



Our passion, your solution.



Swiss Small Hydro

# Hydraulische Turbinen: Möglichkeiten und Grenzen

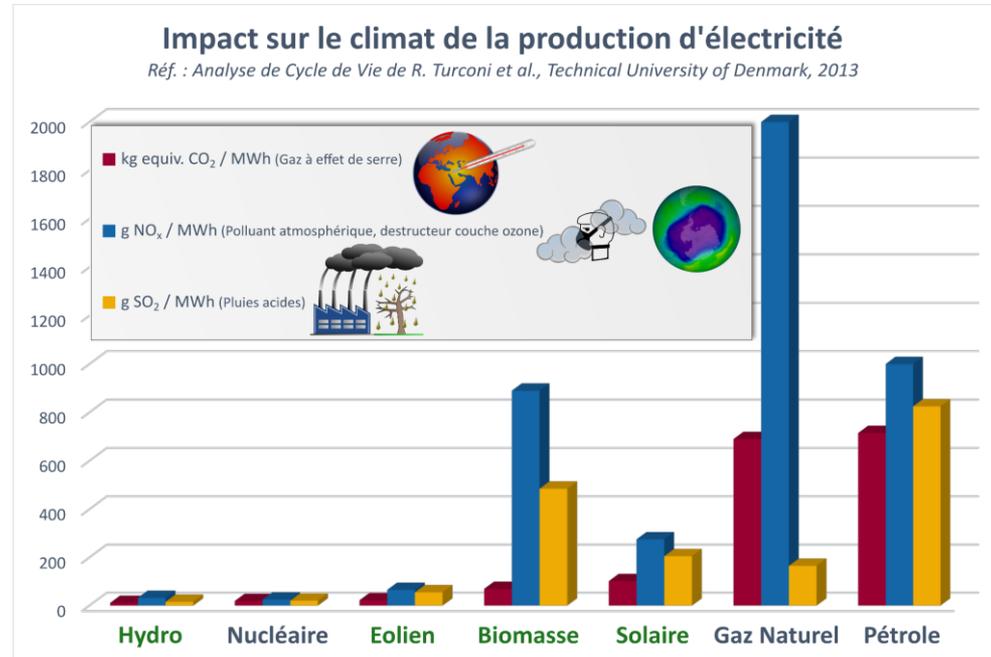
Aline Choulot - Projektingenieurin für Kleinwasserkraftwerke  
Leiterin der Westschweizer Sektion des Verbands Swiss Small Hydro

05.09.2023

- Kleinwasserkraft / Kleine Solaranlage
- Umweltaspekte
- Ablauf eines Turbinierungsprojekts
- Wirtschaftliche Aspekte

- Die Kleinwasserkraft ist **für den Privathaushalt** noch **nicht** ausreichend entwickelt worden.
- Mikroprojekte gibt es überall auf der Welt, aber die Rahmenbedingungen in der Schweiz begünstigen sie nicht - im Gegenteil.
- Vor allem heute mit den kleinen Batterien kann das Turbinieren für einen Privathaushalt nicht mithalten.
- Kleinwasserkraftprojekt ab 5-10 kW
- Umweltbedingte Einschränkungen

- **Negative Punkte:**
  - Hindernis im Wasserlauf (Fischwanderung)
  - Abschnitt mit Restwasser
- **Die richtigen Punkte:**
  - Platzbedarf
  - Landschaft
  - Lärm
- **Positive Punkte:**
  - CO-Bilanz<sub>2</sub>
  - Fester Abfall
  - Flüssige Abwässer
- **Merkblatt oder Umweltverträglichkeitsprüfung**



# Ablauf eines Turbinierungsprojekts

1. Identifizierung des Bedarfs / des Potenzials
2. Erhalt des Rechts zu turbinieren
3. Parallel: Studien
4. Parallel: sich zusammenschliessen
5. Umsetzung
6. Inbetriebnahme
7. Betrieb

# Identifikation des Bedarfs

- Eigenverbrauch, Verbraucherzusammenschluss?
- Isoliertes Netzwerk?
- Wiederverkauf über das Stromnetz?

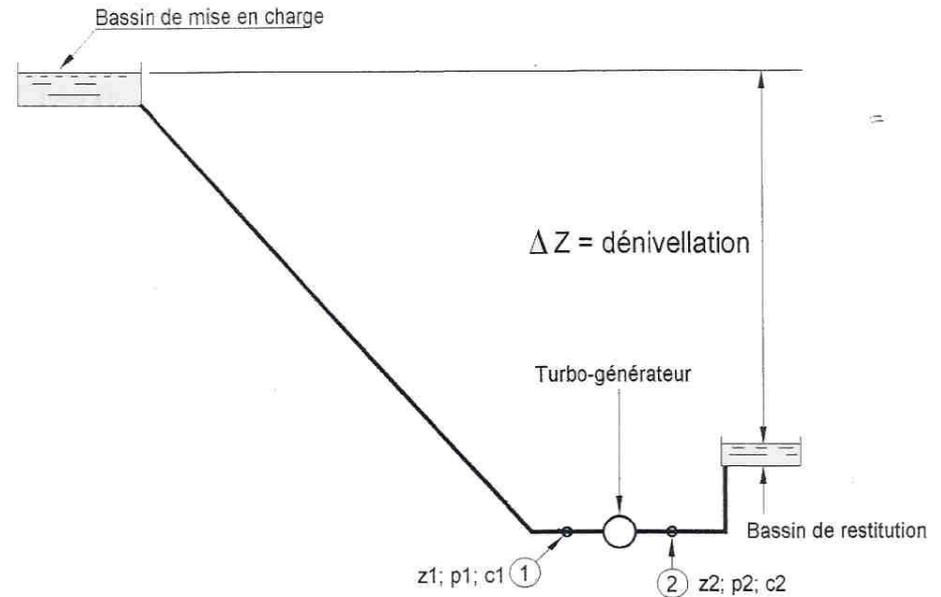
Je nach Bedarf könnte der Verkauf des Stroms den Umfang des Projekts erweitern und grössere Investitionen ermöglichen.

## Leistung und Produktion

- Mindestens 5 kW – alles hängt vom Bedarf ab
- Mindestens 50.000 kWh/Jahr
- Dauer des Betriebs > 20 Jahre

# Hydraulische Leistung eines Standortes

$$P_{hydro} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot \Delta Z$$



- $P_{hydro}$  : hydraulische Leistung (W)
- $\rho$  : Dichte  $\rho \cong 1000 \text{ kg/m}^3$
- $g$  : Beschleunigung der Schwerkraft  $g = 9,805 \text{ m/s}^2$
- $Q$  : Volumenstrom ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )
- $\Delta Z$  : Höhenunterschied, Fallhöhe oder Wasserstandsdifferenz (m)

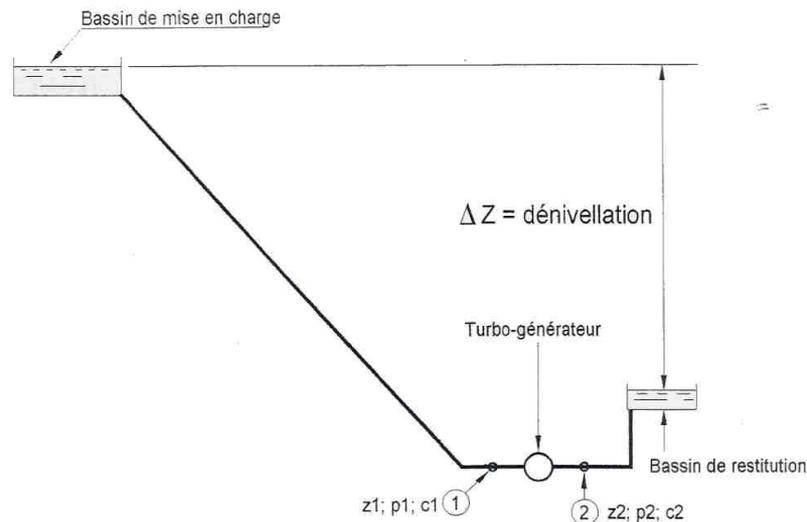
# Identifizierung des Potenzials: Fließgeschwindigkeiten und Höhenunterschiede

## Höhenunterschied

- oberer Wasserstand - unterer Wasserstand
- Eigenschaften der Grundstücke
- Der Fall definiert die zu installierende Turbine.

## Fördermengen

- Bäche, Flüsse
- Wassernetz:  
Trinkwasser,  
Bewässerung,  
Abwasser,  
Beschneigungswasser



- Wem gehört das Wasser?  
Private Quelle?
- Das Recht erwerben →  
komplexer und langwieriger  
Prozess
- Noch komplizierter oder gar  
aussichtslos, wenn Fische
- Heute, neue Standorte an  
Wasserläufen kaum gefördert

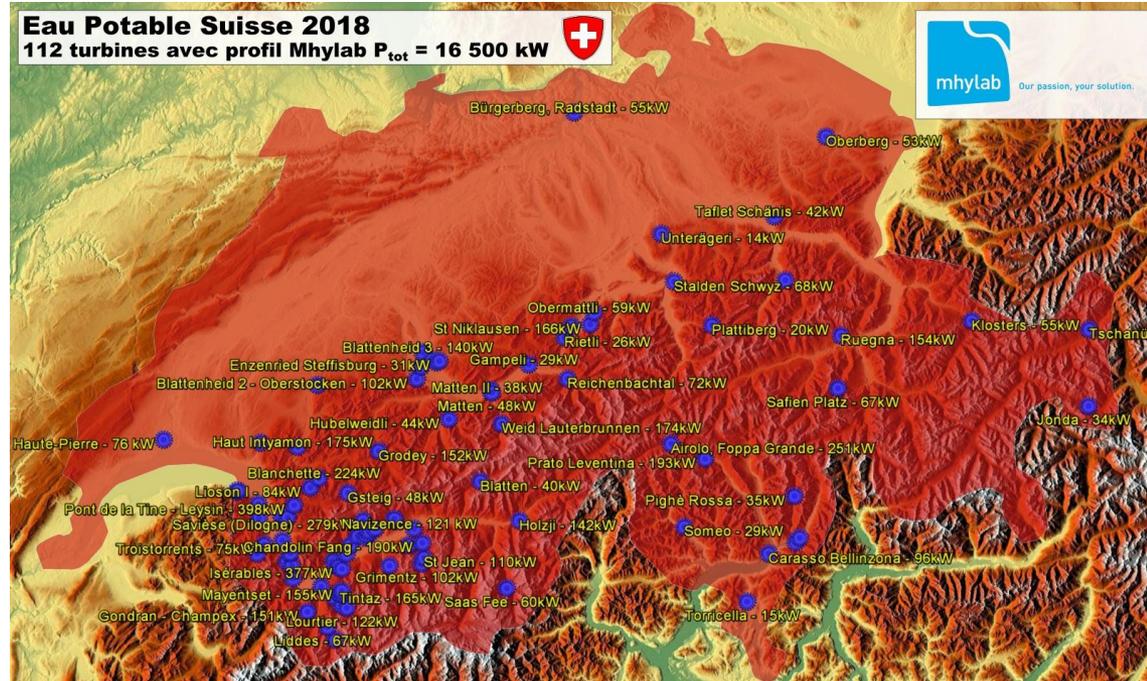
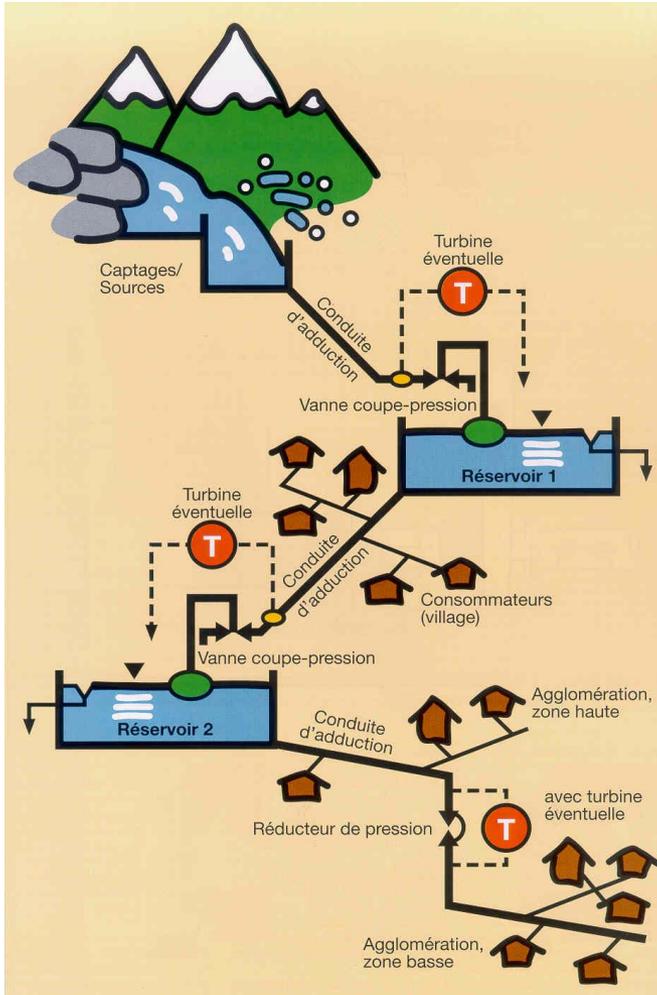


Turbinierung der Wildbäche von Verbier (VS)

# Turbinierung der Wildbäche von Verbier (VS)



- Am Standort der ARA Bagnes (Le Châble) - VS
  - 500 l/s, 475 m, 1'800 kW
  - 3'000'000 kWh im Jahr 2022
- Strom für 670 Haushalte
- Inbetriebnahme im Jahr 2017
  - RPC-System
  - Eigentümer und Betreiber: Altis
  - Pelton-Turbine
  - Lieferanten: Telsa + Jacquier Luisier (VS) (& Mhyllab)



2023: 178 Mhyllab-Trinkwasserturbinen in der Schweiz, 37'000 kW  
 Strom für ca. 35.000 Haushalte

# Turbinierung Fang-Chandolin (VS)



- Über das Trinkwassernetz
- Belastung: 1720 m
- Turbinierung: Fang Reservoir
- 43 l/s, 600 m, 185 kW
- 580'000 kWh im Jahr 2022

Strom für 130 Haushalte

- Inbetriebnahme: 2019
- RPC-System
- SA Mini centrales d'Anniviers Vissoie
- Pelton geliefert von Häny AG (Jona - SG). (& Mhyllab)



# Wasser zur Bewässerung - Beispiel Armary



- Armary: Wasserlauf, der ursprünglich nur für die Bewässerung (durch Pumpen) genutzt wurde.
- Belastung → Potenzial für Bewässerung und Turbinieren
- 90 l/s, 106 m, 68 kW
- Im Jahr 2022: 310'000 kWh  
Strom für 70 Haushalte
- Inbetriebnahme im Jahr 2006
- RPC-System
- Aubonne (VD)
- Bewässerungskonsortium Armary - Armary Sàrl (VD)
- Pelton - Gasa Hydro SA (VD-VS) (& Mhyllab)

- Einige Dutzend kW
- Grenzen in der Geschwindigkeit (eher flaches Gebiet)
- Gebohrte Verankerung
- Landverbindung durch Unterwasserkabel
- Hauptlieferant in der Nähe: Hydroquest (Frankreich)



*Quelle: Hydroquest*

- Andere Turbinentechnologien ebenfalls auf dem Markt erhältlich

# Ablauf eines Turbinierungsprojekts

1. *Identifizierung des Bedarfs/Potenzials: Fliessgeschwindigkeiten und Höhenunterschiede*
2. Erhalt des Rechts zu turbinieren
3. Parallel: Studien
  - InfoEnergie
  - Verband Swiss Small Hydro
  - EnergieSchweiz (Kurzstudie)
  - Mögliche Unterstützung auch auf kantonaler Ebene und für Bergregionen.
4. Parallel: sich zusammenschliessen
5. Umsetzung
6. Inbetriebnahme
7. Betrieb

## ➤ Rahmenbedingungen: .

- Beitrag zu Investitionen (40-50% der Investitionen)
- keine spezifischen Verkaufspreise auf dem Markt (KEV beendet)

## ➤ Investitionen

- Bauarbeiten: Wassereinlass, Druckbecken, Druckleitung, Turbinenraum, Rückgabekanal
- Elektromechanische Ausrüstung: Turbine (Umkehrpumpen: billiger), Ventile, Wechselstromgenerator, Schaltschränke, Anschluss an das Stromnetz (Transformator)
- Kein Durchschnittspreis pro kW oder kWh
- Ensy: Turbogruppe zwischen CHF 110'000 und 160'000 angekündigt - Preis min.

## ➤ Betriebsdauer > 20 Jahre

## ➤ Selbstkostenpreis: 15-25 ct/kWh

- Lastmanagement, Regulierung der Turbinendrehzahl erforderlich
  - Überlasteter Generator → Verlangsamung der Turbine
  - Unterbelasteter Generator → Beschleunigung der Turbine
- Start der Turbine auf Ballast

Ballast = Widerstand, der nicht verbrauchte Elektrizität ableitet

- Schwungrad
- variable Geschwindigkeit?

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit



[www.swissmallhydro.ch](http://www.swissmallhydro.ch)

Aline Choulot

[aline.choulot@swissmallhydro.ch](mailto:aline.choulot@swissmallhydro.ch)

+41 24 442 86 24

c/o **MhyLab**, chemin du Bois Jolens 6, CH-1354 Montcherand

