

# SEETHERMIE FÜR DIE WÄRM EWENDE

## DIE NOCH WEITGEHEND UNGENUTZTE ENERGIE UNSERER SEEN



Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Wolkenkratzer>

Bild 1: Der Zwenkauer See (Luftaufnahme 2017 in östliche Richtung) ist mit 9,7 km<sup>2</sup> der größte See im Leipziger Umland. Bisher galt er für eine Seethermie-Nutzung als zu flach. Jetzt soll sie doch mit einem neuen Verfahren zur Versorgung eines entstehenden Hotelkomplexes am linken Ufer umgesetzt werden.

**S**eethermie, die Gewinnung von Wärme und Kälte aus Gewässern, ist als spezieller Teil der Umweltwärme in Deutschland selbst für viele Energieinteressierte immer noch ein Fremdwort. Ganz anders sieht es in der Schweiz<sup>1)</sup> aus, wo man diese thermische Ressource seit Jahrzehnten für unterschiedlichste Anwendungen nutzt: Nicht nur Gemeinden wie Genf, Lausanne, Luzern, Montreux, St. Moritz, Zürich, und Zug etc. speisen ihre Nahwärmenetze mit der Wärme aus Seen, auch Institutionen wie der Supercomputer Piz Daint<sup>2)</sup> in Lugano oder der Neubau eines UN-Gebäudes in Genf werden mit Tiefenwasser aus Seen gekühlt – der UN-Neubau nutzt beispielsweise stündlich ca. 700 Kubikmeter 8°C kühles Seewasser, die zur Kühlung des Gebäudes die Geschosdecken gepumpt werden; anschließend wird das auf 13°C erwärmte Wasser an einer anderen Stelle wieder zurück in den Genfer See geleitet.

Was die Seethermie in der Schweiz angeht, so hält das staatliche Wasserforschungs-Institut EAWAG umfangreiches Material wie Übersichten, Potentialatlanten, Forschungsergebnisse etc. bereit, eine Informationsquelle, die allerdings seit 2019 weitgehend nicht mehr aktu-

alisiert wird.<sup>3)</sup> Vorteil der Seethermie ist eine lokale, erneuerbare Thermiequelle, die sich in der Hand von Gemeinden, Genossenschaften sowie Einzelpersonen befindet, und auf große Energiekonzerne gut verzichten kann.

### Tiefe Wasser sind wichtig

Bei aller Freiheit, die die Seethermie gewährt, gibt es aber auch gewisse Einschränkungen bzw. Voraussetzungen geographischer oder technischer Natur. Seethermie benötigt möglichst große Gewässer mit stabilen Temperaturschichtung, insbesondere, wenn sie zu Heizzwecken eingesetzt werden soll. Das schwere Wasser mit der größten Dichte bei 4°C sammelt sich dabei unten, und garantiert somit, dass das entnommene Wasser nicht zu dicht am Gefrierpunkt liegt. Üblicherweise wird das Wasser aus Tiefen von 30 bis 40 Metern bei 4 bis 10°C entnommen, und durch einen Wärmetauscher gepumpt, wodurch die Seewärme auf einen Wasserkreislauf übertragen wird, an dessen „Ende“ eine Wärmepumpe sitzt. Das im Wärmetauscher seiner Wärme verlustig gegangene Wasser des Sees wird wieder in den See zurück gepumpt, und zwar an einem von der

Entnahmestelle entfernten Ort und mit geringerer Tiefe. Beim größten Projekt der Schweiz, der Versorgung von 6.800 Haushalten zweier Vorortgemeinden Luzerns aus dem Vierwaldstättersee<sup>4)</sup>, wird das Seewasser in einer Tiefe von 40 Metern entnommen und abgekühlt andernorts in einer Tiefe von 25 Metern wieder in den See eingeleitet. Dass bei solchen Projekten darauf zu achten ist, dass der Pumpenstrom aus erneuerbaren Quellen stammt, und die Pumpen nicht mit Ölen etc. das Wasser verunreinigen, versteht sich von selbst.

Die wasserseitigen Voraussetzungen dürften ein Grund dafür sein, dass die Seethermie in Deutschland bisher nicht so recht Fuß fasste. Denn hier fehlen meist große, tiefe Seen mit einer entsprechenden Schichtung des Wassers. Während der Genfer See eine mittlere Tiefe von 154 Metern aufweist, der Vierwaldstättersee von 104 Metern und der Zürichsee von immerhin noch fast 52 Metern, sind die meisten deutschen Seen „flache Pfützen“: Der Große Plöner See kommt auf eine mittlere Tiefe von 12 Metern, der Schweriner See auf 13 Meter, und die Müritz sogar nur auf 6 Meter. Allenfalls die bayerischen Seen hätten eine gerade noch auskömmliche Wassertiefe – und natürlich der Bodensee mit seinen mittleren 90 Metern, wo es in der Tat sowohl auf Schweizer als auch auf Deutscher Seite entsprechende Überlegungen gibt.

Neben Seen kommt als Wärmequelle auch das Meer in Frage. Stockholm betreibt mit Värtan Ropsen die größte Seewasserwärmepumpe, die eine installierte Leistung von 180 MW hat und das Fernwärmenetz von Schwedens Hauptstadt speist. Schwieriger ist es bei manchen Flüssen: Vor einigen Jahren wurde z.B. von verschiedenen Seiten diskutiert, in Hamburg eine Elbwasser-Wärmepumpe zu installieren. Doch die Gezeiten verhindern eine gute Temperaturschichtung des Wassers, und das Elbwasser hat nicht die genügende Salinität wie in Stockholm. So dringt sehr kaltes, kaum salziges Nass auch in Tiefen ein, in denen das Wasser für die Wärmepumpe entnommen

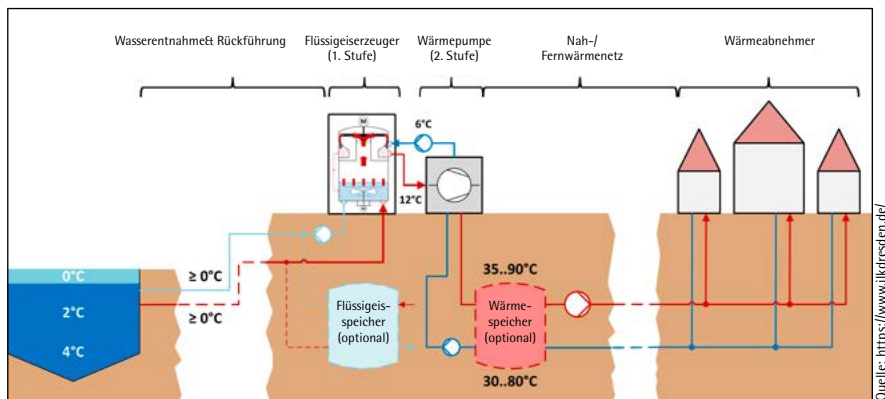


Bild 2: Schema warmes Netz. Das Vakuum-Flüssigeis-Verfahren lässt sich sowohl für warme als auch kalte Netze einsetzen. Die Energie wird dabei jeweils aus dem Phasenwechsel gewonnen.

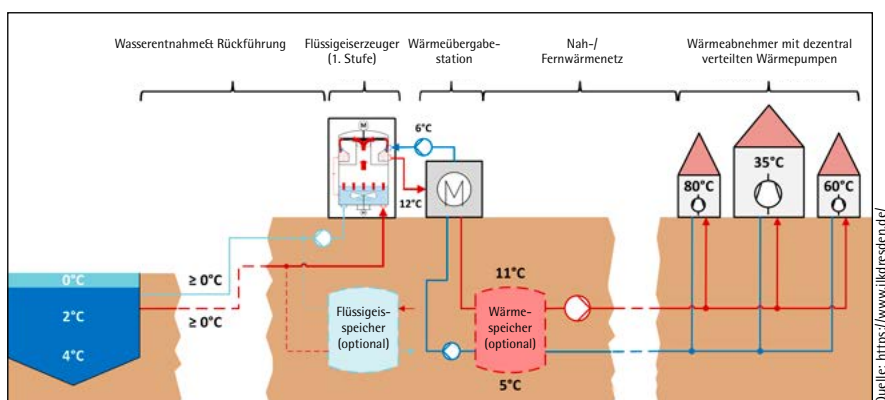


Bild 3: Schema kaltes Netz. Kalte Netze sind in der Lage, die Wärme auch über größere Strecken relativ verlustfrei zu übertragen.

wird. Steht aber an der Entnahmestelle Süßwasser von nur 2°C oder weniger zur Verfügung, können die Wärmetauscher vereisen, und der Wärmeentzugprozess kommt so zum Stillstand. Dadurch fielen bisher viele Gewässer von vornherein für die Wärmegewinnung aus.

### Welches Potential haben die Seen des ehemaligen Tagebaues?

Jetzt hat ein Forschungsprojekt am 1.200 Hektar großen Zwenkauer Sees<sup>5)</sup>, eines gefluteten ehemaligen Tagebaues des Leipziger Neuseenlandes gezeigt, dass die bisherigen Grenzen der Seethermie nicht in Stein gemeißelt sind. Das Projekt wurde vom technischen Berater Bernd Felgentreff, auch als Autor der SONNENENERGIE bekannt, initiiert, und mit Mitteln der Bundesrepublik sowie der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen gefördert<sup>6)</sup>; an der Umsetzung beteiligt waren mehrere Institute, Ingenieurbüros und die TU Cottbus. Inhaltlich ging es darum, ob sich der Wärmebedarf eines größeren Hotelkomplexes am Nordufer, bestehend aus drei Feriendörfern mit zusammen 150 Gebäuden, aus dem Seewasser decken ließe, und welche Rückwirkungen auf den See es dabei gäbe.

Im Prinzip traten am Zwenkauer See mit seiner mittleren Tiefe von 17,7 m und

seiner Maximaltiefe von 48 m die gleichen Probleme auf wie bei allen flachen Seen: Stürme können innerhalb kürzester Zeit die Temperaturschichtung bis in Tiefen von 20 Metern aufbrechen, so dass mit konventioneller Technik allenfalls die wenigen, kleinen tieferen Stellen als Potential verblieben wären. Doch das Forschungsprojekt plante mit dem Einsatz des neuen Vakuum-Flüssigeis-Verfahrens des beteiligten Instituts für Luft- und Kältetechnik Dresden.<sup>7)</sup> Dazu wird in speziellen Kammern kaltes Seewasser bei -0,5°C und sehr niedrigem Druck im Bereich des „Trippelpunktes“ verdampft. Der Trippelpunkt bezeichnet einen durch (Unter-)Druck und Temperatur erzeugten physikalischen Zustand, in dem Wasser gleichzeitig teilweise sowohl im flüssigen, als auch im festen (Eis) als auch im dampfförmigen Aggregatzustand vorliegt. Für die Wärmeerzeugung wird der Dampf, in dem ein Großteil der Seewasserwärme gespeichert ist, aus den Kammern abgesaugt, verdichtet und dann kondensiert, wobei er die Wärme wieder abgibt. Das im Vorgang entstandene Eis kann z.B. als Kältespeicher genutzt werden. Es ist aber mit dem Verfahren auch die Entnahme von wärmerem Seewasser möglich, wobei dann auf die Eisbildung verzichtet werden muss. Vorteile des

Verfahrens sind die Wassereutnahme in Ufernähe, die Vermeidung von vereisten Wärmetauschern, und die Reduktion der benötigten Wassermengen (Pumpenstrom). Nachteil ist, dass das Verfahren auch aus Kostengründen kaum unter 100 kW installierte Leistung skalierbar ist.

Und wie sieht es mit den Umweltfolgen aus? Der zukünftige Hotelkomplex hat einen Jahresbedarf von rund 1,5 Gigawattstunden; damit würde er nur unbedeutende 0,016% der derzeitigen natürlichen Regeneration des Sees als Wärme entnehmen. Im Zuge der Klimaerhitzung und der damit steigenden Blaualgengefahr in allen stehenden Gewässern könnte ein vermehrter Einsatz dieser Technik ökologisch sogar von Vorteil sein.

### Fazit

In jedem Fall ist die neue Form der Seethermie eine Chance für die Wärmewende. „Die ca. 40 neuen Seen in den ehemaligen Tagebauen unserer mitteldeutschen Region bergen ein ungeahntes Potential – als Wärmequelle!“, sagt Initiator Bernd Felgentreff. Alle deutschen See, die größer als 50 ha sind, könnten in ihrem Ein-Kilometer-Umkreis jährlich rund 59 Terrawattstunden erneuerbare Wärme liefern. Und daher gilt es, künftig noch weitere Wasserflächen für die Seethermie zu erschließen.

### Fußnoten

- 1) <https://www.dgs.de/news/en-detail/050719-seethermie-heizen-und-kuehlen-mit-umweltwaerme/>
- 2) <https://www.cscs.ch/computers/piz-daint/>
- 3) <https://thermdis.eawag.ch/de>
- 4) <https://www.nzz.ch/wissenschaft/waerme-aus-dem-see-ld.1538386>
- 5) [https://de.wikipedia.org/wiki/Zwenkauer\\_See](https://de.wikipedia.org/wiki/Zwenkauer_See)
- 6) <https://www.mitteldeutschland.com/press-releases/studien-zu-logistik-und-mobilitaet-im-mitteldeutschen-revier-gestartet-kopie/>
- 7) <https://www.ilkdresden.de/projekt/vakuum-fluessigeis-technologie>

### ZUM AUTOR:

► **Götz Warnke**  
ist Vorsitzender der DGS-Sektion Hamburg-Schleswig-Holstein  
kontakt@warnke-verlag.de