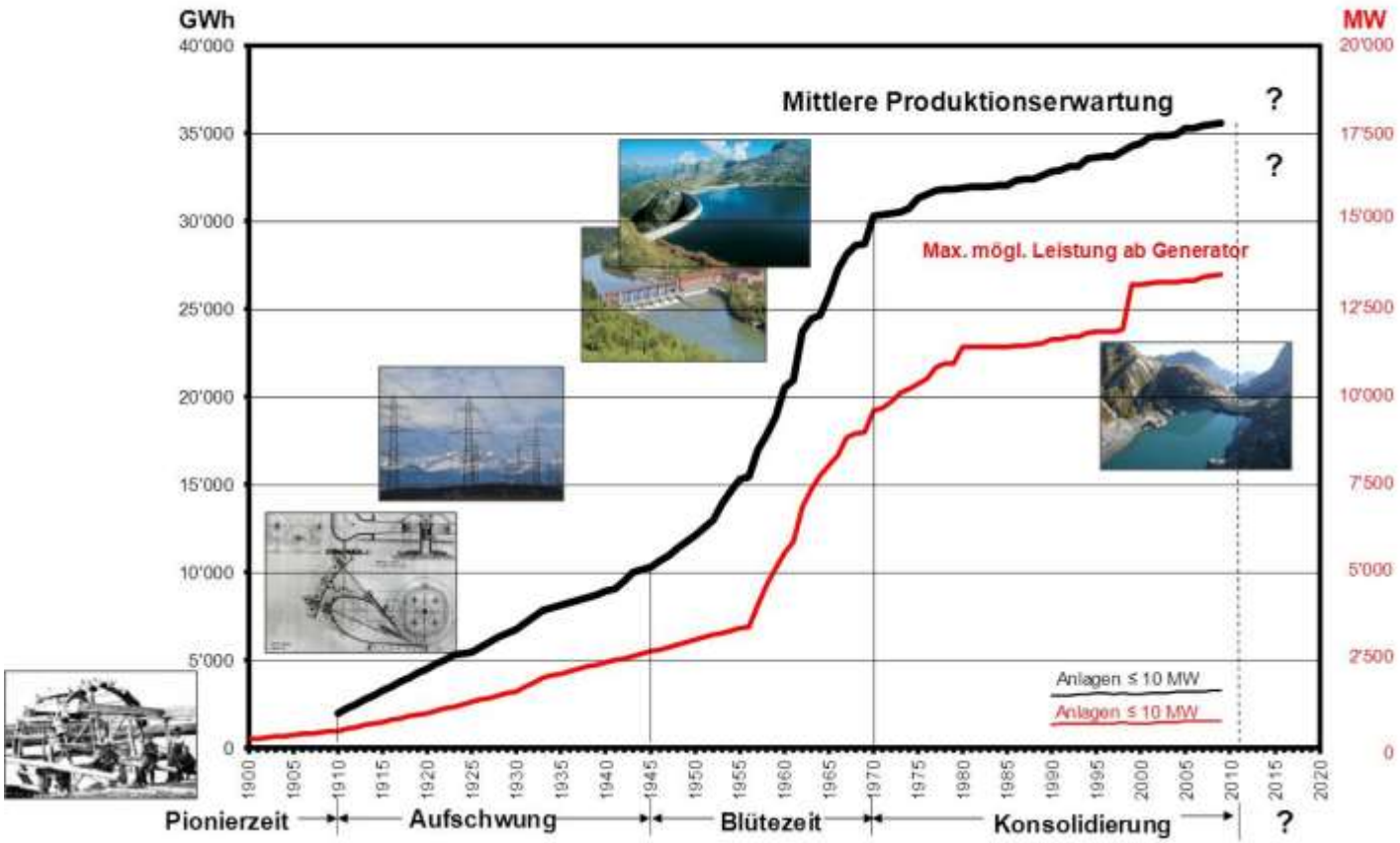
Eher rustikale Methoden bei Fundationsarbeiten fürs Stauwehr KW Laufenburg am Hochrhein im Jahre 1912 (Sammlung KW Laufenburg)

Baustelle für den Staudamm des Lago di Lei der Kraftwerke Hinterrhein, ca. im Jahre 1957 (KHR)

Wasserkraft: von der Pionierzeit zur Konsolidierung

100 Jahre Aufschwung der Wasserkraftnutzung

Rasanter Zubau Wasserkraft v.a. 1950-1970, aufgrund ebenso rasantem Anstieg der Nachfrage nach Strom; heute bei rund 90% des vorhandenen Ausbaupotenzials



[Graphik: eigene Darstellung SWV; Datenquelle: BFE, 2016)

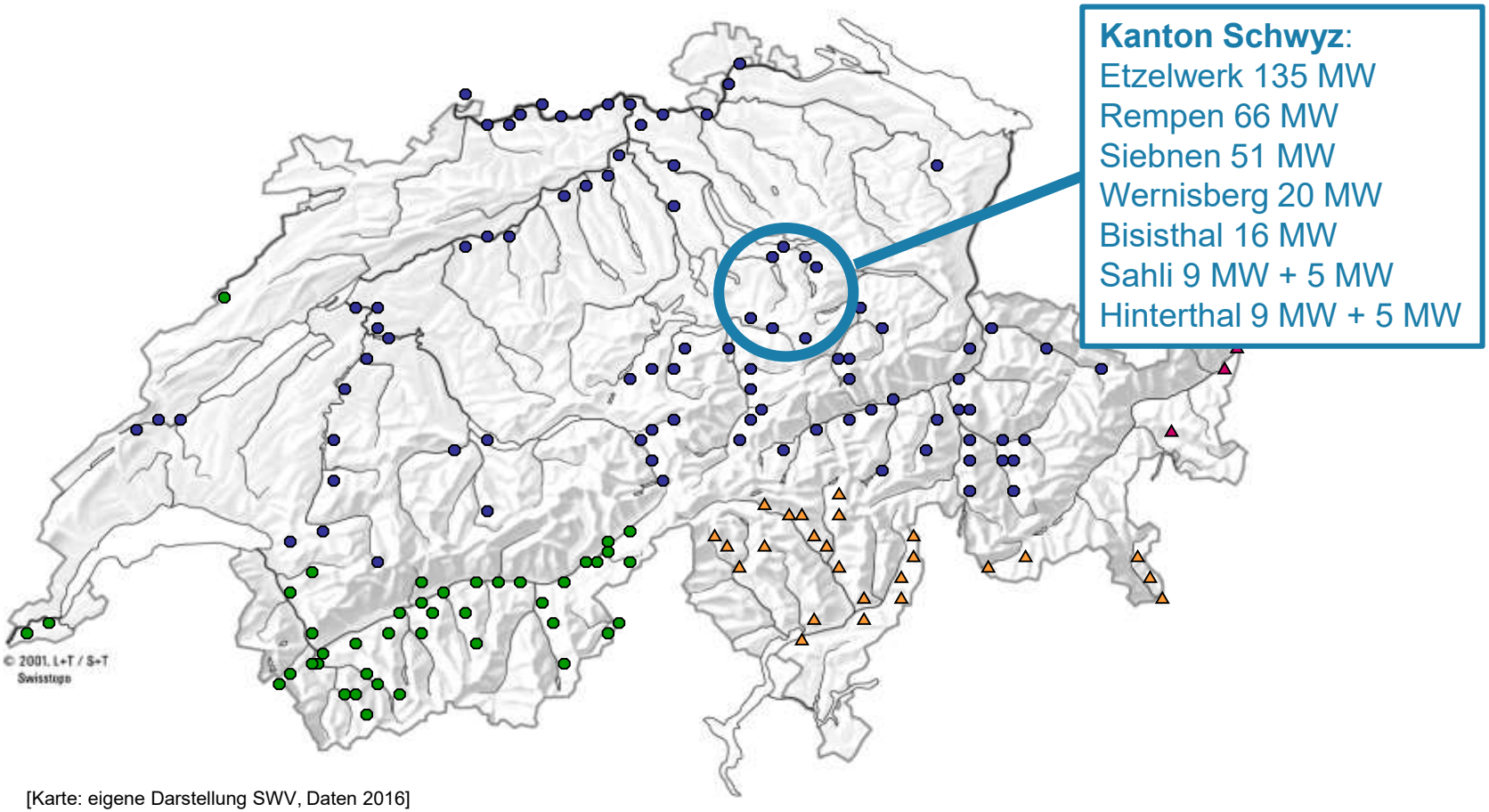
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserkraft: 90/10-Regel des Kraftwerkparks

Wenige grosse Anlagen liefern fast die gesamte Produktion/Leistung

90% Produktion und 94% Leistung stammen von 14% Anlagen (186 Zentralen > 10 MW)

98 % Produktion und 99% Leistung stammen von 30% Anlagen (416 Zentralen > 1 MW)



Kanton Schwyz:
Etzelwerk 135 MW
Rempen 66 MW
Siebnen 51 MW
Wernisberg 20 MW
Bisisthal 16 MW
Sahli 9 MW + 5 MW
Hinterthal 9 MW + 5 MW

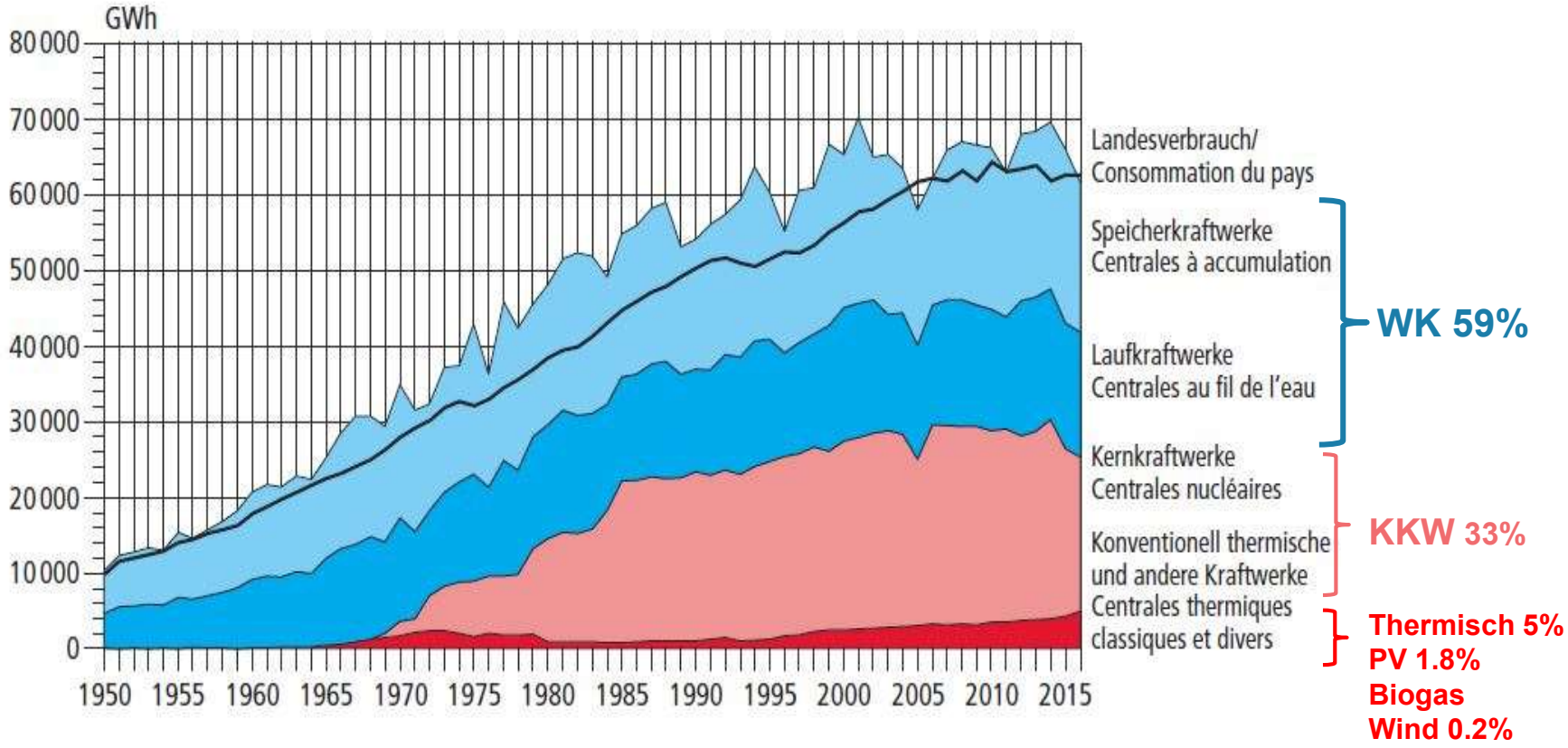
[Karte: eigene Darstellung SWV, Daten 2016]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserkraft: Grundpfeiler der Versorgungssicherheit I

Entwicklung Stromverbrauch und Produktionsanteile 1950–2016

Wasserkraft bis ca. 1965 mit 100%, heute immer noch rund 60%-Anteil der CH-Jahresproduktion (Rest im Wesentlichen: Kernkraft plus andere Thermische, PV/Wind)



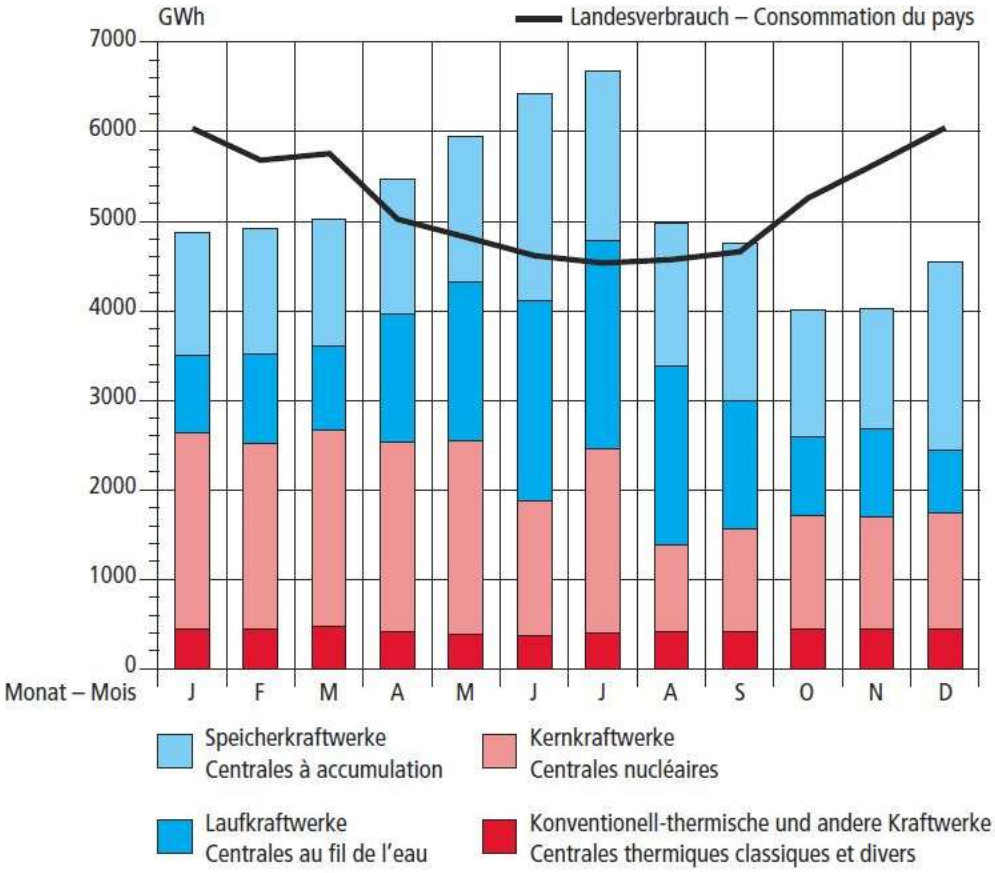
[Quelle: Elektrizitätsstatistik 2016, BFE 2017)

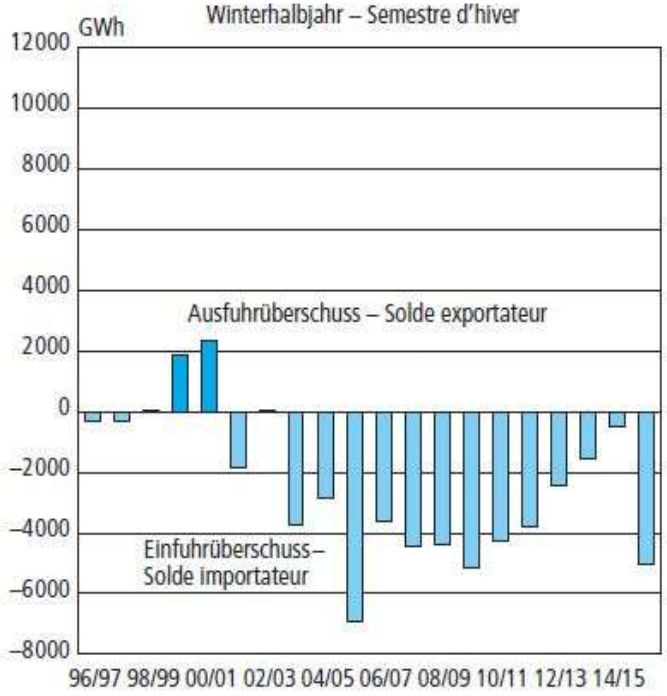
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserkraft: Grundpfeiler der Versorgungssicherheit II

Stromversorgung ist mehr als Jahresproduktion – Monatliche Verteilung

Monatliche Erzeugung und Verbrauch im Kalenderjahr; typischer Bedarfsüberhang im Winter (Import) und Überschuss im Sommer (Export); Speicher-KW für Überbrückung im Winter





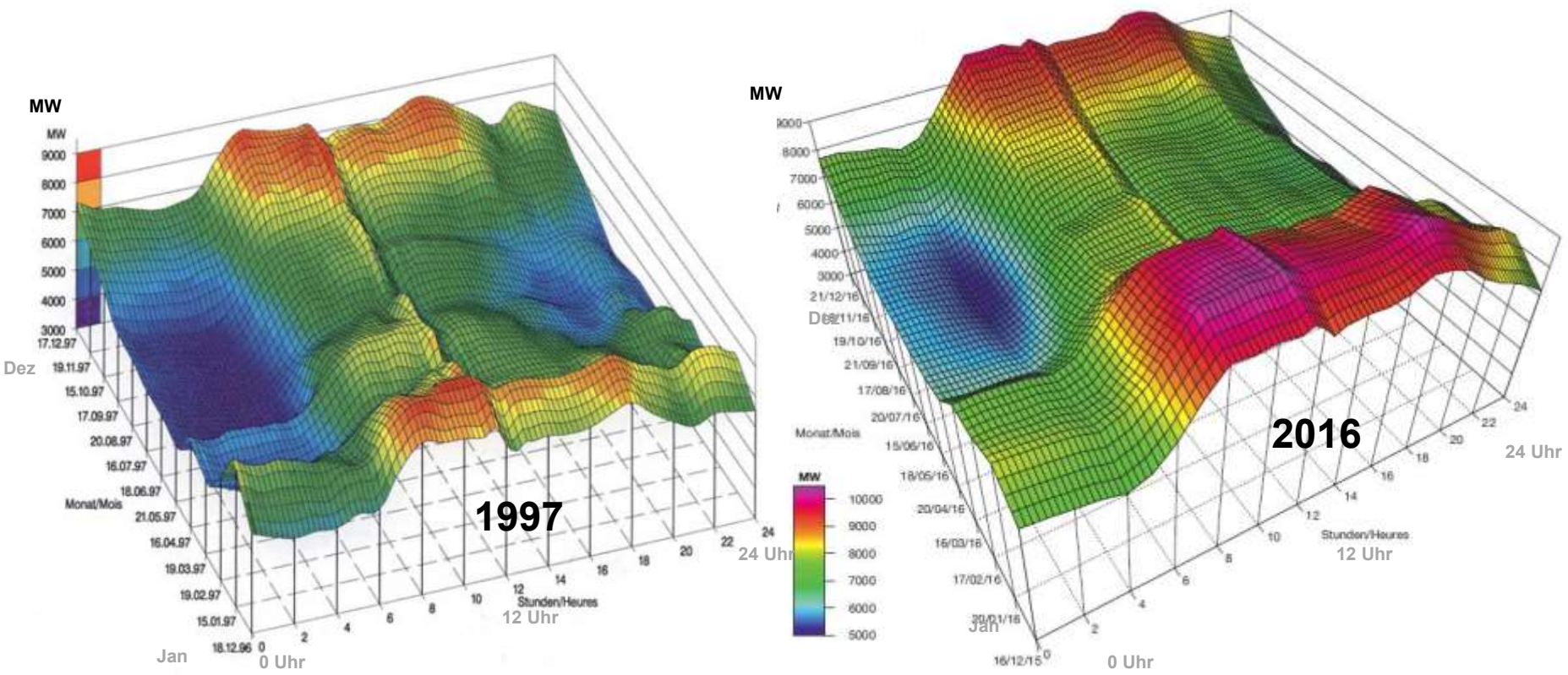
Ausfuhr-/Einfuhrbilanz Schweiz im Winterhalbjahr
[Quelle: Elektrizitätsstatistik 2016, BFE, Juni 2017]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Wasserkraft: Grundpfeiler der Versorgungssicherheit III

Stromversorgung ist mehr als Jahresproduktion - Stündliche Verteilung

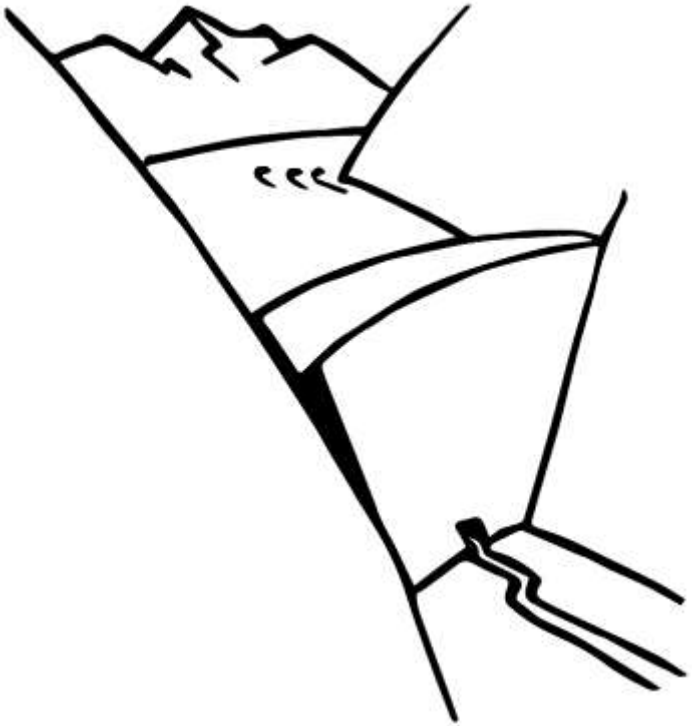
WK liefert: Zu-/Abschaltbare Leistung, Saisonspeicher für Umlagerung vom Sommer in den Winter, Stunden-/Tagesspeicher für Einlagerung überschüssiger Strom mit PSW



Belastungsdiagramme Schweizer Stromnetz im Tages- und Monatsverlauf
[Quelle: Elektrizitätsstatistik 1997 und 2016, BFE 1998 und BFE 2017]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Zwischenfazit I: Wasserkraft ist unser Trumpf



1. **Die Wasserkraft war und ist das Rückgrat der Stromversorgung und der energiepolitische Trumpf der Schweiz:**
   - Einheimisch
   - Erneuerbar und klimaschonend (beste Ökobilanz)
   - Flexibel und speicherbar (Minuten bis Monate)
   - Hocheffizient mit hohen Wirkungsgraden
   - Kostengünstig und bewährt/erprobt
   - Volkswirtschaftlich bedeutend
   - Gesellschaftlich akzeptiert

2. **Die Wasserkraft hat alle Voraussetzungen, um dies auch in Zukunft zu bleiben – die Weichen sind aber richtig zu stellen**

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

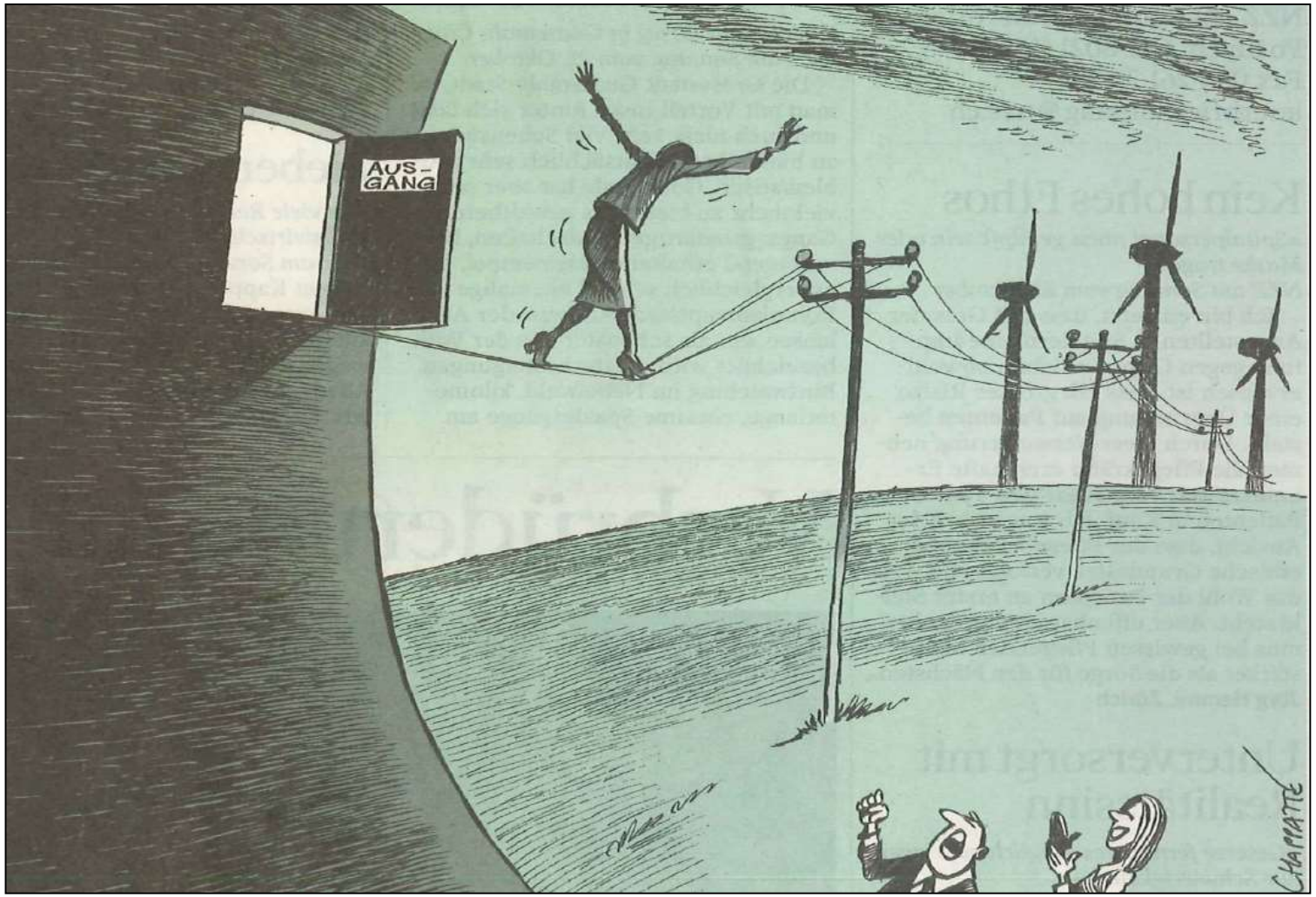
Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft

I. Rolle der Wasserkraft
II. Entwicklung in der Energie- (Strom-) Strategie
III. Herausforderungen der Zukunft
IV. Fazit

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Energiestrategie 2050

März 2011: Bundesrätlicher Einstieg in den Ausstieg …



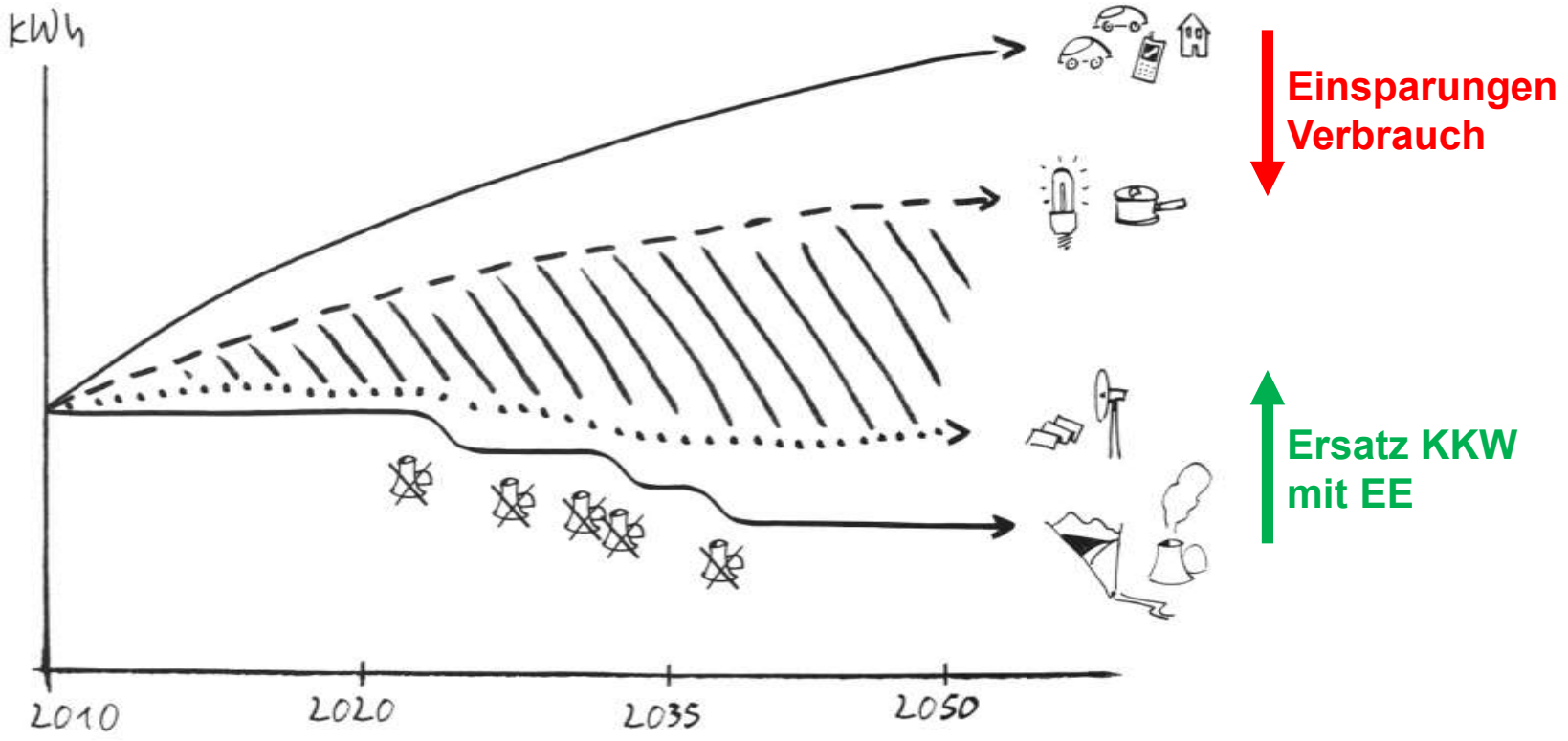
… Schweizer Bevölkerung stimmt dem nEnG zu: Mai 2017

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Energie- (Strom) Strategie: Zentrale Rolle für Wasserkraft

Energiestrategie 2050: Grosser Bedarf zusätzlicher erneuerbarer Strom

Bis 2050: Einsparung durch Effizienzsteigerung und Ersatz je 24 TWh/a (~ 1/3 heutiger Verbrauch); Wasserkraft: Erhalt 36 TWh/a und Zubau 1.4 TWh/a bis 2035; Massnahmen?



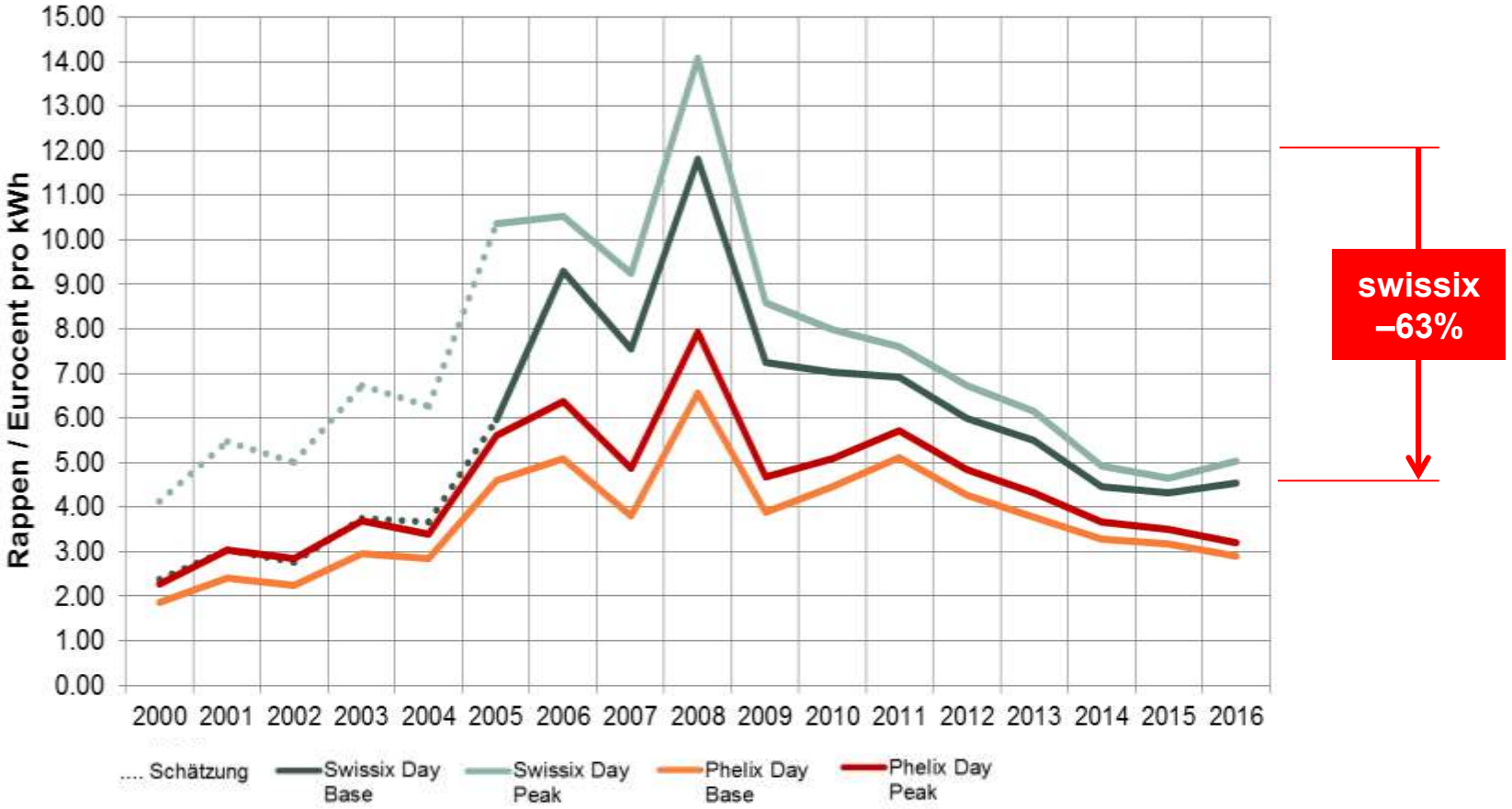
[Quelle: Wege in die Stromzukunft, VSE 2012]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Strommarkt: Preiszerfall

Preisentwicklung am Europäischen Strommarkt 2000-2016

Energie- und klimapolitische Entwicklungen in Europa sowie die Abschwächung EUR vs. CHF führen zu Zerfall der Jahresdurchschnittspreise für die Schweiz um -63% seit 2008



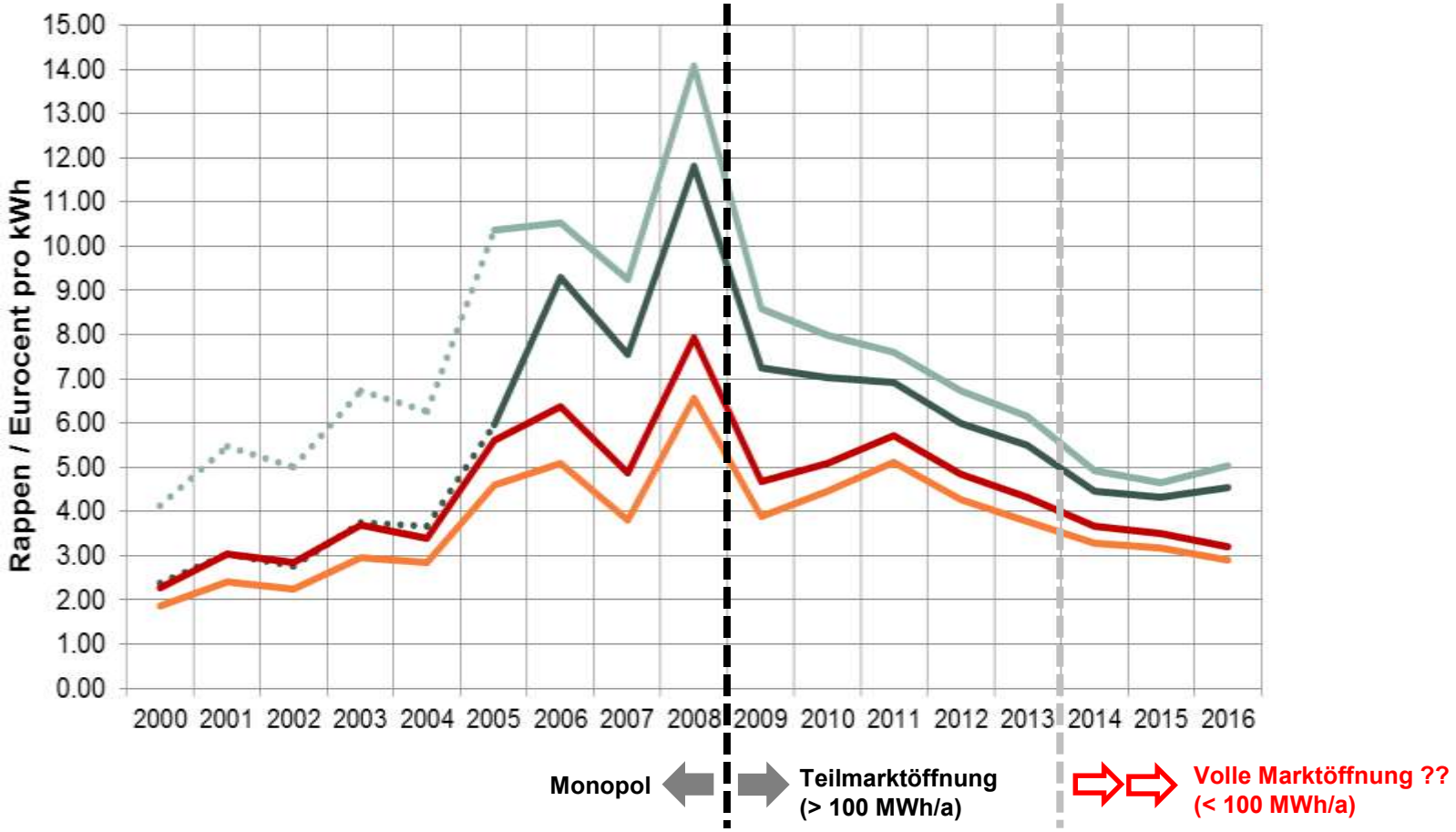
[Wholesale market prices 2000-2016;
Source: BHP, 2017; SWV 2017]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Strommarkt: Teil-Marktöffnung Schweiz

Wasserkraft muss am verzerrten europäischen Strom-«Markt» bestehen

Zyklisches Verhalten des Strompreises nicht neu; seit der Teilmarktöffnung des Schweizer Strommarktes 2009 muss aber rund die Hälfte der Wasserkraft am «Markt» bestehen

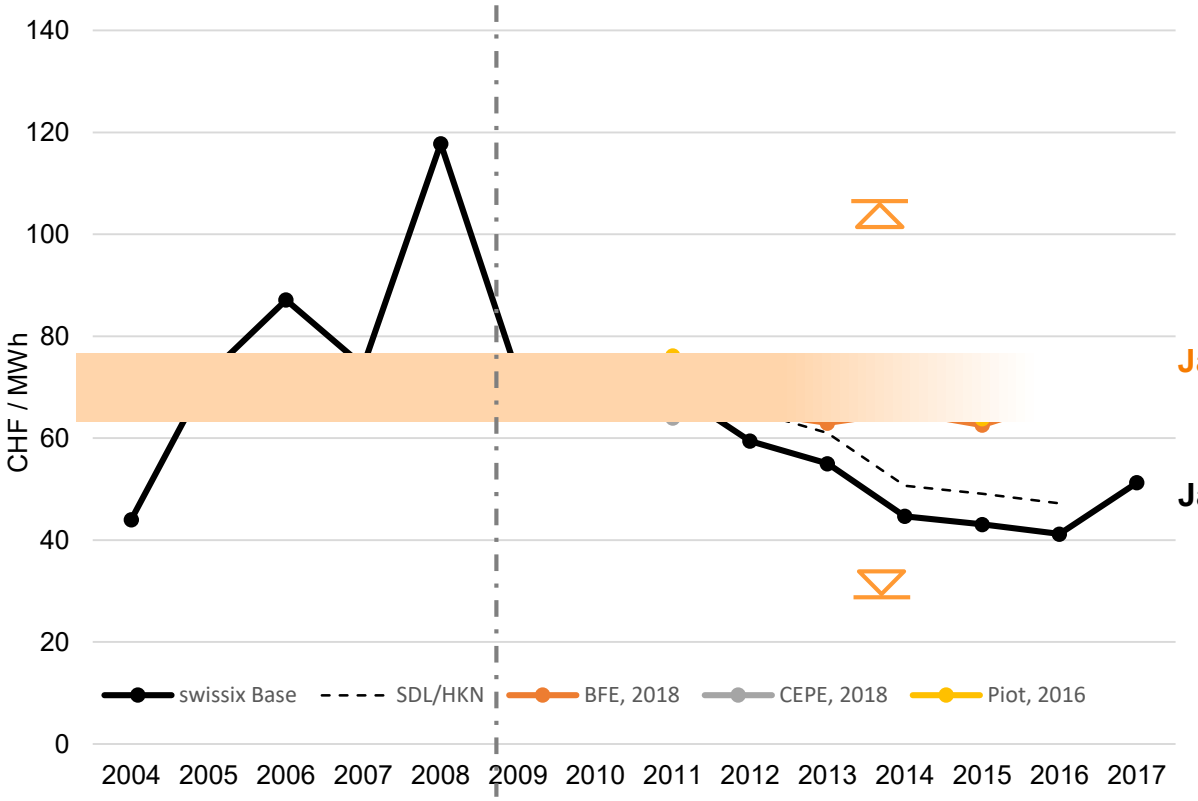


Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Kosten Wasserkraft vs. Marktpreise

Gestehungskosten können zu Marktbedingungen nicht gedeckt werden

Die Kosten WK variieren je nach Kraftwerk und Jahr zwischen 3 und 10 Rp./kWh; im Durchschnitt kann die Wasserkraft die Kosten am «Markt» seit 2013 nicht mehr decken



Jahreskosten 2011 – 2016
6.3 – 7.6 Rp./kWh

BFE > 2016
6.7 Rp./kWh

Jahrespreise 2011 – 2016
4.7 – 7.5 Rp./kWh

BFE > 2016
4.7 Rp./kWh

Energiestrategie 2050:
Marktprämie WK 2018 – 2022:
aus Netzzuschlag 0.2 Rp./kWh
~ 0.6 Rp./kWh, max. 1.0 Rp./kWh

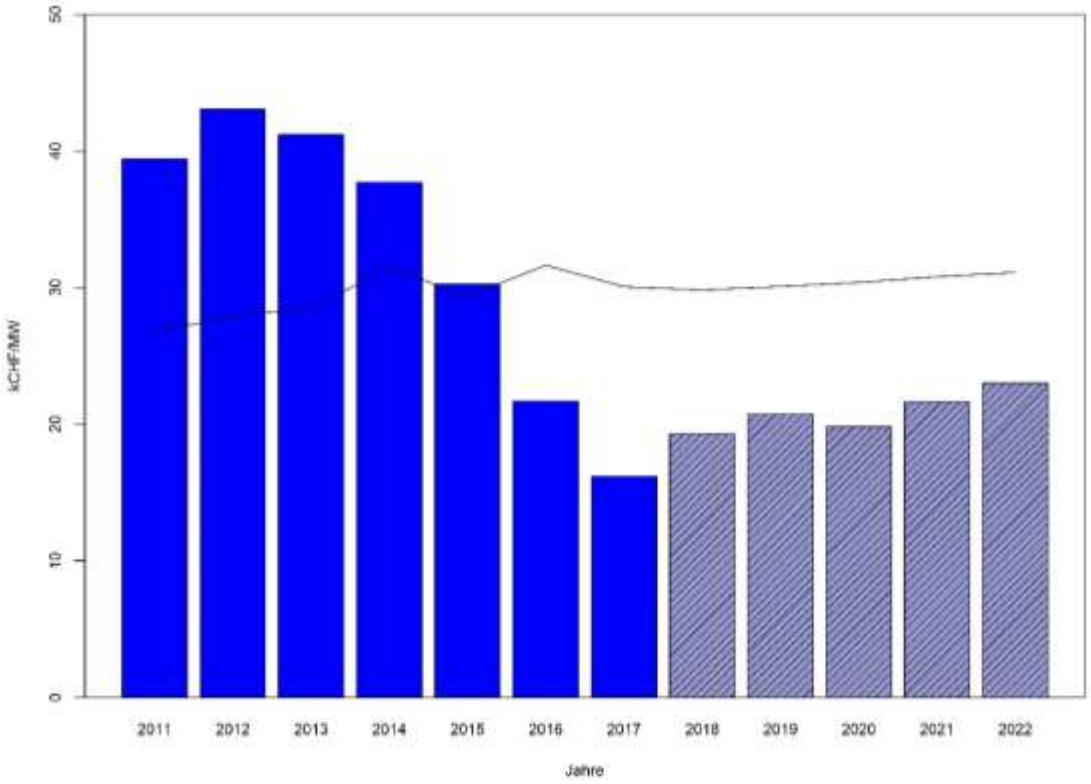
Jahrespreise swissix Base 2004-2017, zzgl. Optimierte Erträge aus SDL/HKN vs. mengengewichteter Durchschnitt der Gestehungskosten Wasserkraft 2011-2016 auf Stufe Aktionär, exkl. Pflichtdividenden, inkl. Gemeinkosten und Eigenkapitalkosten (Grafik: SWV, 2018; Datenquellen: ENTSO-E Transparency Platform, 2018; Kostenstudien Piot, 2016, BFE, 2018 und CEPE, 2018)

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Investitionen Wasserkraft

Erhalt der Wasserkraft ist kein Selbstläufer und bedingt Investitionen

Die Instandhaltung der Anlagen bedingt jährliche Investitionen von rund 20-40 kCHF/MW bzw. 500 Mio. CHF/a; wird darauf verzichtet, kommt es mittelfristig zu Substanzverlust

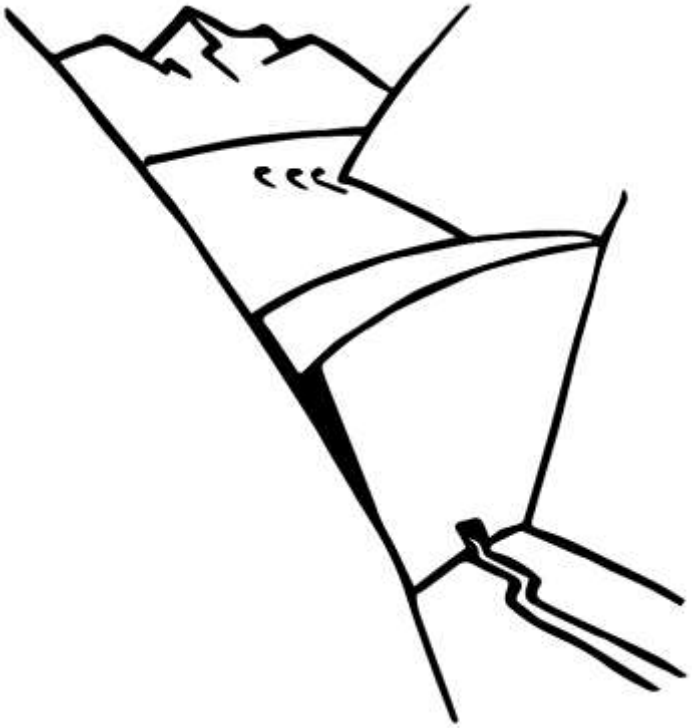


Getätigte spezifische Investitionen in den Substanzerhalt der Schweizer Wasserkraftwerke 2011-2017 sowie Ausblick 2018-2022 gemäss Investitionsplanungen der Gesellschaften vs. Summe der Abschreibungen (eigene Untersuchung SWV, 2018 – noch nicht publiziert)

Energiestrategie 2050:
Investitionsbeiträge 2018-2031
aus Netzzuschlag 0.1 Rp./kWh
Fokus: Neubau/Erweiterung

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Zwischenfazit II: Wasserkraft ist kein Selbstläufer



1. **Der massiv verzerrte europäische Strommarkt gefährdet den Substanzerhalt und letztlich den Betrieb der Schweizer Wasserkraftwerke.**

2. **Die Versorgungssicherheit ist aber nur mit einer wettbewerbsfähigen Stromproduktion aus inländischer Wasserkraft gewährleistet.**

3. **Die mit der Energiestrategie 2050 vorgesehenen Massnahmen zu Gunsten der Wasserkraft (Marktprämie/Investitionsbeiträge) sind nicht hinreichend. Es braucht:**
   - Wiederherstellung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostenreduktionen (Produzenten > Betriebskosten, Konzessionsgeber > Abgaben)
   - Marktmechanismen zur Honorierung der Vorzüge der Wasserkraft und/oder Zahlungsbereitschaft für Strom aus Schweizer Wasserkraft (Konsumenten)

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft

I. Rolle der Wasserkraft
II. Entwicklung in der Energie- (Strom-) Strategie
III. Herausforderungen der Zukunft
IV. Fazit

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Herausforderungen der Zukunft

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Instandhaltung

[Sanierung Staumauer Illsee; Bild: Axpo, 2012]

Herausforderung 1: Instandhaltung bestehende Anlagen

Erhalt bestehende Wasserkraftproduktion ist kein Selbstläufer

Instandhaltung der Anlagen mit jährlichen Investitionen von rund 500 Mio. CHF und vielen technischen Herausforderungen wie bspw. Betonquellung, Hydroabrasion, Verlandung

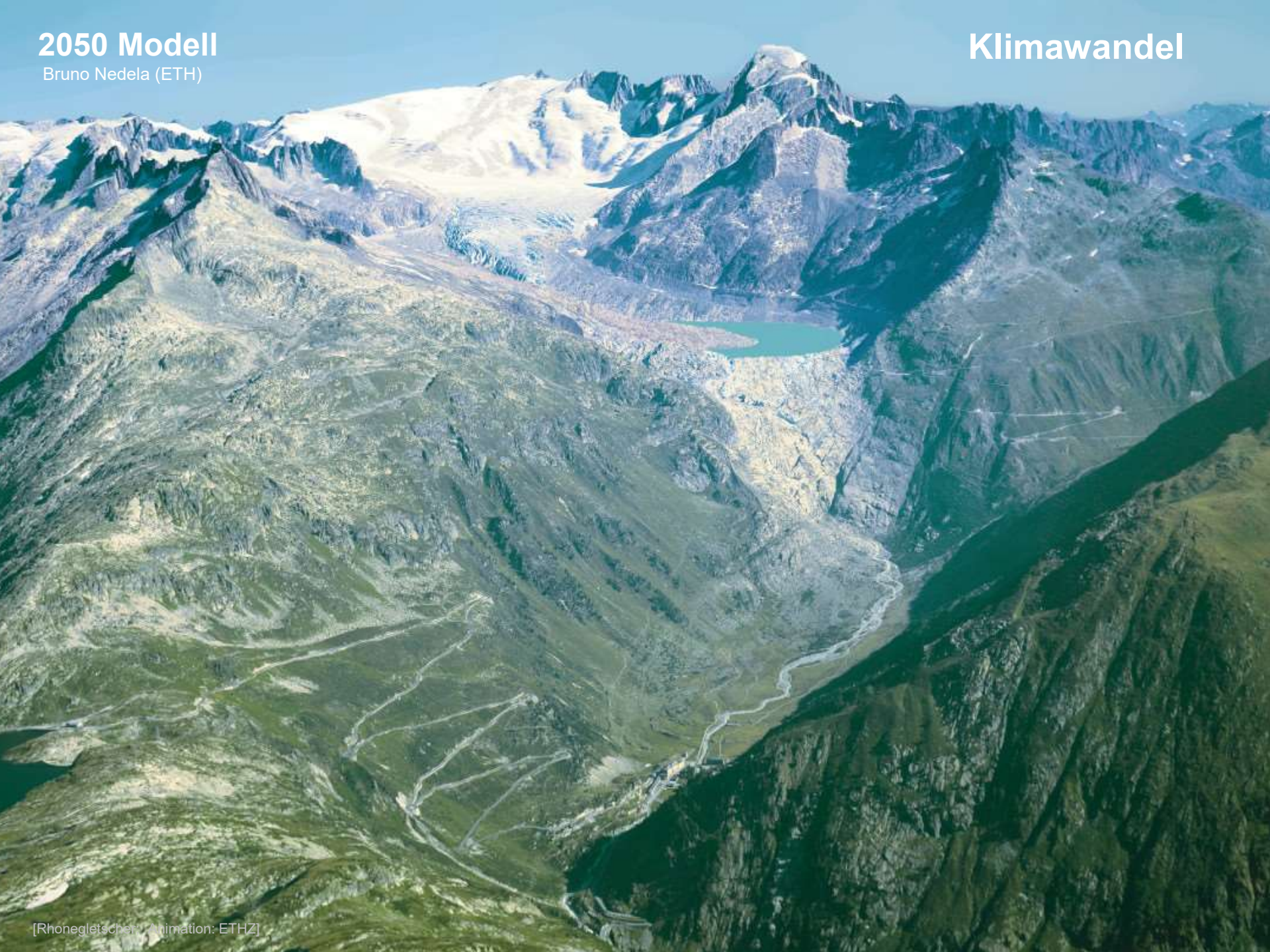
[Stausee Palagnedra nach Entleerung; Bild: zvg]

[Stollen der OFIMA, Palagnedra, Quelle: ETHZ / R. Boes]

2050 Modell

Bruno Nedela (ETH)

Klimawandel

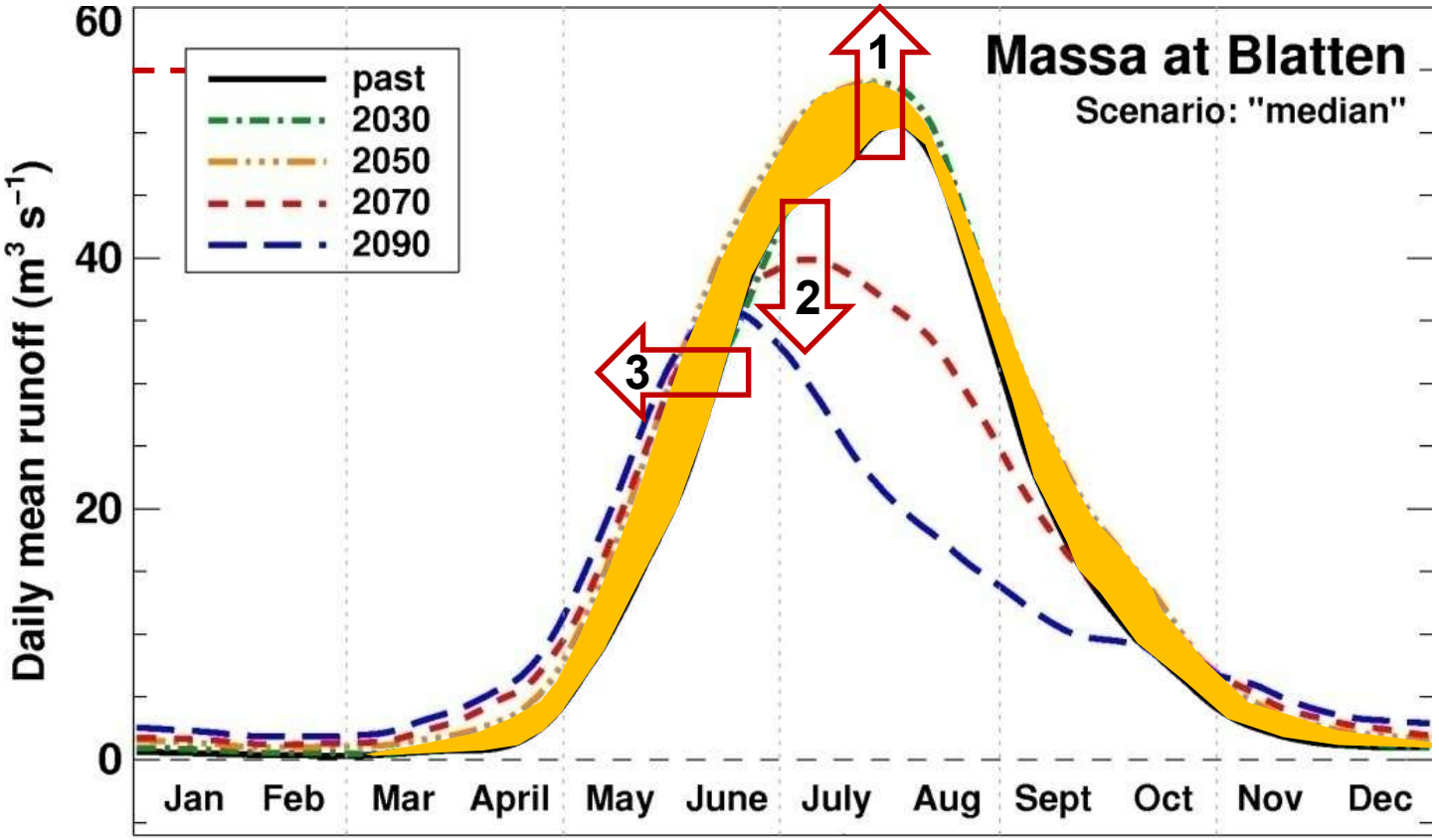


[Rhonegletscher, Animation: ETHZ]

Herausforderung 2: Auswirkungen Klimawandel I

Veränderung Menge und zeitliche Verteilung der Abflüsse

Abflussprognosen aus EZG Aletsch bis 2090 (mittleres Szenario): zuerst Erhöhung, dann Reduktion und Verlagerung in den Frühling > CH-weit: Gewinner und Verlierer



Jahresganglinien Abfluss an der Station Massa-Blatten, Mittleres Szenario
[Quelle: SGHL, 2011, und Alpiq, 2015]

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

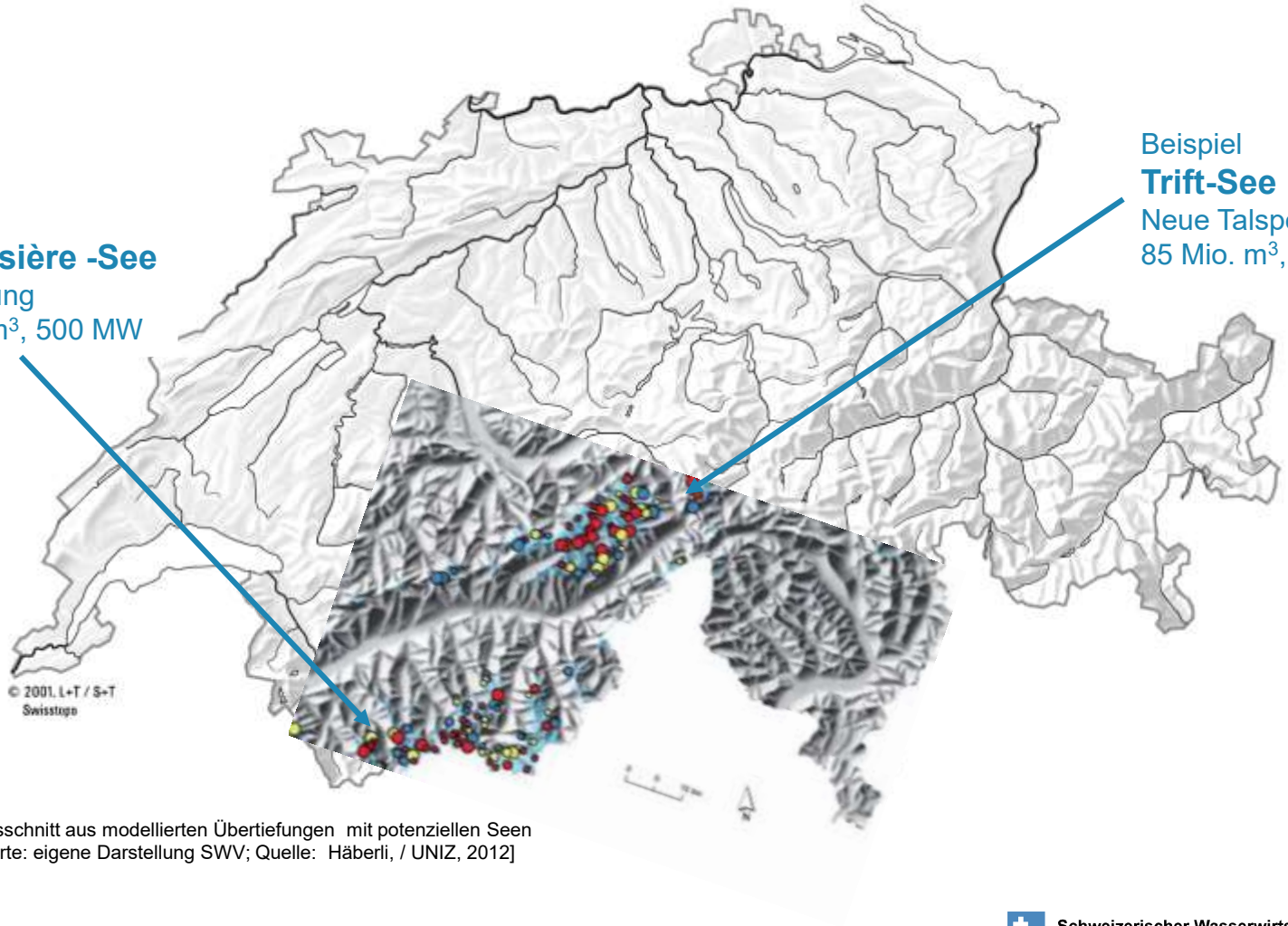
Herausforderung 2: Auswirkungen Klimawandel II

Durch Gletscherschwund entstehende Seen als Chance und Risiko

In den nächsten Jahrzehnten entstehen gemäss Modellen Hunderte neue Seen im CH-Alpenraum, rund 40 davon mit ansehnlichen Volumen > 10 Mio. m^3 (~ Vol. Gelmersee)

Beispiel
Corbassière -See
Befestigung
50 Mio. m^3, 500 MW

Beispiel
Trift-See
Neue Talsperre
85 Mio. m^3, 500 MW



Ausschnitt aus modellierten Übertiefungen mit potenziellen Seen
[Karte: eigene Darstellung SWV; Quelle: Häberli, / UNIZ, 2012]

[Seeforellenpaar in einer Restwasserstrecke; Bild: KWO, 2012]

Herausforderung 3: Steigende Schutzansprüche I

Sehr hohe Standards Gewässerschutz und Fischerei

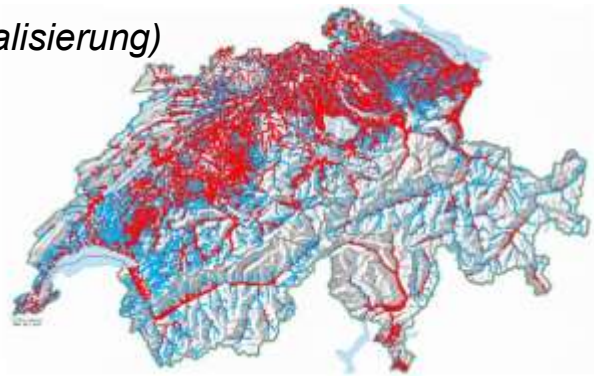
Bspw.: revidiertes GSchG verstärkt seit 1.1.2011 den Gewässerschutz weiter; Sanierungen Fischgängigkeit, Geschiebehaushalt und Schwall/Sunk bis 2030 für 1 Mrd. CHF

Fischgängigkeit

Schwall-Sunk

Geschiebe

(Revitalisierung)

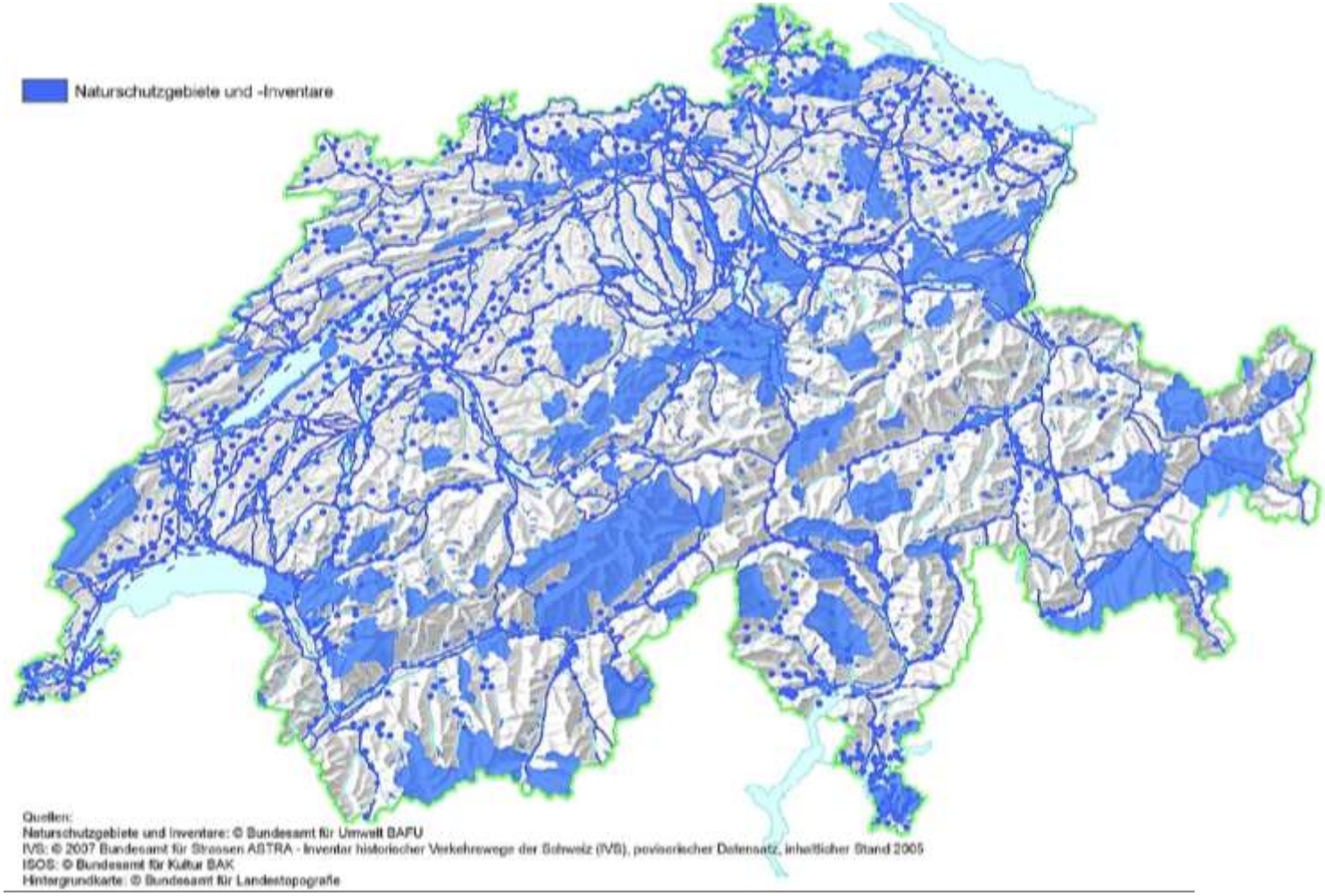


Handlungsbedarf Sanierungen Gewässerschutz gemäss Strategischen Planungen der Kantone
[Quelle: Bericht «Renaturierung Schweizer Gewässer», BAFU, 2015]

Herausforderung 3: Steigende Schutzansprüche II

Zunehmende Konflikte mit Landschafts-/Biotop-/Heimatschutz

Bspw. BLN-Gebiete umfassen rund 21% der CH-Fläche, viele wurden über bestehende Wasserkraftanlagen gelegt und erschweren Erweiterungen/Neukonzessionierung



Heimfälle / Neukonzessionierungen

[Staumauer Grande Dixence; Bild: zvg]

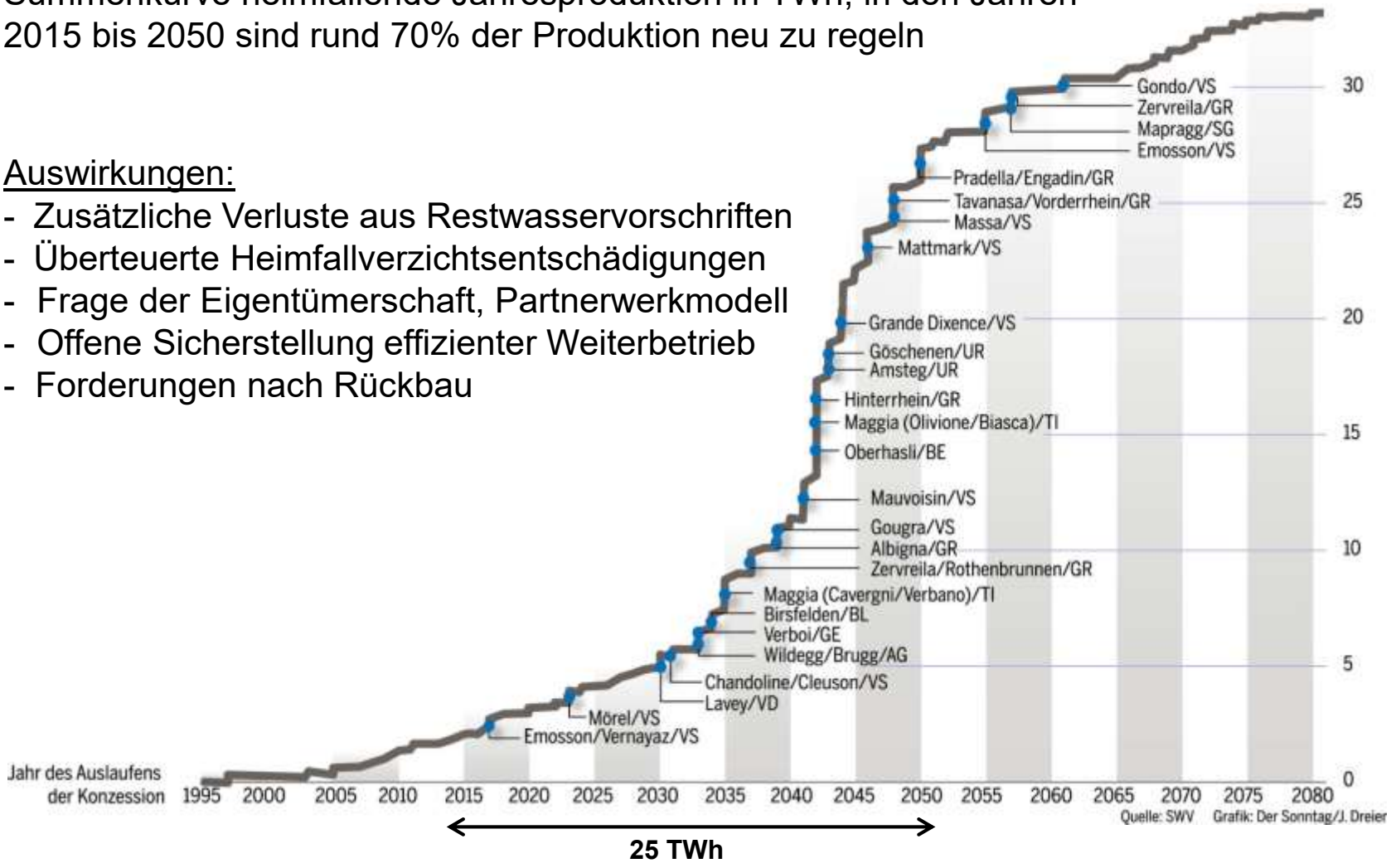
Herausforderung 4: Heimfälle/Neukonzessionierungen I

Ablauf Wasserrechtskonzessionen Schweiz

Summenkurve heimfallende Jahresproduktion in TWh; in den Jahren 2015 bis 2050 sind rund 70% der Produktion neu zu regeln

<u>Auswirkungen:</u>

- Zusätzliche Verluste aus Restwasservorschriften
- Überteuerte Heimfallverzichtsentschädigungen
- Frage der Eigentümerschaft, Partnerwerkmodell
- Offene Sicherstellung effizienter Weiterbetrieb
- Forderungen nach Rückbau

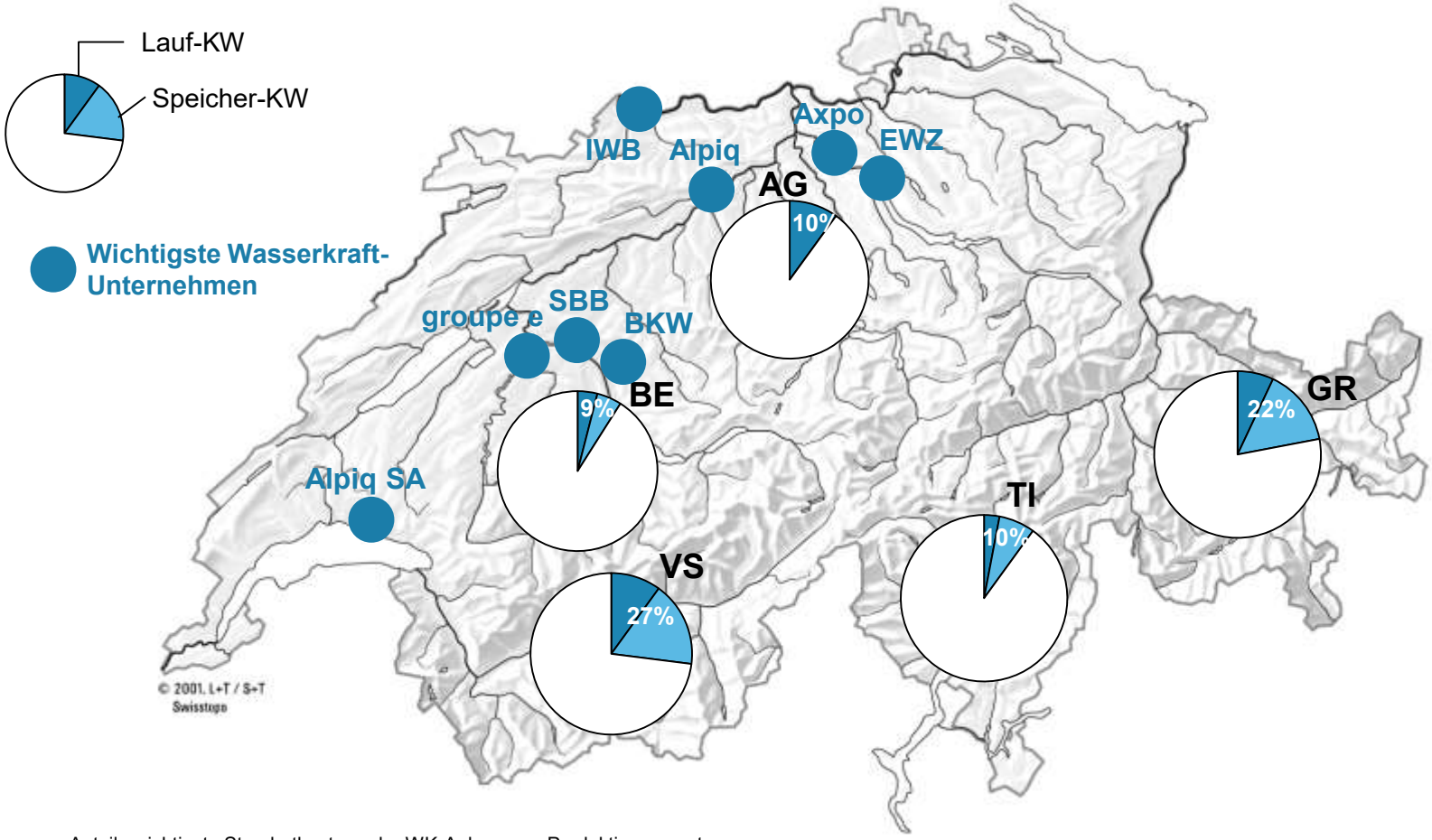


Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Herausforderung 4: Heimfälle/Neukonzessionierungen II

Standortkantone Wasserkraft-Anlagen vs. Standorte Stromunternehmen

Knapp 80% der CH-Wasserkraft kommt aus 5 Kantonen; das Know-how und die Investitionen kommen traditionell aber primär aus den Mittellandkantonen und Städten



Anteile wichtigste Standortkantone der WK-Anlagen an Produktionserwartung
[Karte: eigene Darstellung SWV; Datenquelle: BFE, 2012]

Wirtschaftlichkeit

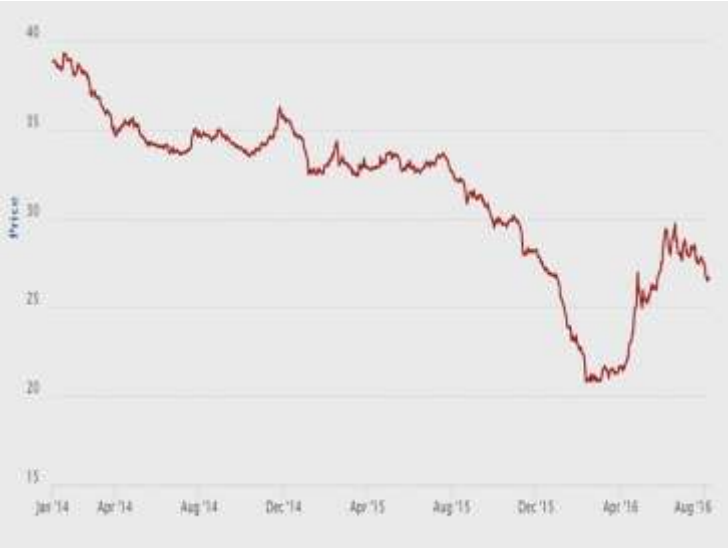
[Stauseen Vieux Emosson und Emosson; Bild: Alpiq]

Herausforderung 5: Unsichere Wirtschaftlichkeit I

Abhängigkeit vom europäischen Strom (Energie-) markt und Politik

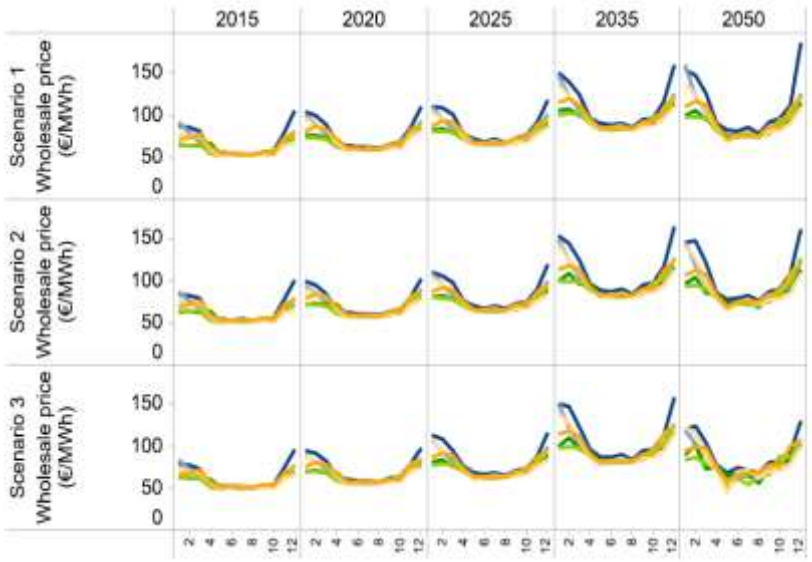
Kurz- bis mittelfristig besteht keine Aussicht auf Anstieg der Grosshandelspreise; was längerfristig passiert ist offen und hängt vor allem von politischen Entscheiden ab

Kurz-/mittelfristig (bis 2020):
Keine Aussicht auf Besserung



Entwicklung des Strompreises für Bandenergie für das Jahr 2020 im Zeitraum 2014 bis 2016 in EUR/MWh [Quelle: EEX am 9. August 2016]

Längerfristig (bis 2050):
Tendenziell steigend, v.a. Winter?



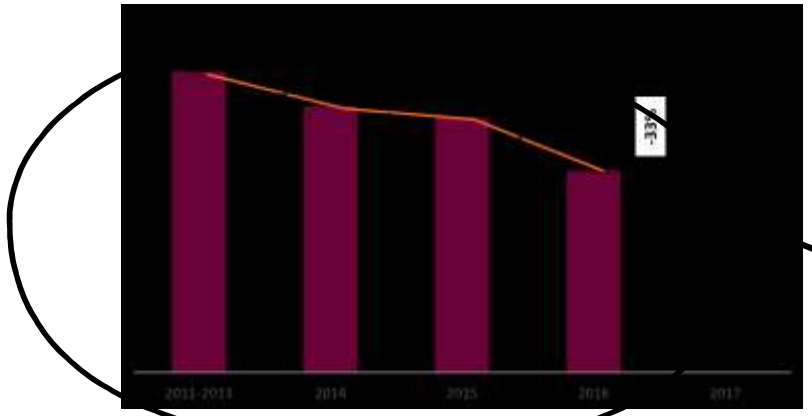
Szenarien für die möglichen Entwicklungen der Strompreise in EUR/MWh bis 2050 [Quelle: Pöyry-Studie zur flexiblen Erzeugung , VSE 2012]

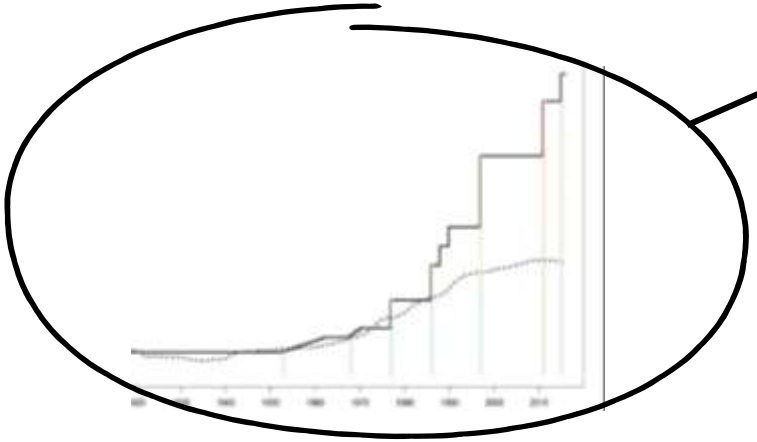
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

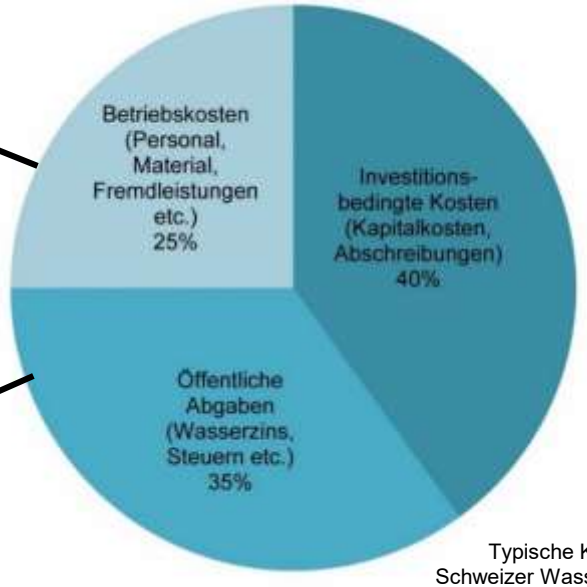
Herausforderung 5: Unsichere Wirtschaftlichkeit II

Kostenreduktion zur Wiederherstellung der Wettbewerbsfähigkeit

Angesichts Kostenstruktur zwei Hauptstossrichtungen: 1) Reduktion Kosten für Betrieb/ Instandhaltung; 2) Entlastung von öffentlichen Abgaben, v.a. Reform Wasserzinsmodell



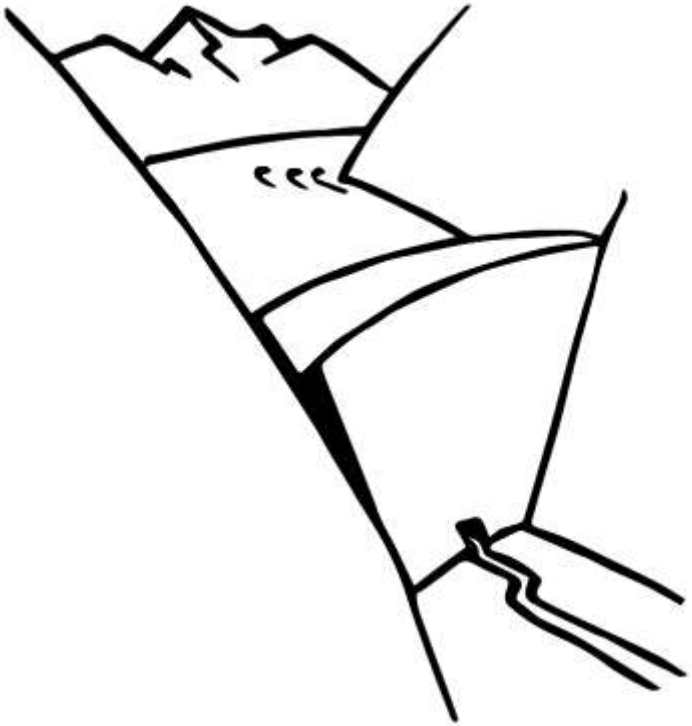




Typische Kostenstruktur der Schweizer Wasserkraftproduktion (Quelle: SWV-Faktenblatt, 2016)

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Zwischenfazit III: Viele Herausforderungen



1. **Die einheimische Wasserkraft steht vor vielen, durchaus spannenden Herausforderungen:**
   - Instandhaltung, komplexe technische Fragen
   - Klimawandel als Chance und Risiko
   - Steigende Schutzansprüche als Chance und Bürde
   - Heimfälle und Institutionelle Verflechtungen
   - Wirtschaftlichkeit als Schlüssel

2. **Die Herausforderungen sind anzunehmen und auch lösbar, vorausgesetzt es können genügend Erträge erwirtschaftet werden.**

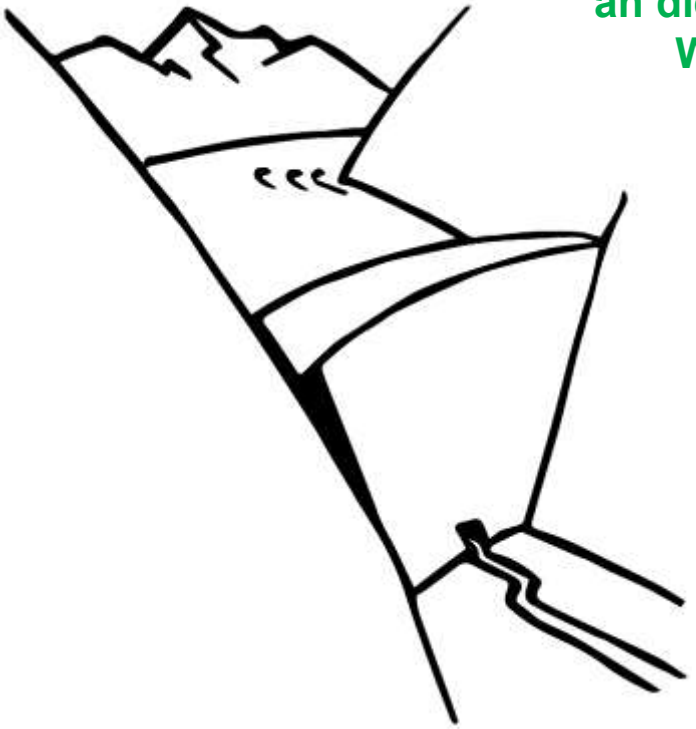
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Situation und Perspektiven der Schweizer Wasserkraft

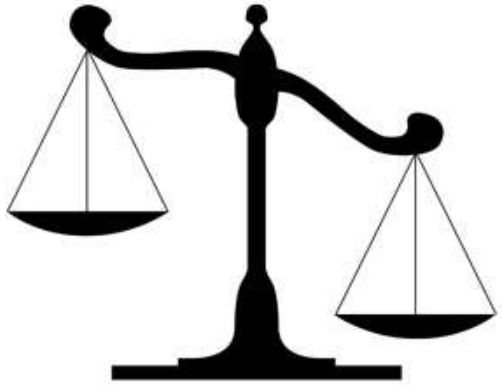
I. Rolle der Wasserkraft
II. Entwicklung in der Energie- (Strom-) Strategie
III. Herausforderungen der Zukunft
IV. Fazit

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

Fazit I: Ungleichgewicht

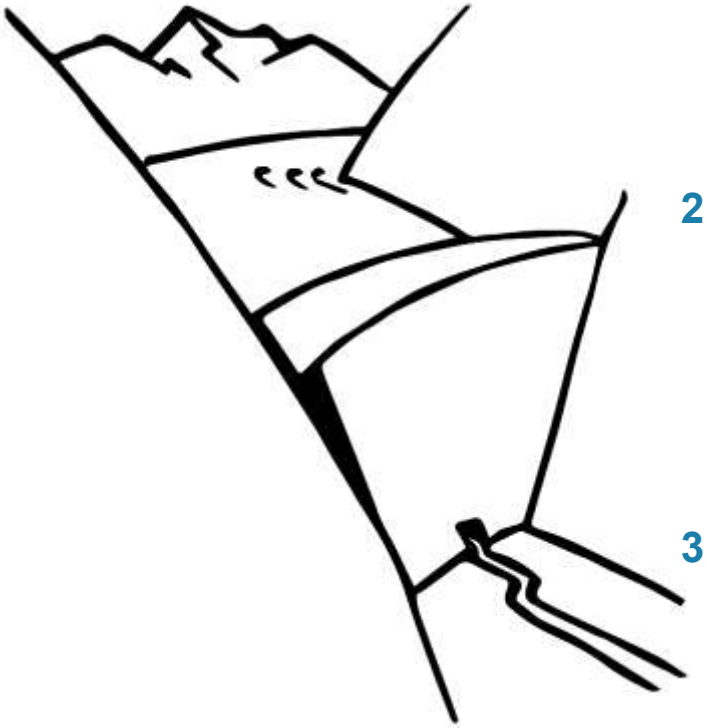


Sehr hohe Erwartungen an die einheimische Wasserkraft



Viele Herausforderungen
Fehlende wirtschaftliche Anreize
Ungleich lange Spiesse
Steigende Anforderungen

Fazit II: Handlungsbedarf für Zukunftsmusik



1. **Kurzfristig / Dringlich: Bestehende Wasserkraft nicht als gegeben hinnehmen, Kosten optimieren, Erträge für den Substanzerhalt sicherstellen:**
   - Kostensenkung Betrieb und Instandhaltung (in Arbeit)
   - Dringliche Übergangsmassnahmen (Marktprämie)
   - Keine neuen Anforderungen ohne Entschädigung

2. **Mittelfristig: Abkehr von einer Energiepolitik, welche die Wasserkraft diskriminiert statt deren Leistungen honoriert, u.a. durch:**
   - Entlastung von übermässigen Abgaben (Reform Wasserzins)
   - Gleich lange Spiesse für alle Wasserkraftproduzenten
   - Konsequente Klimapolitik (bspw. Lenkungsabgaben)

3. **Mittel- bis langfristig: Anpassen der Wasserkraft-anlagen an die künftigen Anforderungen zur Nutzung Chancen und Reduktion Risiken, u.a.:**
   - Steigerung Leistung und Flexibilität der Anlagen
   - Vergrösserung Speichervolumen für Winterstrom
   - Weitere Optimierungen der Anlagen (bspw. Digitalisierung)

Besten Dank für die Aufmerksamkeit !

[Grimselsee; Photo: KWO / R. Bösch]

Kontaktadresse

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband SWV
Webseite: **www.swv.ch**

Roger Pfammatter

Schweizerischer
Wasserwirtschaftsverband SWV
Rütistrasse 3a
5401 Baden
Tel.: 056 222 50 69
roger.pfammatter@swv.ch