Eawag:
Das Wasserforschungsinstitut
des ETH-Bereichs

eawag
aquatic research

Wärmenutzung von Seen - Potenziale und Auswirkungen

Martin Schmid, Eawag, Abteilung Oberflächengewässer
Konstanzer Forum Wärmezukunft, 19. November 2021

Eawag
Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereiches

Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF)

Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Rat)

ETH zürich | EPFL | PAUL SCHERRER INSTITUT PSI | Empa Materials Science and Technology | WSL | eawag aquatic research

Technische Hochschulen

Forschungsanstalten

Was macht die Eawag?

Die Eawag forscht rund um das Thema Wasser und Gewässer.

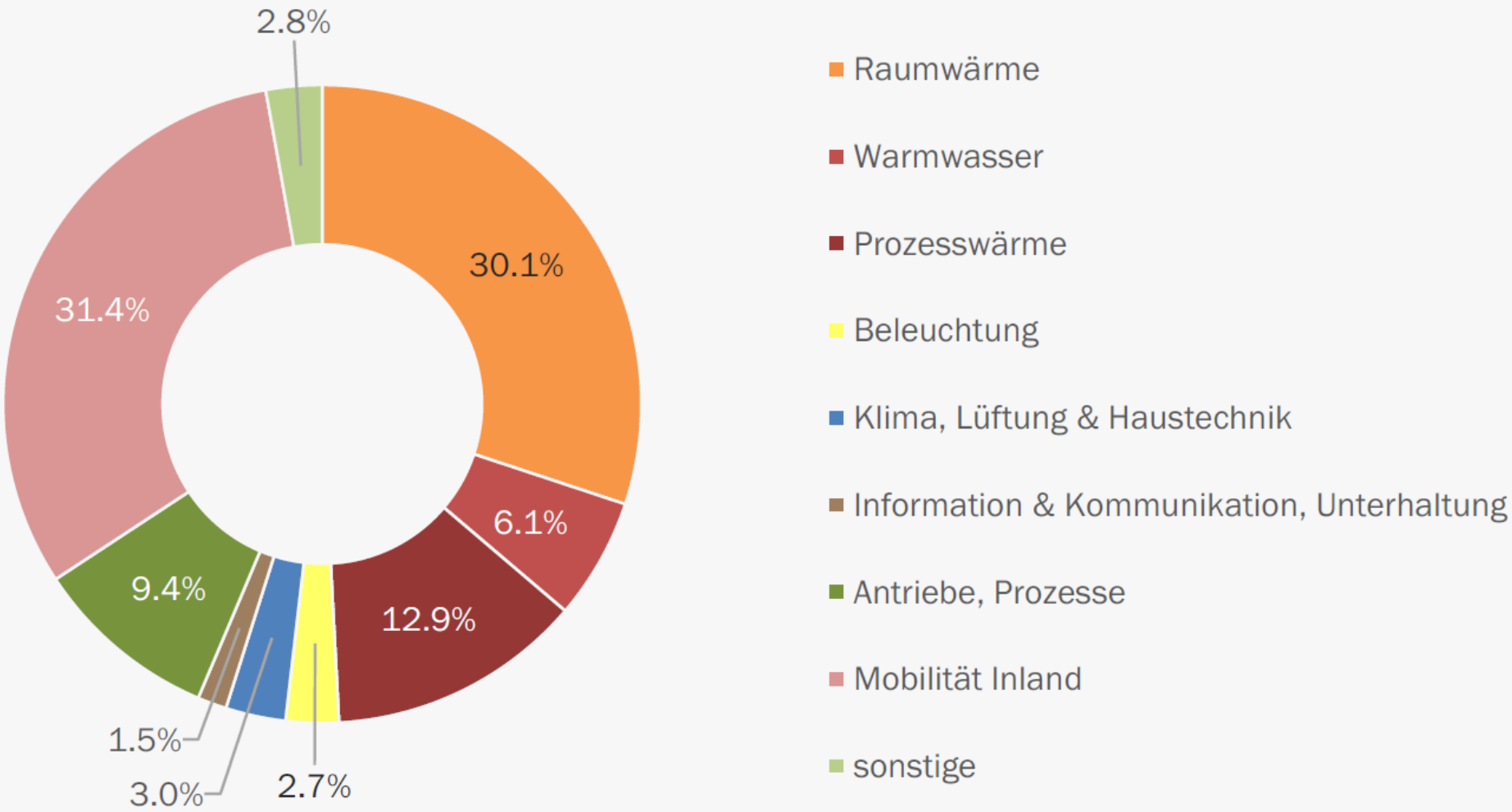
Übergeordnete Tätigkeitsfelder

Wasser für das Wohlergehen des Menschen

Wasser für das Funktionieren der Ökosysteme

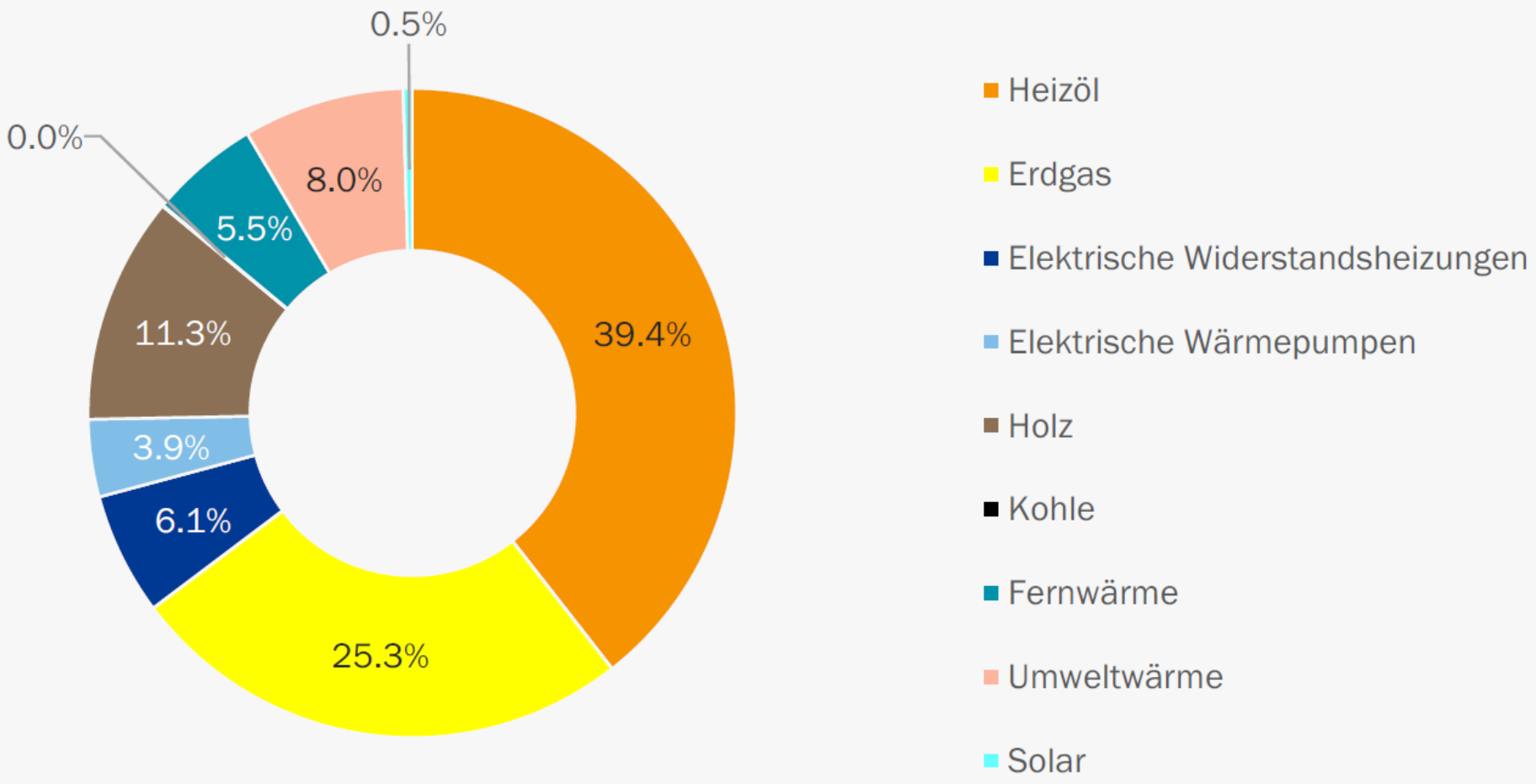
Strategien bei Nutzungskonflikten zwischen Mensch und Ökosystem

Energieverbrauch in der Schweiz



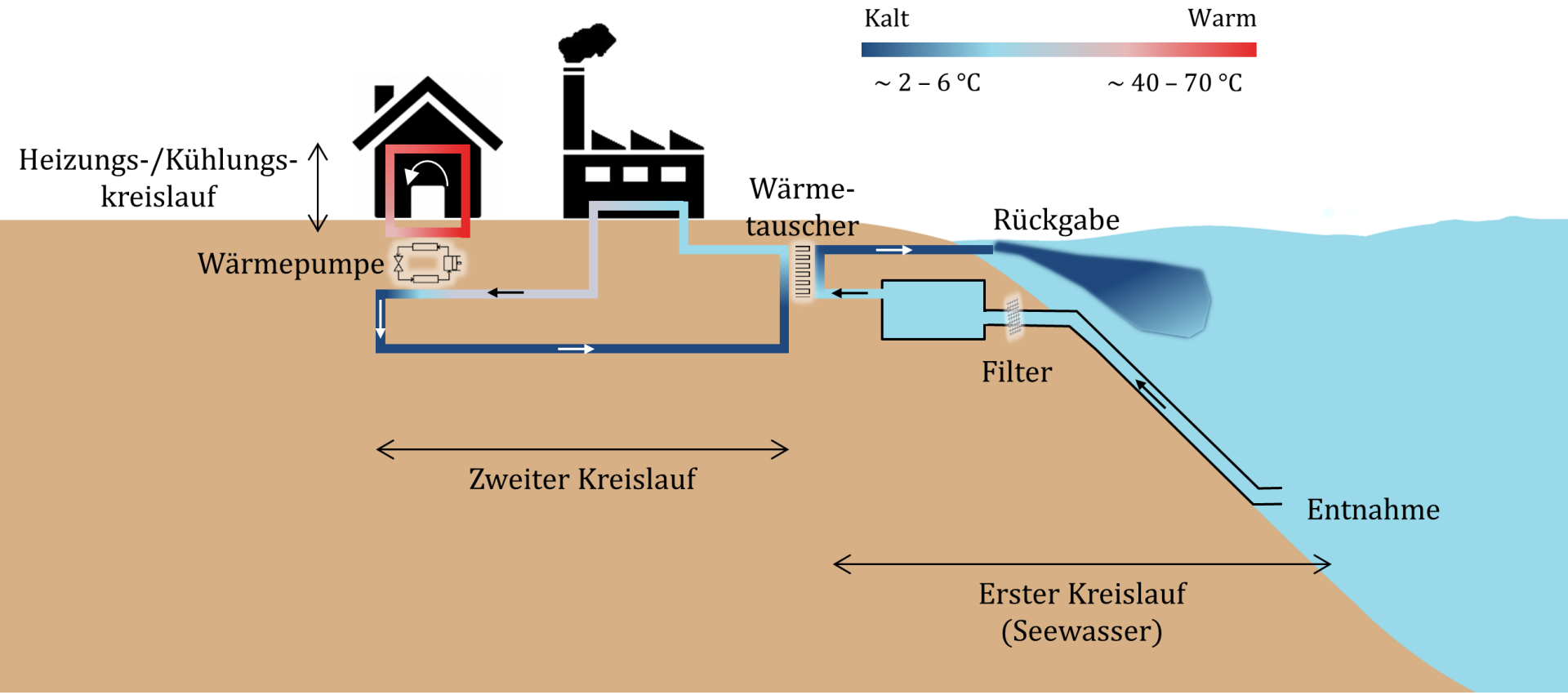
Quelle: Prognos, TEP, Infras 2020

Energiequellen für Raumwärme in privaten Haushalten



Quelle: Prognos 2020

Wärmenutzung von Oberflächengewässern



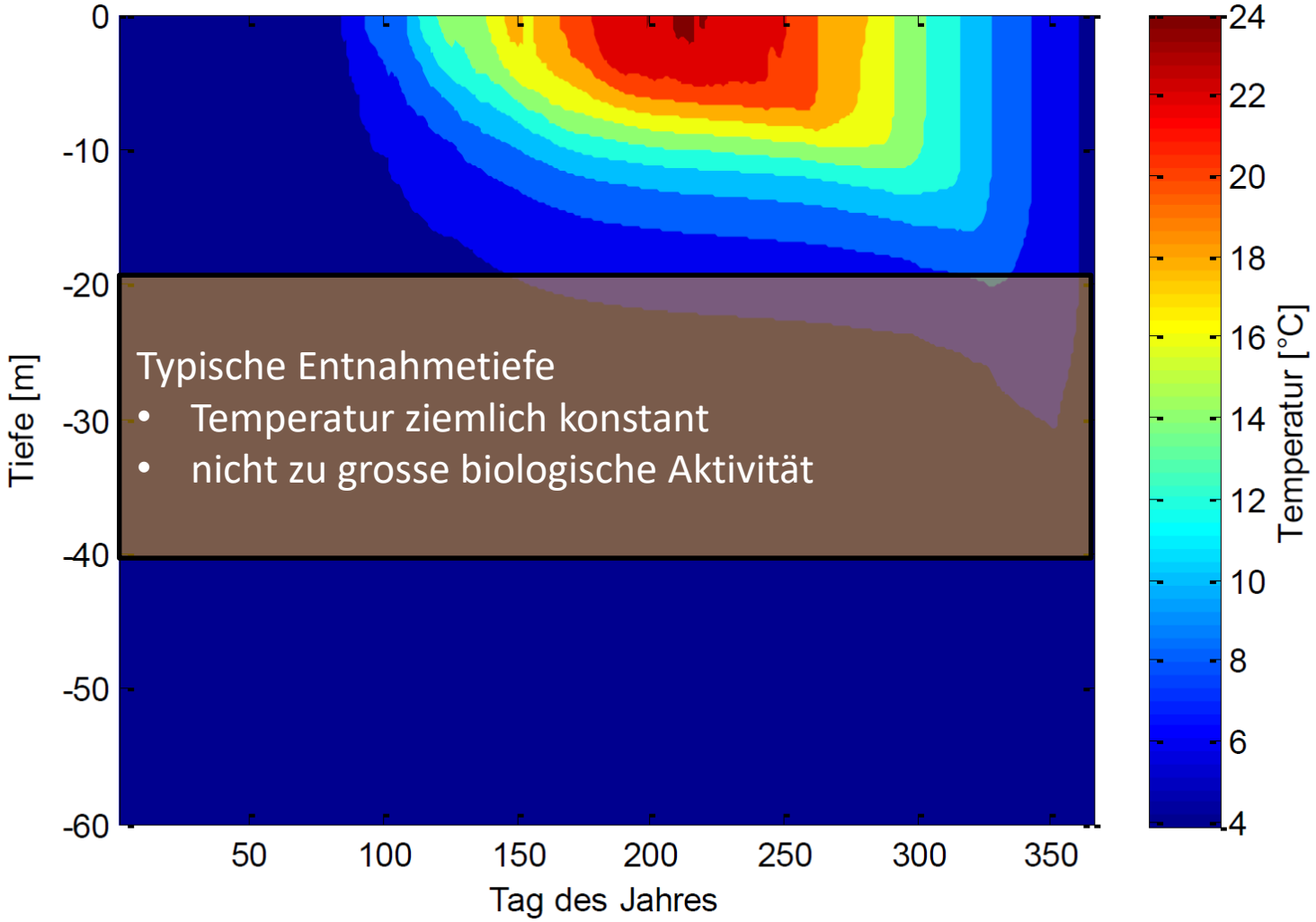
Vorteile

- lokale Energiequelle
- erneuerbare Energie
- bei grösseren Gewässern grosse Energiemengen

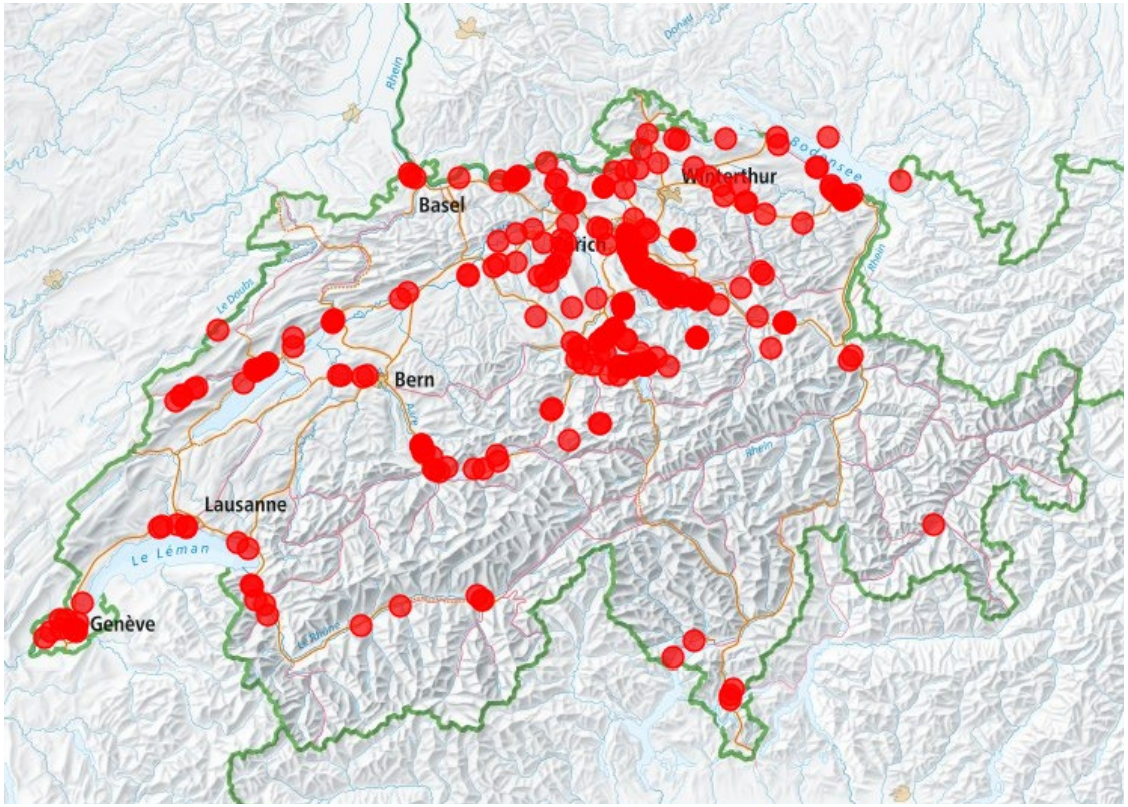
Nachteile

- Auswirkungen auf Gewässer?
- hohe Investitionskosten

Nutzung von Seen als Wärme oder Kältequelle



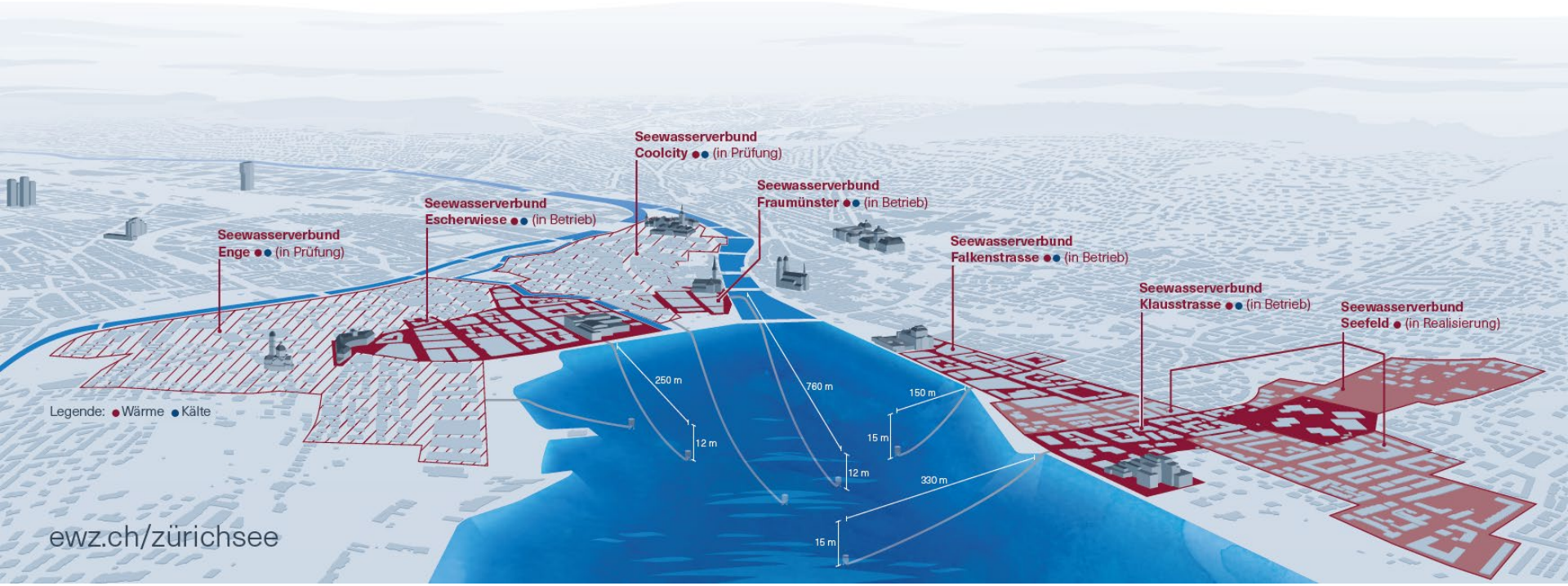
Wärmenutzung der Gewässer in der Schweiz



- Einige grosse Nutzer: Kernkraftwerke
- Mehrere mittelgrosse Nutzer: Kehrichtverbrennungsanlagen, Industrien, Rechenzentren, Stadtnetze
- Zahlreiche kleine Nutzer: Hotels, Spitäler, Privat- und Bürogebäude

https://thermdis.eawag.ch/map-installations

Beispiele von Stadtnetzen



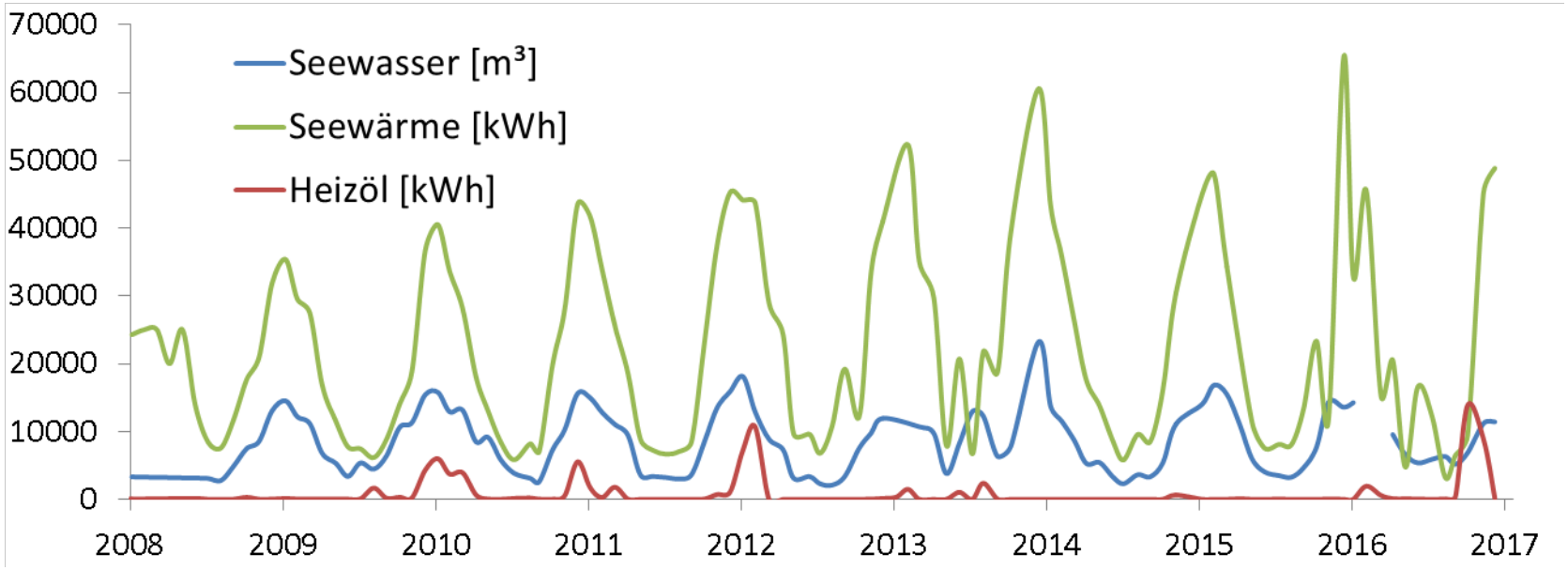
Zürich (Quelle: ewz)
-> Präsentation von R. Schellenberg

Beispiele von Stadtnetzen

Genf: Genilac (Quelle: SIG)
im Bau

Eawag Kastanienbaum

- Wärmenutzung seit 1997
- Fassung in 42 m Tiefe
- Heizung: 280 MWh/Jahr
  Kühlung: 35 MWh/Jahr



Potenzialabschätzung für die Schweiz

eawag aquatic research

Annahmen für Potenzial von Seen

- maximale Erwärmung < 0.5 °C, maximale Abkühlung < 1 °C (nicht unbedingt ideale Werte für jeden See!)
- Im Winter Nutzung der ganze Tiefe eines Sees (vertikale Mischung)
- Im Sommer Nutzung nur eines Tiefenbereiches, keine zusätzliche Erwärmung des Oberflächenwassers neben dem Klimawandel

Annahmen für Potenzial von Fliessgewässern

- Temperaturänderungen < ±1.5 °C (auch hier nicht immer ideal)
- Grenzen für maximale und minimale Temperaturen für Nutzung

Annahmen für Bedarfsabschätzung

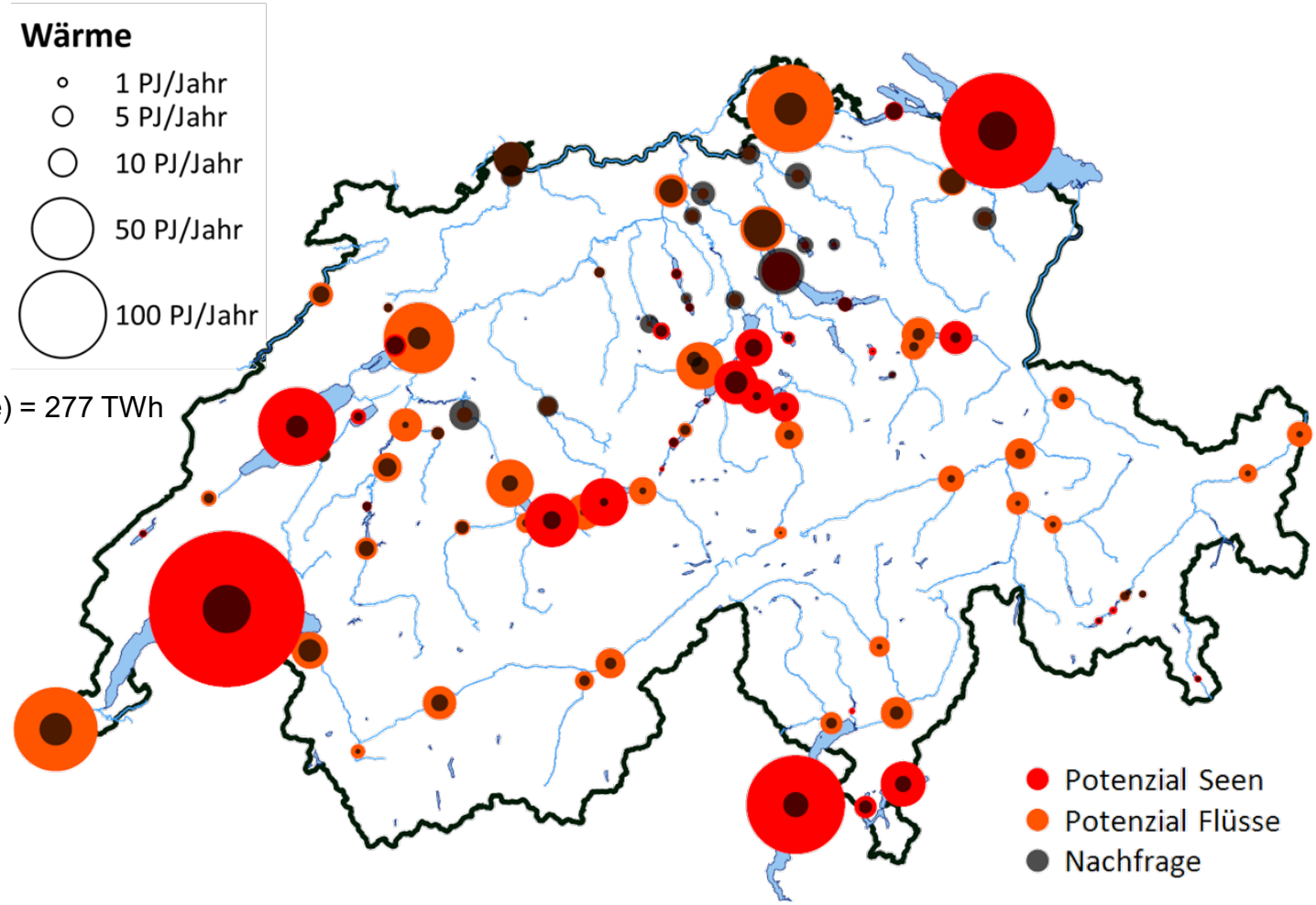
- Bedarf gleichmässig auf Schweizer Bevölkerung verteilt
- Gesamte Bevölkerung in an ein Gewässer angrenzenden Gemeinden
- Bedarf nach Höhenlage (Lufttemperatur) korrigiert

Publikation: Gaudard et al. Renewable Energy, 134 (2019) 330e342

Potenzialabschätzung für die Schweiz

eawag aquatic research

Potenzial und Bedarf für Wärmeentnahmen (Heizungen)



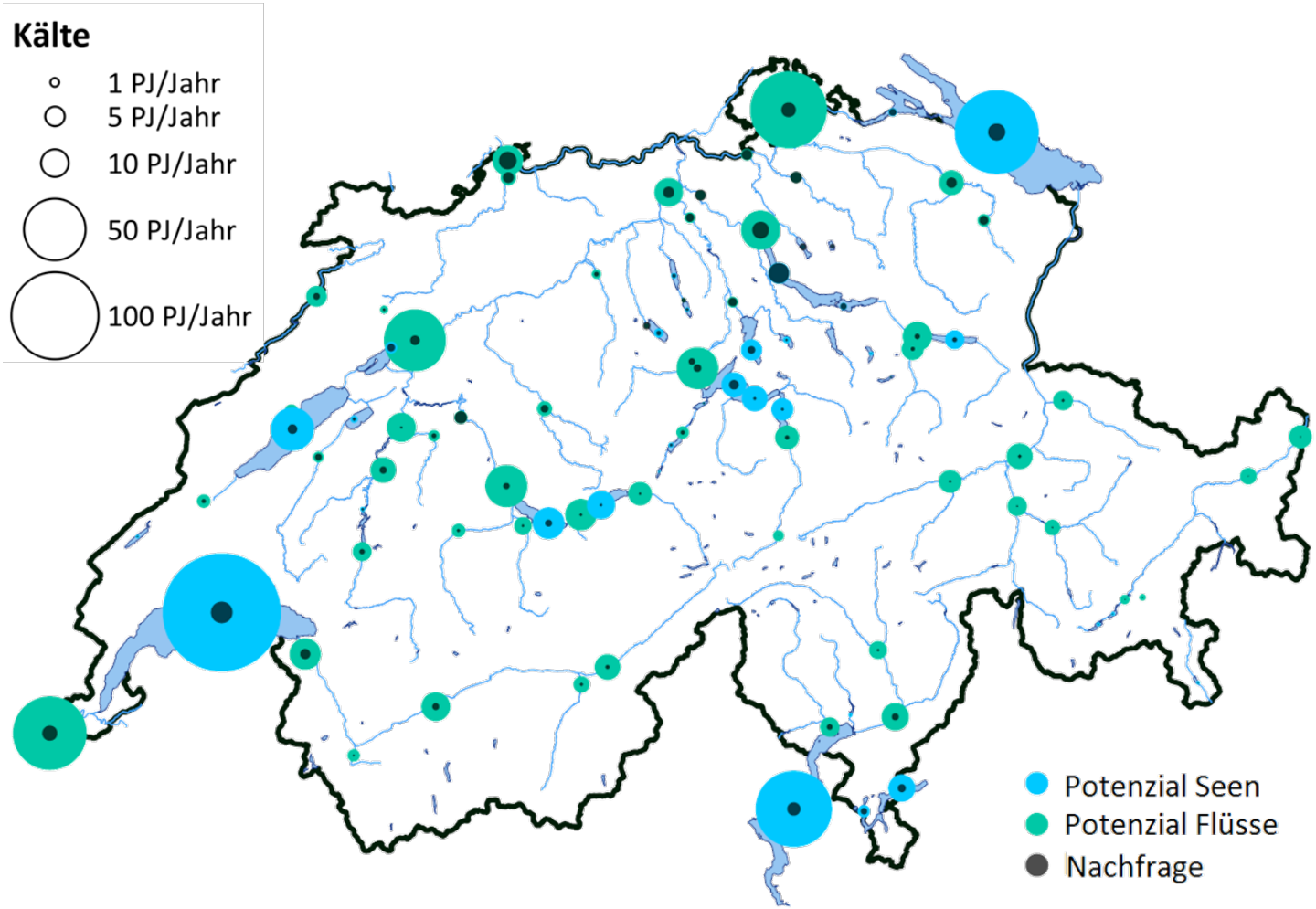
1 PJ (Petajoule) = 277 TWh

siehe auch https://thermdis.eawag.ch/

Potenzialabschätzung für die Schweiz

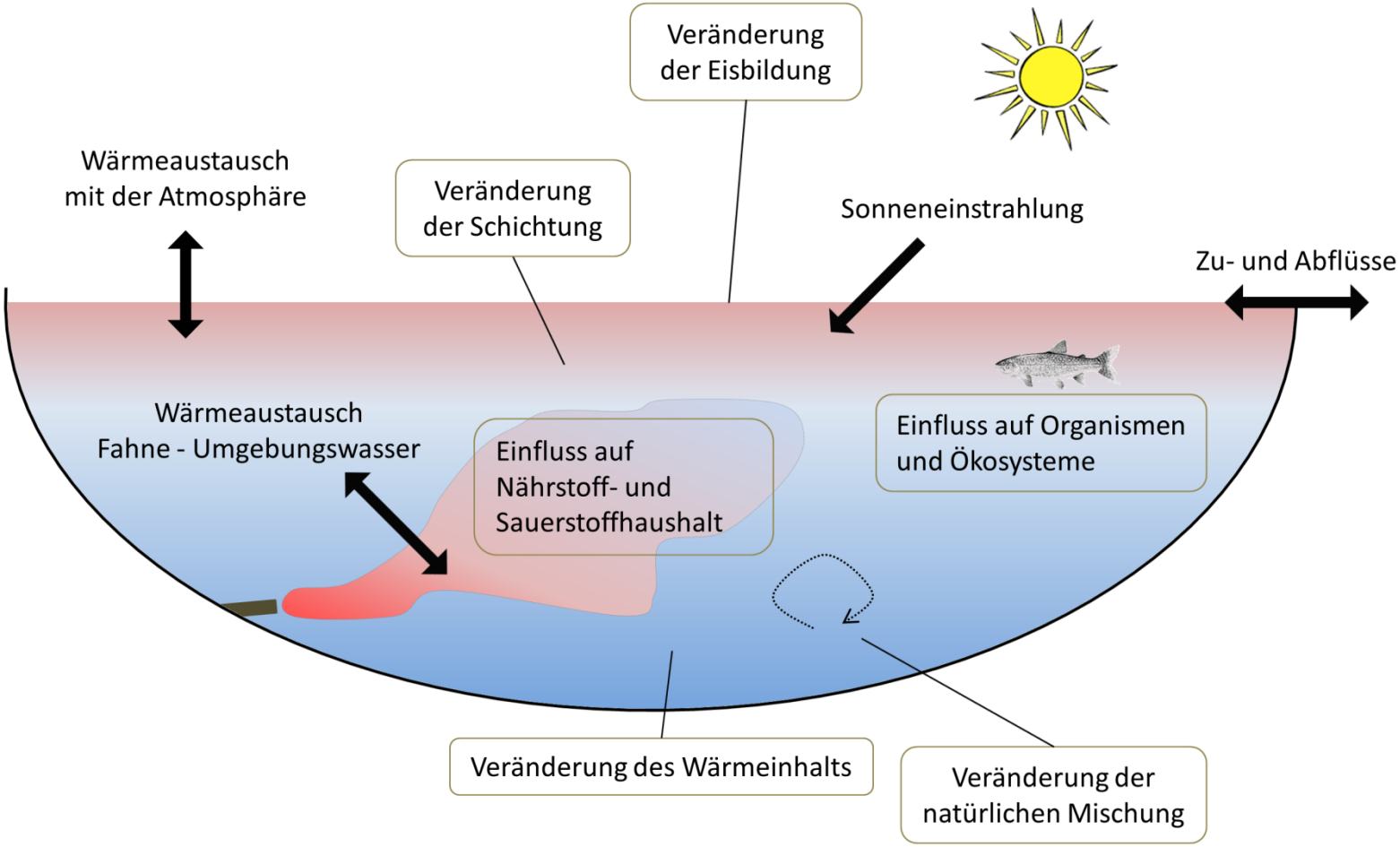
eawag aquatic research

Potenzial und Bedarf für Wärmeeinträge (Kühlungen)



siehe auch https://thermdis.eawag.ch/

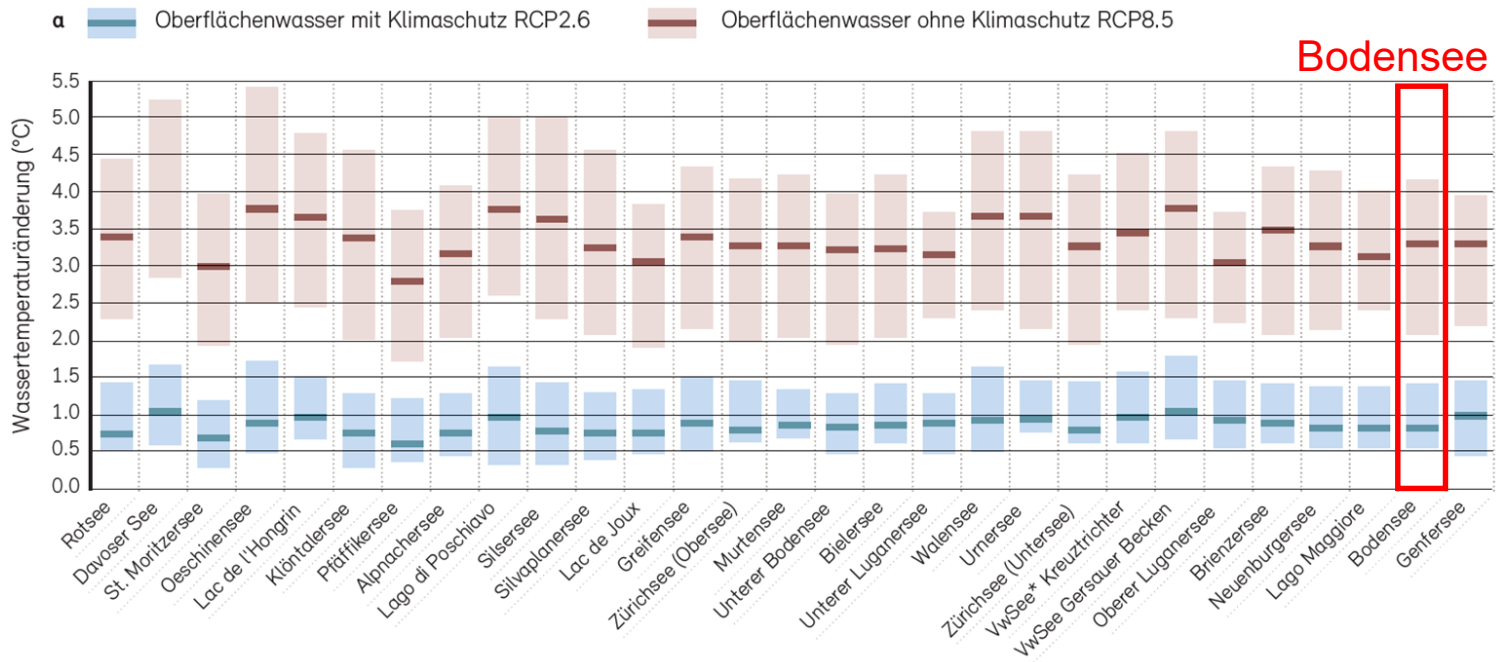
Mögliche Auswirkungen auf Seen



Klimawandel

Ohne Klimaschutz
+ 3 bis 4 °C

Mit Klimaschutz
+ 0.5 bis 1.5 °C



Die Seen und Fliessgewässer erwärmen sich aufgrund des Klimawandels deutlich.

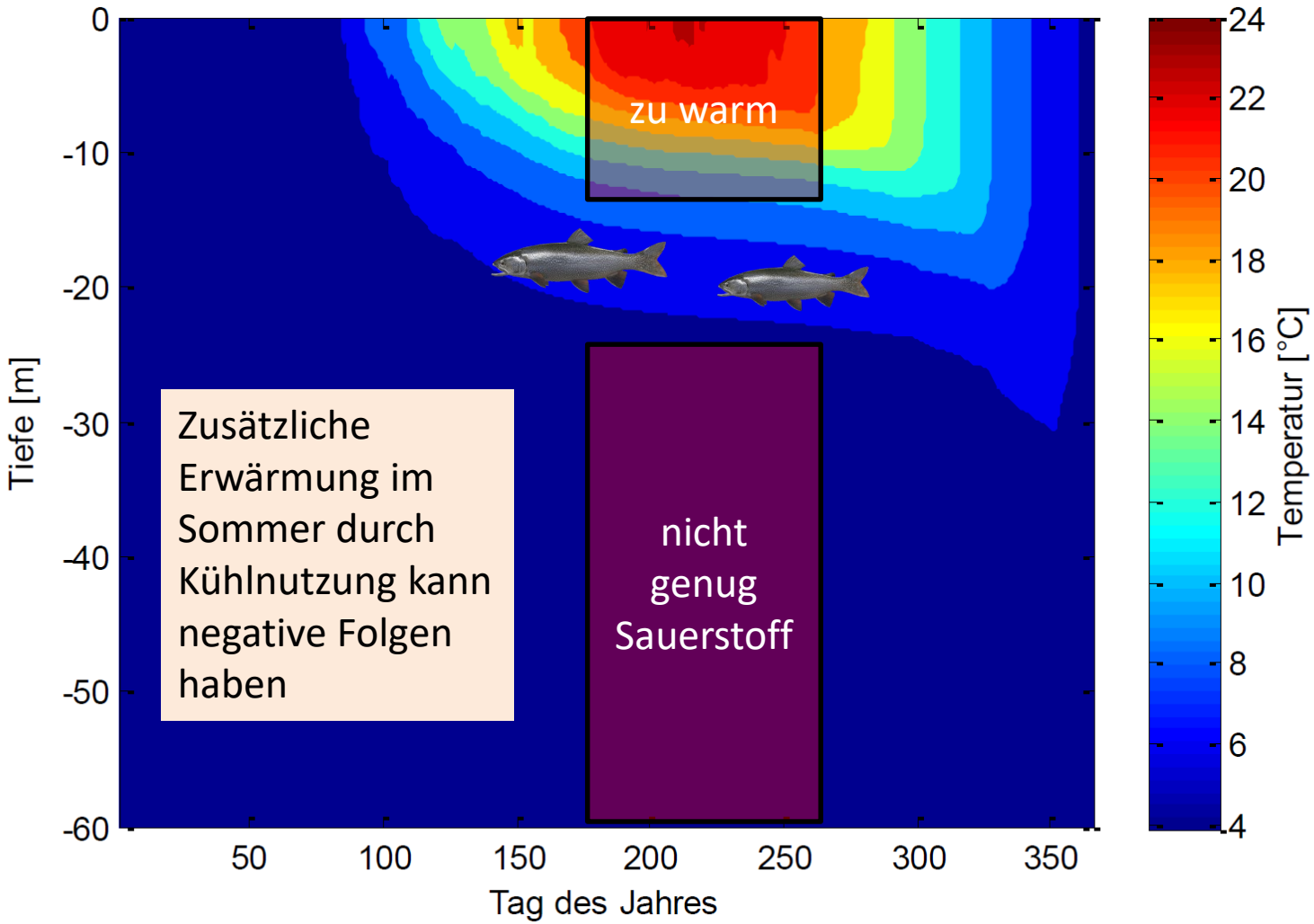
⇨ Zusätzliche Erwärmungen sind möglichst zu vermeiden.

Quelle: BAFU, 2021 (Hydro-CH2018)

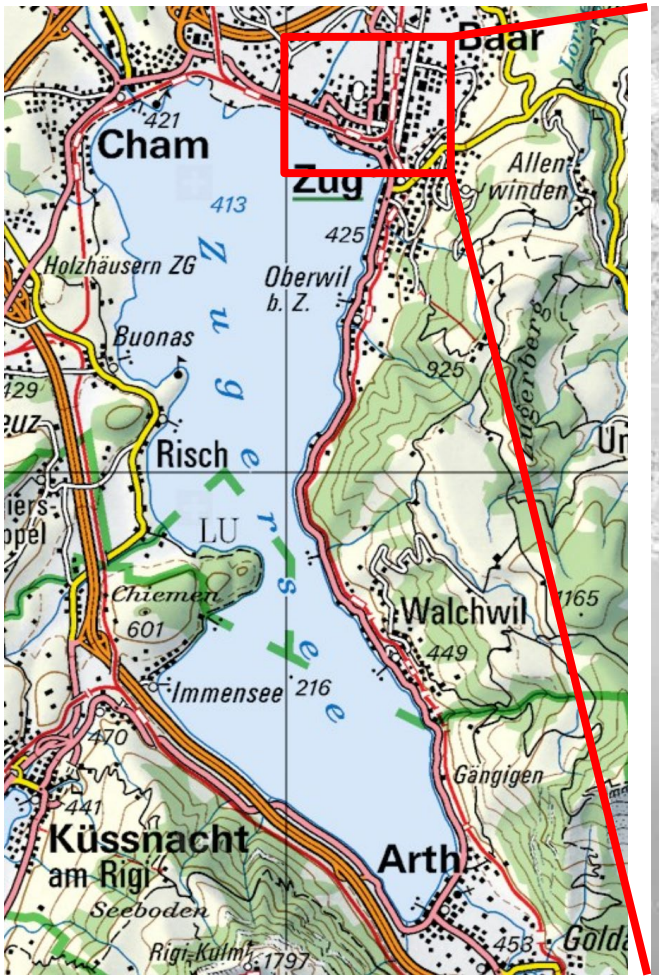
Klimawandel: Auswirkungen auf Fische

eawag aquatic research

Weniger Platz für Fische in Seen mit sauerstoffarmem Tiefenwasser



Fallstudie: Projekt Circulago



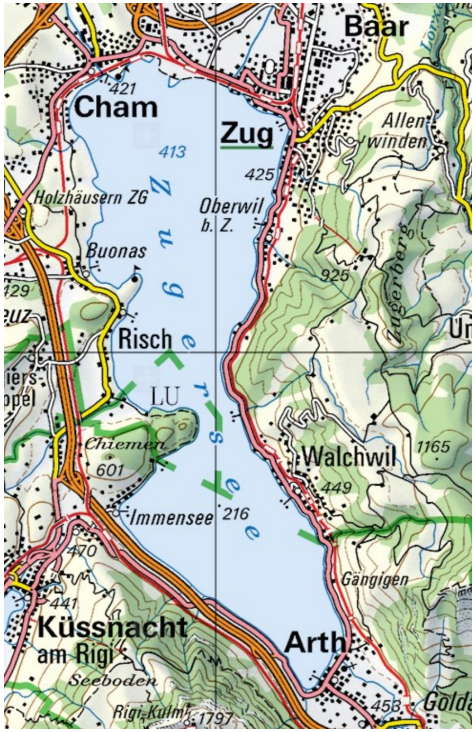
Karte:
Bundesamt für Landestopographie

Abbildung: WWZ

Fallstudie: Projekt Circulago

eawag aquatic research

100 GWh ≈ 10 Mio. Liter Heizöl oder 9 Mio m^3 Erdgas



Zugersee

Fläche:	39 km^2
Volumen:	3.2 km^3
max. Tiefe:	197 m

Simulierte Wärmenutzung

entnommene Wärme (Heizen):	114 GWh/a
eingeleitete Wärme (Kühlen):	32 GWh/a

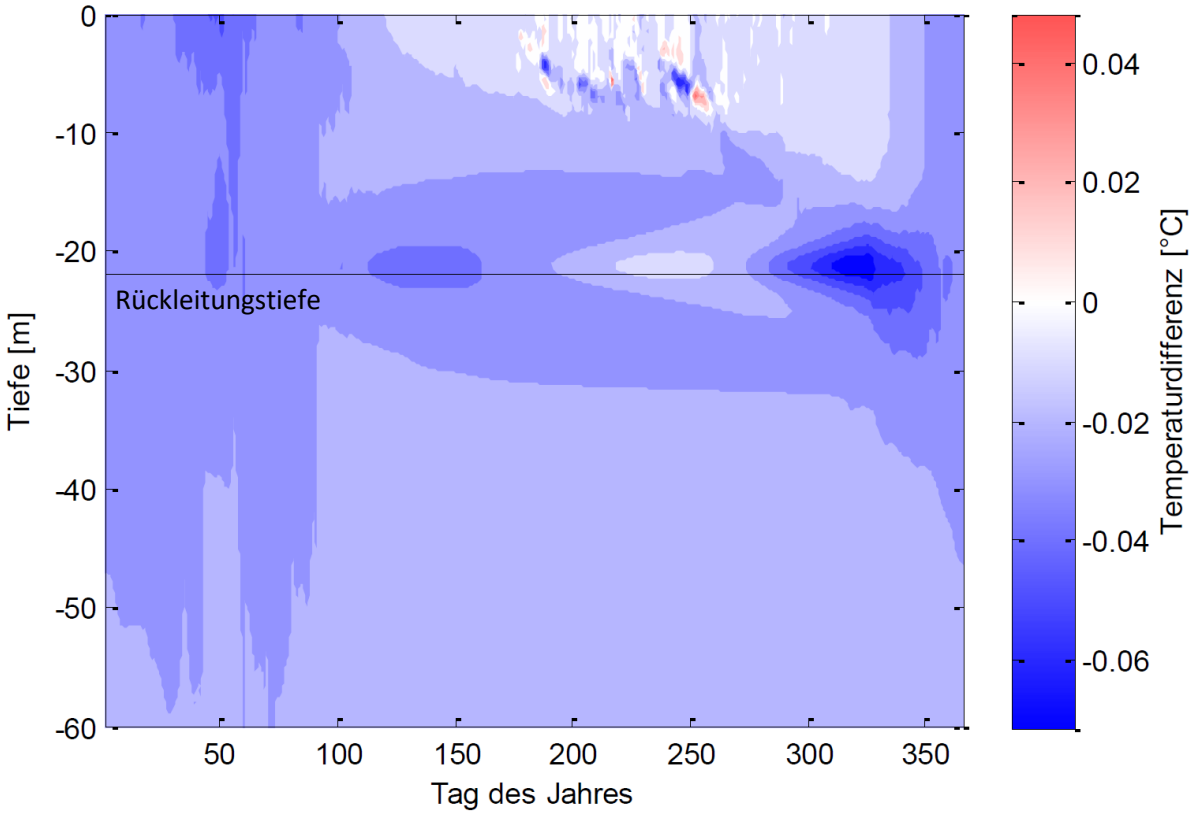


Abbildung: Schmid (2014)

Fallstudie: Projekt Circulago

eawag aquatic research

Zugersee

Fläche:	39 km^2
Volumen:	3.2 km^3
max. Tiefe:	197 m

Simulierte Wärmenutzung

entnommene Wärme (Heizen):	1000 GWh/a
eingeleitete Wärme (Kühlen):	0 GWh/a

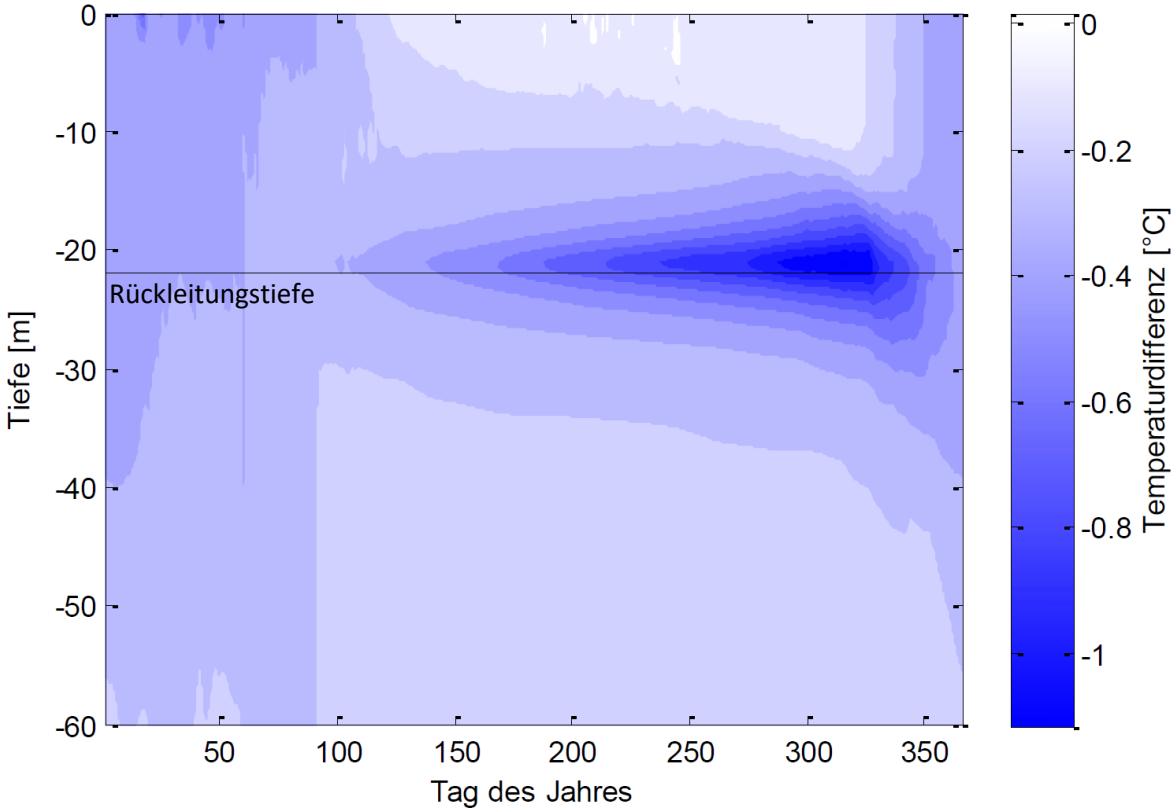
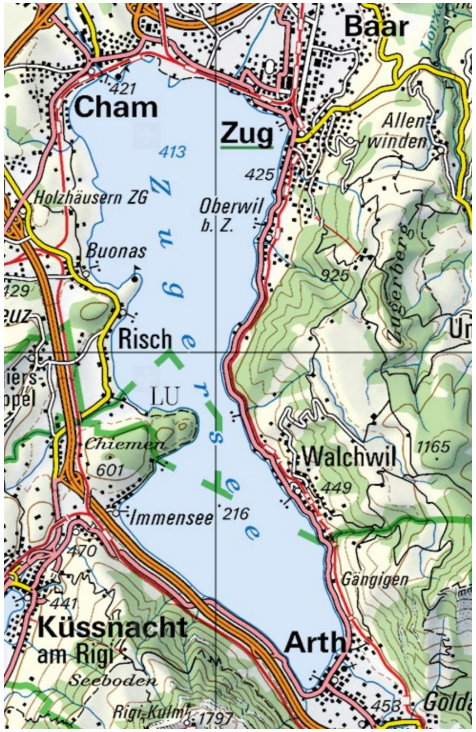


Abbildung: Schmid (2014)

Fallstudie: Projekt Circulago



Zugersee

Fläche:	39 km^2
Volumen:	3.2 km^3
max. Tiefe:	197 m

Simulierte Wärmenutzung

entnommene Wärme (Heizen):	0 GWh/a
eingeleitete Wärme (Kühlen):	500 GWh/a

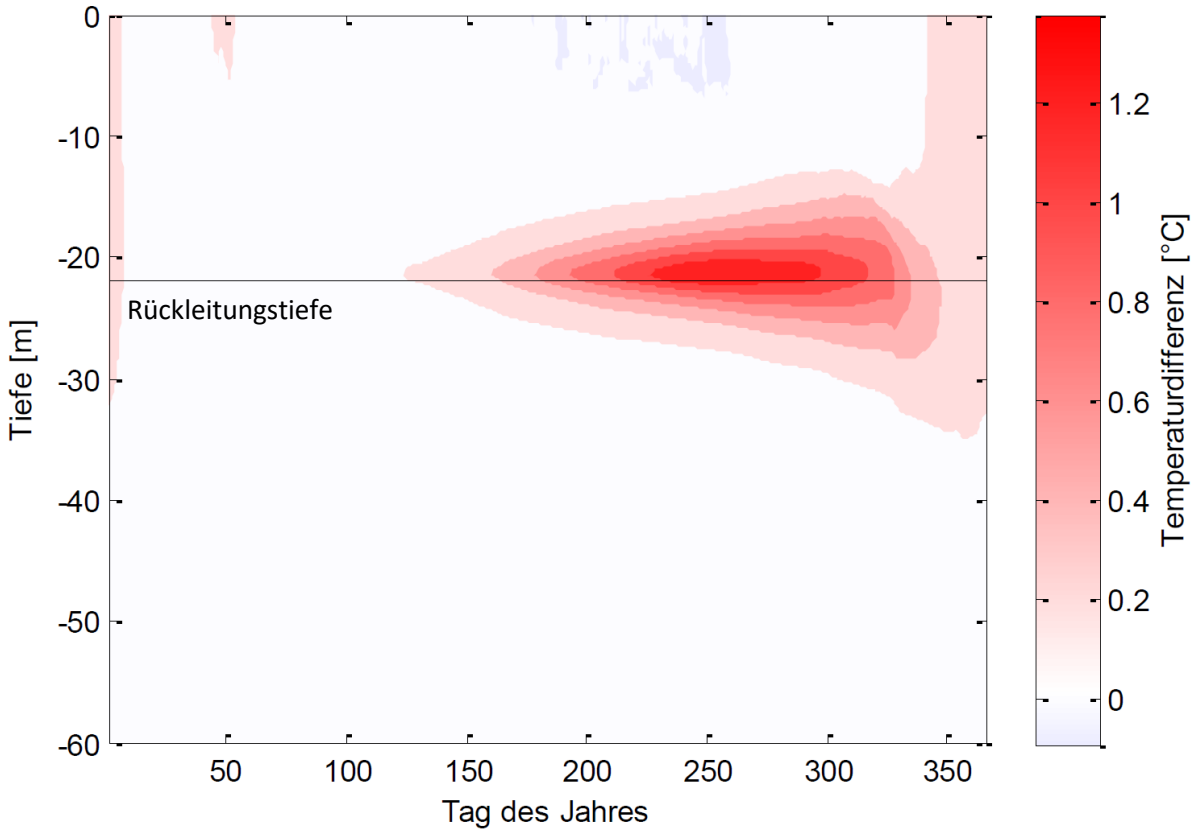
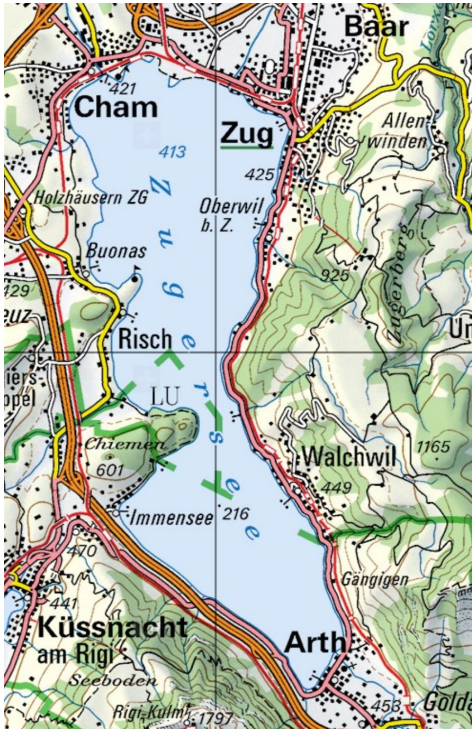


Abbildung: Schmid (2014)

Fallstudie: Projekt Circulago



Zugersee

Fläche:	39 km^2
Volumen:	3.2 km^3
max. Tiefe:	197 m

Klimaszenario 2060
(CH2011)
mittlere Erwärmung der Luft: 2.27 °C

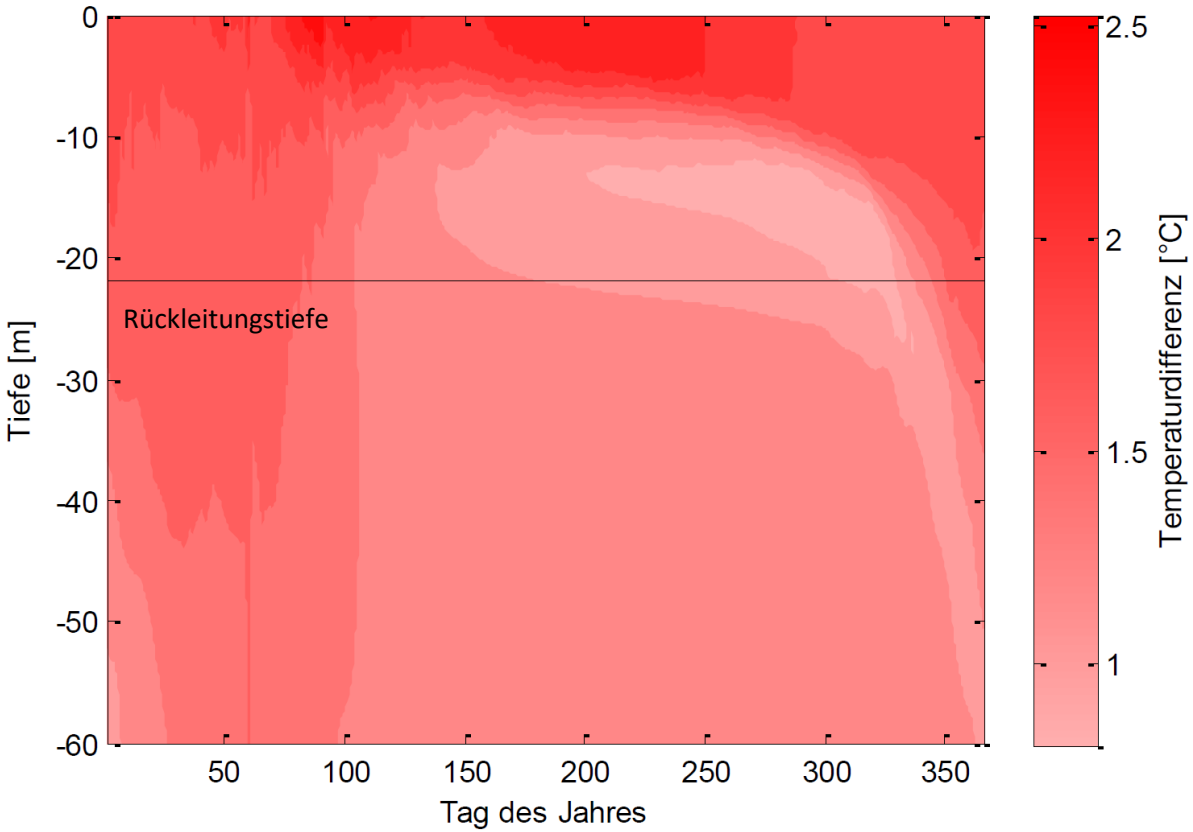


Abbildung: Schmid (2014)

Schlussfolgerungen

eawag aquatic research

Potenzial

- Bei den grösseren Seen meist weit grösser als die Nachfrage
- Ausnahmen in dicht bewohnten Gebieten (z.B. Zürichsee)
- Kleine oder flache Seen haben kein grosses Potenzial

Auswirkungen

- Müssen bei grösseren Nutzungen individuell untersucht werden
- Koordination und Gesamtschau notwendig bei mehreren Anlagen in einem See
- Kühlnutzungen sind wegen Klimaerwärmung kritischer als Wärmenutzungen