Kanton Zug

Fachveranstaltung SK& vom 24. Oktober 2018 in Luzern
Thermische Energienutzung von Oberflächengewässern in Theorie und Praxis

Gewässerschutzrechtliche Anforderungen, Konzessionierung, Monitoring

Peter Keller, Projektleiter Wasser
Amt für Umweltschutz

Motivation

- Thermische Nutzung der Gewässer aus Sicht Energieversorgung
- Energienutzung beeinflusst Gewässerökosystem

1. Umweltrechtlich zulässiger Rahmen

- Gewässerschutz- und Fischereirecht
- Viele Einflussgrössen - komplexe Fragen

2. Konzessionierung thermischer Nutzungen

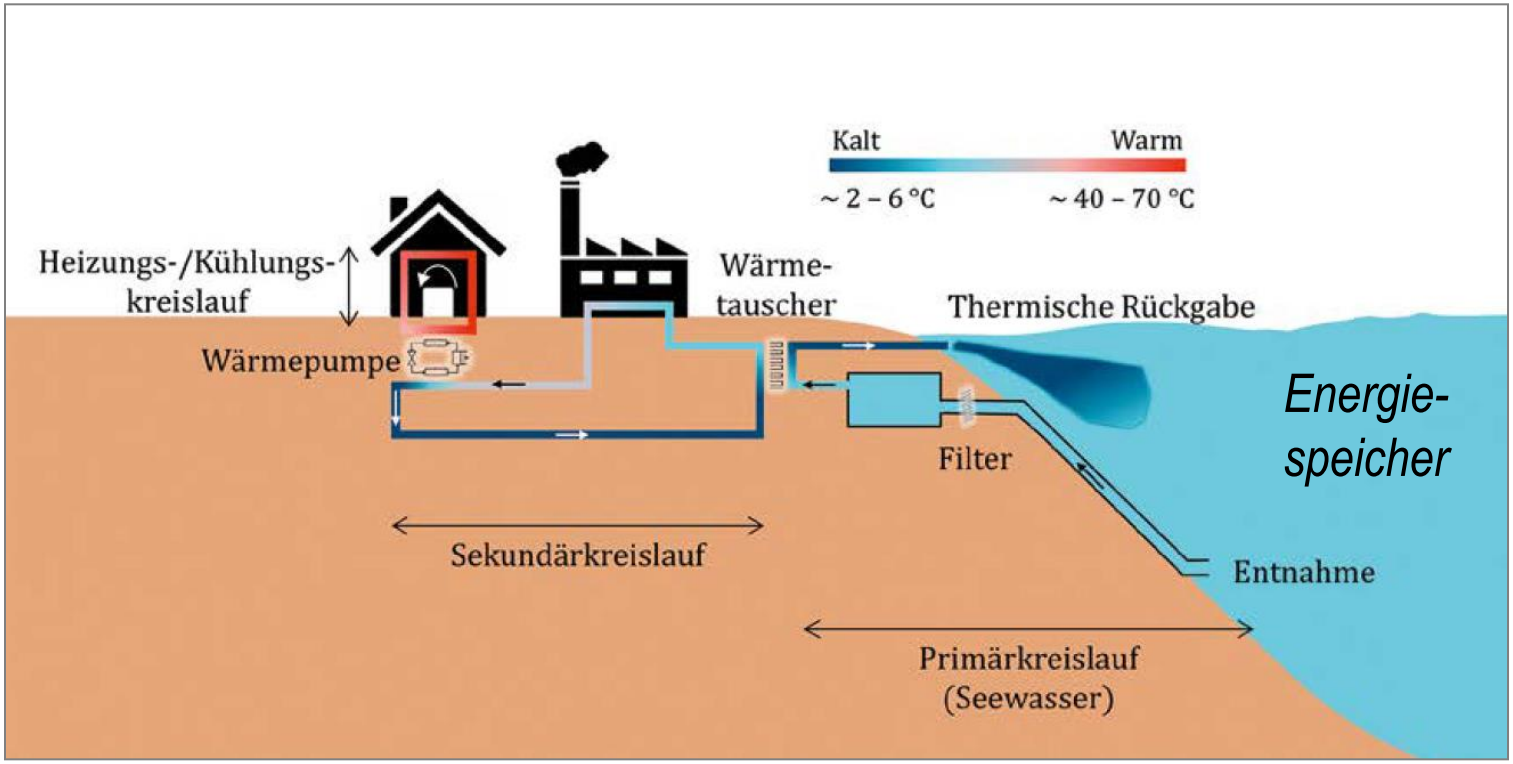
- Kantonales Bewilligungsverfahren
- Inhalt der Nutzungsbewilligung

3. Monitoring

- Bilanzierung der Wärme- und Kältenutzungen
- Messungen im See

Motivation: Thermische Nutzung der Gewässer

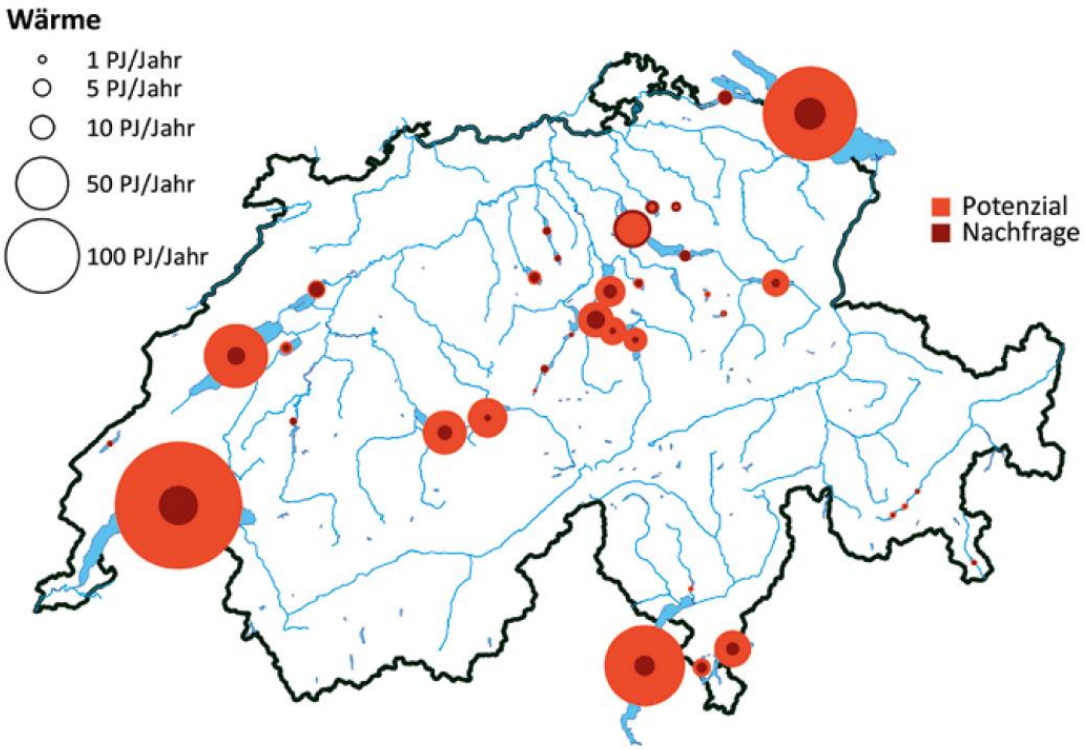
- ersetzt fossile Energieträger und vermindert damit den CO_2-Ausstoss
- entspricht der Energiestrategie des Bundes
  (Steigerung Energieeffizienz, Ausbau erneuerbarer Energie, Atomausstieg)



Grafik: Gaudard A., Schmid, M. Wüest , A., 2018: Thermische Nutzung von Seen und Flüssen. Aqua & Gas Nr. 2-2018

Das Nutzungspotential

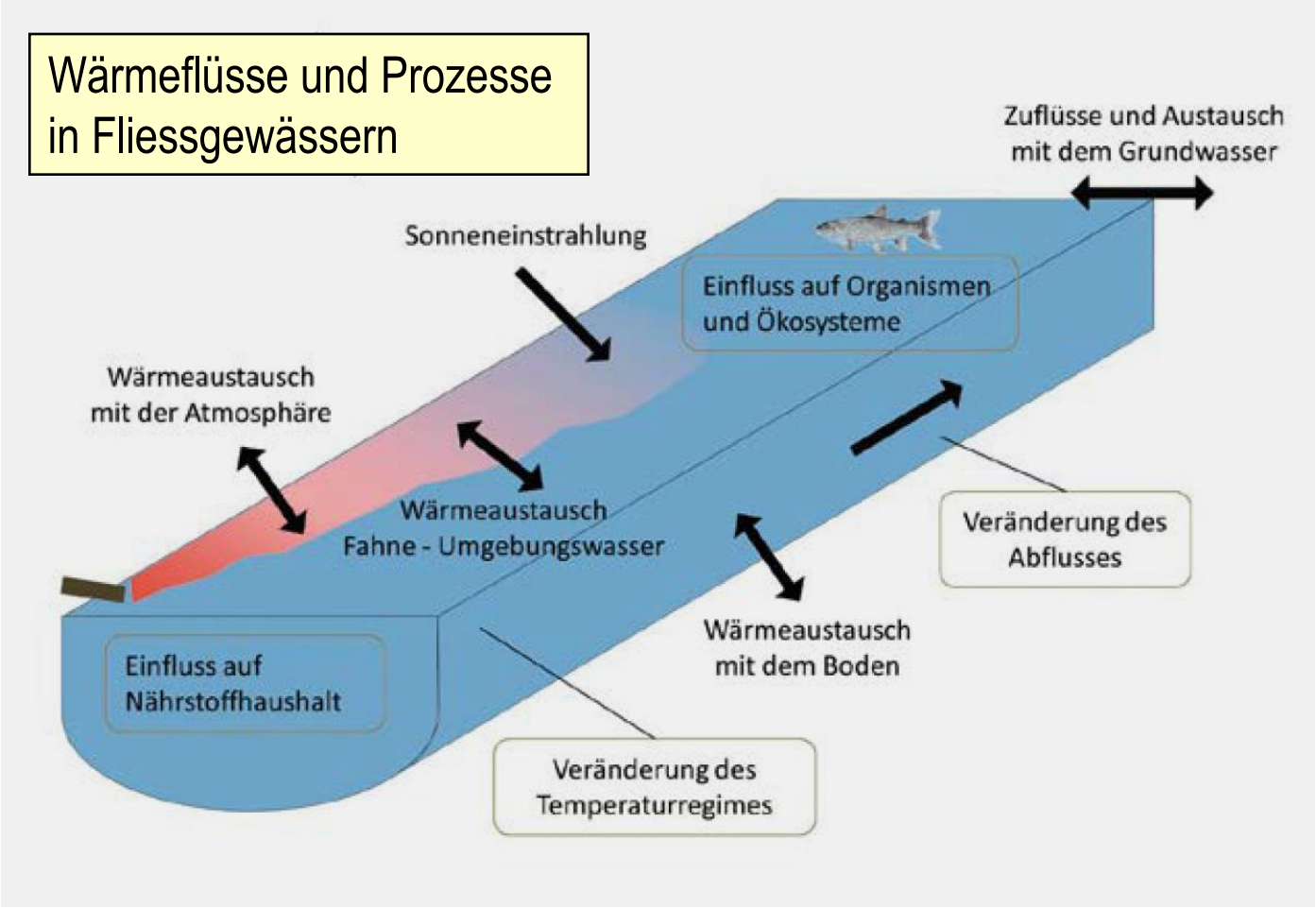
- ist grösser als die Nachfrage
- kann wegen der Lage grosser Siedlungen an grossen Gewässern effektiv genutzt werden



Grafik: Gaudard A., Schmid, M. Wüest , A., 2018: Thermische Nutzung von Seen und Flüssen. Aqua & Gas Nr. 2-2018

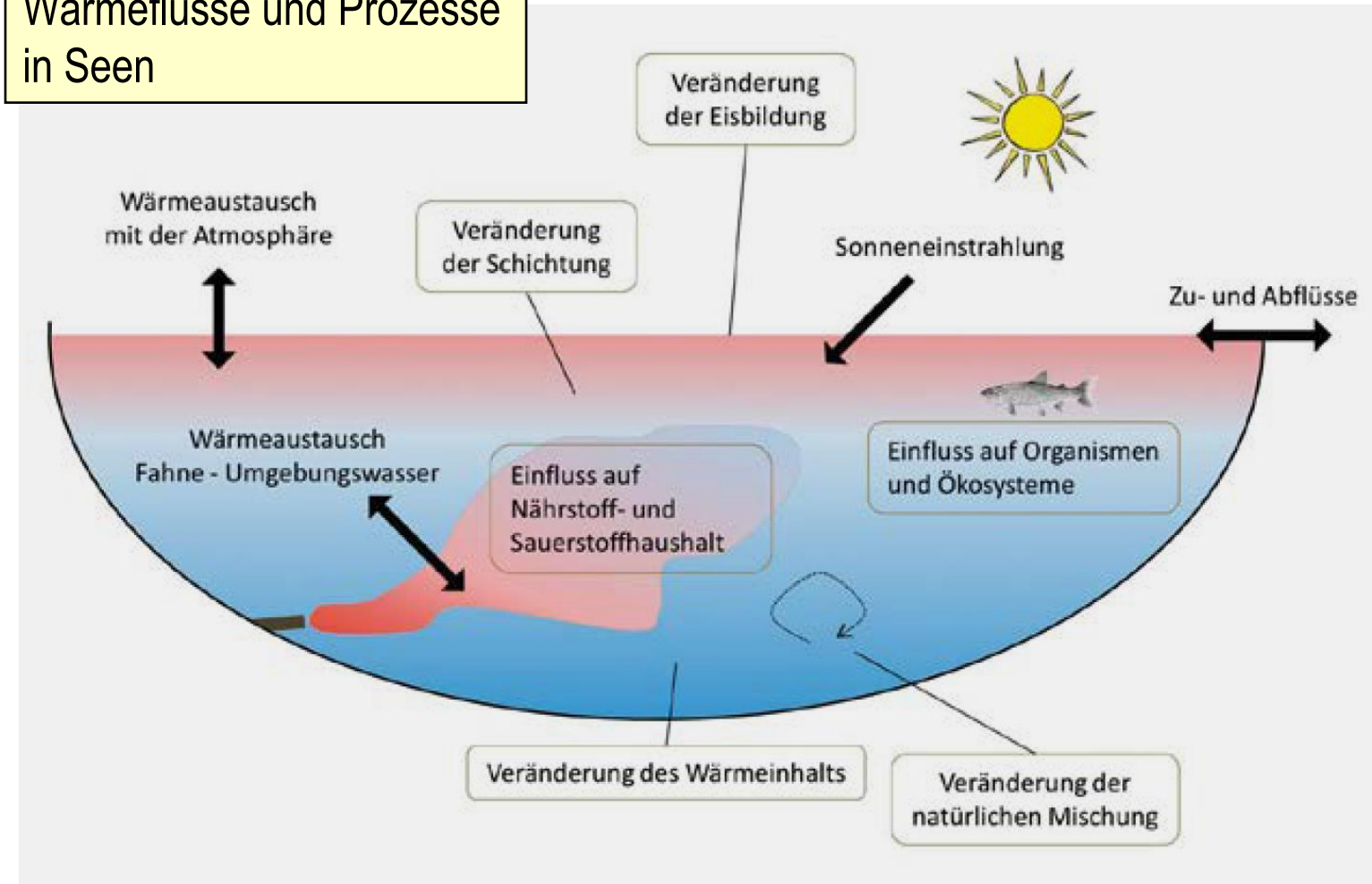
1. Umweltrechtlich zulässiger Rahmen

➢ **Energienutzung beeinflusst Gewässerökosystem**



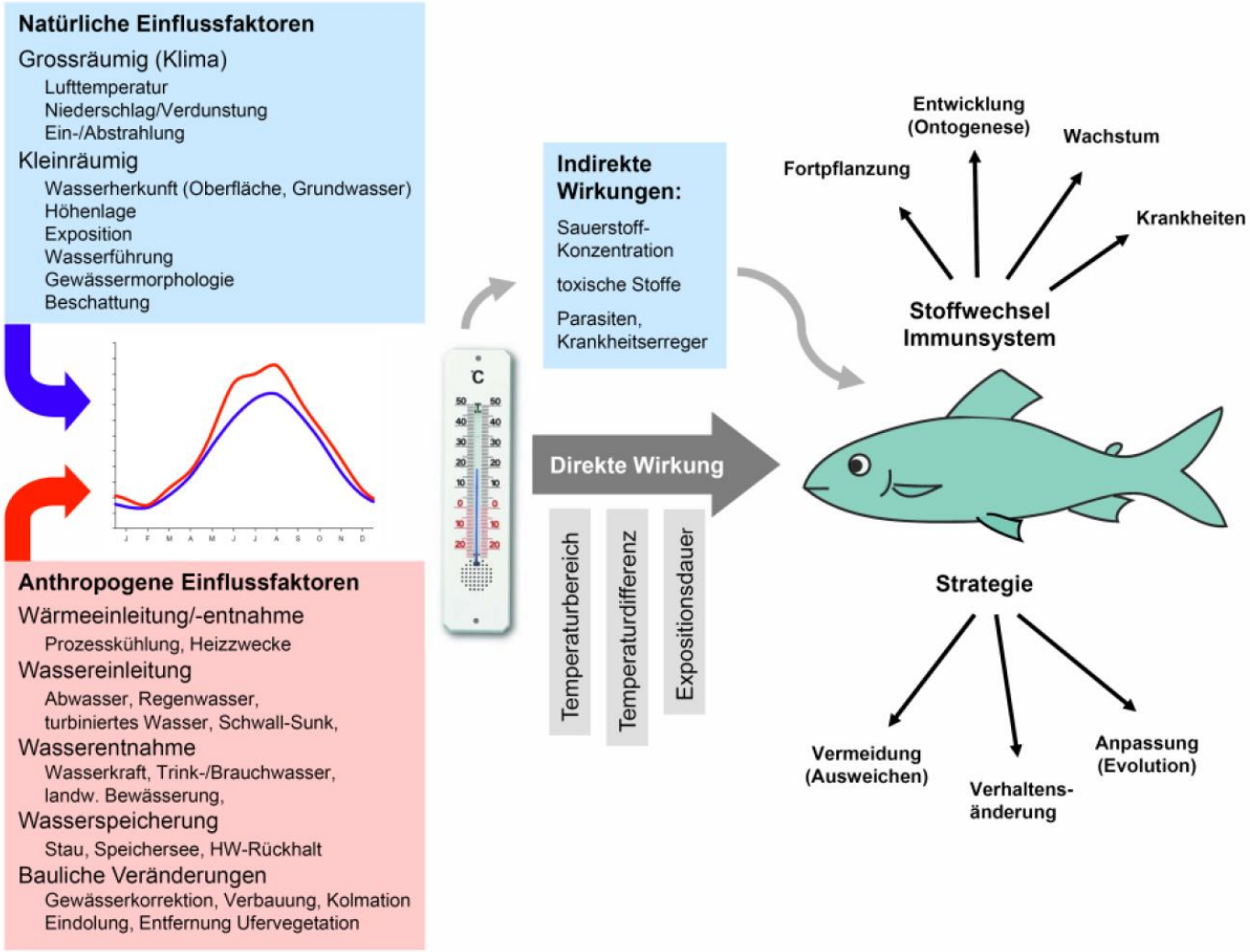
Grafik: Gaudard A., Schmid, M. Wüest , A., 2017: Thermische Nutzung von Oberflächengewässern. Aqua & Gas Nr. 5-2017

Wärmeflüsse und Prozesse in Seen



Grafik: Gaudard A., Schmid, M. Wüest , A., 2017: Thermische Nutzung von Oberflächengewässern. Aqua & Gas Nr. 5-2017

Auswirkungen auf aquatische Organismen



Grafik: Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts. Ernst Basler+ Partner AG, Wasser-Fisch-Natur, Limnex AG. 2011.

1. Umweltrechtlich zulässiger Rahmen

➢ **Gewässerschutzrecht** (GSchV; SR 814.201)

Ökologische Ziele für Gewässer / Oberirdische Gewässer (GSchV Anh. 1 Ziff. 1 Abs. 3)**:**

Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass: …..
a. die Temperaturverhältnisse naturnah sind.

Zusätzliche Anforderungen an Fliessgewässer (GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 3)**:**

Durch Wasserentnahmen, Wassereinleitungen und bauliche Eingriffe dürfen die Hydrodynamik, die Morphologie und die Temperaturverhältnisse des Gewässers nicht derart verändert werden, dass dessen Selbstreinigungsvermögen vermindert wird oder die Wasserqualität für das Gedeihen der für das Gewässer typischen Lebensgemeinschaften nicht mehr genügt.

Fortsetzung Gewässerschutzrecht: Fliessgewässer

Zusätzliche Anforderungen an Fliessgewässer (GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 4)**:**

Die Temperatur eines Fliessgewässers darf durch Wärmeeintrag oder -entzug gegenüber ***dem möglichst unbeeinflussten Zustand*** *um höchstens 3 ˚C , in Gewässerabschnitten der Forellenregion um höchstens 1.5 ˚C , verändert werden; dabei darf die Wassertemperatur 25 ˚C nicht übersteigen. Diese Anforderungen gelten nach weitgehender Durchmischung.*

Fortsetzung Gewässerschutzrecht: Seen

Zusätzliche Anforderungen an stehende Gewässer (GSchV Anh. 2 Ziff. 13 Abs. 3):

a. Durch Seeregulierungen, Wassereinleitungen und -entnahmen, Kühlwassernutzung und Wärmeentzug dürfen im Gewässer die natürlichen Temperaturverhältnisse, die Nährstoffverteilung sowie, insbesondere im Uferbereich, die Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen für die Organismen nicht nachteilig verändert werden.

b. Der Sauerstoffgehalt des Wassers darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg/l O_2 betragen; ……... .
Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.

Fortsetzung Gewässerschutzrecht: Durchlaufkühlung

Einleitung von anderem verschmutztem Abwasser in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation, Besondere Anforderungen, Durchlaufkühlung (GSchV Anh. 3.3 Ziff. 21)**:**

*Anlagen mit **Durchlaufkühlung** sind so zu planen und zu betreiben, dass nach dem Stand der Technik möglichst wenig Wärme anfällt und die Abwärme soweit möglich zurückgewonnen wird.*

*Für **Einleitungen in Fliessgewässer** und Flussstaue gilt:*

Die Temperatur des Kühlwassers darf höchstens 30 ˚C betragen. Davon abweichend kann die Behörde zulassen, dass sie höchstens 33 ˚C beträgt, wenn die Temperatur des Gewässers, aus dem die Entnahme erfolgt, 20 ˚C übersteigt.

Fortsetzung Gewässerschutzrecht: Durchlaufkühlung

*Die **Aufwärmung des Gewässers** darf gegenüber dem möglichst unbeeinflussten Zustand höchstens 3 ˚C , in Gewässerabschnitten der Forellenregion höchstens 1,5 ˚C , betragen; dabei darf die Wassertemperatur 25 ˚C nicht übersteigen. Übersteigt die Wassertemperatur 25 ˚C , so kann die Behörde Ausnahmen zulassen, wenn die Erwärmung der Wassertemperatur höchstens 0,01 ˚C pro Einleitung beträgt oder die Einleitung von einem bestehenden Kernkraftwerk stammt.*

Das Einlaufbauwerk muss eine rasche Durchmischung gewährleisten.

Das Gewässer darf nur so schnell aufgewärmt werden, dass keine nachteiligen Auswirkungen für Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen entstehen.

*Für **Einleitungen in Seen** sind die Einleitungsbedingungen, insbesondere die Temperatur des Kühlwassers, die Einleitungstiefe und die Einleitungsart, entsprechend den örtlichen Verhältnissen im Einzelfall festzulegen.*

➢ Fischereirecht (BGF; SR 923.0)

Zweck (BGF Art. 1 Abs. 1):

Dieses Gesetz bezweckt:

a. die natürliche Artenvielfalt und den Bestand einheimischer Fische, Krebse und Fischnährtiere sowie deren Lebensräume zu erhalten, zu verbessern oder nach Möglichkeit wiederherzustellen;

b. bedrohte Arten und Rassen von Fischen und Krebsen zu schützen;

c. eine nachhaltige Nutzung der Fisch- und der Krebsbestände zu gewährleisten;

Bewilligungspflicht für technische Eingriffe (BGF Art. 1 und 3):

[1] Eingriffe in die Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf sowie Eingriffe in die Ufer und den Grund von Gewässern brauchen eine Bewilligung der für die Fischerei zuständigen kantonalen Behörde (Fischereirechtliche Bewilligung), soweit sie die Interessen der Fischerei berühren können.

[3] Eine Bewilligung brauchen insbesondere:

……. h. Wasserentnahmen, ……. i. Wassereinleitungen

Fortsetzung Fischereirecht:

Massnahmen für Neuanlagen (BGF Art. 9 Abs. 1):

Die zuständigen Behörden haben unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten und allfälliger anderer Interessen alle Massnahmen vorzuschreiben, die geeignet sind, ***günstige Lebensbedingungen*** *für die Wassertiere zu schaffen hinsichtlich …..*
…… a.5. Wassertiefe und -temperatur
…… c. die natürliche Fortpflanzung zu ermöglichen

Massnahmen für Neuanlagen (BGF Art. 9 Abs. 2):

Lassen sich bei den vorgesehenen Eingriffen in die Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf sowie bei Eingriffen in die Ufer und den Grund von Gewässern keine Massnahmen finden, die schwerwiegende Beeinträchtigungen von Interessen der Fischerei im Sinne von Artikel 1 verhindern können, so muss nach der ***Abwägung der Gesamtinteressenlage*** *entschieden werden.*

➢ Viele Einflussgrössen - komplexe Fragen

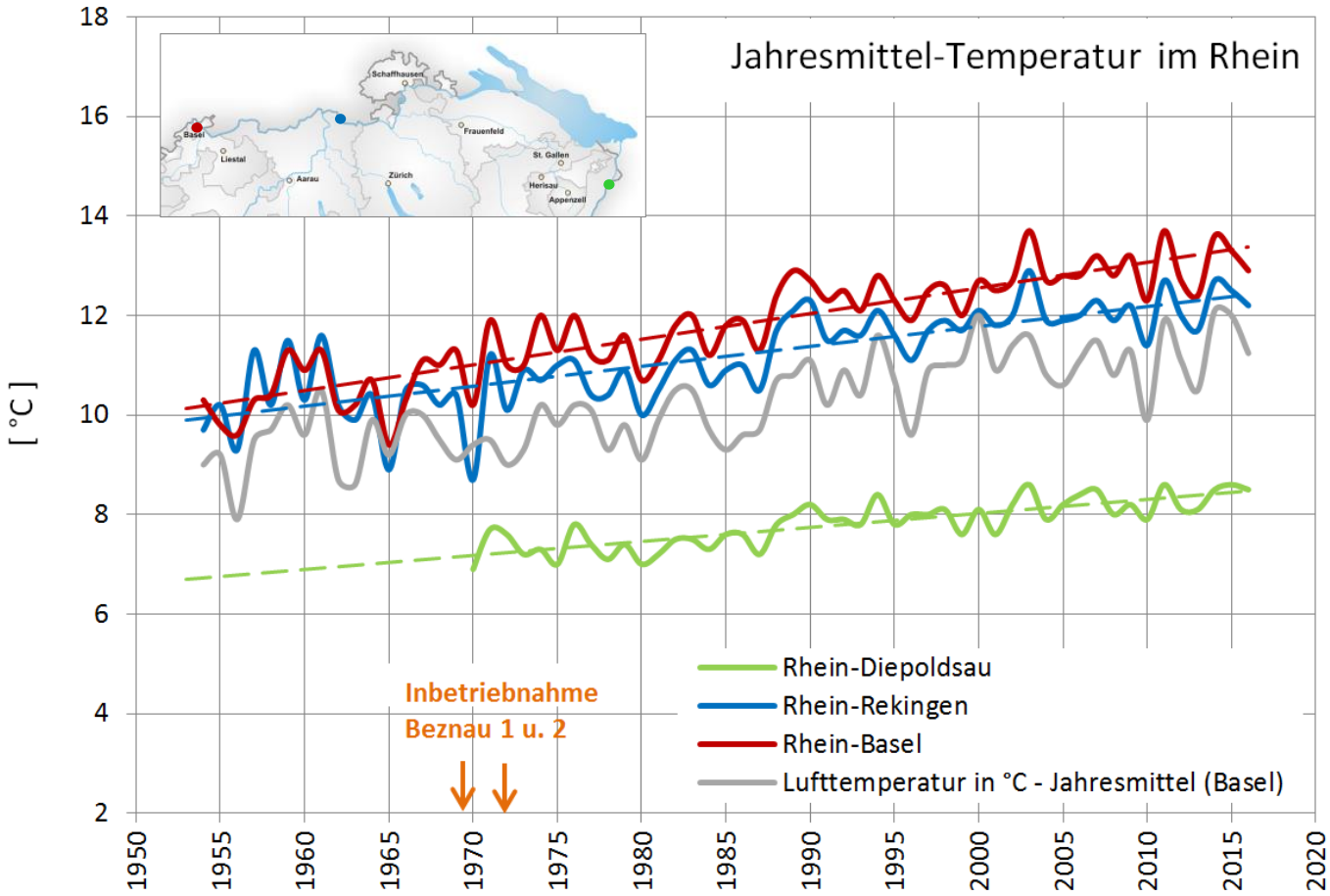
- Ziel: Thermische Nutzung soll Gewässer wenig beeinträchtigen (=naturnahe Verhältnisse beibehalten).

Zusätzliche Anforderungen an Fliessgewässer (GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 4):

Die Temperatur eines Fliessgewässers darf durch Wärmeeintrag oder -entzug gegenüber dem ***möglichst unbeeinflussten Zustand*** *um höchstens 3 ˚C, in Gewässerabschnitten der Forellenregion um höchstens 1.5 ˚C, verändert werden; dabei darf die Wassertemperatur 25 ˚C nicht übersteigen. Diese Anforderungen gelten nach weitgehender Durchmischung.*

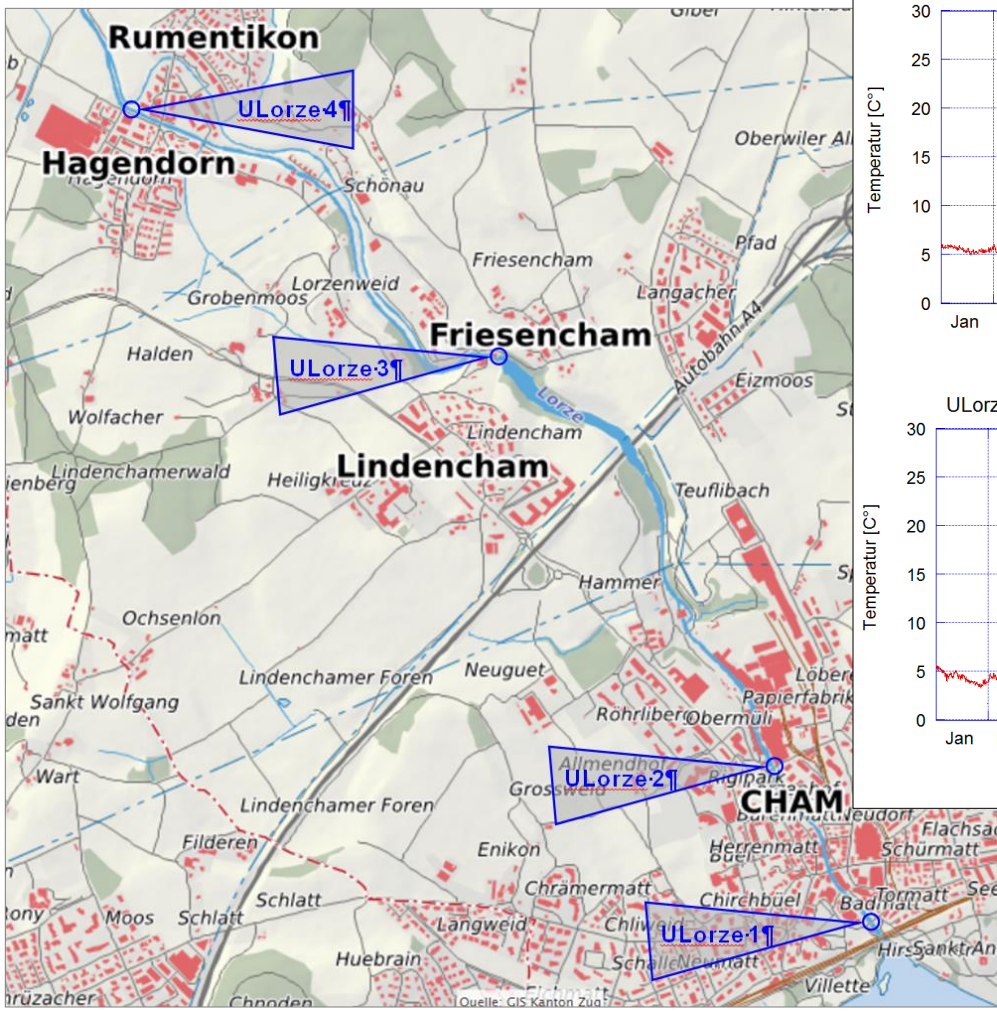
→ *Was ist unter "möglichst unbeeinflusster Zustand" zu verstehen?*
→ *Welcher Referenzzustand gilt für die thermische Nutzung?*

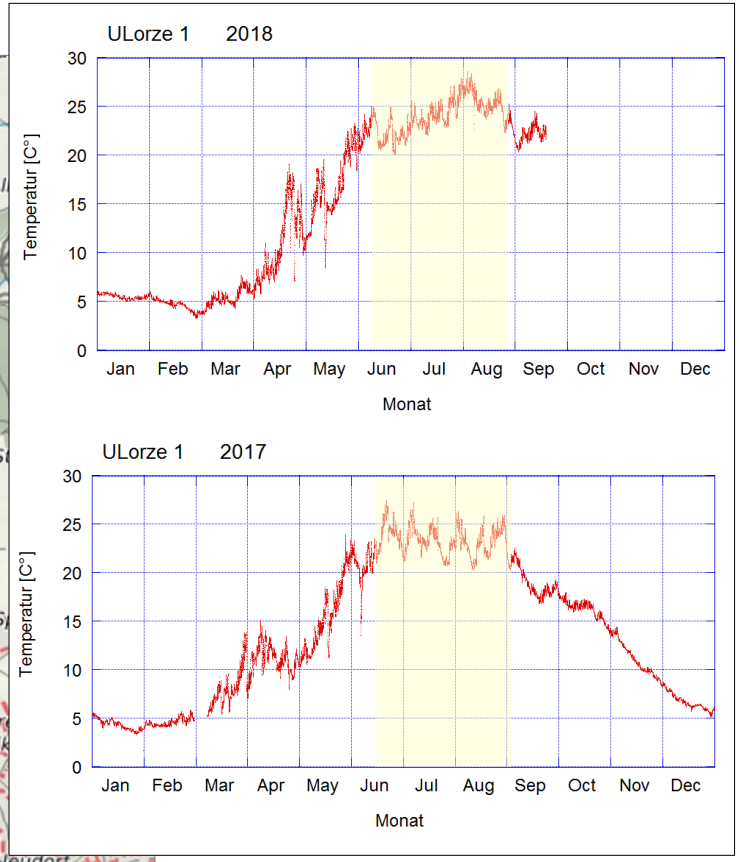
Beispiel: Temperatur-Entwicklung im Rhein



→ 'Lösung': *Dynamischer Referenzzustand unabhängig von Klimaerwärmung*

- Kältenutzung in Ablaufgewässern von Seen (Bsp. Untere Lorze):





→ Anforderung:
Keine Kältenutzung in Seeabläufen

- ## Zulässige Temperaturveränderung in Seen:

Zusätzliche Anforderungen an <u>stehende Gewässer</u> (GSchV Anh. 2 Ziff. 13 Abs. 3)**:**

a. Durch Seeregulierungen, Wassereinleitungen und -entnahmen, Kühlwassernutzung und Wärmeentzug dürfen im Gewässer die natürlichen Temperaturverhältnisse, die Nährstoffverteilung sowie, insbesondere im Uferbereich, die Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen für die Organismen <u>nicht nachteilig verändert werden</u>.

b. Der Sauerstoffgehalt des Wassers darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg/l O_2 betragen; ……... .

Heutige Praxis:

→ Gewässerspezifische Abklärungen sind in jedem Fall notwendig
(u.a. Mischung, Nährstoffgehalt, Morphologie des Sees)

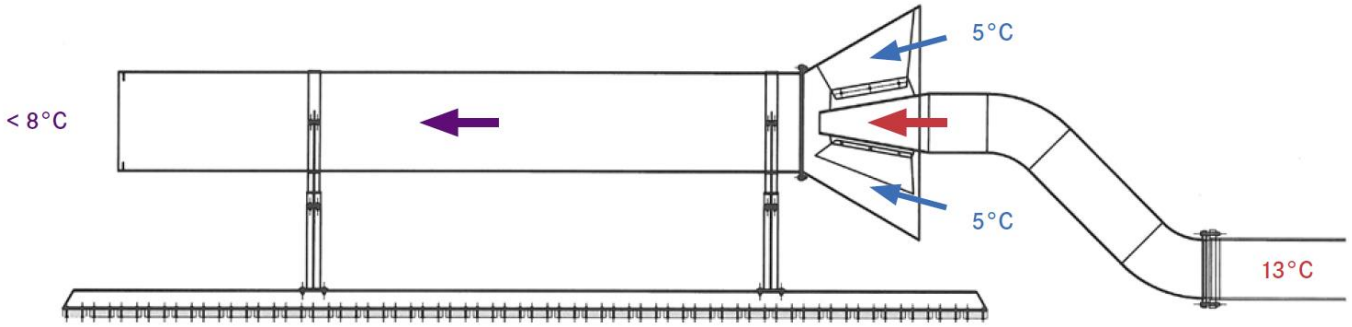
→ Richtwert für tolerierbare T - Änderung im Jahresverlauf:
Wärmeentnahme max. $\Delta T = -1.0\,^{\circ}C$, Wärmezufuhr max. $\Delta T = +0.5\,^{\circ}C$
(= Basis für Abschätzung des Wärmenutzungspotentials durch eawag)

- Zulässige Temperaturänderungen im Nahbereich der Wasserrückgabe:

Kantonal unterschiedliche Definitionen

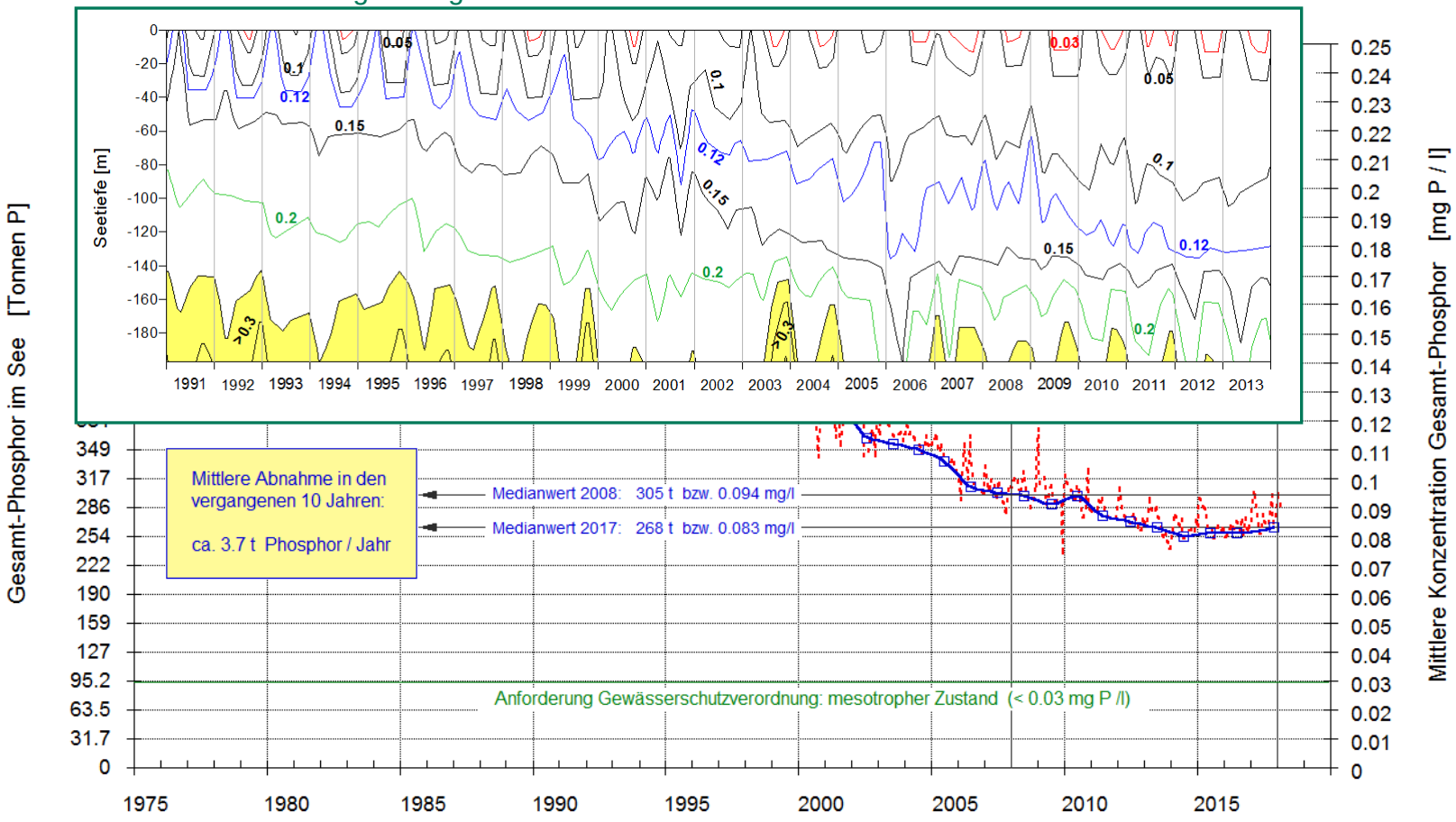
→ z.B. Kanton TG für den Bodensee:
Die Temperaturveränderung ausserhalb des Nahbereichs der Rückgabe muss kleiner 1˚C sein (horizontaler Nahbereich beträgt 20 x 20 Meter).

→ z.B. Kanton ZG für den Zugersee:
Wasserrückgabe unterhalb der Sprungschicht nahe der Entnahmetiefe. ΔT der Wasserentnahme und -rückgabe darf 3˚C nicht übersteigen. Hydraulische Mischer sind zulässig.



- Wasserkreisläufe in eutrophen Seen (Bsp. Zugersee):

Vertikale P-Verteilung im Zugersee



→ Anforderung: *Rückführung der Nährstoffe in die Seetiefe*

2. Konzessionierung thermischer Nutzungen

- Die Wassernutzungskonzession verschafft dem Betreiber ein **Sondernutzungsrecht** an einem Gewässer für eine bestimmte Zeitdauer.
- In der Regel tätigt der Konzessionär **hohe Investitionen** mit einer **langen Amortisationszeit**.
- Aufgrund der Bedeutung der Nutzung für das betroffene Gewässer, für die Energieversorgung und den Konzessionär sind die **Planung,** das **Bewilligungsverfahren** und die **Realisierung** der Anlagen **aufwändig.**

➢ Kantonales Bewilligungsverfahren (Bsp. Kanton Zug)

Der Gesuchsteller reicht beim Amt für Umweltschutz als Gewässerschutzfachstelle eine **Anfrage** (Projektidee, Vorprojekt) **für die thermische Nutzung eines Gewässers** ein.

↓

Das Amt für Umweltschutz führt bei kantonalen Fachstellen und der Standortgemeinde das **Vernehmlassungsverfahren zur Anfrage** durch. Beteiligte kantonale Fachstellen: Raumplanung (Gewässernutzungen liegen i.d.R. Bauten ausserhalb der Bauzone), Gewässerschutz, Naturschutz, Fischerei, Trinkwasserversorgung, Archäologie, Wasserbau, Energie, Baudirektion (= Bewilligungsbehörde grosser Gewässernutzungen).

↓

Das Amt für Umweltschutz teilt dem Gesuchsteller mit, ob gegen die thermische Nutzung des Gewässers **grundsätzliche Vorbehalte** bestehen (→ ev. Projektende). Andernfalls werden dem Gesuchsteller die **erforderlichen weiteren Abklärungen** und die weiteren Schritte im **Bewilligungsverfahren** mitgeteilt.

↓

↓

Der Gesuchsteller veranlasst die von den Behörden verlangten Untersuchungen (v. a. gewässerökologische Abklärungen).

↓

Der Gesuchsteller reicht beim Amt für Umweltschutz das **Gewässernutzungsgesuch**, bei der Baubewilligungsbehörde (Standortgemeinde) das **Bauprojekt** und beim Amt für Wald und Wild als Fischereibehörde das **Gesuch um fischereirechtliche Bewilligung** ein.

↓

Das Amt für Umweltschutz führt bei kantonalen Fachstellen und der Standortgemeinde das **Vernehmlassungsverfahren zum Gewässernutzungsgesuch** durch.
Bei Realisierbarkeit des Projekts erstellt das Amt für Umweltschutz den **Entwurf der Nutzungsbewilligung bzw. Konzession** und das Amt für Wald und Wild den **Entwurf der Fischereirechtlichen Bewilligung**.

↓

Öffentliche Auflage der Projektunterlagen (Nutzungsgesuch, Baugesuch) sowie des Entwurfs der Nutzungsbewilligung, der Fischereirechtlichen Bewilligung und allfälliger weiterer Nebenbewilligungen.

↓

↓

Nach der Bereinigung allfälliger Einsprachen erfolgt die **koordinierte Bewilligung der Gewässernutzung** und des **Baugesuchs** inkl. allfälligen Nebenbewilligungen.

➢ Inhalt der Nutzungsbewilligung

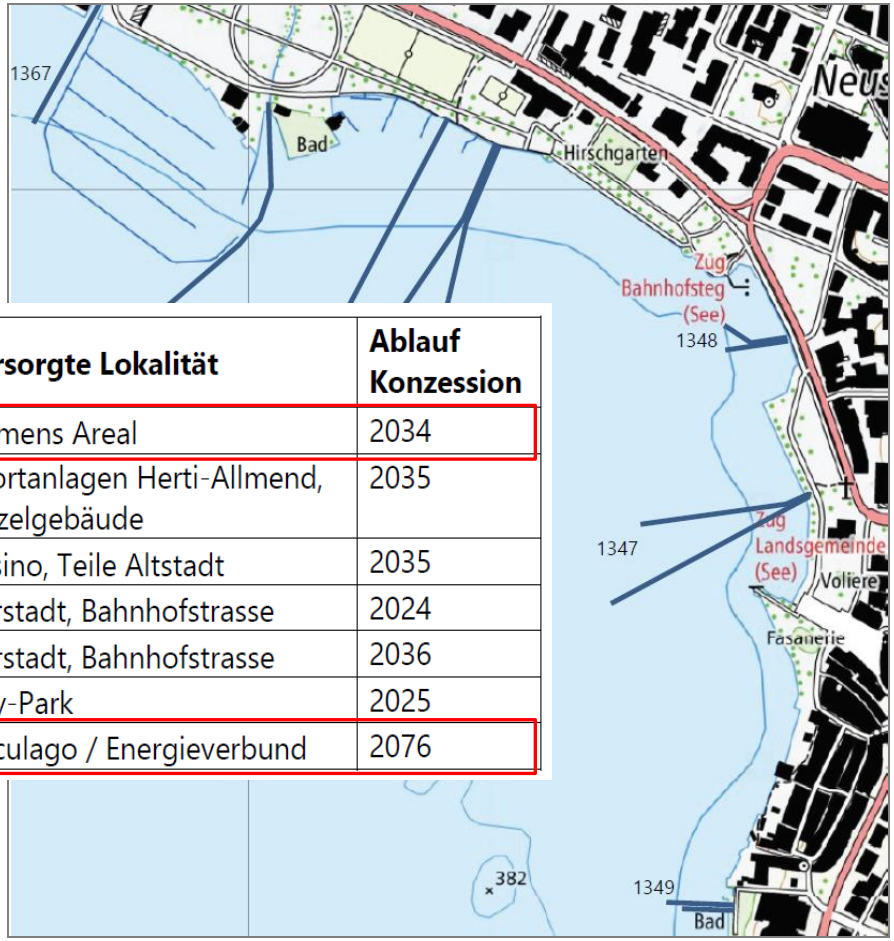
Die **Nutzungsbewilligung** enthält:

- den zulässigen Nutzungsrahmen inkl. Konzessionsgebühr und Laufzeit
- Auflagen für die Bau- und Betriebsphase
- gewässerökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen
- die während der Betriebsphase zu erhebenden Nutzungs- und Gewässerdaten.
- Sicherheitsklausel bei Eintreten unerwarteter Effekte

  Im Kanton ZG: "Aus Gründen des öffentlichen Wohls kann die Baudirektion unter Einräumung einer angemessenen Frist die bewilligte Entnahmemenge entschädigungslos herabsetzen oder die zulässige Wärmeenergienutzung neu festlegen."

3. Monitoring

➢ Bilanzierung der Wärme- und Kältenutzungen



Hydrogeologische Objekt-Nr.	Konzessionär	Versorgte Lokalität	Ablauf Konzession
1322	Siemens Schweiz AG	Siemens Areal	2034
1367	Stadt Zug	Sportanlagen Herti-Allmend, Einzelgebäude	2035
1349	WWZ AG	Casino, Teile Altstadt	2035
1348	IGIMO AG	Vorstadt, Bahnhofstrasse	2024
1347	Zuger Kantonalbank	Vorstadt, Bahnhofstrasse	2036
1348	Olle Larsson	City-Park	2025
1994	WWZ AG	Circulago / Energieverbund	2076

Im Zugersee bewilligte Leistungen und Energiebezüge

Bew.-Nr.	Hydrogeol. Objekt-Nr.	Konzessionär	Versorgte Lokalität	Nutzung	Q max [m3/h]	max. Wärme-Leistung [MW]	jährl. Wärme-entzug [GWh/a]	max. Kälte-Leistung [MW]	jährl. Wärme - zufuhr [GWh/a]
863	**1994**	**WWZ AG**	**Circulago**	**Wärme, Kälte**	**7'000**	**24.4**	**72**	**24.4**	**66**
524	**1322**	**Siemens Schweiz AG**	**Siemens Areal**	**Wärme, Kälte**	**1'000**	**5**	**8**	**9**	**7**
529	1367	Stadt Zug	Sportanlagen Herti-Allmend, Einzelgebäude	Wärme, Kälte, Bewässerung	220	1	n. b.	0.9	n. b.
557	1349	WWZ AG	Casino, Teile Alt-stadt	Wärme	90	0.3	0.6	k. N.	k. N.
558	1348	IGIMO AG	Vorstadt, Bahn-hofstrasse	Wärme, Kälte	450	0.4	0.6	0.2	0.2
618	1347	Zuger Kantonalbank	Vorstadt, Bahn-hofstrasse	Wärme, Kälte	100	0.2	0.4	0.7	1.1
707	1348	Olle Larsson	City-Park	Wärme, Kälte	70	0.2	0.4	0.2	0.2
Total bestehende Nutzungen inkl. Circulago bei Vollausbau					8'930	31.5	~82	35.4	~75

n.b. = nicht bekannt, k. N. = keine Nutzung

Eawag-Modellierung (2014) zu den Auswirkungen der thermischen Nutzung im Zugersee:

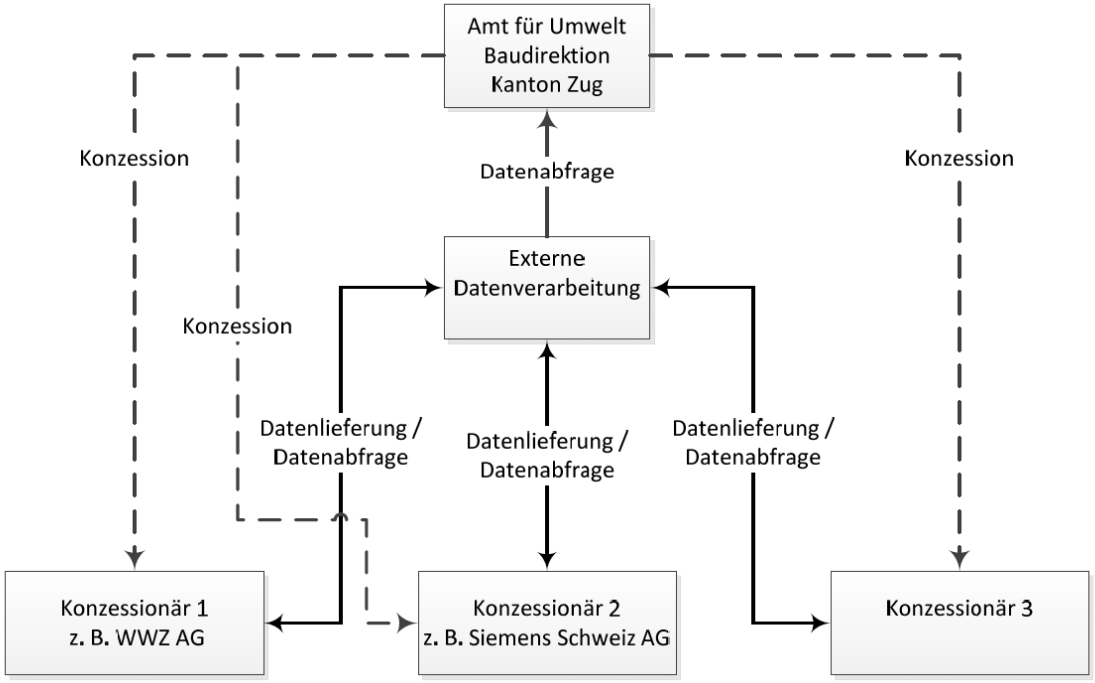
Gewässerökologisch problemlos:

- Wärme-Entnahme ~ 500 GWh/a
  Spitzenleistung ~ 100 MW
- Wärme-Zufuhr ~ 200 GWh/a
  Spitzenleistung ~ 50 MW

Erwärmung des Wassers in der Bucht bei der Stadt Zug:

- Wärme-Zufuhr im Sommer bei einer Last von 29 MW führt zur lokalen Erwärmung von 0.1˚C in einer Wasserschicht von 2 m Dicke.
  (→ vgl. prognostizierte klimaänderungsbedingte Erwärmung des Zugersees bis ins Jahr 2060 von 2.1˚C)

Projekt (2018) zur Zusammenführung der Daten aller grösseren thermischen Nutzungen im Zugersee auf einer Datenplattform

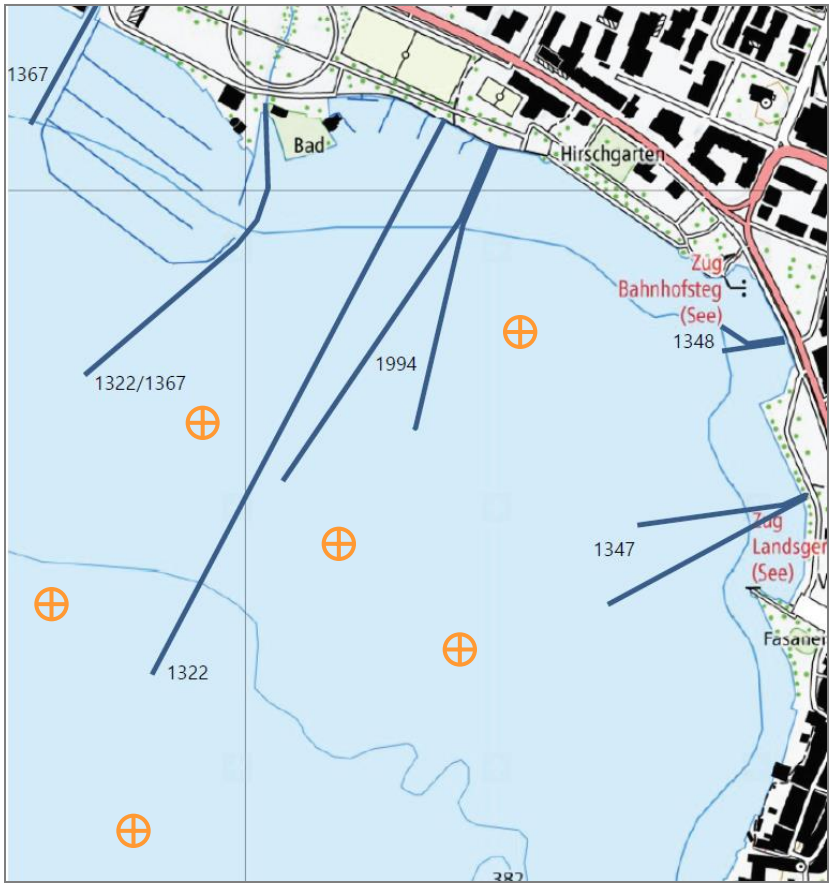


Vorteile:

- Einheitliche Datenhaltung und effiziente Datenauswertung
- Einfache Kontrolle des bewilligten Nutzungsrahmens
- Einfache Bestimmung der leistungsabhängigen Konzessionsgebühr

3. Monitoring

➢ Messungen im See



Grossanlage **CIRCULAGO**

Überprüfung der modellierten Temperaturveränderungen in der Zuger Bucht mit Temperatur-messungen

- vor der Inbetriebnahme
- während des Ausbaus der Wärmeenergienutzung in Stufen von 10 GWh

Vielen Dank für Ihr Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energie und am Schutz der Gewässer