

EISPEICHER NEU

Neues wirtschaftliches Eisspeicherkonzept zur optimierten Wärmespeicherung durch Wärmepumpen und Windkraftspitzennutzung

Programm / Ausschreibung	ENERGIE DER ZUKUNFT, SdZ, SdZ 9. Ausschreibung 2021	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2022	Projektende	30.11.2023
Zeitraum	2022 - 2023	Projektlaufzeit	17 Monate
Keywords	Eisspeicher, Wärmepumpen, Windkraftspitzennutzung, Neubau, Gebäudesanierung		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation, Problematik bzw. Motivation:

Windstrom ist diskontinuierlich und bei Starkwind können Windstromspitzen kaum genutzt werden. Mit dem Konzept „Energiespeicher Beton“ kann bislang ein kleiner Teil dieses ungenutzten Potenzials an erneuerbarer Energie genutzt werden. Dieses thermische Speicherpotenzial wäre durch neu konzipierte (und dadurch auch deutlich wirtschaftlichere) Eisspeicher noch größer. Es könnte nicht nur bei massiven Neubauten, sondern auch im Leichtbau und im gesamten Gebäudebestand als thermischer Speicher eingesetzt werden.

Die dominante Form neuer Heizsystemen sind derzeit die sehr preiswerten Luft/Wasser-Wärmepumpen. Feldtests zeigen aber, dass deren Performance deutlich schlechter ist als die Kennzahlen erwarten lassen. Bei tiefen Außentemperaturen sinkt die Energieeffizienz stark ab (\approx Direktstromheizungen). Dadurch entsteht genau in der Zeit des geringsten Angebots an Strom aus erneuerbaren Energien (kalte Dunkelflaute) ein zusätzlicher starker Strombedarf. Das zwingt dazu im Stromsystem große (und unwirtschaftliche) Reservekapazitäten bereit zu halten.

Ziele und Innovationsgehalt:

Mit dem Konzept „Eisspeicher NEU als thermischer Windstromspitzenpeicher“ wollen wir eine wirtschaftlich interessante Option anbieten mit der

- bislang ungenutzte Windstromspitzen thermisch gespeichert werden können,
- die Performance von Wärmepumpen-Heizungen verbessert werden kann und damit
- der Strombedarf in der „Winterlücke“ nicht weiter steigt,
- für alle Bereiche wo weder Erdsonden noch Grundwasser-Nutzung möglich ist für WP-Heizungen eine nachhaltige „Wärmequelle“ verfügbar wird,
- eine wirtschaftlicher Alternative zu Erdsonden entstehen kann,
- die aber auch erdungebunden als (hochgedämmte) „Plug-and-play“ Einheit in Heizräume integriert werden kann,
- die Dekarbonisierung von Heizsystemen wirtschaftlich forciert werden kann,
- die Sanierungsrate von Gebäuden gesteigert werden kann.

Angestrebte Ergebnisse bzw. Erkenntnisse:

Dazu wollen wir mit diesem beantragten Sondierungsprojekt einen Eisspeicher NEU konzeptionieren und nicht nur die genannten Vorteile belegen, sondern auch technische Wege für einen Produzenten des Eisspeichers NEU erarbeiten und aufzeigen, um rasch zu Realanwendungen zu kommen.

Abstract

Initial situation, problem, or motivation:

Wind power is discontinuous, and wind current peaks can hardly be used in high winds. With the concept of "energy storage concrete" a small part of this untapped potential of renewable energy can be used up to now. This thermal storage potential would be even greater due to newly designed (and thus significantly more economical) ice-storage. It could be used as thermal storage not only for massive new buildings, but also in the light constructions and in the entire building stock. The dominant form of new heating systems at present are the very inexpensive air/water heat pumps. However, field tests show that their performance is significantly worse than the key figures suggest. At low outside temperatures, energy efficiency drops sharply (= > direct current heating). This creates an additional strong demand for electricity at exactly the time of the least supply of electricity from renewable energies (cold dark slack). This forces the electricity system to have large (and uneconomic) spare capacity.

Goals and innovation content:

With the concept "Ice-storage-tank NEW as thermal wind current peak storage" we want to offer an economically interesting option with it

- previously unused wind current peaks can be thermally stored,
- the performance of heat pump heaters can be improved and thus
- the demand for electricity in the "winter gap" does not increase any further,
- a sustainable "heat source" becomes available for WP heaters for all areas where neither earth probes nor groundwater use is possible,
- an economic alternative to earth probes can be created,
- but which can also be integrated into heating rooms as a (highly insulated) "plug-and-play" unit,
- the decarbonization of heating systems can be economically stepped up,
- the refurbishment rate of buildings can be increased.

Aimed results or findings:

With this requested exploratory project, we want to conceptualize an Ice-storage-tank NEW and not only prove the mentioned advantages, but also develop and point out technical ways for a producer of the Ice-storage-tank NEU in order to quickly reach real applications.

Endberichtkurzfassung

a. Ausgangssituation, Motivation und Forschungsfragen

Der Übergang zu erneuerbaren und nachhaltigen Energiesystemen stellt weltweit eine große Herausforderung dar, insbesondere in Europa, wo ehrgeizige Ziele zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Energiemix festgelegt wurden. Um einen hohen Anteil variabler erneuerbarer Energien erfolgreich zu integrieren, müssen Wege gefunden werden, um Angebot und Nachfrage auszugleichen, wobei Speichertechnologien eine entscheidende Rolle spielen. Die wirtschaftlich motivierte Auswahl, Netzstrom bei preiswerten Stundenpreisen zu beziehen und im Konzept Eisspeicher NEU thermisch zu nutzen, beinhaltet zukünftig auch die Nutzung von Windstromspitzen. Die steigende Verbreitung von Luft-Wasser-Wärmepumpen motiviert, nach Wegen für einen netzdienlichen Betrieb bei kühlen Außentemperaturen zu suchen.

Die folgenden Forschungsfragen stellen sich hierzu:

- Wie kann ein Eisspeicher die Effizienz von Wärmepumpen verbessern und effizienter und preisgünstiger werden?
- Wie kann ein Eisspeicherabsorber konstruktiv gestaltet werden, um schnelle Gefrier- und Abtauvorgänge möglich zu machen?
- Mit welchen optimierten Oberflächenbeschichtungen kann der Eisspeicherabsorber beschichtet werden?
- Welche Optionen bieten zusätzlich integrierte Phasenwechselmaterialien (PCM)?
- Wie kann ein Eisspeicherabsorber konstruktiv gestaltet werden, um möglichst kompakte Abmessungen möglich zu machen?
- Können durch den preisgesteuerten Betrieb eines Wärmepumpen-Eisspeichersystems Kosten und CO₂-Emissionen eingespart werden und wie kann die Integration von Wärmepumpen-Eisspeichersystemen im österreichischen Energiesystem bis 2050 dazu beitragen, die Abregelung erneuerbarer Energien zu minimieren?

b. Projekt-Inhalte und Zielsetzungen

Die Projektinhalte und die erweiterten Ziele sind:

- Weitgehende Nutzung vorhandener Komponenten, Technologien und Bauverfahren
- Erweiterungsmöglichkeit von konventionellen Wärmepumpenkonzepten
- Verkleinerung des Volumens und des Flächenbedarfs von Eisspeichern
- Dadurch Reduktion der Kosten im Vergleich zu konventionellen Eisspeichern gleicher Wärmeleistung
- Preisgesteuerte Optimierung des Wärmebedarfs und resultierend des Netzstrombedarfs bei Betrieb eines Wärmepumpen-Eisspeichersystems

c. Methodische Vorgehensweise

Für die Realisierbarkeit des Konzepts Eisspeicher NEU werden die besten verfügbaren Komponenten und Geräte identifiziert und mittels bestehender Forschungsergebnisse fehlende „Verbindungsstücke“ aufgezeigt. Basierend darauf wird die funktionale Konfiguration des neuen Systems dargestellt und eine realistische Einschätzung der Effizienzsteigerungen vorgenommen. Ökonomische Analysen umfassen die Untersuchung von Lastverschiebungseffekten mittels eines dynamischen Optimierungsmodells des Strommarkts. Es wird ein Bottom-up Energiemodell entwickelt, gefolgt von der Analyse dynamischer Energieszenarien zur Untersuchung der optimierten Einbindung erneuerbarer Energien und erforderlicher Speicherkapazitäten. Zudem werden Stromkosten eines Einfamilienhaushalts analysiert, basierend auf Wetterdaten und dynamischen Strompreisen mit und ohne Eisspeicher.

d. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Umsetzung des Konzepts Eisspeicher NEU zeigt vielversprechende Möglichkeiten zur effizienten Nutzung von vorhandenen Komponenten und Technologien. Es ermöglicht die Erweiterung konventioneller Wärmepumpensysteme, reduziert Volumen und Flächenbedarf und senkt Kosten im Vergleich zu herkömmlichen Eisspeichern gleicher Leistung. Die

Trennung des Wärme- und Strombedarfs während Zeiten hoher Stromnachfrage ermöglicht Flexibilität, insbesondere während kalter Winternächte oder Dunkelflaute durch die Nutzung von Wärme aus dem Erdreich.

Die Entwicklung des Eisspeicher NEU umfasst bivalente Betriebsweisen, vertikale metallische Wärmetauscherplatten, elektrisch beheizbare Beschichtungen, thermische Abkopplung nach oben und Ankopplung mit CO₂-Erdwärmerohren nach unten sowie die Integration von PCM-Kapseln zur Steigerung der Wärmespeicherkapazität. Die Regeneration des Eisspeicher NEU erfolgt einerseits über Außenluft-Absorber sowie direkt-elektrisch, was durch günstige Stundentarife bei Windstromspitzen ermöglicht werden soll.

Eine komplexe Simulation ist erforderlich, um thermische Effekte zu erfassen und um eine genaue Dimensionierung vorzunehmen. Das macht eine konkretere Dimensionierung und vor allem die Berechnung der notwendigen Tiefe des CO₂-Erdwärmerohrs derzeit noch nicht möglich. Daher ist derzeit auch eine Kostenkalkulation und die dynamische Simulation der Integration des Konzepts Eisspeicher NEU in Gebäudeenergiesysteme und Gebäudequartierssysteme noch nicht umsetzbar. Mittels Simulationen des zukünftigen Energiesystems zeigen sich positive Auswirkungen auf das Energiesystem, indem die Nutzung fossiler Kraftwerke reduziert und ungenutzter Stromüberschuss vermieden wird. Trotz vielversprechender Aspekte sind die Investitionskosten für konventionelle Wärmepumpen-Eisspeichersysteme basierend auf Kostenrecherchen aufgrund der zusätzlichen Anschaffungskosten höher als bei alleiniger Nutzung der Wärmepumpe, selbst bei dynamischer Optimierung nach Strompreisen. Die Zukunft solcher Systeme hängt von Faktoren wie Energie- und CO₂-Preisen ab. Ein Anstieg des CO₂-Preises könnte höhere Kosteneinsparungen ermöglichen. Die Studie zeigt, dass eine Beteiligung der Verbraucher:innen auf Haushaltsebene möglich ist und zu Energieeinsparungen führen kann. Ein dynamischer und marktwirtschaftlicher Rahmen ist daher unerlässlich, um Verbraucher:innen zu motivieren.

e. Ausblick

Eine Weiterentwicklung des Konzepts durch Erprobung eines Prototyps wäre sinnvoll und wünschenswert. Für die notwendige Erfassung und Simulation der komplexen thermischen Vorgänge und die Wahl geeigneter weiterer Projektpartner:innen ist es sinnvoll, die Ergebnisse weltweit laufender Forschungsprojekte abzuwarten.

Projektkoordinator

- Schöberl & Pöll GmbH

Projektpartner

- Technische Universität Wien