

Kälte und Wärme aus dem Zugersee nutzen

Seewasserbezüger für Wärme- und Kälteversorgung im Stadtzentrum

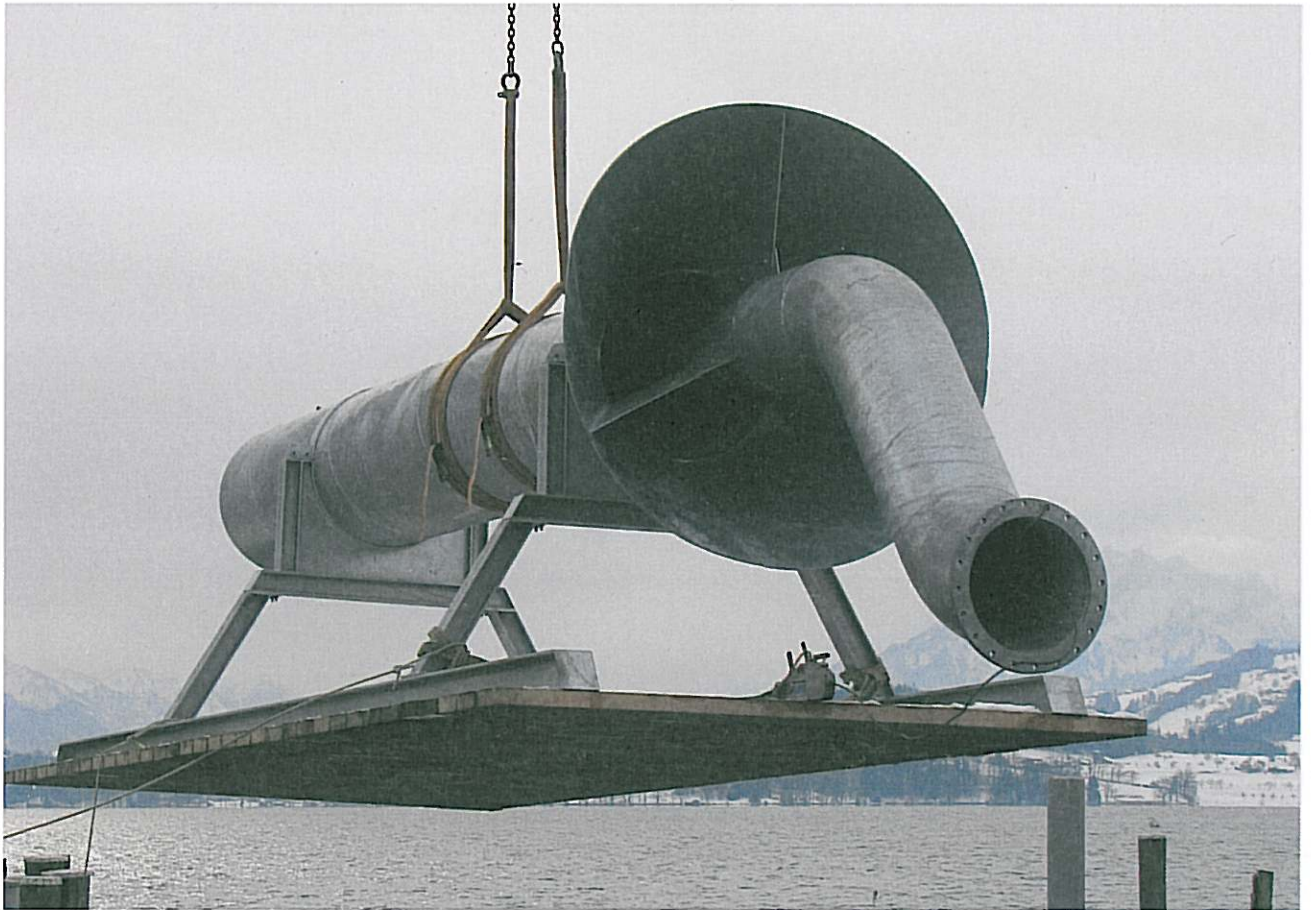
Der Zugersee prägt die Landschaft und ihre Bewohner: Er ist Lebensraum für eine mannigfaltige Pflanzen- und Tierwelt, wichtiges Freizeit- und Erholungsgebiet für die anstossenden Gemeinden, mögliches Trinkwasserreservoir - und nicht zuletzt immer wichtiger werdender Energiespeicher für die umliegenden Siedlungsgebiete. Der Bauboom im Kanton Zug mit dem steigenden Energiebedarf sowie die Endlichkeit der fossilen Energieträger haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer grossen Nachfrage nach kostengünstiger, erneuerbarer Energie für die Versorgung von Wohn-, Büro- und Gewerbebauten geführt. Rund um den Zugersee kann dazu der Wärme- und Kälteinhalt des Seewassers genutzt werden. Für Bauten in Seenähe ist langfristig der Bezug von Wärme- und Kälteenergie aus Seewasser eine

kostengünstige Möglichkeit - dies trotz grosser Investitionen ins Leitungssystem. Das Amt für Umweltschutz muss aber dafür sorgen, dass im See keine thermische Übernutzung mit negativen Folgen für die Wasserlebewesen entsteht.

Grossbezüger von Seewasser

In Tiefen von über 15 Metern herrscht im Jahresverlauf eine konstante Temperatur von 5 bis 10 Grad Celsius. Hier wird das Seewasser gefasst, gefiltert und zu den Wärmepumpen- oder Kühlanlagen geleitet. In der Wärmepumpe wird die Wärmeenergie aus dem Seewasser auf ein System mit höherer Temperatur (z.B. Raumheizung) übertragen; das Seewasser kühlt sich gleichzeitig ab. Die nutzbare Wärme ist dabei rund dreimal

Nutzer	Energieaustausch mit Zugersee	Verwendung	Maximale Wärmeleistung	Maximale Kälteleistung
1 Eisstadion, Überbauung Schutzengel, Sportanlage Herti-Allmend	Wärme- und Kältenutzung, Bewässerung	Eisproduktion, Kühlen und Gebäudeheizung	1000 kW	900 kW
2 Siemens Schweiz AG	Kältenutzung	Gebäude- und Prozesskühlung	keine	6000 kW
3 City-Park	Wärme- und Kältenutzung	Gebäudeheizung und -kühlung	200 kW	200 kW
4 Quartierenergiezentrale Bahnhofstrasse 17	Wärme- und Kältenutzung	Gebäudeheizung und -kühlung	400 kW	200 kW
5 Liegenschaften Bahnhofstrasse 1, 12, 14	Kältenutzung	Gebäudekühlung	keine	600 kW
6 Fischereimuseum	Kältenutzung	Schaubrunanlage		
7 Überbauung Frauensteinmatt	Wärmenutzung	Gebäudeheizung	300 kW	keine



Kühlwasserrückgabe der Siemens Schweiz AG:
Spektakuläre Wasserung des hydraulischen Mischers im Februar 2010 beim Bootshafen in Zug.

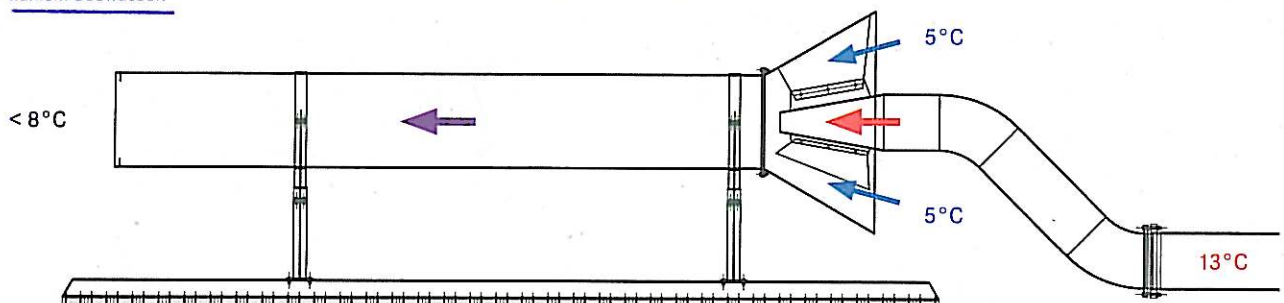
grösser als die aufgewendete elektrische Energie. Bei der Kältenutzung wird Prozessabwärme über Wärmetauscher direkt auf das Seewasser übertragen. In der Stadt Zug beziehen einige Grossbezüger bereits seit Jahrzehnten Wärme- und Kälteleistung aus dem Zugersee. Im Idealfall lassen sich Nutzungen von Wärme- und Kältebezug miteinander kombinieren. Die Stadt Zug setzt dieses Verfahren für die Kühlung der Eissportanlagen der neuen Bossard-Arena um. Die aus der Eisproduktion anfallende Abwärme wird für die Warmwasserproduktion in der Sporthalle, im Hochhaus und in der benachbarten Überbauung Schutzengel genutzt. Es gibt aber auch Seewasserbezüger, die ausschliesslich Wärme oder Kälte nutzen. Der grösste Kältebezüger ist die Firma Siemens Schweiz AG. Im Sommer bezieht sie für die Pro-

zess- und Gebäudekühlung eine maximale Seewassermenge von 1000 Kubikmeter pro Stunde aus dem Zugersee und führt das erwärmte Wasser wieder dorthin zurück.

Die Nutzung hat ökologische Grenzen

Eine der wichtigsten Einflussgrössen für Wasserlebewesen ist die Temperatur. Im Verlauf der Evolution passten sich die Organismen und Tiere an die jahreszeitlichen Temperaturänderungen im See an. Änderungen über die natürlichen Schwankungen hinaus bleiben für das Gewässerökosystem nicht ohne Folgen. Die Gewässerschutzverordnung spricht darum Klartext: Kühlwassernutzung und Wärmeentzug dürfen die natürlichen Temperaturverhältnisse, die Nährstoffverteilung sowie die Le-

Um die Umweltauflagen erfüllen zu können, muss die Siemens Schweiz AG das zurückgeführte Wasser mit einer Temperatur von rund 13°C vor der Einleitung in den See auf unter 8°C kühlen. Dies geschieht im dargestellten hydraulischen Mischer am Rückgabeort in 26 Metern Seetiefe durch die Beimischung von kühlem Seewasser.





An den Wärme- und Kälteverbund «Eisstadion» angeschlossene Gebäude

bens- und Fortpflanzungsbedingungen für die Wasserlebewesen insbesondere im Uferbereich nicht nachteilig verändern. Eine quantitative Angabe über die maximal zulässige Temperaturveränderung als Folge der Wärmeenergienutzung aus Seen ist in der Gewässerschutzverordnung aber nicht enthalten. Die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) interpretierte in einer Publikation die ökologisch zulässige Temperaturveränderung in Seen so, dass die Temperaturveränderungen gegenüber dem Normalzustand nie und nirgends den Wert von 1°C übersteigen sollen (EAWAG 1981, Wärmepumpen an Oberflächengewässern, Schriftenreihe BEW Nr. 19, Bern). Die enge Auslegung dieser Empfehlung würde bedeuten, dass das Seewasser im Wärmetauscher lediglich um 1°C erwärmt oder abgekühlt werden dürfte. Doch Ausgleichsströmungen im See verdünnen das abgekühlte oder erwärmte Rücklaufwasser rasch und gleichen die Wassertemperaturen bereits in kurzer Distanz vom Einleitungsort wieder aus. Darum ist in grösseren Gewässern die Einleitung von Rücklaufwasser mit einer höheren Temperaturdifferenz als 1°C in beschränktem Umfang vertretbar. Das Amt für Umweltschutz bewilligt bei der Wärmeenergienutzung aus dem Zuger- und Ägerisee eine maximale Differenz von 3°C zwischen Entnahme- und Rückgabetemperatur.

Der Zugersee ist noch immer ein sehr nährstoffreiches Gewässer. Es weist im Sommerhalbjahr in der Seetiefe wegen des Abbaus toter Algen eine bedeutend höhere Nährstoffkonzentration

auf als an der Seeoberfläche. Dies hat Folgen für die Kühlwassernutzung im Sommer: Würde das aus der Seetiefe bezogene Kühlwasser an der Seeoberfläche zurückgeleitet, so gelangte gelöster Phosphor aus der Seetiefe in die biologisch produktive Zone an der Seeoberfläche; dies förderte das Algenwachstum. Um diese Nährstoffaktivierung zu verhindern, verlangt das Amt für Umweltschutz die Rückführung des erwärmten oder abgekühlten Wassers über Rückgabeleitungen in eine Seetiefe von mindestens 15 Metern.

Reserven sind vorhanden

Die stetig wachsende Nachfrage nach Wärme- und Kältebezug aus dem Zugersee veranlasste das Amt für Umweltschutz im Jahr 2006 zur Abklärung des maximal zulässigen Nutzungsumfangs. Die EAWAG untersuchte diese Problematik. Sie kam zum Schluss, dass in der Zuger Bucht unter Einhaltung der erwähnten 1°C-Rahmenbedingung eine Wärmeabgabe oder -entnahme von 100 MW-Leistung möglich ist. Vergleicht man diesen Wert mit der Leistung aller bereits installierten Anlagen, so ist eine Steigerung der aktuellen Wärmenutzung um das 40-fache und der Kältenutzung um das 13-fache möglich. Im Siedlungsraum ist die Verlegung der Wasserleitungen aber sehr aufwändig und kostspielig; darum kann die Seewassernutzung in der Regel nur in Seenähe und im Verbund mehrerer benachbarter Wärme- und Kältebezüger wirtschaftlich betrieben werden.

Peter Keller