

# Energiegewinnung aus dem Bodensee

## Erläuterungen zum Potential

**Alfred Wüest**  
**Eawag und EPFL**

**eawag**  
aquatic research ooo

**Informationsanlass AfU Kanton Thurgau**  
**5 November 2019, Kantonsschule Romanshorn**

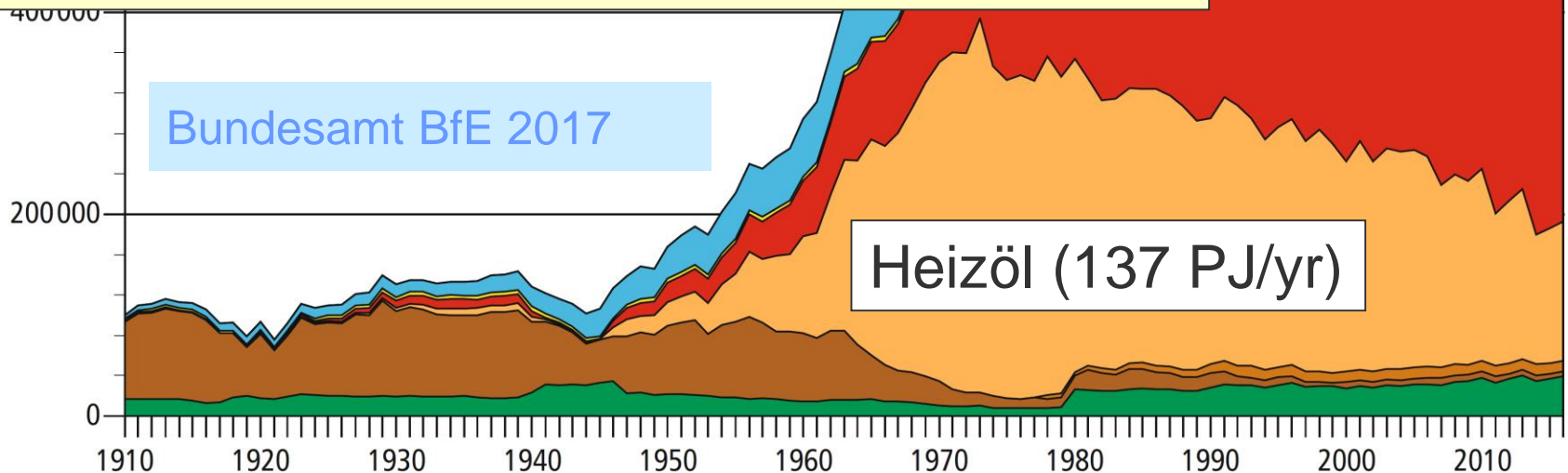
# Wärme / Energie Schweiz heute

Wärmeverbrauch CH

~250 PJ / Jahr

~1 kW / Person

$\Delta T = -1.5 \text{ }^\circ\text{C}$  Wasser-Abfluss CH



# Wärme aus Wasser – über den Daumen

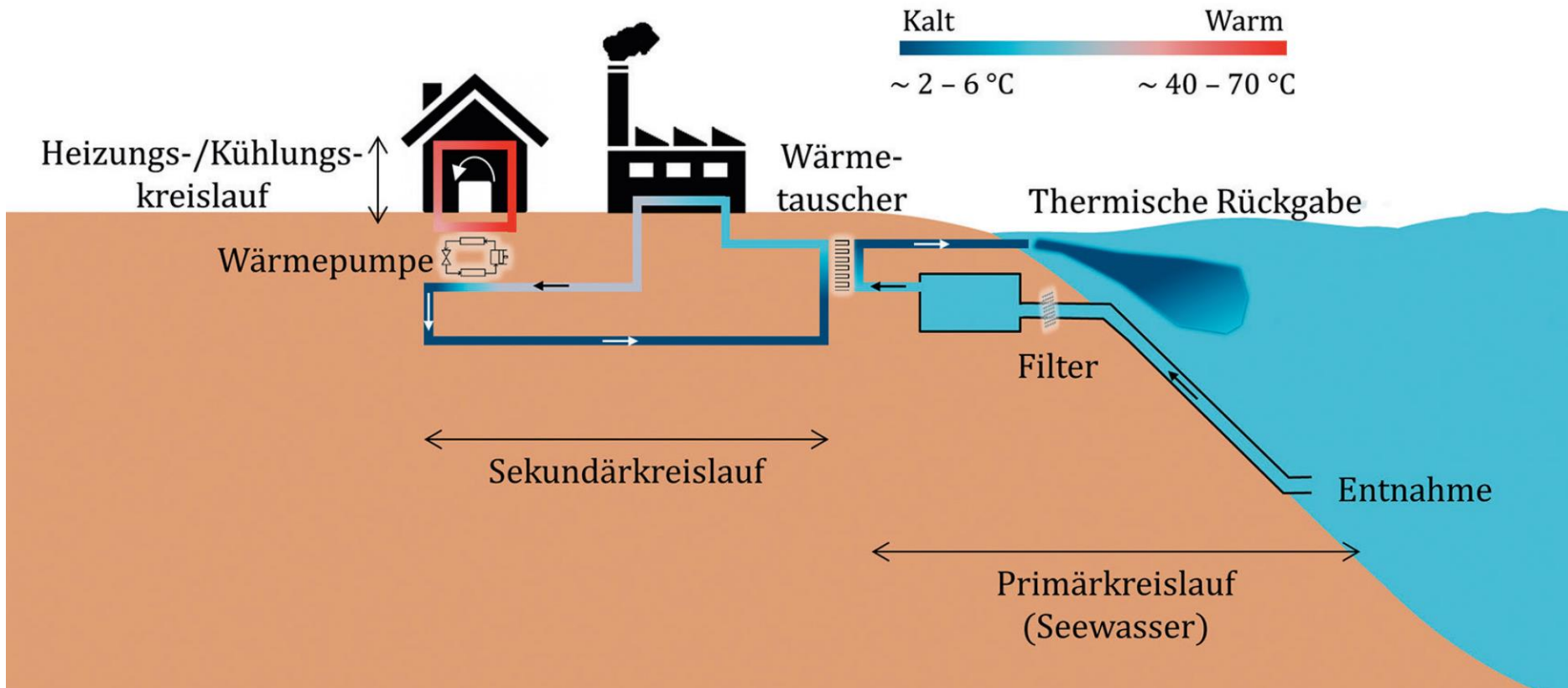


**Wasserwärme = 2 MW  
plus Stromenergie für WP**

**→ Nutzwärme = 2.7 MW**

**→ gut für ~2000 Personen**

# Wärme aus Seen – Konzept



Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potential der Schweizer Oberflächengewässer. Aqua & Gas - **98**(2): 26 - 33

# Wärmeverbund St. Moritz Energie



**Wärmeentnahme: 2.8 + 3.2 GWh**

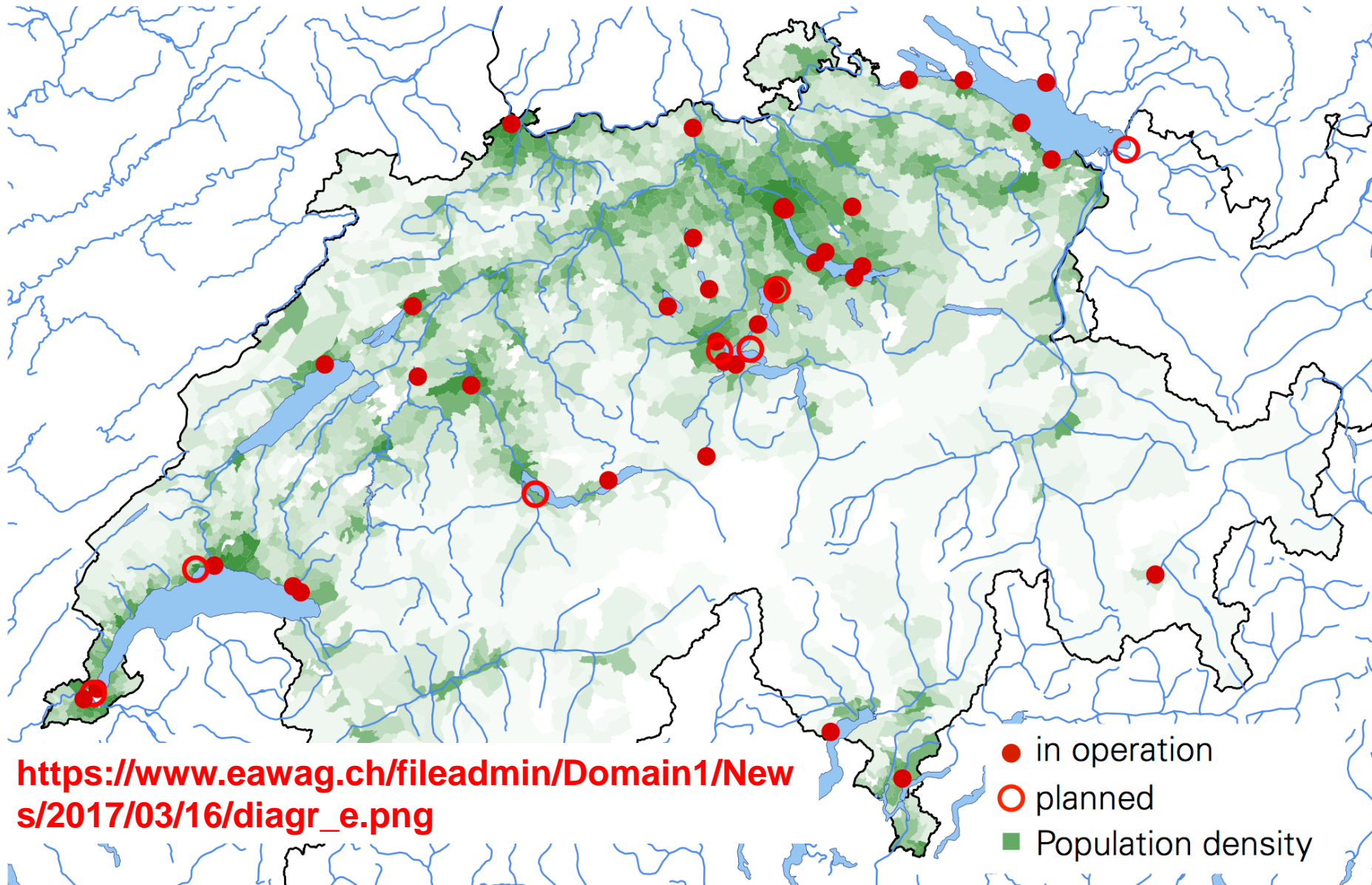
**Seevolumen: 20 Mio m<sup>3</sup>**

**Durchfluss: 182 Mio m<sup>3</sup>/J**

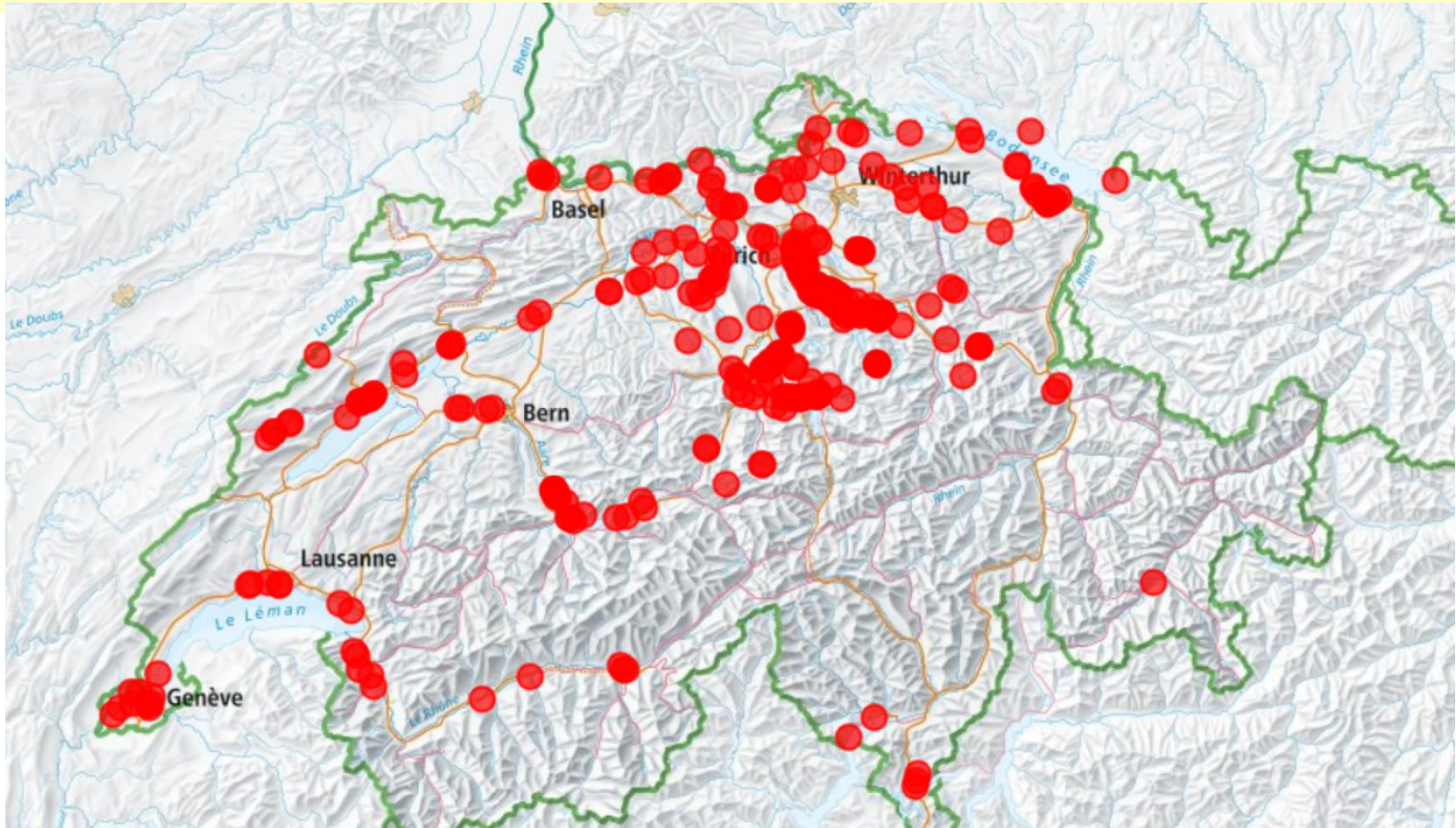
**Abkühlung: 0.03 – 0.26 °C**



# Wärmeentnahmen aus Schweizer Seen



# Aktuelle Wärmennutzungen Schweiz

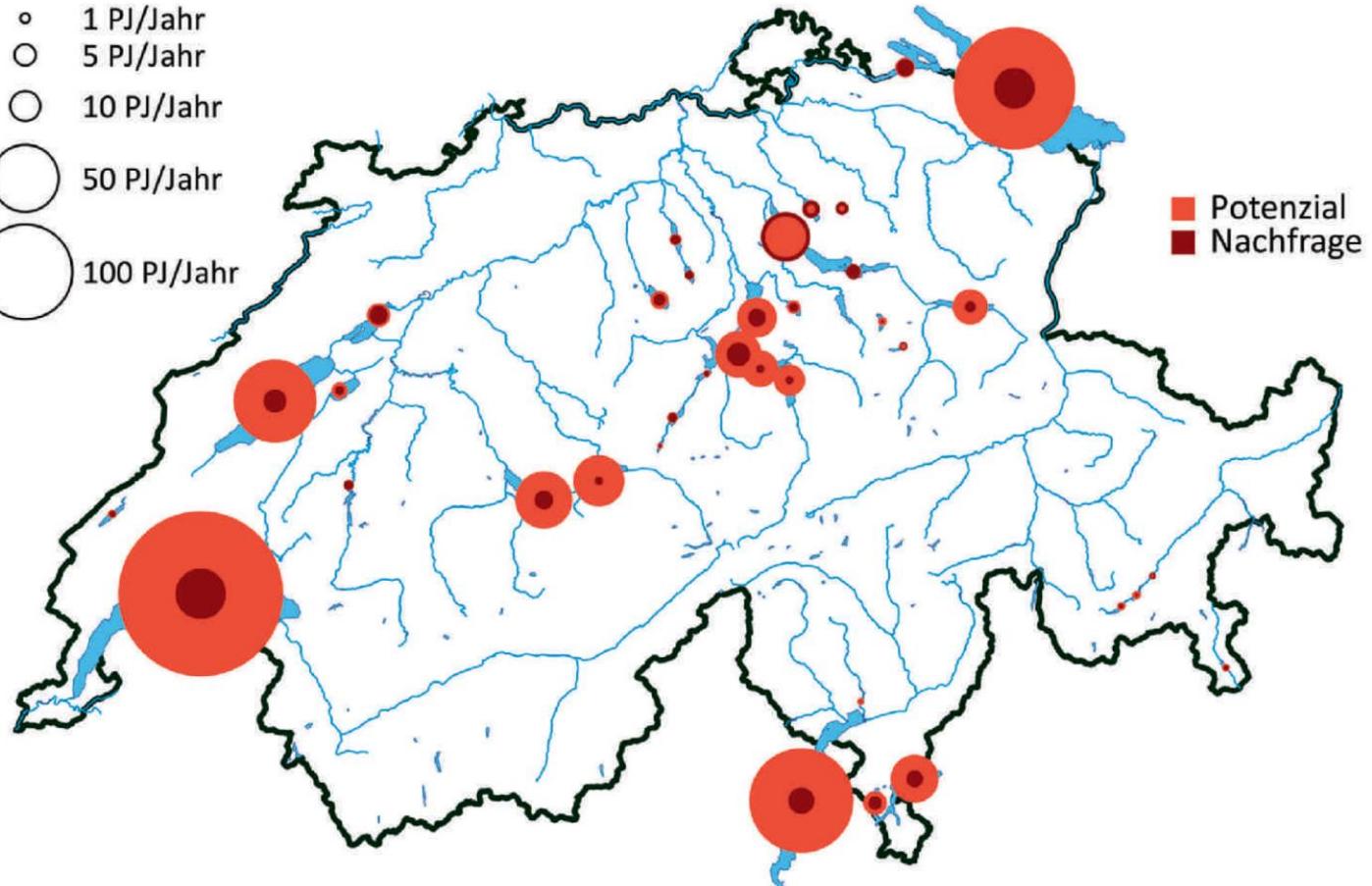
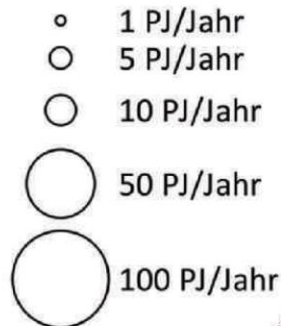


Karte bestehender Anlagen in CH

<https://thermdis.eawag.ch/de/map-installations>

# Potential unserer Seen für Wärmeentnahme (rot) im Vergleich zur lokalen Nachfrage (dunkel-r) (Werte proportional zur Kreisgrösse)

## Wärme

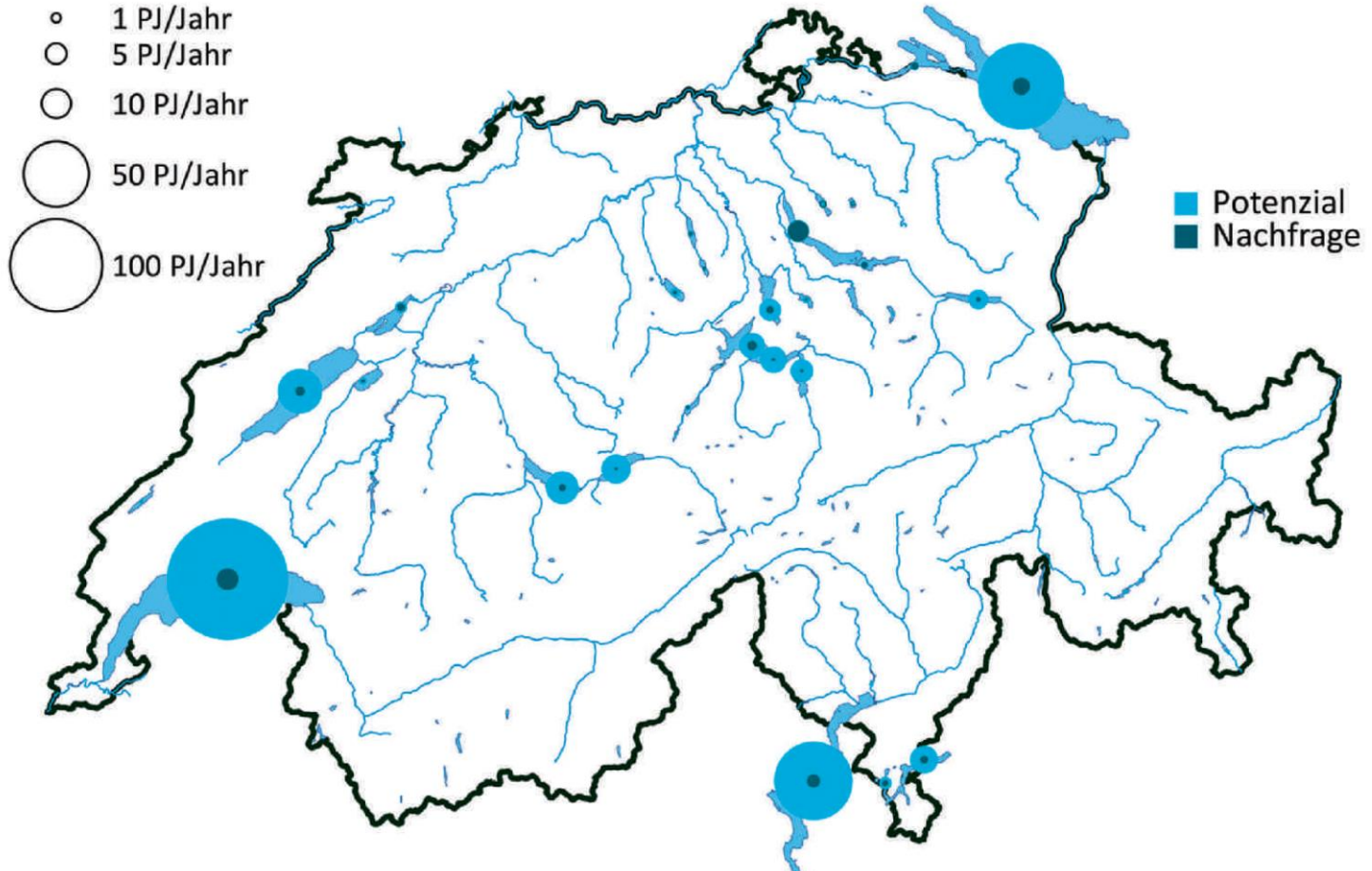
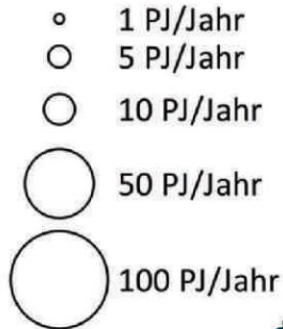


Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potential der Schweizer  
Oberflächengewässer. Aqua & Gas 98(2): 26 - 33. 2018



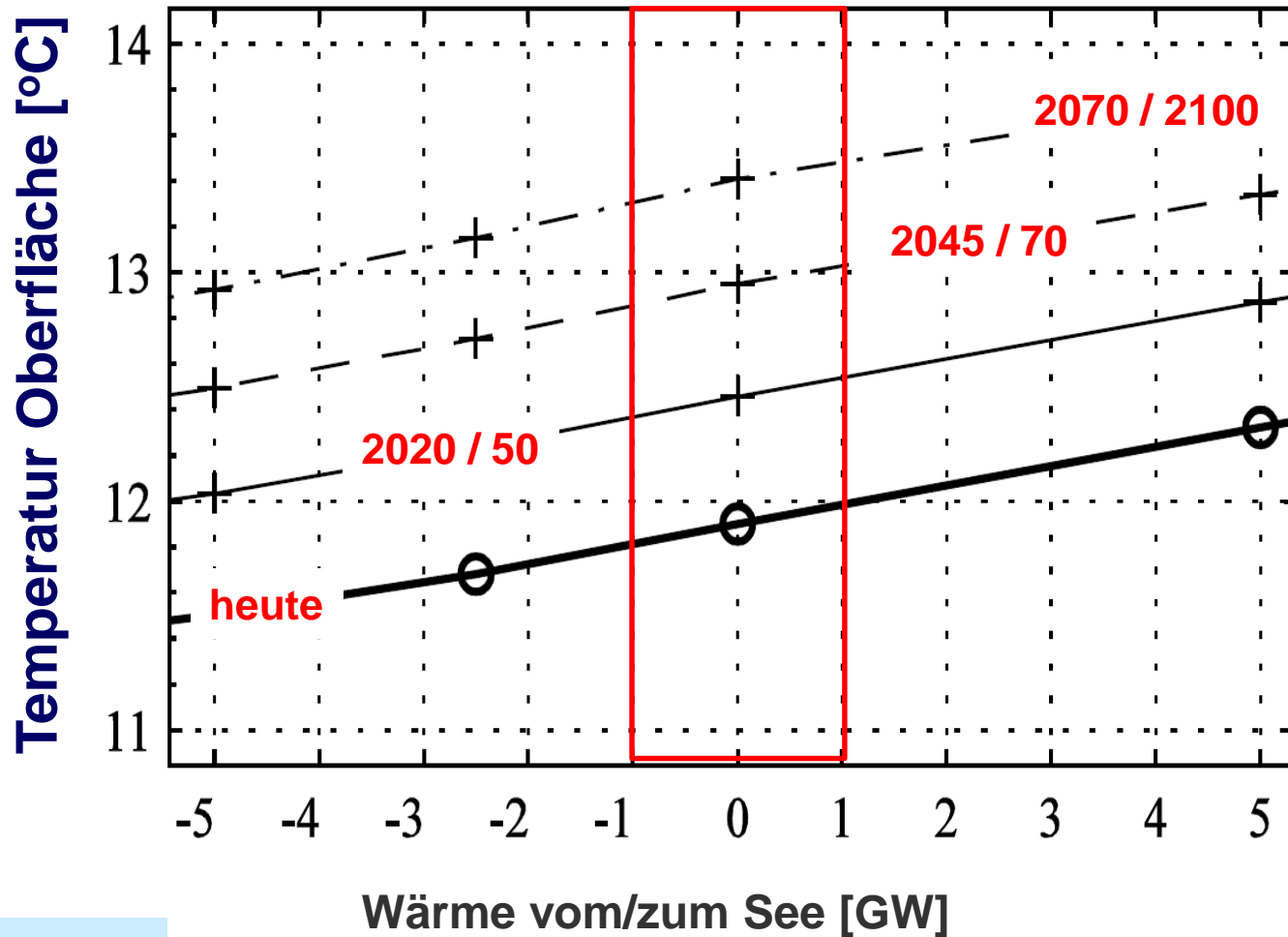
# Potential unserer Seen für Kälteentnahme (blau) im Vergleich zur lokalen Nachfrage (schwarz) (Werte proportional zur Kreisgrösse)

## Kälte



Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potential der Schweizer  
Oberflächengewässer. Aqua & Gas - 98(2): 26 - 33. 2018

# Erwärmung Bodensee - Vergleich Klimaentwicklung



# Auswirkungen

## für 1 GW Wärme Bodensee

- Temperaturen Oberfläche  $\Delta T_{\text{See}} < 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$
- Dauer Sommerschichtung  $\Delta < \text{wenige Tage}$
- Stärke Sommerschichtung  $\Delta = \text{wenige } \%$
- Effekt Tiefenmischung Winter  $\Delta = \text{minim}$
- $\Delta T_{\text{See}} \ll \text{im Vergleich zum Klima}$

# Mehrere verantwortliche Behörden

## Richtlinien sind sinnvoll

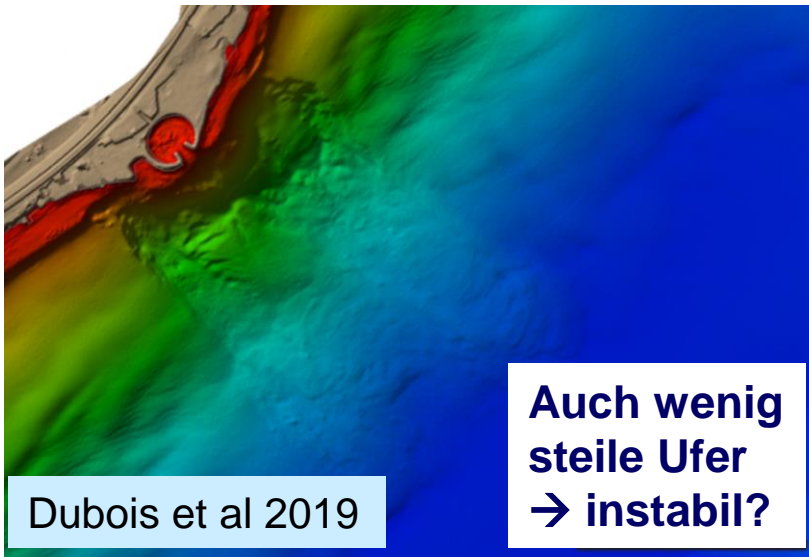


## Bodensee-Richtlinien 2005

(mit Änderung des Kapitels 5 vom 13.05.2014)



# Hindernisse und Grenzen der Nutzung



## Grenzen

$\Delta T$ : Seevolumen und Abfluss  
sehr kalte Perioden

Entnahme- und Rückgabebetiefen (Eis)  
Schutzzonen, andere Nutzungen

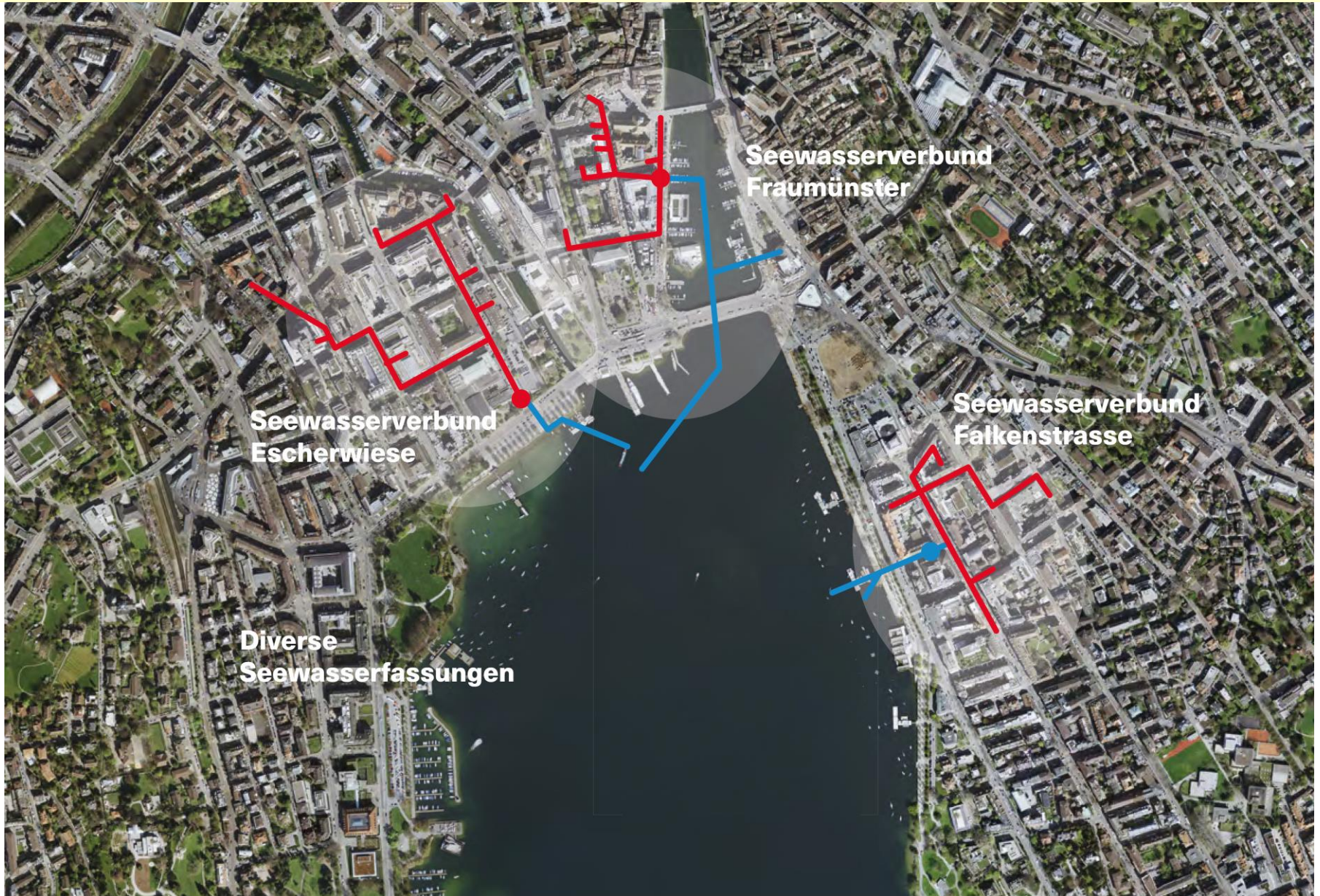
## Hindernisse

T-Schwankungen (Herbststürme)  
Bewuchs/Muscheln/Trübung (Filter)  
Sedimentstabilität und trübe Zuflüsse  
Untiefe Becken

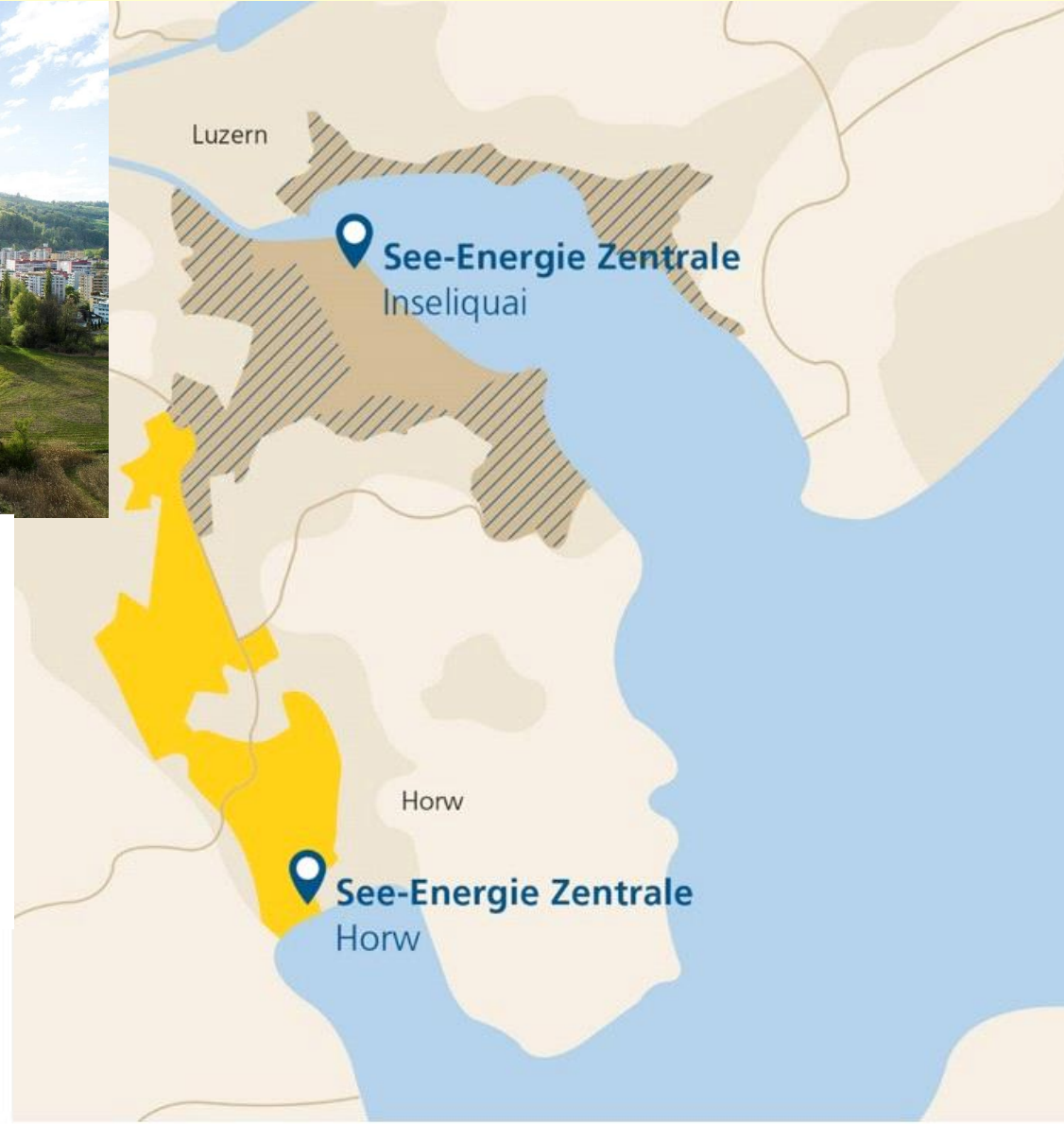
## Optimierung

Nutzung Seeausflüsse (für Kühlung)  
Minimalgrösse von (Kombi)Anlagen  
Bautechnische Abklärungen (GW)




# Mindestgrösse reduziert Anzahl Leitungen



# Beispiel Seenergy Horw-Kriens



- **Ziel: 6800 Whg**
- **Leistung Heizen: 40 GWh/J**
- **Leistung Kühlen: 10 GWh/J**
- **Investition: ~100 Mio CHF**

-  Versorgungsgebiet Horw und Kriens
-  Versorgungsgebiet Luzern
-  Versorgungsgebiet geplant

# Zusammenfassung

- Das **Wärme-Potenzial** von mittleren und grossen Seen und Flüssen >> **als Bedarf**
- **Kleine** Flüsse und **flache** Seen jedoch **ungeeignet**
- Wärmeentzug wirkt **gegen Klima**-Erwärmung
- Seeabflüsse eignen sich besonders für Kühlung
- **Verbunde** reduzieren Leitungen / Eingriffe
- Diverse Faktoren von Fall-zu-Fall relevant
- Existierende Projekte liefern Erfahrung und Hilfe



**Herzlichen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit**

