

Wärme- und Kältenutzung aus dem Bodensee

Leitfaden



Herausgeberin: Kanton Thurgau: Amt für Umwelt und Amt für Energie

Titelbild: Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen

Grafiken: Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (S. 4)

Bezug: <https://energie.tg.ch> oder via energie@tg.ch

<https://umwelt.tg.ch> oder via umwelt.afu@tg.ch

Worum geht es?

Der Bodensee ist ein riesiger Energiespeicher, der wirtschaftlich, ökologisch und energieeffizient zu Heiz- und Kühlzwecken genutzt werden kann. Das Potenzial wird heute bei weitem nicht ausgeschöpft. Die vorliegende Planungshilfe hat zum Ziel, die Rahmenbedingungen und Anforderungen für eine nachhaltige thermische Nutzung aufzuzeigen. Sie richtet sich primär an Gemeinden, Energieversorger und Planer. Sie sollen über das Vorgehen zur Realisierung eines Projektes informiert sein und wissen, an wen Sie sich für weitergehende Beratung und betreffend finanzieller Förderung wenden können.

Wieviel Energie steckt im Bodensee?

Der Bodensee speichert eine gewaltige Energiemenge. Die tatsächliche Nutzung dieses Potenzials ist soweit erlaubt, als die aquatischen Ökosysteme und der natürliche Temperaturhaushalt nicht nachteilig verändert werden. Wie gross die Auswirkungen der thermischen Nutzung auf den See sind, hängt von der Menge sowie der räumlichen und zeitlichen Verteilung des Wärme- bzw. Kälteeintrags ab. Verschiedene Modellrechnungen¹ haben gezeigt, dass bei einer realistischen thermischen Nutzung entlang des Schweizer Seeufers (Grössenordnung 1 GW Heizleistung und 0.5 GW Kälteleistung) keine nachteiligen Auswirkungen auf den Temperaturhaushalt zu erwarten sind.

Aufgrund der Modellrechnungen kann das nutzbare Potenzial für die Schweizer Seite des Bodensees auf ungefähr 2'800 GWh Wärmenutzung und 1'400 GWh Kältenutzung pro Jahr beziffert werden. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Wärmenutzung primär im Winter und die Kältenutzung im Sommer erfolgt. Da sich die Wassertemperaturen durch die Klimaerwärmung bereits erhöhen, sollte dem See in der Jahresbilanz nicht mehr Wärme zugeführt als entzogen werden.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass eine Abkühlung des Sees weniger kritisch ist als eine Erwärmung. Zum einen wirkt sie der zusätzlichen Wärmebelastung durch die

Klimaerwärmung entgegen. Zum anderen ist eine Abkühlung für die Lebewesen im See insgesamt weniger problematisch als eine Erwärmung.

Aktuell bestehen am Bodensee auf Schweizer Seite insgesamt 16 Anlagen mit einem Wärmeumsatz von rund 34 GWh pro Jahr. Der Anteil des Wärmeeintrages kann auf ungefähr zwei Drittel geschätzt werden.

Der Wärmebedarf aller Gemeinden mit Seeanstoss in den Kantonen St. Gallen² und Thurgau liegt in der Grössenordnung von 1'200 GWh pro Jahr. Mit Blick auf das oben genannte Potenzial könnte somit der gesamte Wärmebedarf entlang des Schweizer Bodenseeufers mit thermischer Seewassernutzung gedeckt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für eine sinnvolle Erschliessung mit thermischen Netzen eine gewisse Siedlungsdichte notwendig ist. Eine Versorgung mit Energie aus dem Bodensee macht deshalb nicht überall Sinn.

Allgemeine Grundsätze

Für die energetische Nutzung des Bodensees gelten die folgenden Grundsätze:

- Die Wärmeversorgung erfolgt räumlich koordiniert und ist energieeffizient. Die thermische Seewassernutzung wird in die räumliche Energieplanung der Gemeinde einbezogen.
- Grosse Anlagen mit Verbundlösungen werden bevorzugt, Anlagen unter 200 kW werden vermieden.
- Auf reine Kühlnutzungen wird verzichtet, bei Kühlnutzungen wird in jedem Fall eine Abwärmenutzung angestrebt.
- Thermische Seewassernutzungen beeinträchtigen die aquatischen Ökosysteme nicht. Wasserrückgaben erfolgen in der Regel in 20 bis 40 m Tiefe.
- Anlagen entsprechen dem Stand der Technik.

¹ Siehe Kapitel «Wo erhalte ich weitere Informationen» zu den entsprechenden Publikationen

² Thal, Rorschacherberg, Rorschach, Goldach, Steinach, Tübach SG (ohne direkten Seeanstoss)

Sekundärkreislauf

In einem Anergienetz zirkuliert ein Wärmeträgermedium (zum Beispiel Wasser), das Energie auf einem niedrigen, nicht direkt für Heizzwecke nutzbaren Temperaturniveau transportiert (ca. 1 bis 20°C). Dank der relativ geringen Temperatur kann das Anergienetz auch als Wärmesenke genutzt werden, beispielsweise zur Abführung von nicht weiter nutzbarer Abwärme aus Industriebetrieben. Diese Abwärme kann so für Wärmebezüger nutzbar gemacht werden. Für die Nutzung des Anergienetzes zu Heizzwecken ist eine Wärmepumpe notwendig. Steht beim Endverbraucher eine eigene Wärmepumpe, so spricht man von dezentralen Systemen. Dezentrale Systeme eignen sich bei hohen Aussentemperaturen im Sommer auch für den Kühlbetrieb («Freecooling»).

Tertiärkreislauf

Für die Nutzung zu Heizzwecken gibt es auch zentrale Lösungen: Eine zentrale Wärmepumpe, z. B. in einer Quartierzentrale, erwärmt das Wasser auf die höchste benötigte Temperatur. Mittels Nahwärmenetz werden die angeschlossenen Endnutzer im Tertiärkreislauf mit Wärme versorgt. Beim Endverbraucher braucht es lediglich eine Übergabestation. Diese Lösung ist dann vorteilhaft, wenn das benötigte Temperaturniveau bei allen Nutzern in einem ähnlichen Bereich liegt.

Technische und wirtschaftliche Machbarkeit

Die grundsätzliche Realisierbarkeit eines Energieverbundes hängt unter anderem vom lokalen Wärmeabsatzpotenzial und dessen räumlicher Verteilung ab. In einem ersten Schritt empfiehlt es sich, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit in einer Studie abzuklären.

Was muss beim Bau einer Anlage beachtet werden?

Entnahmetiefe

- Die Entnahmetiefe ist nutzungsabhängig zwischen 0 bis 40 Meter wählbar.

Rückgabetiefe und Rückgabetemperatur

- Mit Rücksicht auf die Schichtungsverhältnisse ist die Rückgabetiefe des thermisch genutzten Wassers so zu wählen, dass die Einschichtung in einem Bereich zwischen 20 bis 40 Meter Wassertiefe erfolgt.
- Die Rückgabetemperatur des thermisch genutzten Wassers darf höchstens 20°C betragen.
- Die Temperaturänderung ausserhalb der Mischungszone muss kleiner als 1°C sein. Als Mischungszone gilt ein Bereich von 20 mal 20 Meter horizontaler und 10 Meter vertikaler Ausdehnung.
- Im Winter oder in fachlich begründeten Ausnahmefällen ist eine oberflächliche Rückgabe von abgekühltem Wasser möglich.
- Die Lagen der Entnahme- und Rückgabestellen einer Anlage sind so zu wählen, dass keine Kurzschlussströmung auftritt.
- Bei Rückgabe des thermisch genutzten Bodenseewassers in ein Fliessgewässer gelten die kantonalen Vorschriften.
- Das genutzte Wasser muss chemisch unverändert zurückgeleitet werden.

Benachbarte Anlagen

- Thermische Summationseffekte benachbarter Anlagen dürfen nicht dazu führen, dass sich das Wasser ausserhalb der jeweiligen Mischzone um mehr als 1°C verändert.
- Zwischen benachbarten Anlagen dürfen keine Kurzschlussströmungen auftreten.
- Die Trinkwassernutzung hat Priorität gegenüber der thermischen Nutzung. Die Beeinflussung durch geplante Rückgabelleitungen muss im Einzelfall geprüft werden.

Bauliche Aspekte

- Seeleitungen sind bis unter die Zone mit Wasserpflanzenbewuchs (ca. 10–15 m Tiefe) grabenlos unter dem Seegrund zu erstellen, beispielsweise mittels gelenkter Bohrung.
- Im Bereich von archäologischen Fundstellen und Naturschutzgebieten können Einschränkungen für den Leitungsbau gelten. Die kantonalen Fachstellen geben Auskunft.
- Die Leitungen müssen so verlegt werden, dass Sie die Schifffahrt nicht behindern und nicht durch Anker beschädigt werden können.
- Die Leitungsführung und -befestigung ist so zu konstruieren, dass sich keine Fischfängergeräte verfangen können.
- Die Leitungsverlegung muss unter Berücksichtigung der Schonzeiten erfolgen und mit dem kantonalen Fischereiaufseher abgesprachen werden.
- Nicht standortgebundene Anlagenteile müssen ausserhalb des Gewässerraums erstellt werden.
- Bei den Ansaugeinrichtungen sind Fischschutzmassnahmen umzusetzen (Anströmgeschwindigkeit kleiner zehn Zentimeter pro Sekunde; Gitter mit Maschenweite kleiner fünf Millimeter).
- Die Problematik des Bewuchses mit Muscheln (Zebra-, Wander-, Quaggamuschel) muss bei der Planung berücksichtigt werden. Es sind entsprechende Vorkehrungen (Dimensionierung der Leitung, Spezialfilter, Reinigungsvorrichtungen, Unterhalt bei Wärmetauschern usw.) zu treffen.
- Wärmetauscher, in denen Kältemittel zirkuliert, dürfen nur über Zwischenkreisläufe betrieben werden.
- Es dürfen nur Kältemittel gemäss [Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung \(ChemRRV; SR 814.81\)](#) verwendet werden.

Wie läuft das Bewilligungsverfahren ab?

Die Nutzung des Seewassers bedarf gemäss kantonalem [Wassernutzungsgesetz \(WNG, RB 721.8\)](#) resp. der zugehörigen [Verordnung \(WNV, RB 721.81\)](#) einer Konzession durch das Departement für Bau und Umwelt (DBU).

Das Gesuch um thermische Seewassernutzung ist via Gemeinde einzureichen. Die Gemeinde leitet es mit ihrer Stellungnahme an den Kanton weiter. Unter Einbezug der kantonalen Fachstellen prüft das Amt für Umwelt (AfU) das Gesuch. Ist es bewilligungsfähig, weist das AfU die Gemeinde an, das Gesuch im Amtsblatt und im Publikationsorgan der Gemeinde öffentlich aufzulegen. Erfolgt innerhalb der 20-tägigen Auflagefrist keine Einsprache, erteilt das DBU die Konzession.

Für ein Konzessionsgesuch sind folgende Unterlagen erforderlich:

- [Baugesuchsformular \(Konzession/WNG Bewilligung\)](#)
- Formular [„Gesuch für die wärmetechnische Nutzung eines öffentlichen Gewässers“](#)
- Projektbeschrieb der Anlage
- Je nach Bedarf fachliche Gutachten, z. B. Fischerei, Archäologie, Naturschutz, Beurteilung der Auswirkung auf andere Anlagen
- Projektpläne der Anlagen
- Prüfung des Einflusses auf den Temperaturhaushalt: Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) stellt ein Bemessungswerkzeug zur Verfügung. Dieses ist online verfügbar und erlaubt es, eine geplante Anlage für unterschiedliche Betriebsszenarien zu dimensionieren und den Einfluss auf den Temperaturhaushalt zu überprüfen. Diese Überprüfung muss dem Gesuch beigelegt werden. Bei Anlagen mit einer Leistung von mehr als fünf MW ist in der Regel eine vertiefte Prüfung erforderlich (Simulation mit bestehenden Modellen).

Welche Gebühren fallen an?

Konzessionsgebühren

Neben den Verfahrensgebühren fallen Verleihungsgebühren an. Diese betragen für jedes volle Jahr der konzessionierten Nutzungsdauer Fr. 0.60 pro l/min konzessionierter Förderleistung an Brauchwasser (§17 WNG).

Was wird vom Kanton gefördert?

Der Kanton Thurgau bietet für die thermische Nutzung von Seewasser vier Möglichkeiten der Förderung an:

Machbarkeitsstudien

Machbarkeitsstudien dienen der Abklärung der technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Machbarkeit von Projekten. Ebenso sollen darin Varianten evaluiert und das weitere Vorgehen skizziert werden. Der Förderbeitrag beträgt 50 Prozent der Studienkosten, maximal 20'000 Franken.

Wärmenetzprojekt

Gefördert werden Neubauten und Erweiterungen von Wärmeerzeugungsanlagen mit Wärmenetz sowie Neubauten und Erweiterungen von Wärmenetzen. Die Förderung bezieht sich sowohl auf den Sekundär- als auch auf den Tertiärkreislauf mit zentraler Wärmeerzeugung. Der Förderbeitrag berechnet sich in Abhängigkeit der bei den Endverbrauchern abgesetzten Energie.

Anschluss ans Wärmenetz (Anschluss an Tertiärkreislauf)

Wer sich am Wärmenetz anschliesst, benötigt eine Übergabestation. Diese wird vom Kanton mittels einmaligem Investitionsbeitrag unterstützt, wenn es sich um Anschlüsse in bestehenden Gebäuden (Heizung) oder auch in neuen Gebäuden (Prozesswärme) handelt.

Ersatz der alten Heizung

Wird die Wärme für den Tertiärkreislauf dezentral erzeugt, ist dazu eine eigene Wärmepumpe notwendig. Der Einbau der Wärmepumpe wird in bestehenden Gebäuden vom Kanton mittels einmaligem Investitionsbeitrag unterstützt.

Detailinformationen zum Förderprogramm

Die Förderbeiträge und Förderbedingungen sind im Förderprogramm Energie des Kantons Thurgau zu finden. Das Förderprogramm kann heruntergeladen werden unter: <https://energie.tg.ch> → Förderprogramm.

Wo erhalte ich weitere Informationen?

Information und Beratung:

Amt für Energie Kanton Thurgau: <https://energie.tg.ch/>

Amt für Umwelt: <https://umwelt.tg.ch/>

Hinweis:

Im Kanton Thurgau sind die grösseren Anliegergemeinden am Bodensee verpflichtet, in ihren Energierichtplänen, die bis 2022 zu erstellen sind, mögliche Standorte für grosse Wärmepumpenanlagen zur Nutzung der Wasserwärme aus dem Bodensee zu bezeichnen.

Grundlagen:

[Bodenseerichtlinien der IGKB](#)

[Bericht KlimBo – Klimawandel am Bodensee](#)

Berechnungstool für das Temperaturverhalten von thermischen Seewassernutzungen:

https://www.h2o-online.com/igkb_therm/igkb_therm_jet.php

Informationsplattform der EAWAG zur thermischen Nutzung von Oberflächengewässern: <https://thermdis.eawag.ch/>

Wissenschaftliche Publikationen:

Lang, U., Mirbach, S. (2019): Modellanalyse der maximalen thermischen Nutzung von Bodenseewasser. Bericht für das Amt für Umwelt, Kanton Thurgau. Ed: kup Stuttgart, Juni 2019.

Gaudard, A., Schmid, M., Wüest, A. (2019): Using lakes and rivers for extraction and disposal of heat: Estimate of regional potentials. *Renewable Energy* 134 (2019), 330-342

Gaudard, A., Schmid, M., Wüest, A. (2018): Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potenzial der Schweizer Oberflächengewässer. *Aqua & Gas Heft 2* 2018, S.26-33.

Fink, G., Schmid, M., Wüest, A. (2014): Large lakes as sources and sinks of anthropogenic heat: Capacities and limits, *Water Resour. Res.*, 50, 7285-7301

