

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

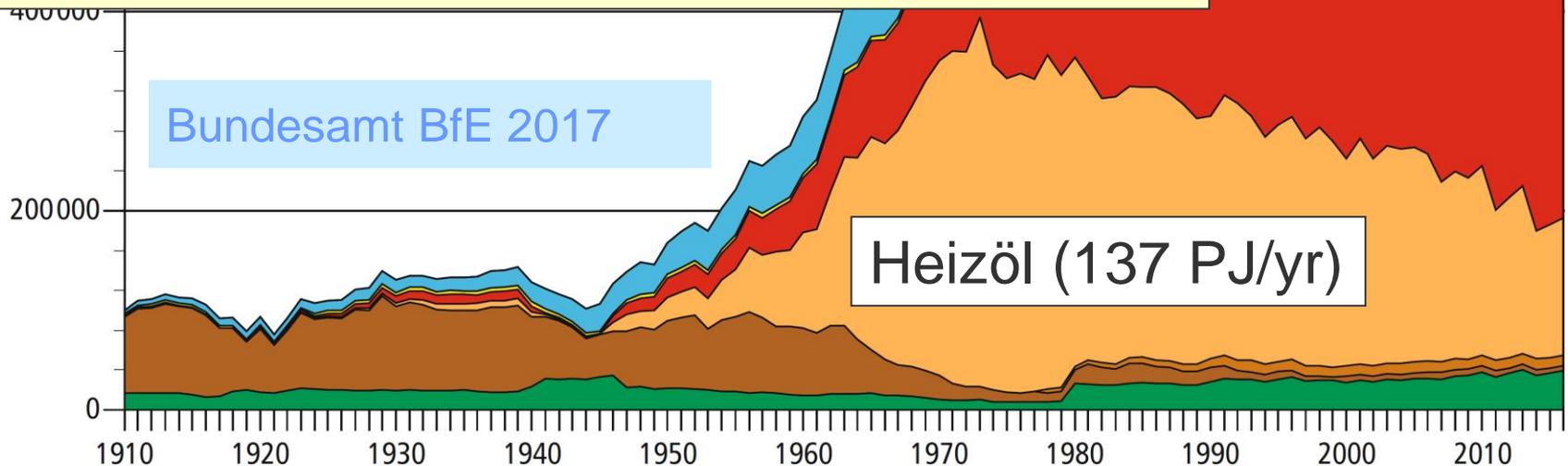
Wärme / Energie Schweiz heute

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

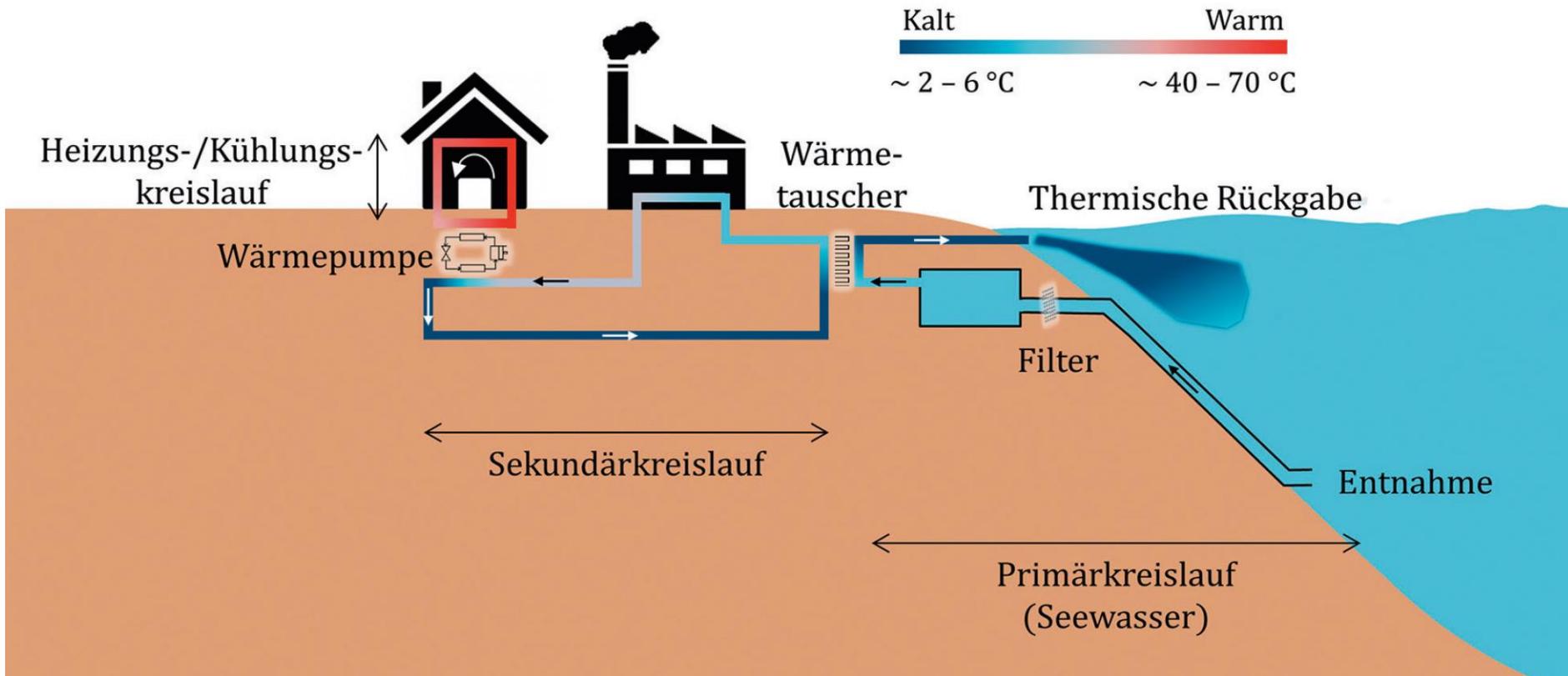


**Wasserwärme = 2 MW
plus Stromenergie für WP**

→ 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

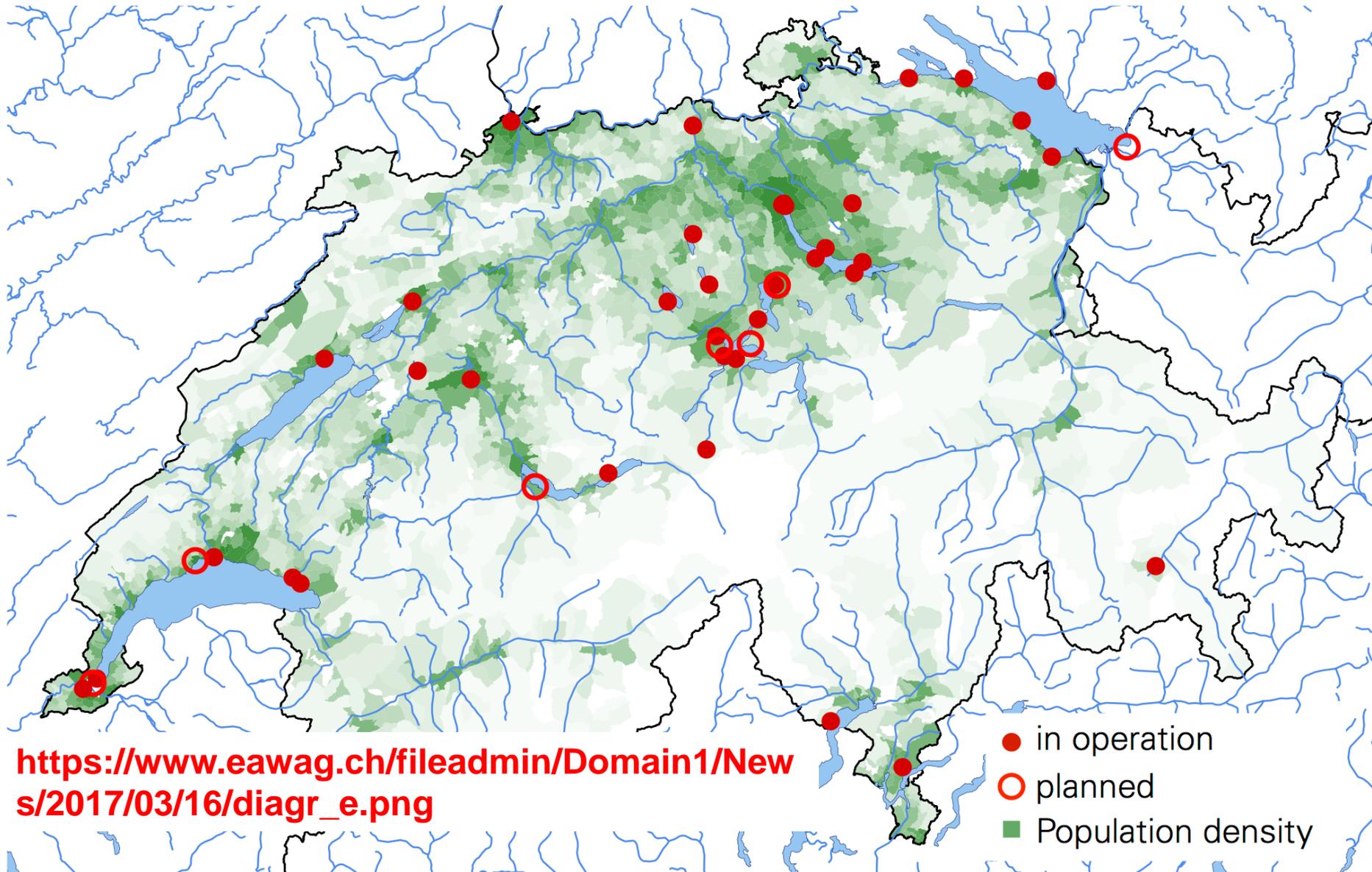
Seevolumen: 20 Mio m³

Durchfluss: 182 Mio m³/J

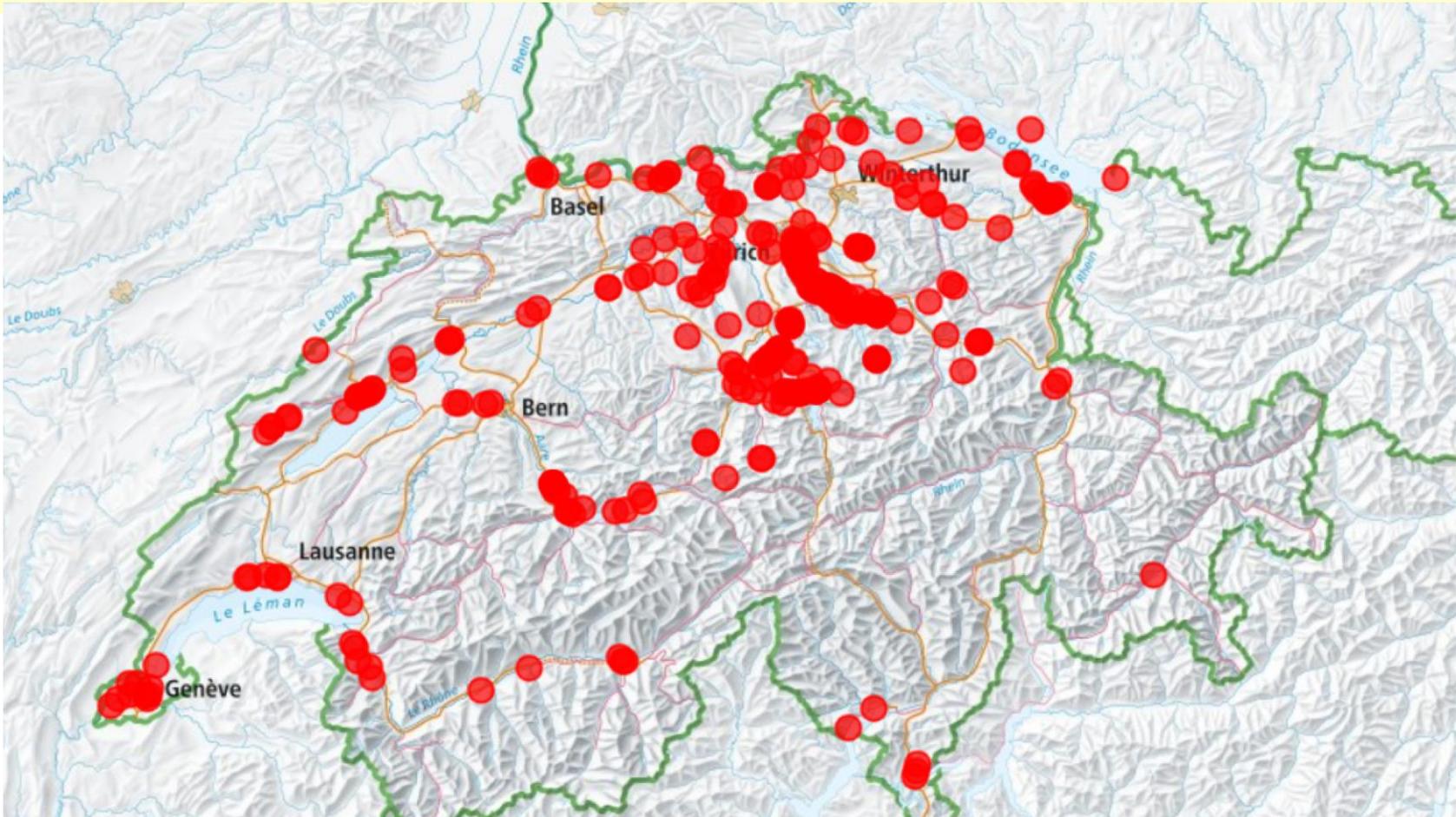
Abkühlung: 0.03 – 0.26 °C



Wärmeentnahmen aus Schweizer Seen



Aktuelle Wärmennutzungen Schweiz

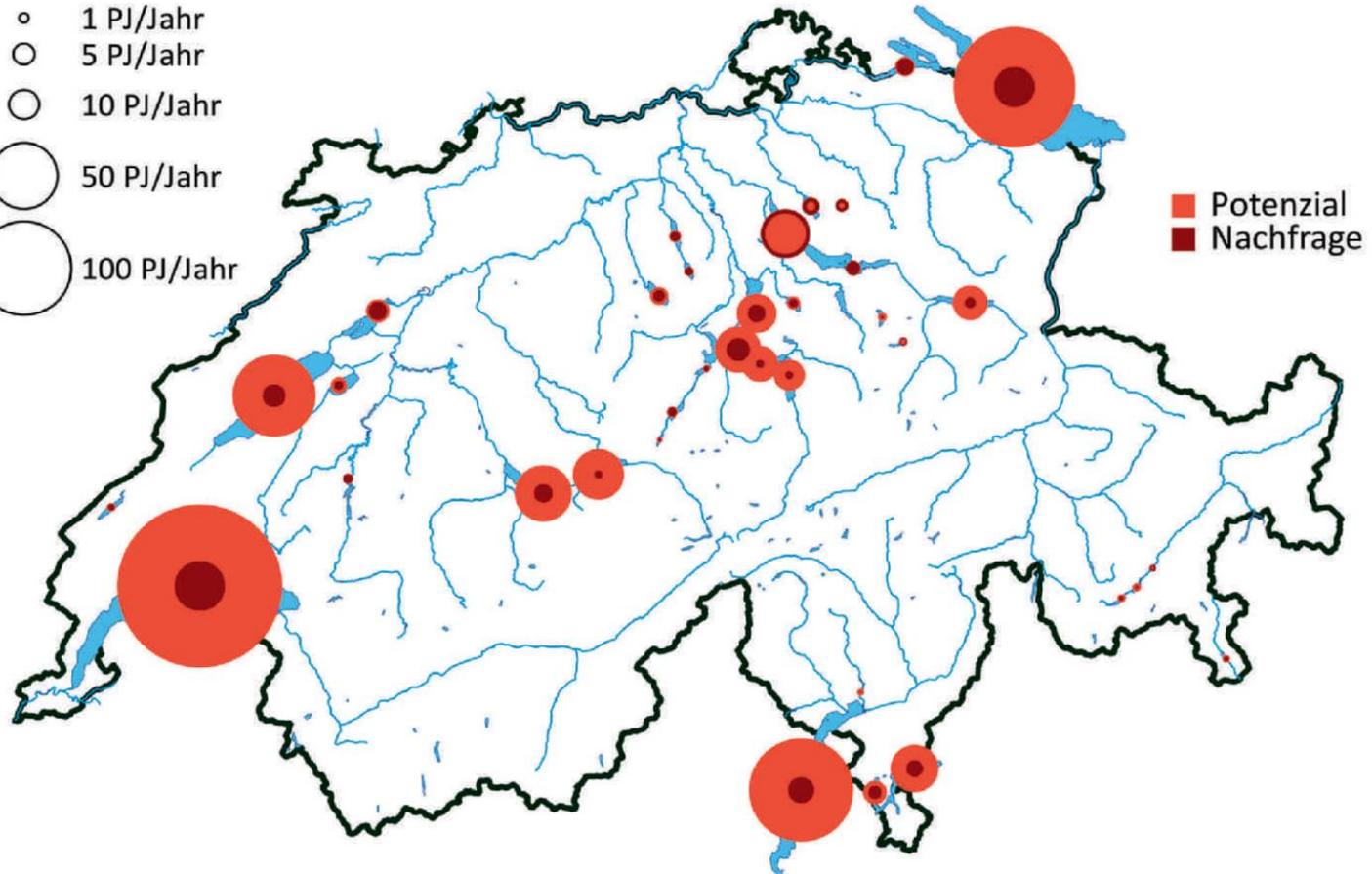
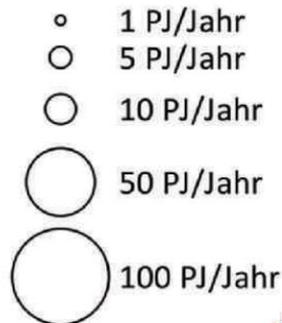


Karte bestehender Anlagen in CH

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

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

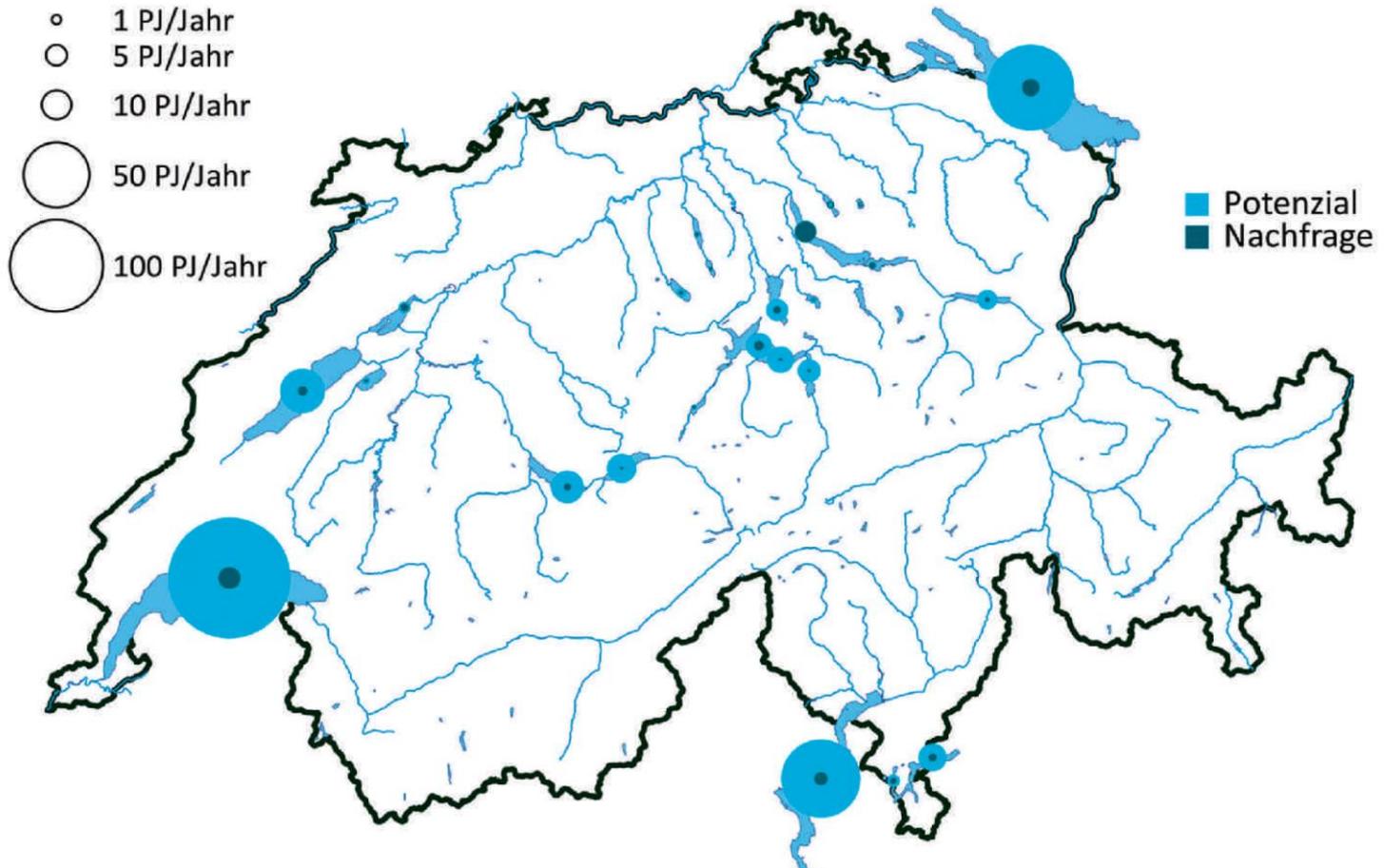
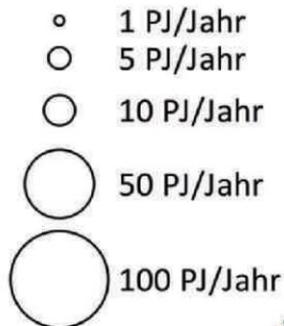
Wärme



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

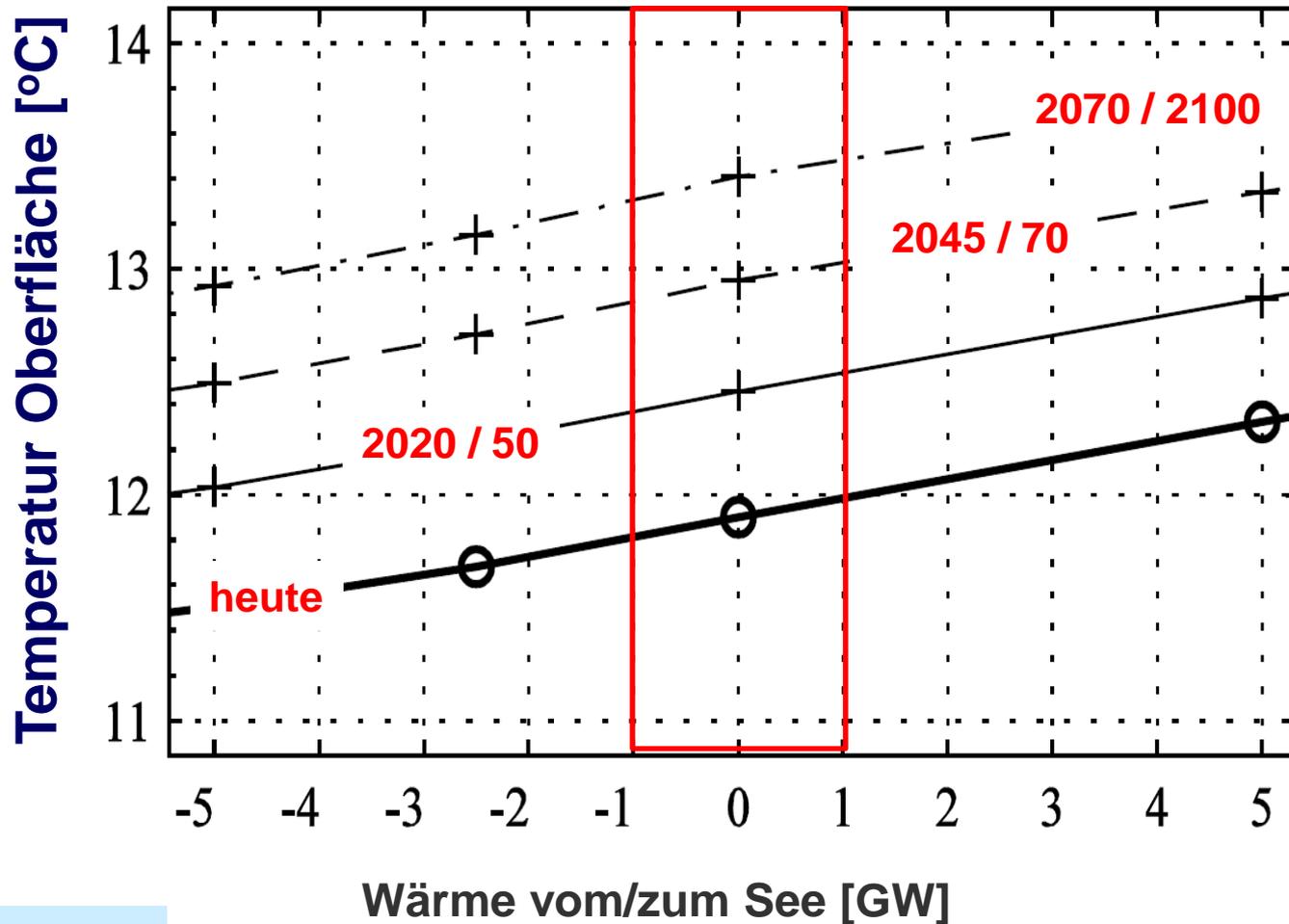
Potential unserer Seen für Kälteentnahme (blau) im Vergleich zur lokalen Nachfrage (schwarz) (Werte proportional zur Kreisgrösse)

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

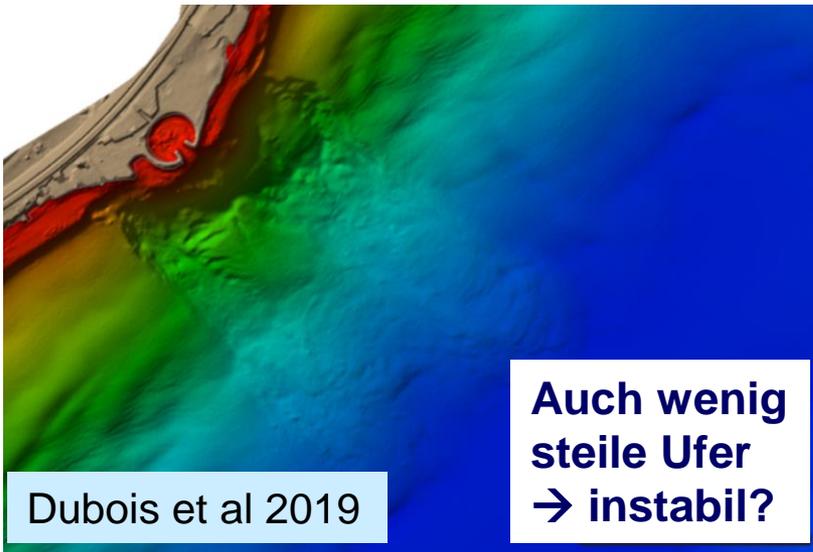


Bodensee-Richtlinien 2005

(mit Änderung des Kapitels 5 vom 13.05.2014)



Hindernisse und Grenzen der Nutzung



Grenzen

ΔT : Seevolumen und Abfluss
sehr kalte Perioden

Entnahme- und Rückgabebetiefen (Eis)
Schutzzonen, andere Nutzungen

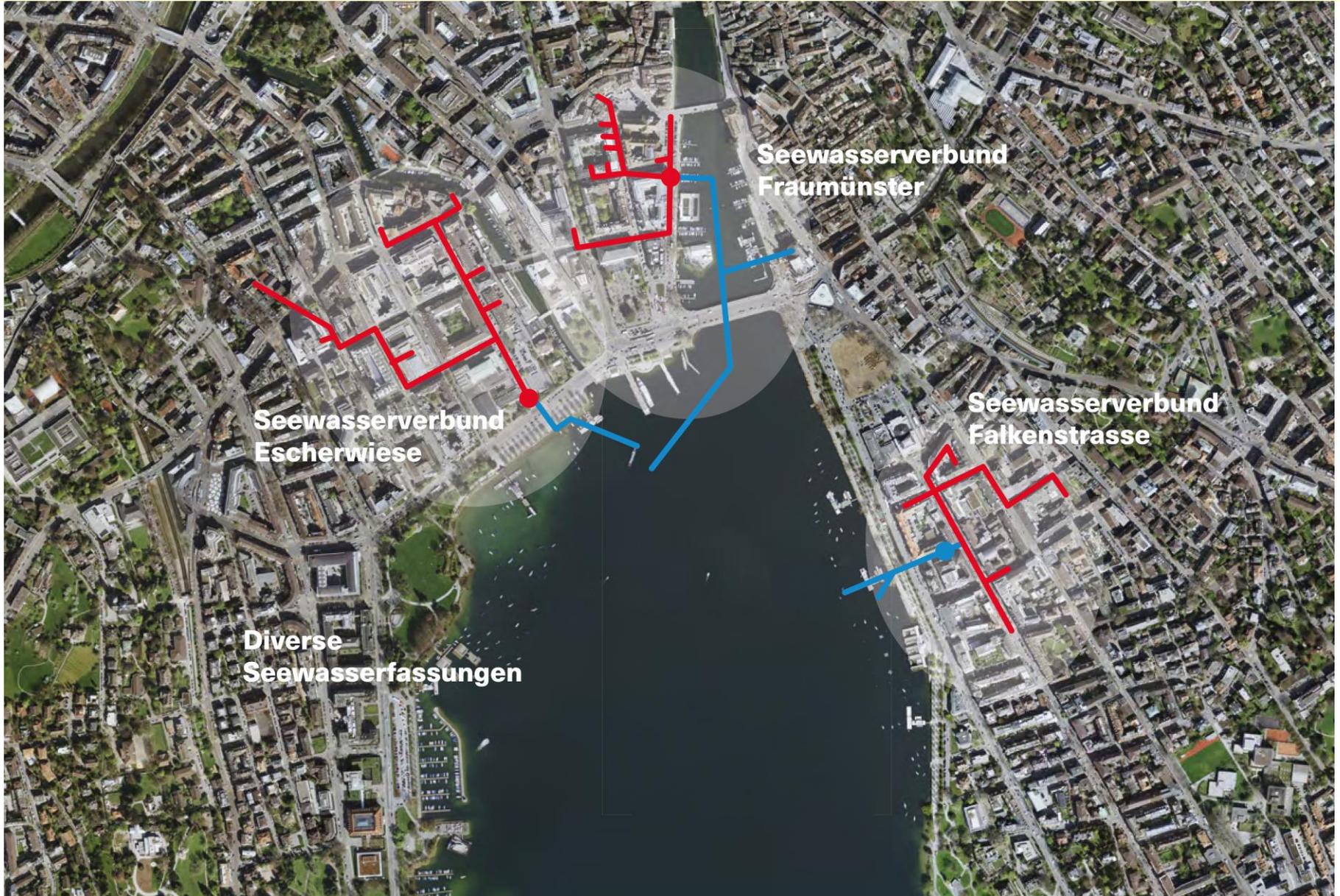
Hindernisse

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

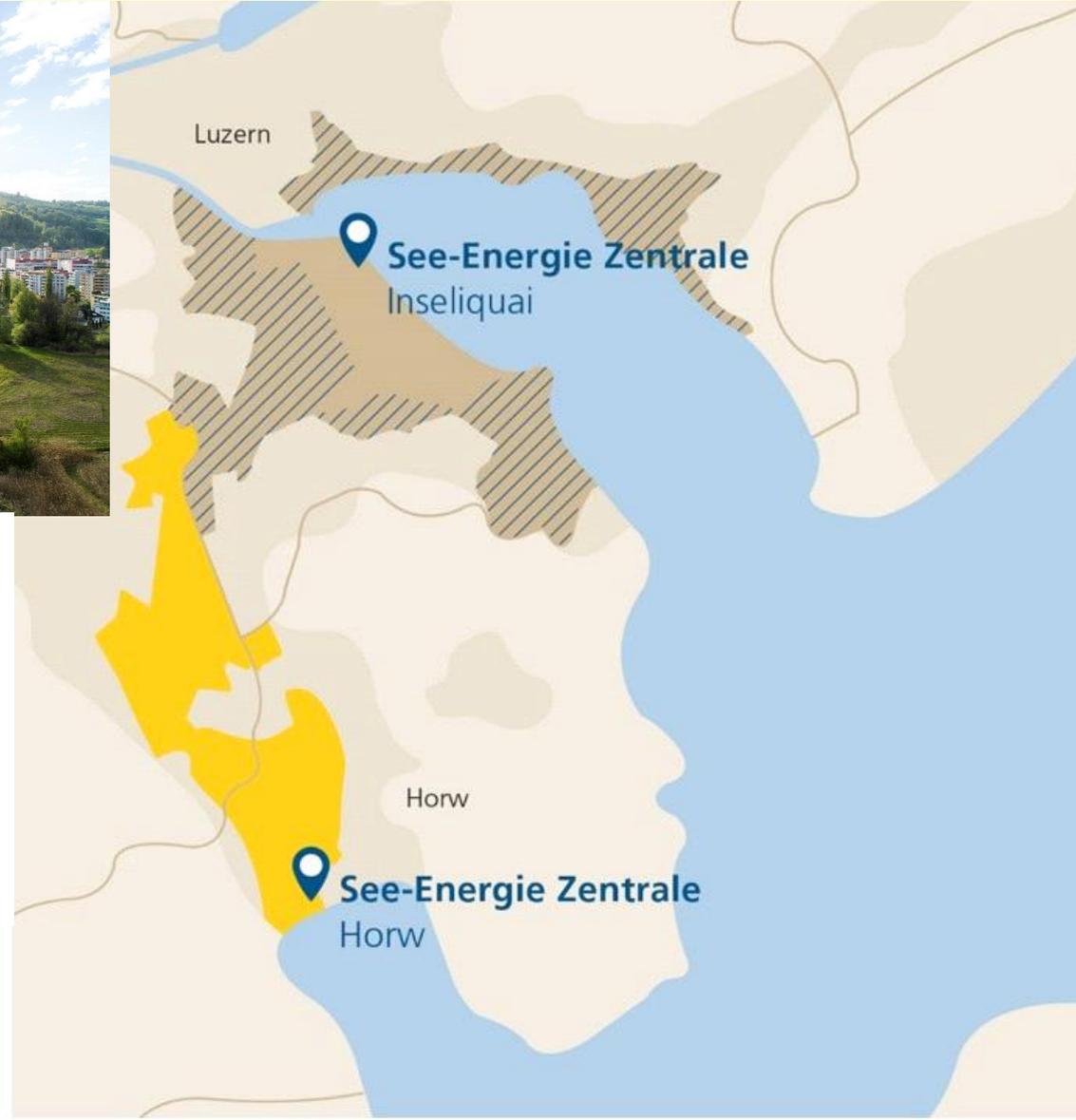
Optimierung

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**

