

# Wasserkraft in der Schweiz – Zukunftsperspektiven?

**Dr. Michel Piot**  
Geschäftsstelle Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband



## Übersicht

---

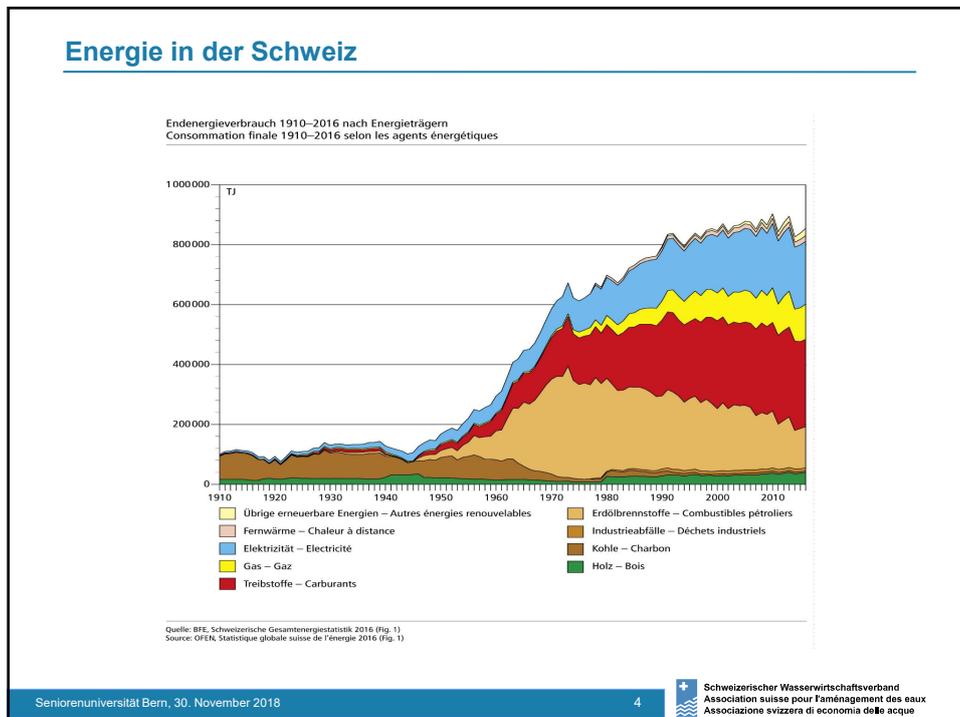
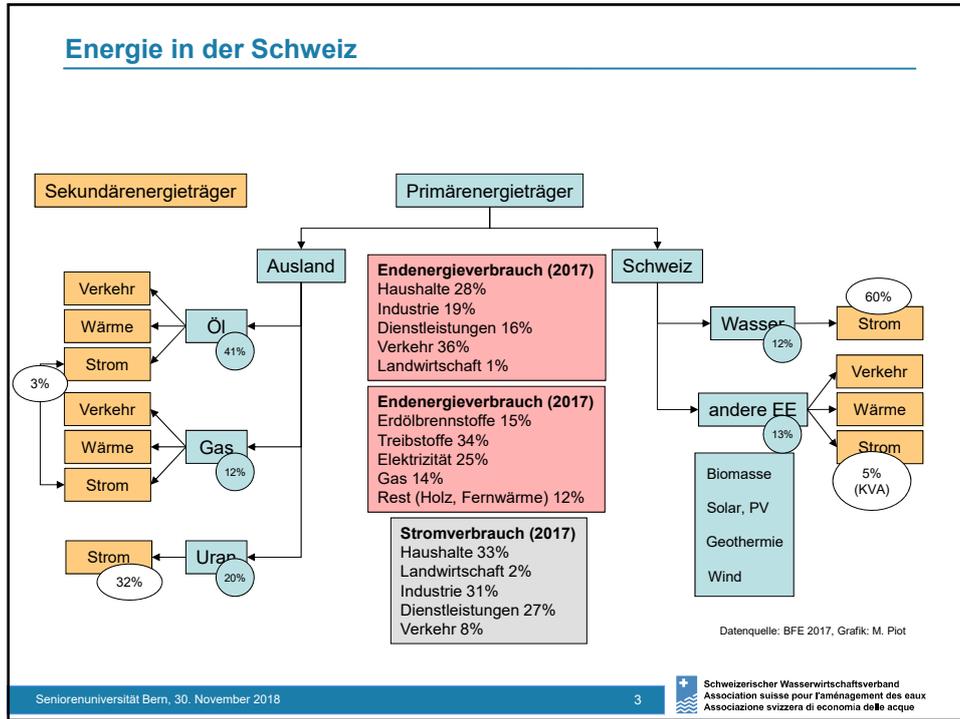
### Einleitung

Geschichtlicher Abriss

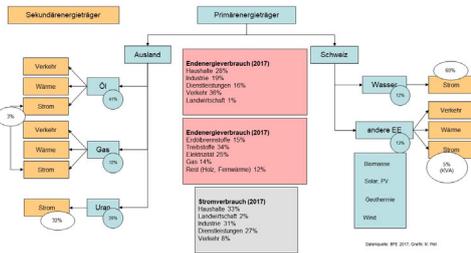
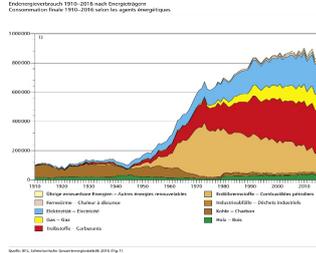
Heutiger Stand

Zukünftige Herausforderungen

Fazit



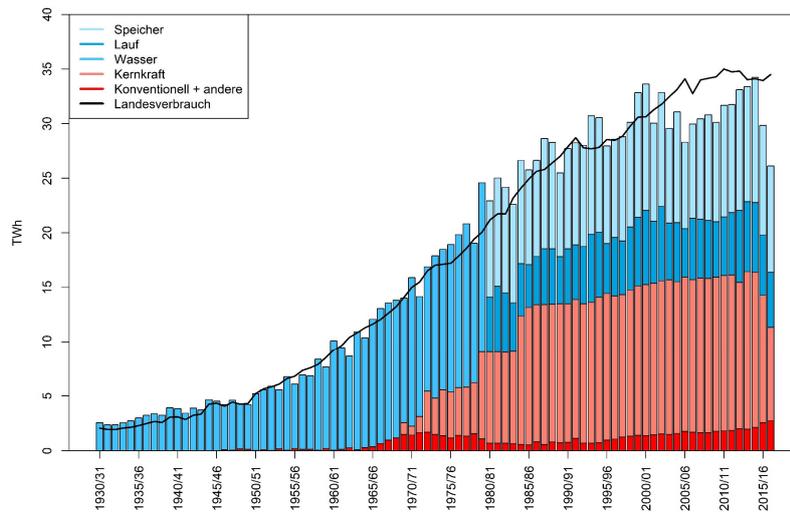
## Energie in der Schweiz



- Der Energieverbrauch hat Mitte des 20. Jahrhunderts exponentiell zugenommen
- Mit den Ölkrisen in den Jahren 1973 und 1979 hat ein Umdenken stattgefunden
- Der Energieverbrauch ist nach wie vor fossil dominiert
- Die Importabhängigkeit beträgt rund drei Viertel
- Rund ein Viertel des Energieverbrauchs ist Strom

## Strom in der Schweiz

Elektrizitätsproduktion Winter



SWV 2018 (Datenquellen: BFE, VSE Bulletin)



## Wasserkraft in der Schweiz: Typologisierung

### Typ

Laufwasser  
 Speicher (saisonale Umlagerung)  
 Pumpspeicher/Umwälzwerk  
 (bis wenige Tage)

### Leistungsklassen

Kleinstkraftwerke: < 300 kW  
 Kleinkraftwerke: bis 10 MW  
 Grosskraftwerke: über 10 MW

### Nutzgefälle

Niederdruck: < 40 m  
 Mitteldruck: 40-200 m  
 Hochdruck: > 200 m

### Turbinen (Wirkungsgrad 85-90%)

Kaplan: geringe Gefälle, hohe Volumina  
 Francis: mittlere Gefälle  
 Pelton: hohe Gefälle, geringe Volumina

### Auslastung

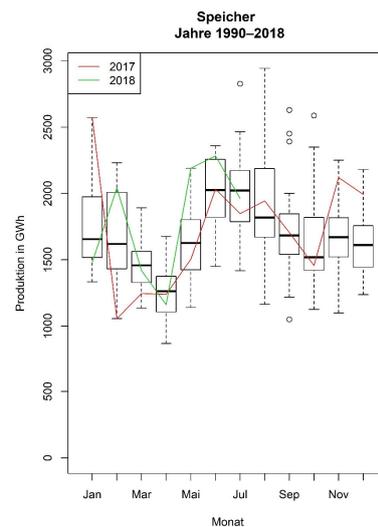
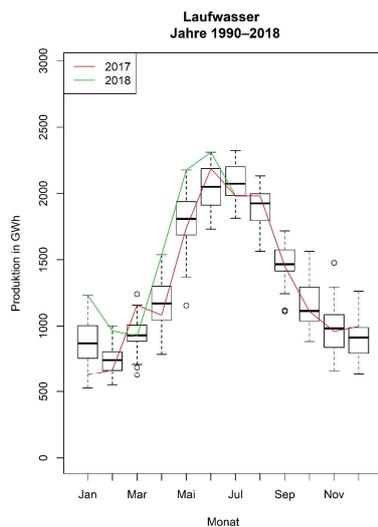
Grundlast: > 50%  
 Mittellast: 30-50%  
 Spitzenlast: < 30%

Quelle: BFE, Swiss Hydro Database

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

7

## Wasserkraft in der Schweiz: monatliche Produktion

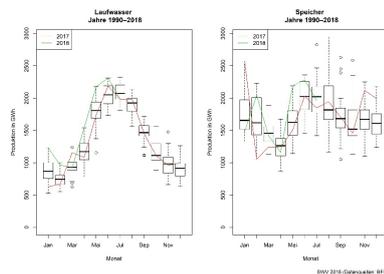


SWV 2018 (Datenquellen: BFE)

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

8

## Wasserkraft in der Schweiz



- Wasserkraft ist die wichtigste Energiequelle der Schweiz: knapp 60% des Stromverbrauchs; hohe Leistung und Flexibilität
- Laufwasserkraft: Bandenergie; viele Betriebsstunden; hohe saisonale Schwankungen mit Minimum im Februar
- Speicher: Spitzenenergie und saisonale Umlagerung; hohe Leistung; Speicherseeinhalt: rund 15% des Jahresverbrauchs; gut zwei Zyklen pro Jahr
- Pumpspeicher: Spitzenenergie für Stunden und Tage; (sehr) hohe Leistungen; Betrieb abhängig von Preisschwankungen; Energieverlust von 20–30%

## Übersicht

Einleitung

**Geschichtlicher Abriss**

Heutiger Stand

Zukünftige Herausforderungen

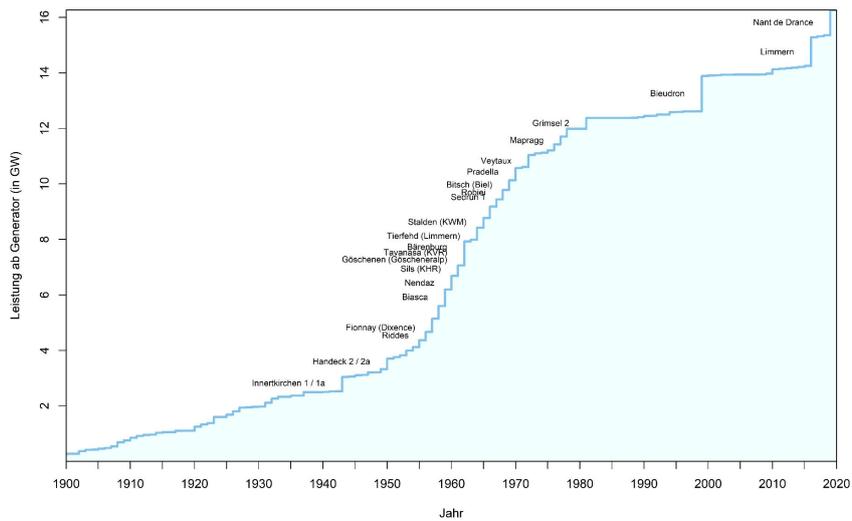
Fazit

## Es begann in St. Moritz



Quelle: St. Moritz Energie (2014)

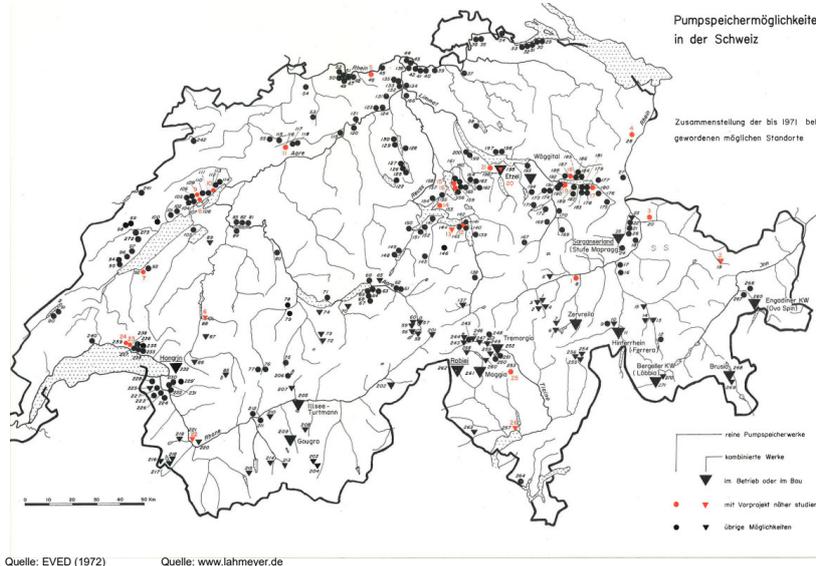
## Entwicklung der Wasserkraft nach Leistung



Quelle: Valais

SWV 2018 (Datenquelle: BFE)

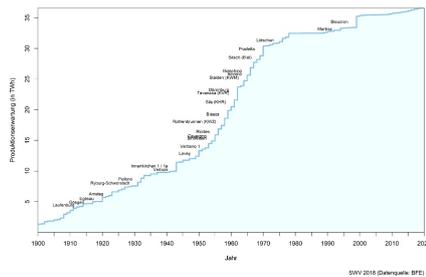
## Potenzial von Pumpspeicherkraftwerken



Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

13

## Entwicklung der Wasserkraft



Quelle: KHR

### Phasen des Ausbaus:

- bis 1910: Pionierzeit; viele Kleinstkraftwerke
- 1910–1945: Aufschwung
- 1945–1970: Blütezeit; Bau der grossen Speicherkraftwerke
- seit 1970: Konsolidierung
- ab 2000: erhebliche Leistungsausbauten

### Verbleibendes Potenzial:

- Energie: gering
- Leistung: grundsätzlich vorhanden
- Saisonale Umlagerung:
- Staumauererhöhungen denkbar

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

14

## Übersicht

Einleitung

Geschichtlicher Abriss

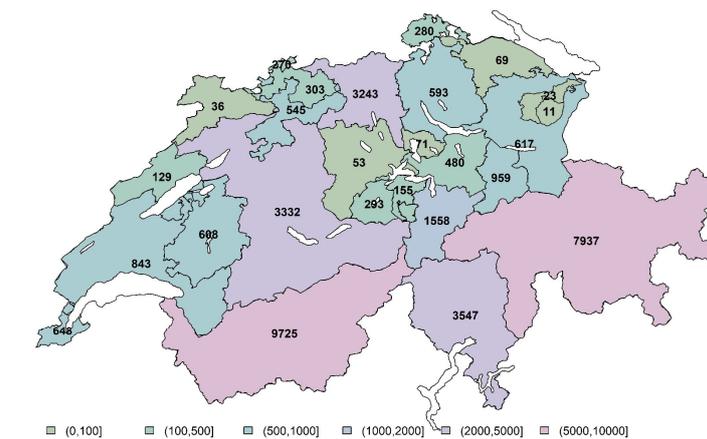
**Heutiger Stand**

Zukünftige Herausforderungen

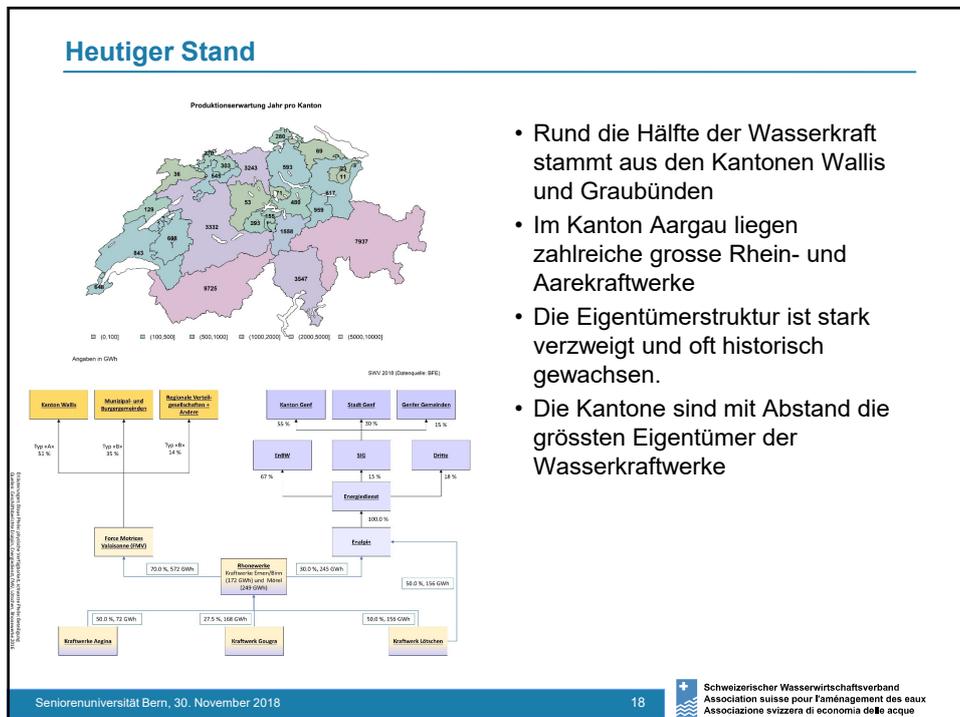
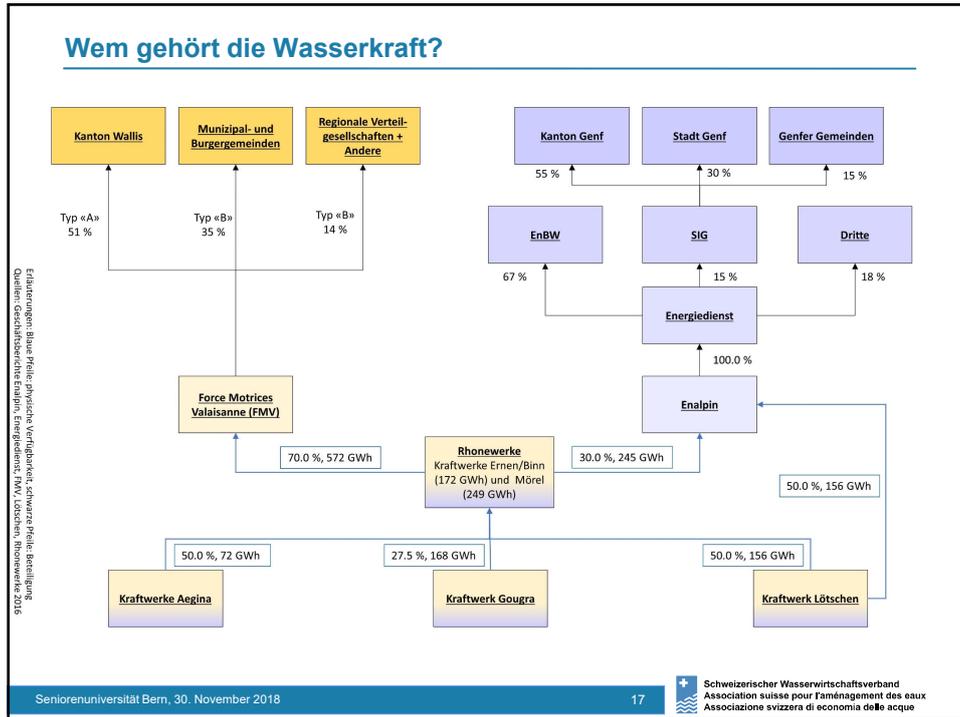
Fazit

## Räumliche Verteilung der Wasserkraftproduktion

Produktionserwartung Jahr pro Kanton



SWV 2018 (Datenquelle: BFE)



## Übersicht

Einleitung

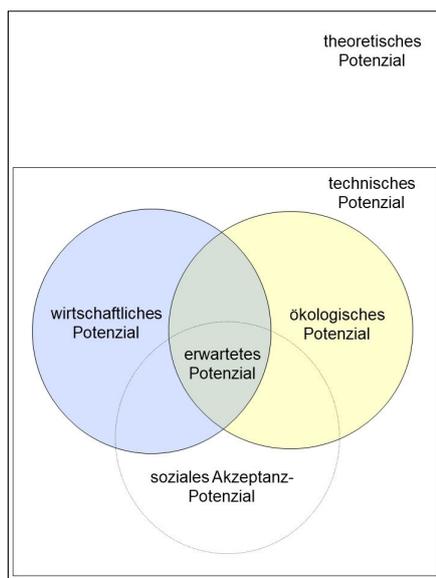
Geschichtlicher Abriss

Heutiger Stand

**Zukünftige Herausforderungen**

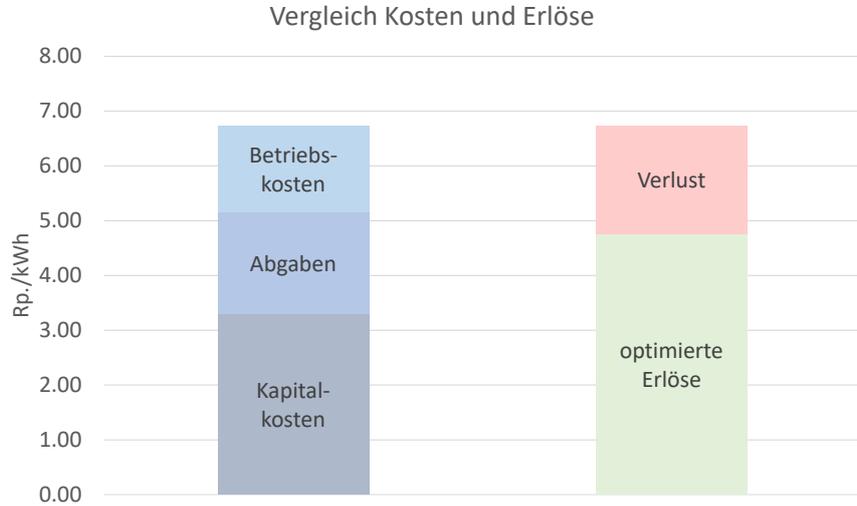
Fazit

## Beurteilung der Herausforderungen der Wasserkraft



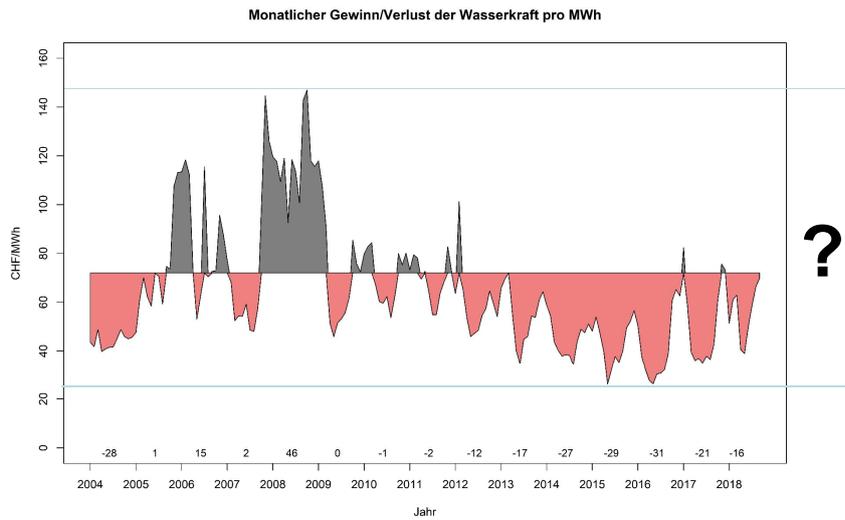
- **Wirtschaftlichkeit:** wirtschaftliches Potenzial
- **Instandhaltung:** technisch-wirtschaftliches Potenzial
- **Schutzansprüche:** ökologisches-(wirtschaftliches)-soziales Akzeptanz-Potenzial
- **Klimawandel:** theoretisches-technisches-wirtschaftliches-soziales Akzeptanz-Potenzial
- **Konzessionserneuerungen – Heimfälle:** wirtschaftliches-soziales Akzeptanz-Potenzial

### Wirtschaftlichkeit: Kostenblöcke und Erlöse



Datenquelle: BFE, SWV

### Wirtschaftlichkeit: wie sieht die Zukunft aus?



SWV 2018 (Datenquelle: ENTSO-E Transparency Platform)

### Wirtschaftlichkeit: hohe fixe Abgaben

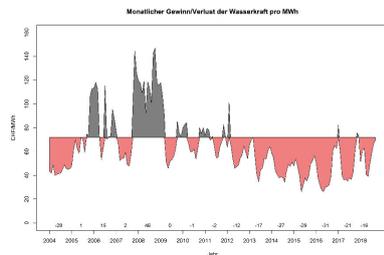
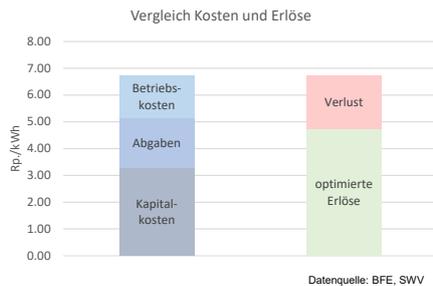


Quelle: Le Temps

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

23

### Wirtschaftlichkeit: Vergleich Kosten mit Erlösen

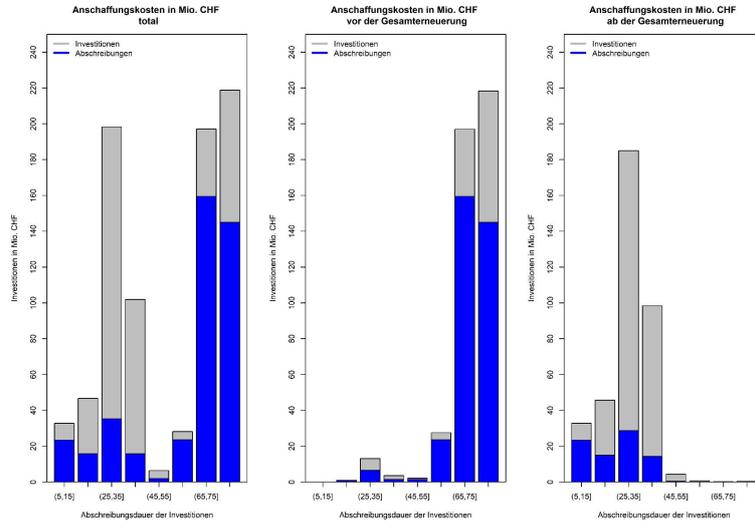


- Die Gesteungskosten von Wasserkraft sind verhältnismässig kostengünstig
- Die Erträge am Markt sind von exogenen Faktoren abhängig: Nachfrage in Europa, (aktuell vom) CO<sub>2</sub>-Preis, Preis für fossile Kohle auf dem Weltmarkt
- Hohe fixe Abgaben versus variable Erträge bilden ein erhebliches Risiko
- Bei langen Perioden mit Verlusten wird wenig investiert, was die Substanz verschlechtert

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

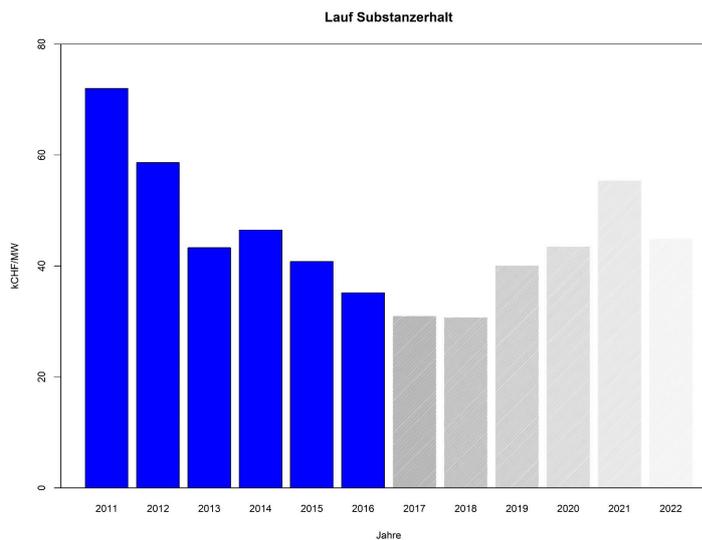
24

### Instandhaltung: hoher Investitionsbedarf



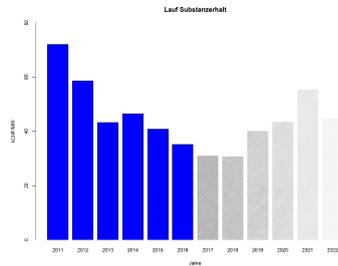
Datenquelle: KHR; Qielle: Plot (2018)

### Instandhaltung: Laufwasser



Datenquelle: Plot 2018

## Instandhaltung



- Der jährliche Investitionsbedarf in den Erhalt der Wasserkraft liegt bei rund CHF 500 Mio.
- Bei Speicherkraftwerken sind Gesamterneuerungen sehr komplex
- Der Zeitpunkt von umfangreichen Instandhaltungsarbeiten hängt mit der Konzessionsrestlaufzeit zusammen
- Technische Herausforderungen: Betonquellung, Hydroabrasion, Verlandung

### KWO baut neue Mauer am Grimselsee

Risse im Beton machen den Ersatzbau notwendig. Umweltverbände haben auf Einsparungen verzichtet.



Die Spillstamm-Staumauer in der Grimsel-Hall-Rose. Bild: Peter Klauer (KeyStone)

Datenquelle: Der Bund 2018

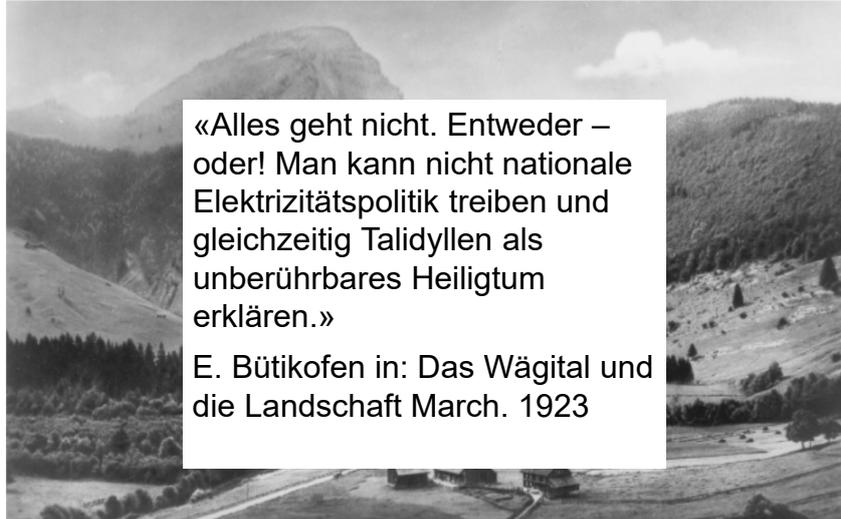
## Schutzansprüche



Sihllochthal, 1910. Fotograf: Karl Hensler. © Karl Hensler, Einsiedeln  
 Sihlsee, 2000. Fotograf: Robert Rosenberg. © Robert Rosenberg, Einsiedeln

Quelle: verschwundene-taeler.ch

## Schutzansprüche



«Alles geht nicht. Entweder – oder! Man kann nicht nationale Elektrizitätspolitik treiben und gleichzeitig Talidyllen als unberührbares Heiligtum erklären.»

E. Bütikofen in: Das Wägital und die Landschaft March. 1923

Quelle: [www.staatsarchiv.ch](http://www.staatsarchiv.ch)

## Schutzansprüche

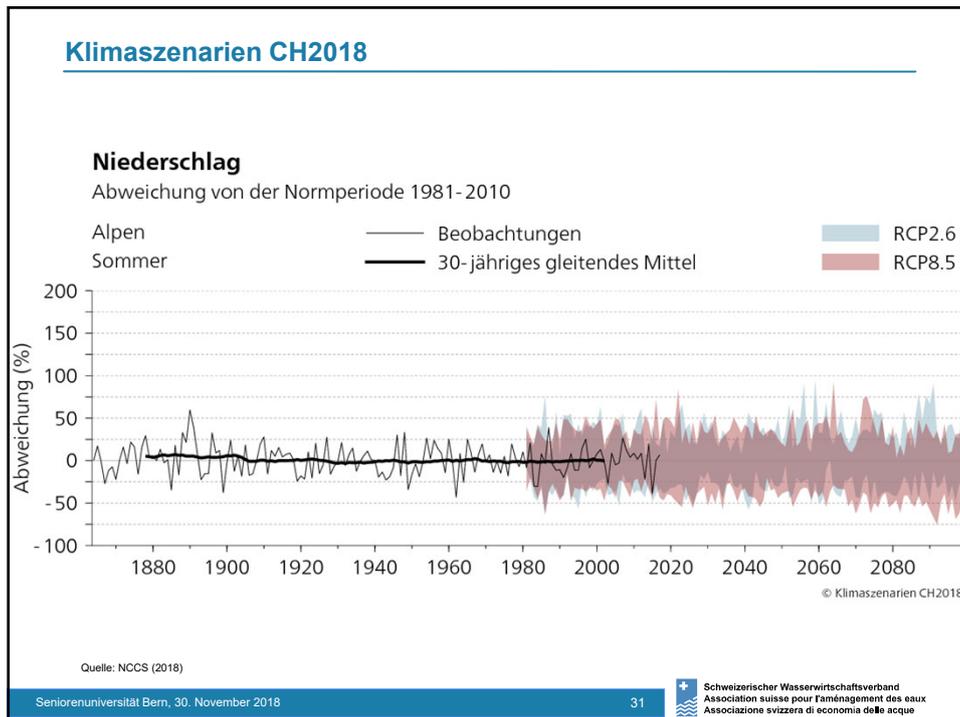


Quelle: [www.verschwindene-taeler.ch](http://www.verschwindene-taeler.ch)

Teil des Sanierungssystems	Beispiel zur Veranschaulichung der schädlichen Auswirkungen von Wasserkraftanlagen (Drei-Stationen- und Wasserlebendamm)
<b>1. Ausgleich (Steuerung) für die Gefahr des unkontrollierten Lebens (Art. 18 Abs. 1<sup>er</sup> NMG)</b> Die Höhe des Abflusses ist kontrolliert, muss vom Hochwasserstand getrennt werden. <b>Siehe Pflicht nach neuem Art. 20a Abs. 2 verfassungsmäßig</b>	Stängt in vorliegende Art und Ausprägung des Lebens (Steuerung)
<b>2. Umsetzung Restwasserverschreibungen (Art. 29 ff. GSWG)</b> - Pflicht der Inhaber der bestehenden Anlagen (Art. 29 GSWG) - Vollständige Umsetzung der Restwasserverschreibungen bei Restwasserverschreibung	- Auswirkungen auf Lebensbedingungen, Anpflanzen, Fischerei, Wasserflüsse werden durch die Anlagen
<b>3. Sanierung Fischgängigkeit (Art. 9 f. BGF)</b> - Pflicht der Inhaber der bestehenden Anlagen (Art. 9 f. BGF) - Umsetzung (Art. 20a Abs. 2a GSWG)	- zu wenig Restwasser abfließen (bei Aquarienwerken) - Auswirkungen auf Lebensbedingungen, zu kleinen Tüfen für Fischwanderung, zu rascher Veränderung, Stauung führt Fischsterbung
<b>4. Sanierung Schwell/Sauk (Art. 20a GSWG)</b> - Pflicht wie Pkt. 3	- Schwell/Sauk (bei Speicherwerken nach Hochwasser) - Wasserwerke und Leckströme bei Sauk sind weniger bei Sauk fangbar - Sanierung (Gesamtsystem) durch Stauung (mit Wasserleitung in Sauk)
<b>5. Sanierung Gewässerökologie (Art. 43a GSWG)</b> - Pflicht wie Pkt. 3	- Kultivierung (Bekämpfung) der Gewässerökologie

Quelle: Umweltverbände

- Die Schutzansprüche ändern sich über die Zeit in der Gesellschaft
- Grosse Anstrengungen werden und wurden unternommen, um die Gewässerökologie zu verbessern
- Die Nutzungskonflikte zwischen Energieproduktion aus Wasserkraft und ökologischen und gesellschaftlichen Anliegen an den natürlichen Erhalt der Landschaft sind nicht einfach lösbar.



### Klimawandel

## Beten alleine reicht nicht mehr: Was der rapide Rückgang des Aletschgletschers bedeutet

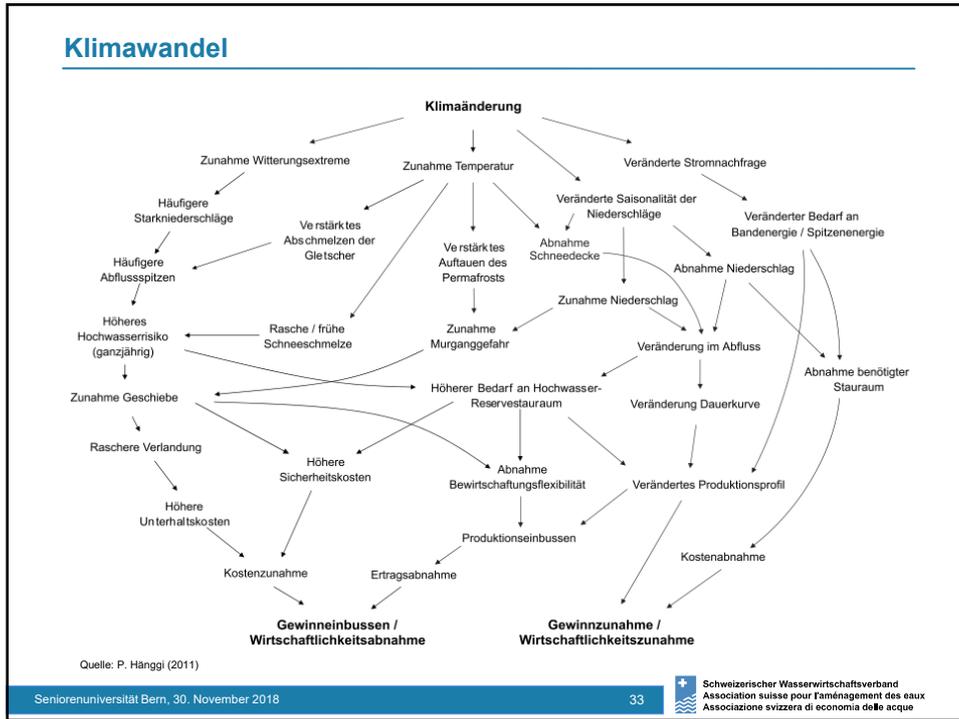
Einst betete die Walliser Gemeinde Fiesch dafür, dass der Aletschgletscher nicht weiter ins Tal vorrücke. Heute betet sie für das Gegenteil. Seit dem Hangrutsch vor zwei Jahren ist die Gletscherschmelze im Aletschgebiet omnipräsent.

Gregory Remez, Riederalp  
 30.7.2018, 05:00 Uhr

Quelle: Tagblatt

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018 32


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



### Klimawandel

**Niederschlag**  
Abweichung von der Normperiode 1981-2010

© Klimawandel-CH18

Quelle: NCCS (2018)

Quelle: P. Hänggi (2011)

Seniorenuniversität Bern, 30. November 2018

34


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

- Die Klimaerwärmung hat direkte Auswirkungen auf die Wasserkraftproduktion: Gletscherschmelze, weniger Niederschlag im Sommer, mehr und höhere Starkniederschlagsereignisse
- Die Klimaerwärmung hat indirekte Auswirkungen auf die Wasserkraftproduktion: Hochwasserschutz, Nutzungskonflikte, Trockenheit im Sommer

## Konzessionserneuerungen – Heimfälle

ENERGIEGEWINNUNG

### Einigung im Rechtsstreit: Kraftwerk Klingnau erhält Konzession - 145 Millionen für den Kanton

sda • Zuletzt aktualisiert am 22.6.2018 um 10:49 Uhr

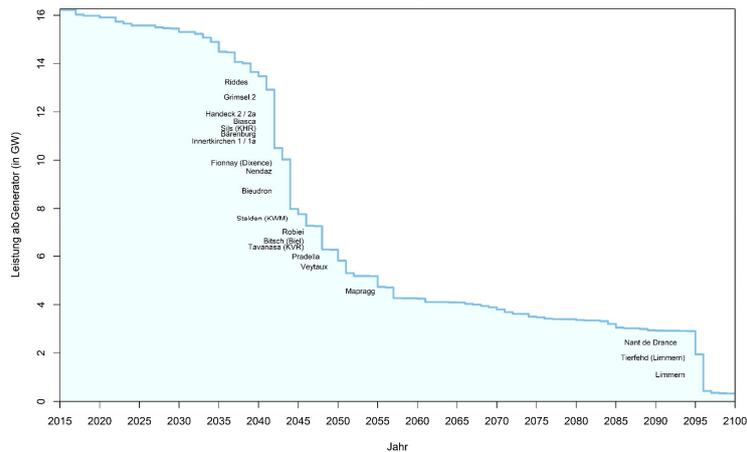


Anfang Juli 2015 endete nach 80 Jahren die Konzession für das Kraftwerk Klingnau. (Archivbild)  
© Angelo Zambelli

Quelle: Aargauer Zeitung

## Konzessionsablauf – Heimfälle

Konzessionsablauf der Kraftwerke  
Leistung



SWV 2018 (Datenquelle: BFE)

## Heimfälle

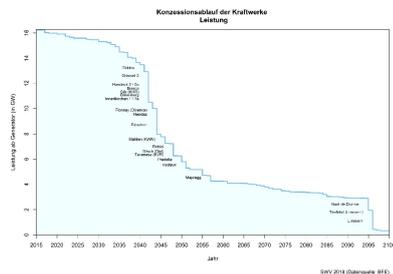
ENERGIEWIRTSCHAFT

### Einigung im Rechtsstreit: Kraftwerk Klingnau erhält Konzession - 145 Millionen für den Kanton

akt - Zürich aktualisiert am 22.6.2018 um 12:47 Uhr



Anfang Juli 2017 erzielte nach 92 Jahren die Konzession für das  
 Kraftwerk Klingnau (Schmidli)  
 © Sergio Corbelli



- Zwischen 2040 und 2050 läuft das Gros der Konzessionen aus
- Verhandlungen über erhebliche Konzessionserneuerungen und Heimfälle haben aber bereits begonnen
- Je nach Strategie der Kantone kann sich die Eigentümerstruktur erheblich zugunsten der wasserkraftproduzierenden Kantone ändern
- Heimfallverzichtsentschädigungen und Restwertvereinbarung sind gesetzlich sehr knapp abgehandelt

## Übersicht

Einleitung

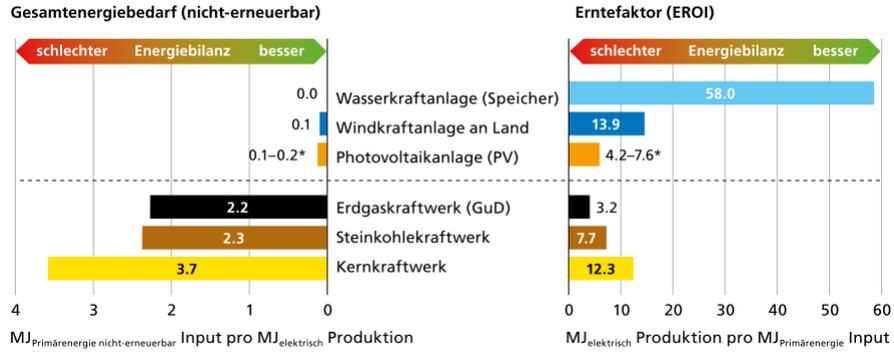
Geschichtlicher Abriss

Heutiger Stand

Zukünftige Herausforderungen

**Fazit ?**

## Wasserkraft im Vergleich der Technologien



## Gletscherseen: neue Speicher?



## Übersicht

---

Einleitung

Geschichtlicher Abriss

Heutiger Stand

Zukünftige Herausforderungen

**Fazit !**

## Fazit

---

- Wasserkraft in der Schweiz ist eine Erfolgsgeschichte
- Die Vorteile der Wasserkraft gegenüber anderen Technologien sind mannigfaltig: einheimisch, erneuerbar, flexibel, kostengünstig, zuverlässig, hoher Erntefaktor
- Sie trägt wesentlich zur Versorgungssicherheit bei und brachte/bringt erheblichen volkswirtschaftlichen Nutzen auch in peripheren Gebieten
- Bei verstärktem Klimaschutz wird die Wasserkraft unverzichtbar sein
- Die aktuellen und künftigen Herausforderungen für Wasserkraftproduzenten sind gross und die Risiken erheblich

## Fazit

---

Die Wasserkraft braucht Rahmenbedingungen, die einen langfristig wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen, um den Erhalt der einheimischen Wasserkraft zu sichern und einen Ausbau zu ermöglichen, da sie auch künftig für die Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft unverzichtbar ist.

