

Elektrisch und thermisch gekoppeltes Energiespeichersystem

Franz Georg Piki, Wolfgang Richter, Gerald Zenz

**Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
Technische Universität Graz**

Graz, 15. Februar 2018

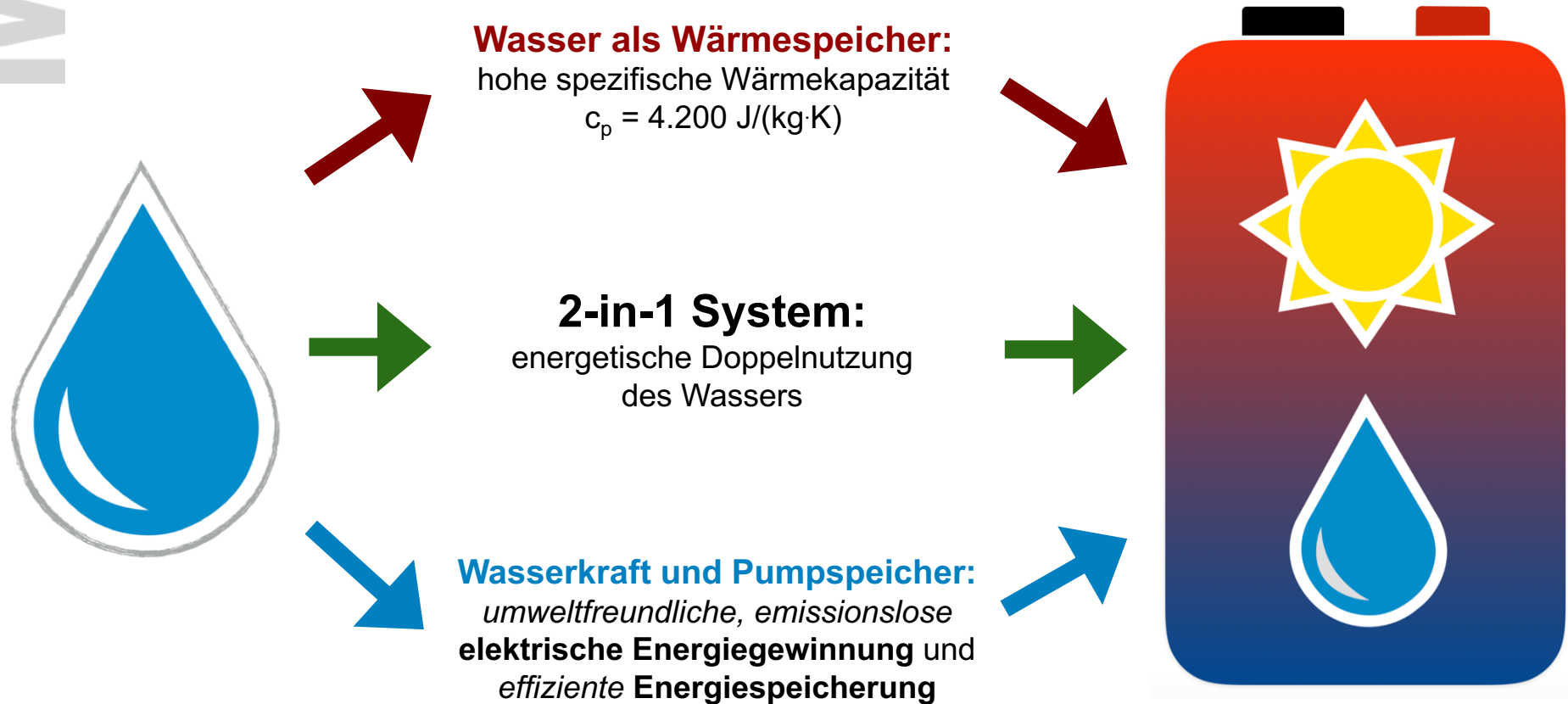
EnInnov2018

15. Symposium Energieinnovation | 14.02.–16.02.2018

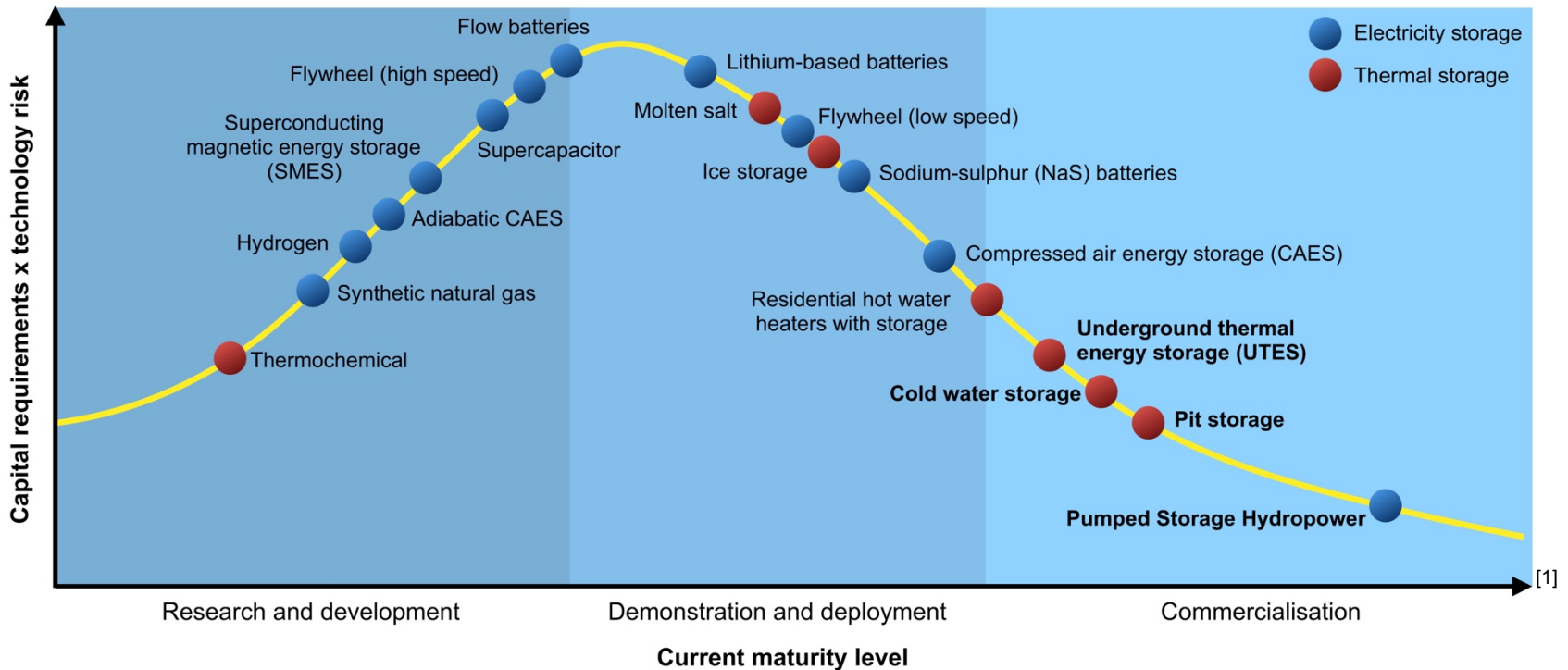
Inhalt

- Projektvorstellung
- Kraftwerkskonzept
- Gegenüberstellung: elektrische und thermische Energiespeicherung
- Auswirkungen der energetischen Kopplung
- Erweiterungsprojekte
- Ausblick

Projektidee



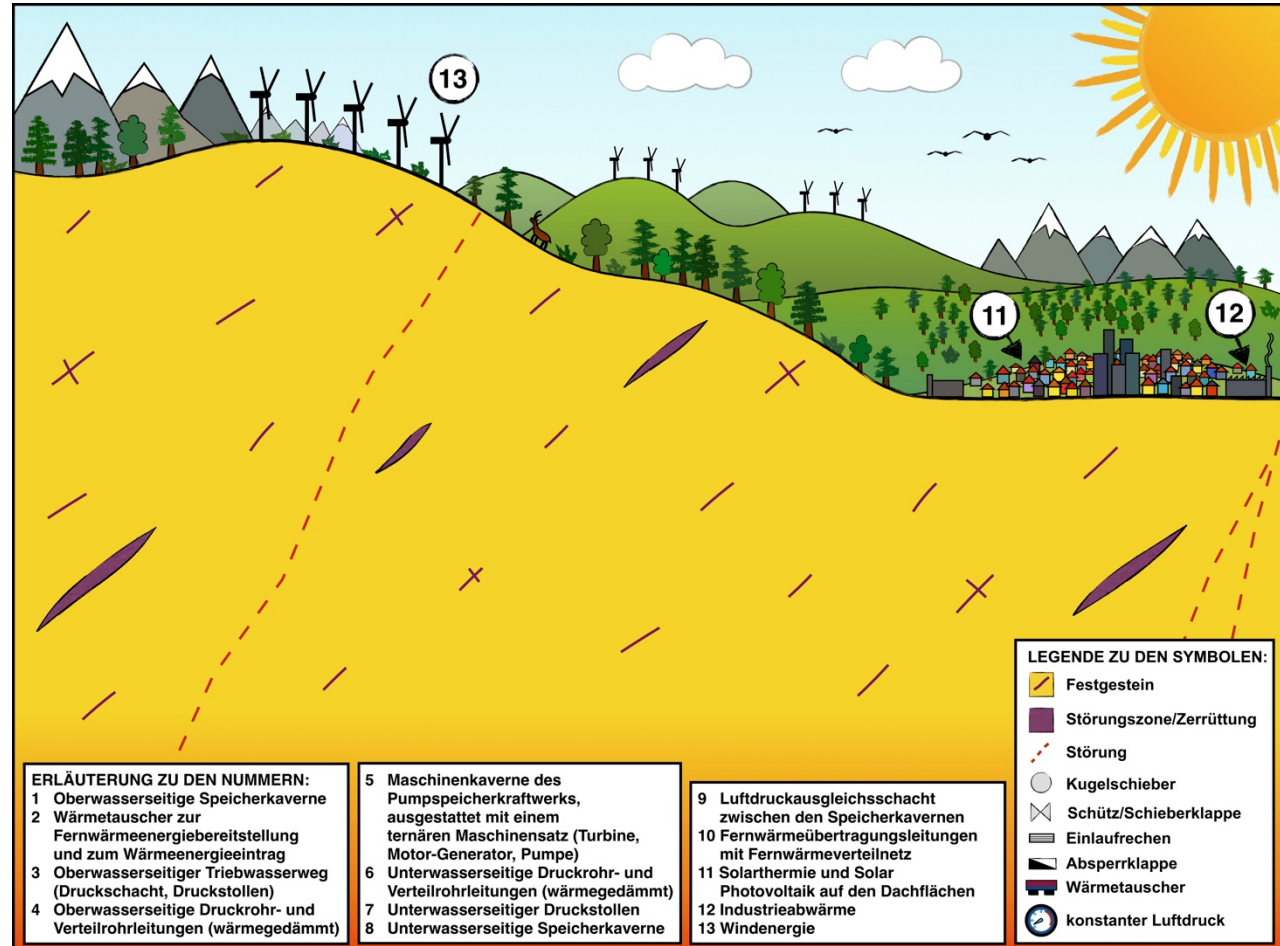
Reifegrad von Energiespeichern



- Wälzwirkungsgrad **Pumpspeicher**: ~ 75 - 80 %
- Wirkungsgrad von **saisonalen Wärmespeichern** in nicht wärmegedämmten Felskavernen: ~ 75 %

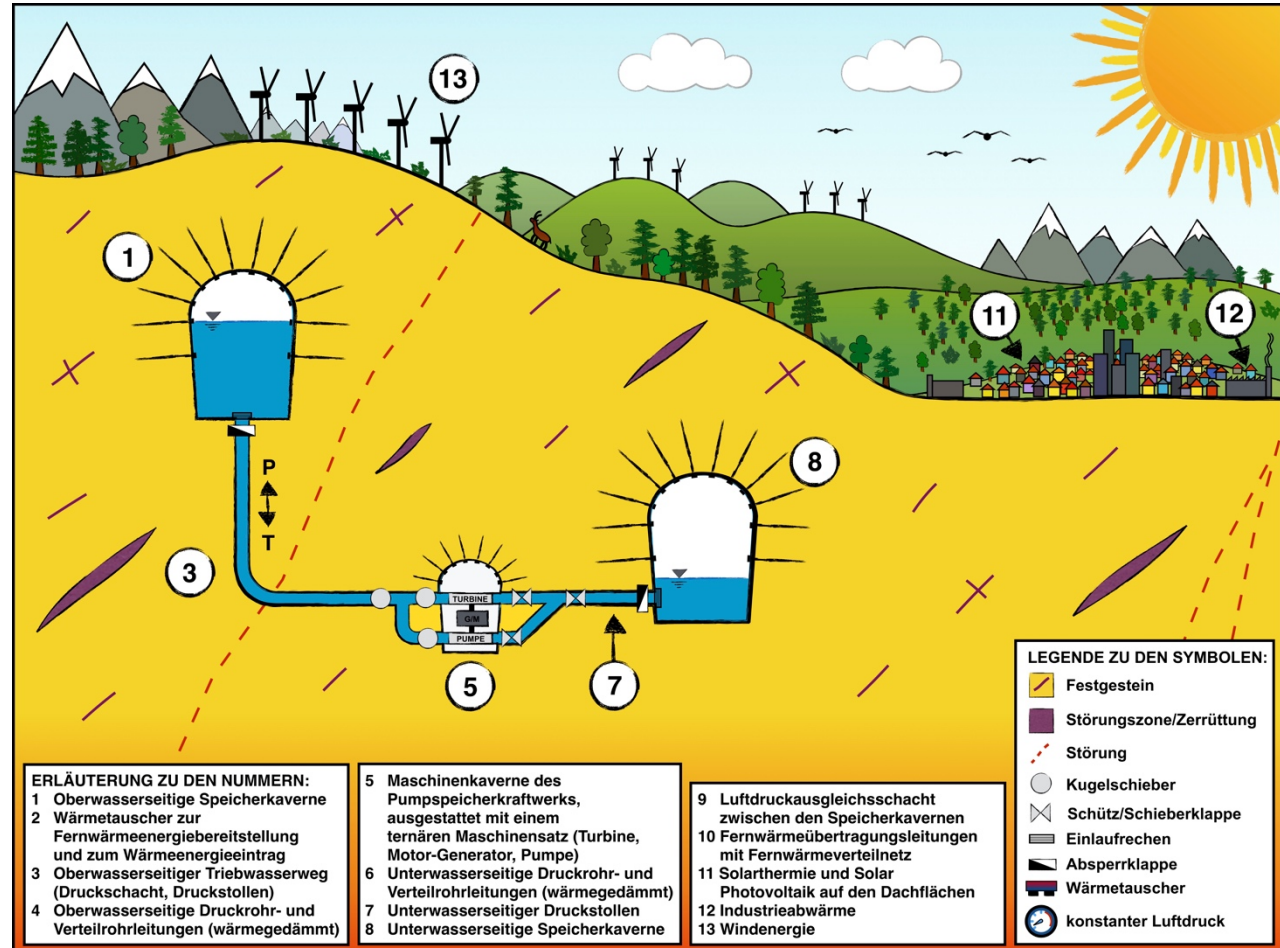
[1] Decourt B. and Debarre R. (2013): Electricity storage, Factbook, Schlumberger Business Consulting Energy Institute, Paris, France and Paksoy H. (2013): Thermal Energy Storage Today, presented at the IEA Energy Storage Technology Roadmap Stakeholder Engagement Workshop, Paris, France, 14 February, bearbeitet

Hybrides Kraftwerkskonzept



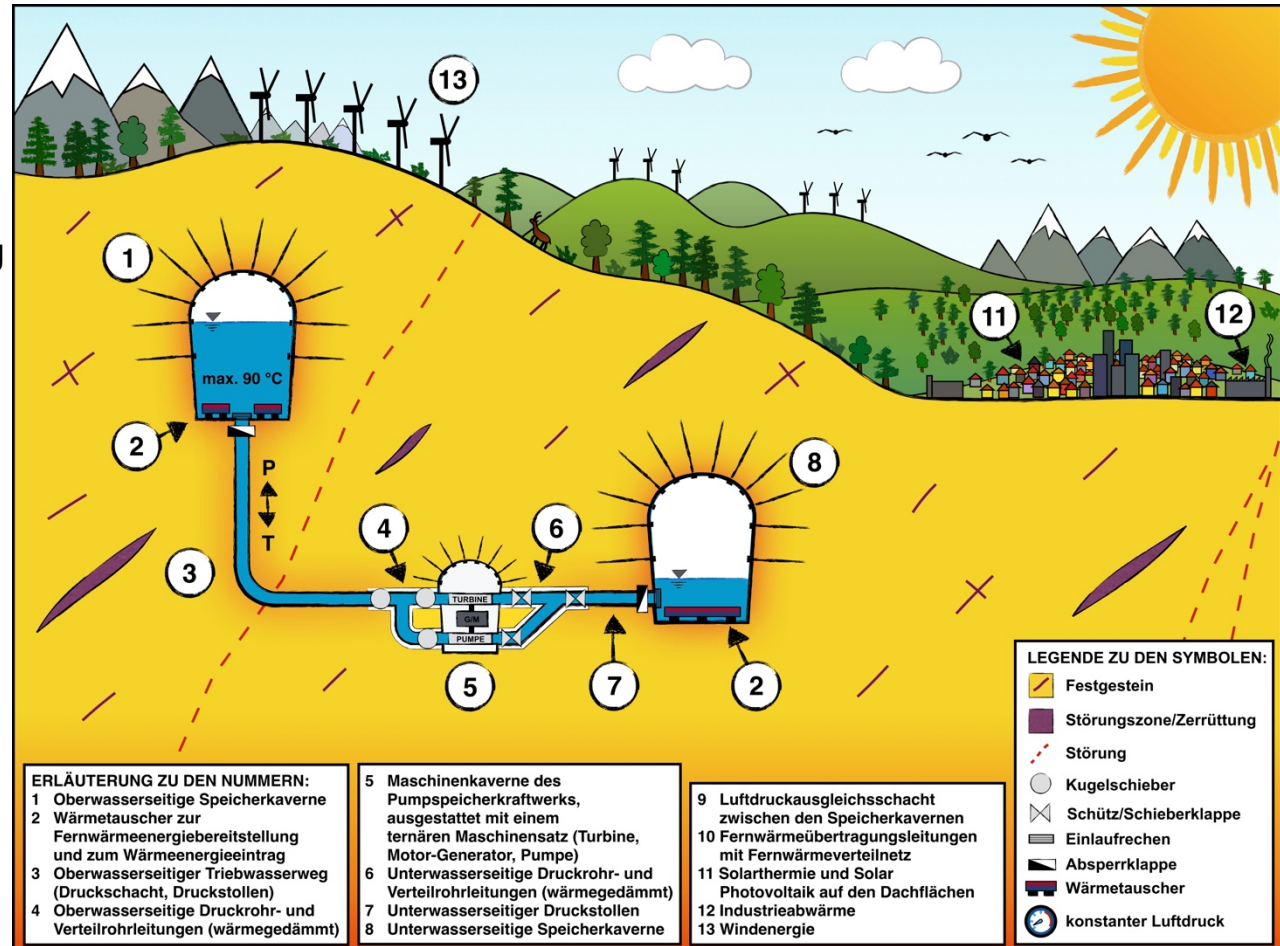
Hybrides Kraftwerkskonzept

- Pumpspeicherkraftwerk mit **geschlossenem Wasserkreislauf**



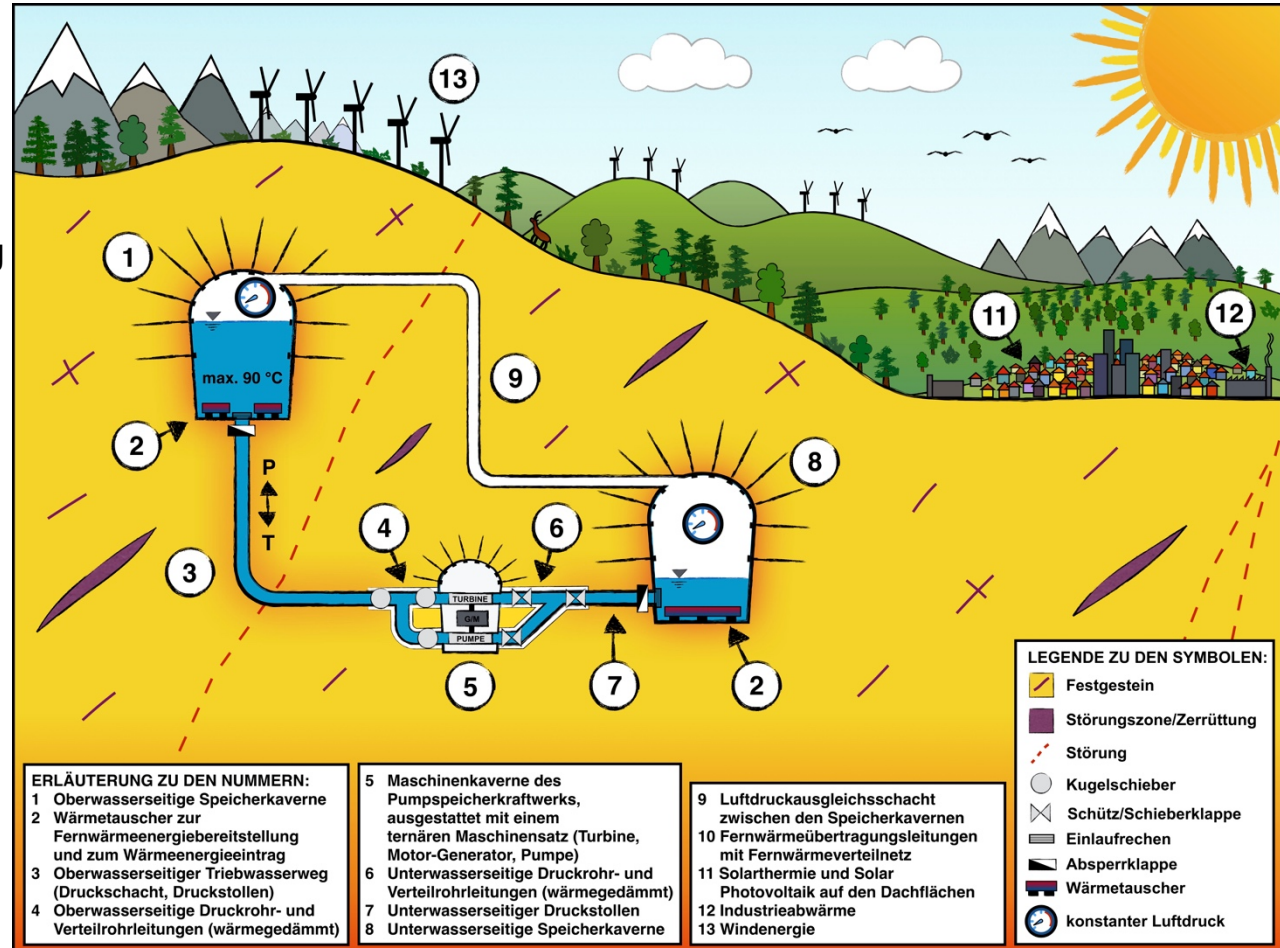
Hybrides Kraftwerkskonzept

- Pumpspeicherkraftwerk mit **geschlossenem Wasserkreislauf**
- **Wärmetauscher** in den Toträumen der Speicher für den Eintrag und die Nutzung **thermischer Energie**



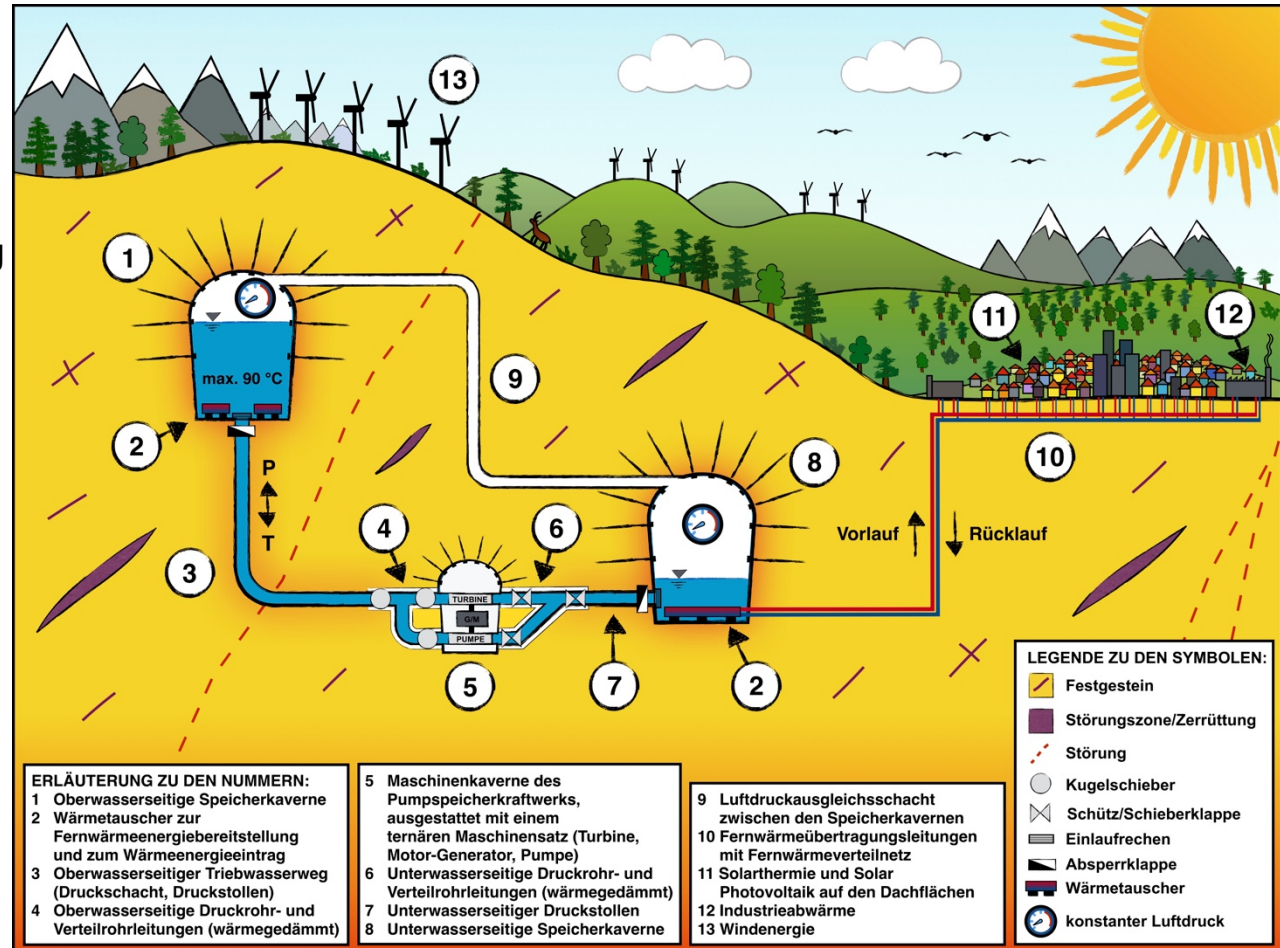
Hybrides Kraftwerkskonzept

- Pumpspeicherkraftwerk mit **geschlossenem Wasserkreislauf**
- **Wärmetauscher** in den Toträumen der Speicher für den Eintrag und die Nutzung **thermischer Energie**
- **Geschlossener Luftkreislauf:** Reduktion thermischer Energieverluste, gleichbleibende Kraftwerksbedingungen

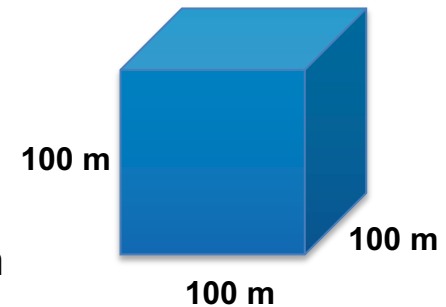


Hybrides Kraftwerkskonzept

- Pumpspeicherkraftwerk mit **geschlossenem Wasserkreislauf**
- **Wärmetauscher** in den Toträumen der Speicher für den Eintrag und die Nutzung **thermischer Energie**
- **Geschlossener Luftkreislauf:** Reduktion thermischer Energieverluste, gleichbleibende Kraftwerksbedingungen
- **Fernwärmeübertragungsleitungen** in urbane Gebiete und Städte



Beispiel - Gegenüberstellung



- **Pumpspeicher, Referenzprojekt:** 1.000.000 m³ Nutzinhalt
Fall- bzw. Förderhöhe: 600 m
- **Randbedingungen:**
 - Vollkommene Umwälzung des Speicherinhalts jeden zweiten Tag über ein Jahr
 - Spezifische umgesetzte Wärmeenergie des Wärmeenergiespeichers Big Solar Graz:
129 kWh/m³
- **Elektrische Energie:** 298.000 MWh/a
bedarfsgerechte Stromversorgung von 85.100 Haushalten
- **Thermische Energie:** 129.000 MWh/a
bedarfsgerechte Wärmeenergieversorgung von 12.900 Haushalten
- **+ 43 % an zusätzlicher Speicherarbeit** durch die zusätzliche Wärmeenergiespeicherung gegenüber dem konventionellen Pumpspeichern

Unterirdische Heißwasserpumpspeicher – Auswirkungen

- Baugeschwindigkeit
- Unterirdische Speicher
- Speichergröße
- Speicherleistung
- Gleichzeitige Speicherung
- Kühlung
- Kapital
- Energie
- Betrieb



ute

lichkeit,

r der

ialt

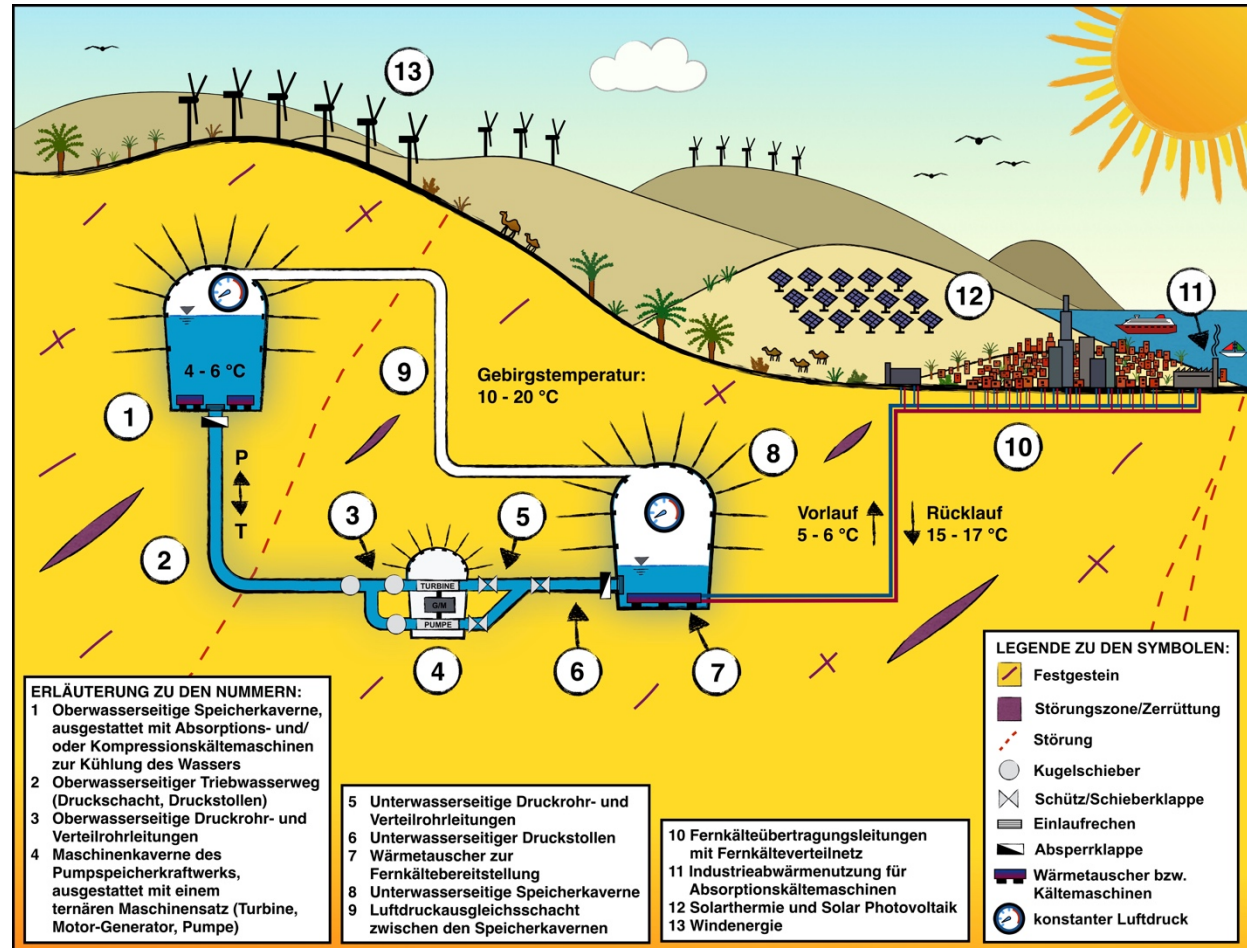
ng des

r

me- und

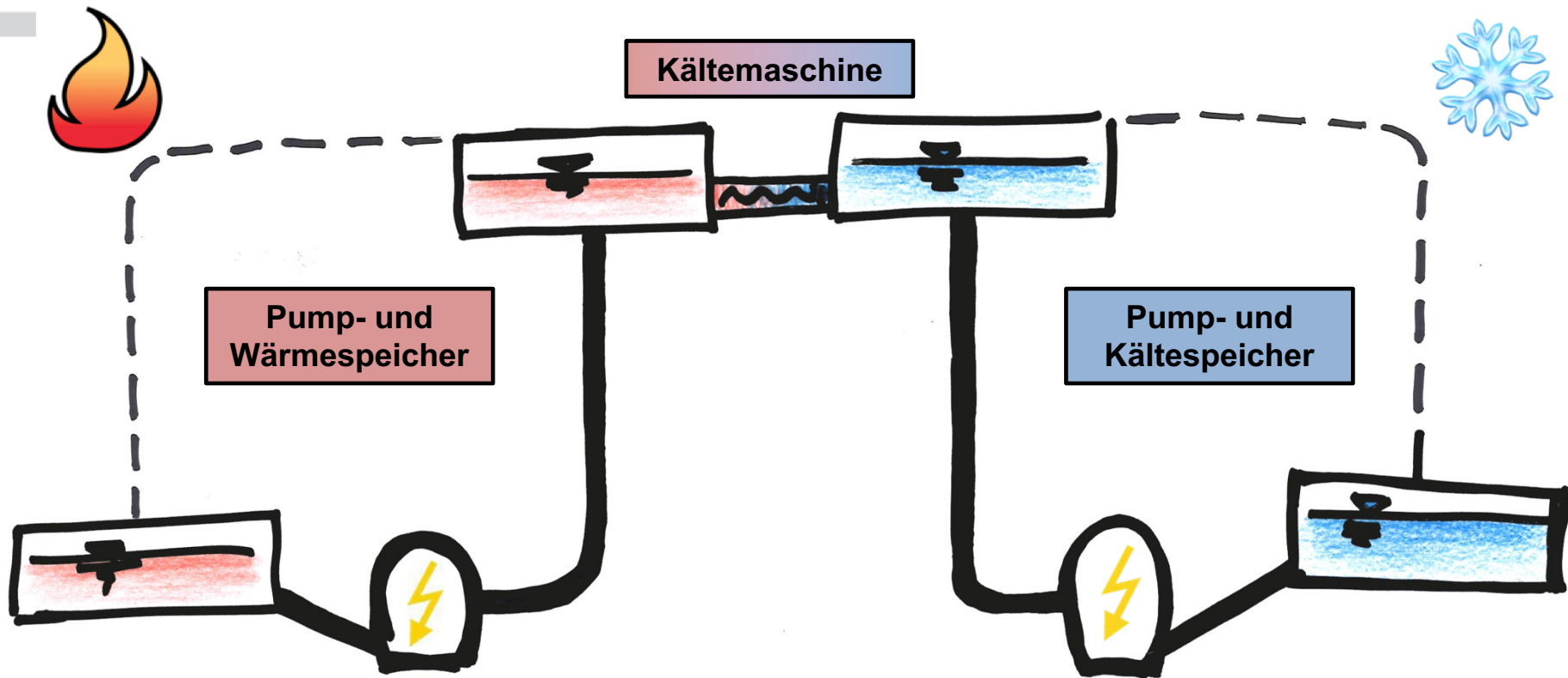
Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick

- **Pumpspeicher** kombiniert mit **Kältespeicher** für Klimazonen mit hohem Kältebedarf für die Raumkühlung
- **Gekoppelt mit Fernkälteübertragungsleitungen**
- **Kühlung des Betriebswassers** soll insbesondere mit **Absorptionskältemaschinen** erfolgen



Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick

Kombinierter Pump-, Wärme- und Kältespeicher



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

