

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 141 (2015)
Heft: 9-10: Erdwärme : first come, first serve?

Artikel: Untergrundspeicher ohne Defizitgarantie
Autor: Menti, Urs-Peter / Sulzer, Matthias
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-514957>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DEZENTRALE ENERGIESYSTEME

Untergrundspeicher ohne Defizitgarantie

Energienetze für Areale puffern Wärmeüberschüsse häufig mit einem Erdwärmespeicher ab. Ein reibungsloser Betrieb dieser Systeme ist oft nur mit einem sorgfältigen Monitoring zu erreichen.

Text: Urs-Peter Menti, Matthias Sulzer

Anergienetze verknüpfen Energiequellen, zum Beispiel ein Bürohaus als Abwärmelieferant, und Energiesenken, zum Beispiel ein Wohnhaus als Wärmebezüger, weshalb sie zur Heizung und Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden können (vgl. Glossar S. 31). Nach Bedarf dient ein Erdwärmespeicher dazu, die Energiebilanz im thermischen Versorgungsnetz zeitlich auszugleichen.¹ Damit jedoch der Untergrundspeicher mittelfristig selbst weder unterkühlt noch zu sehr erwärmt wird, muss die Bilanz aus Wärmezufuhr und Wärmeentzug im Jahresverlauf ebenfalls ausgeglichen sein. Wird zu wenig Wärme gespeichert, ist der Heizbedarf nicht immer gedeckt. Bei zu viel gespeicherter Wärme ist der Freecooling-Kühlbetrieb im Spätsommer nicht garantiert.

Das Szenario mit unausgeglichener Speicherbilanz konnte bei der Wärmeversorgung im Areal Suurstoffi, Rotkreuz (vgl. TEC21 48/2011) beobachtet werden;

das in Etappen realisierte Anergienetz wird von der Hochschule Luzern wissenschaftlich begleitet und überwacht. Im ersten Ausbauschnitt waren insbesondere die Nutzflächen, die Abwärme zur Weiterverwendung im Areal liefern sollen, noch nicht vollumfänglich erstellt. Zudem konnten von den insgesamt geplanten 9500 m² Solardachflächen zunächst nur 3500 m² auf jenen Gebäuden installiert werden, die in der ersten Bauetappe errichtet wurden. Die damit erzeugte und ins Wärmenetz gelieferte Energiemenge reichte nicht aus, um den Wärmebezug übers Jahr zu kompensieren: Der Energiehaushalt geriet in Schieflage. Der Erdwärmespeicher kühlte ab, und die Temperaturen im Arealnetz fielen in der Folge unter 8 °C (Abb. S. 33). Um dennoch eine sichere Versorgung mit Heizenergie zu garantieren, wurde die fehlende Energie mit einer zusätzlichen Holzheizungsanlage kompensiert.

Flexibles Vernetzungskonzept

Zwar hat die etappierte Arealentwicklung zur temporären Unterdeckung geführt, grundsätzlich aber hat sich das Versorgungskonzept bewährt: Das Anergienetz selbst musste nicht verändert werden, weil sich eine solche Vernetzungsvariante jeweils flexibel mit Verbrauchern und Quellen erweitern lässt. Im Vollausbau soll auf die Notheizung wieder verzichtet werden können, weil dann genügend Abwärme vorhanden sein wird. Dies bestätigen aktualisierte Simulationen und Resultate des bisherigen Energiemonitorings.

Im Vollausbau wird das Suurstoffi-Anergienetz eine rund 165 000 m² grosse Energiebezugsfläche versorgen und nach Bedarf Kälte und Wärme zwischen den Gebäuden mit unterschiedlicher Nutzung wie Wohnen, Schule, Gewerbe und Dienstleistung austauschen. Die Wärme aus Raumkühlung und Prozesskühlung gelangt als überschüssige Energie ins Netz und wird bei Bedarf in den Erdwärmespeicher abgeführt. Ebenfalls zugeführt wird Quellenergie aus der hybriden Solaranlage, die als Wärme und Elektrizität zur Verfügung steht. Der Erdwärmespeicher erlaubt insofern eine zeitlich verschobene Wärmerückgewinnung zwischen den

Der Wärme-Strom-Knoten

Smart Grid ist das Stromnetz der Zukunft, um die Versorgung auf eine dezentrale und erneuerbare Stromproduktion auszurichten. Der nächste Schritt sind dezentrale Energiesysteme, die verschiedene Energieformen miteinander verbinden (Multi-Energy Grid) und der Bereitstellung, Umwandlung, Speicherung und Verteilung der unterschiedlichen Energieströme dienen. Das Multi-Energy Grid ist ein technologieoffenes Infrastrukturkonzept für Quartiere und Areale. Wie sich thermische, elektrische und mit Gas gespeiste Netze miteinander verknüpfen lassen, wird im Rahmen der koordinierten Energieforschung des Bundes untersucht. Am Swiss Competence Center for Energy Research, Future Energy Efficient Buildings & Districts baut die Hochschule Luzern ein Labor für die Knotenforschung «NODES» mit massstäblichem, einmaschigem Multi-Energy Grid auf: Experimentell und mithilfe von Simulationsmodellen sollen Erkenntnisse über Aufbau, Technologie und Wirtschaftlichkeit erweiterter thermischer Versorgungsnetze gewonnen werden.
www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/energiewende/lucerne

unterschiedlich genutzten Gebäuden; das Anergienetz erhöht die Energieeffizienz im Gesamtsystem.

Das Anergienetz-Beispiel Suurstoffi zeigt, wie robust und flexibel die thermische Arealvernetzung aufzubauen ist. Die Auslegung auf einen bestimmten Planungsstand genügt nicht (vgl. «Nutzungsgrenzen im Untergrund», S. 28), denn die Energiebilanz kann in solchen Arealen aufgrund von Nutzungsänderungen oder des Einsatzes technisch verbesserter Komponenten stetig ändern. Hybride Solaranlagen und Luftkühler bieten zusätzliche Flexibilität: Sie können die Wärme-lieferung ins System erhöhen, ohne dabei die Stromproduktion der hybriden Solarmodule zu unterbinden, oder Wärme aus dem System entziehen, wenn das Stromnetz unterlastet ist. Ebenso erlauben Wärmepumpen, allfällige Stromüberschüsse in thermische Energie umzuwandeln und den Wärmespeichern wie Warmwasserboilern bzw. der thermisch aktiven Baustruktur zur Verfügung zu stellen.

Gezielte Speicherbewirtschaftung

Der Erdwärmespeicher ist auch bei einem weiteren Pilotprojekt unverzichtbarer Teil der Arealvernetzung: Das Anergienetz auf dem Campus Höggerberg der ETH Zürich, das seit sechs Jahren kontinuierlich erweitert wird, besitzt drei Speicherfelder im Untergrund (vgl. Glossar S. 31). Der Aufbau dieses thermischen Netzes ist so gewählt, dass es adaptier- und erweiterungsfähig ist: Verbraucher und Erzeuger sind durch eine Ringleitung miteinander verbunden. Aktuell sind drei dezentrale Unterstationen und drei Erdwärmespeicher zum Ausgleich der Energieströme an dieser Versorgungs-masche angeschlossen.² Von jedem Anschlusspunkt kann die Energie in zwei Richtungen fließen; zwei parallel geführte, voneinander unabhängige und bidirektionale Leitungsringe erlauben, den Wärmeträger Wasser mit jeweils unterschiedlicher Temperatur durch das Versorgungsnetz zu führen.

Die Erkenntnisse aus dem Pilotbetrieb sind vielversprechend: Die Wärmerückgewinnung zwischen den unterschiedlich genutzten Forschungsgebäuden erreicht eine hohe Effizienz, weil sich die unterschiedlich war-

men Energieströme im jeweiligen Leitungsring nicht miteinander vermischen. Zudem können die drei Erdwärmespeicher flexibel bewirtschaftet werden: Unabhängig von ihrer Position lassen sie sich dank der zweigeteilten Netzmasche laden oder entladen und können unterschiedliche Speichertemperaturniveaus aufweisen.

Der Massenstrom in der Ringleitung selbst wird einzig durch die dezentralen, bei den einzelnen Verbrauchern und/oder Lieferanten installierten Förderpumpen angetrieben. Die Fliessrichtung stellt sich aufgrund des schwankenden, dezentralen Bedarfs ein; das Netz wird als «ungerichtet», ohne vorgegebene Fliessrichtung, bezeichnet. Der hydraulische Betrieb solcher Netze wird daher komplexer. Aufgabe der Forschung ist es, diese Mechanismen und weitere Fragen zur Hydraulik und Fliessrichtung der Energieströme in einem thermisch vernetzten Ring sowie in einem Versorgungsnetz mit einer oder mehreren Maschen zu untersuchen. Ziel dabei ist nicht nur die Weiterentwicklung robuster und flexibel funktionierender Wärmenetze, sondern auch das Finden von Synergien zwischen thermischen und elektrischen Netzvarianten (vgl. «Der Wärme-Strom-Knoten», S. 32). Vermaschte Wärmenetze bieten dafür eine einfache Anknüpfungsvariante und integrieren heute schon Technologien zur flexiblen und hybriden Energieerzeugung von Wärme respektive Strom. Unter anderem bietet sich dadurch die Option, überschüssigen Strom in Wärme umzuwandeln und so das elektrische Netz zu entlasten. •

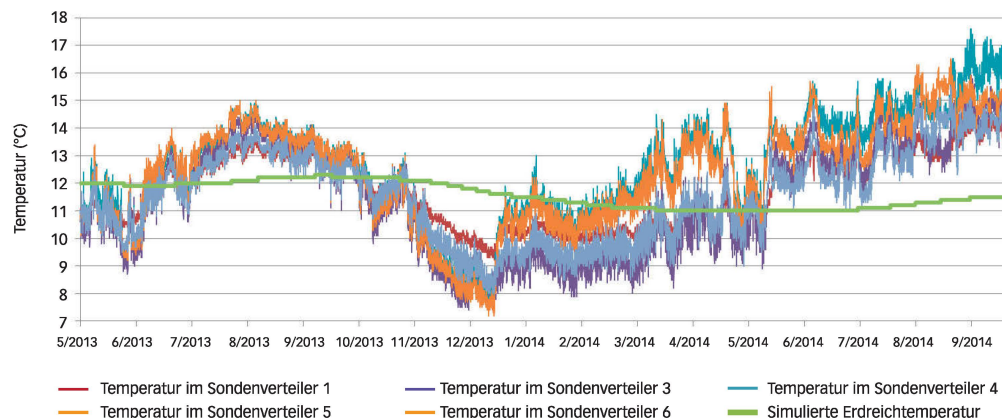
Urs-Peter Menti, Dipl. Ing. ETH, SIA, Leiter Zentrum für Integrale Gebäudetechnik an der Hochschule Luzern HSLU; urs-peter.menti@hslu.ch

Matthias Sulzer, Dipl. Ing. FH/SIA, MBA, Dozent Energie- und Gebäudetechnik an der Hochschule Luzern HSLU; matthias.sulzer@hslu.ch

Anmerkungen

1 M. Sulzer, D. Hangartner, Kalte Fernwärme (Anergienetze), Grundlagen-/Thesenpapier, Hochschule Luzern – Technik & Architektur 2014.

2 M. Sulzer, T. Gautschi, ETH Zürich, Höggerberg Masterplan Energie, Schweizerisches Status-Seminar Energie- und Umweltforschung im Bauwesen 2008.



Werte aus dem Monitoring (2013/2014) und den Simulationen zum Anergienetz Suurstoffi: Die Temperaturen im Erdwärmespeicher (grüne Kurve) haben sich aufgrund des zu geringen Wärmeeintrags in das Anergienetz um 1 °C gesenkt (zwischen 5/2013 und 5/2014).