



Begehung des Wärmespeichers Meidorf im Bau: Zu sehen ist die schwarze Kunststoff-Dichtungsbahn des Deckels, auf die anschließend Dämmung montiert wird (weiß im Hintergrund).

Foto: Solites

ERNEUERBARE WÄRME IM WINTER

Große Wärmespeicher und ihre Finanzierung

65 Prozent erneuerbare Energien sind bei Neuinstallation der Wärmeerzeuger der allermeisten Gebäude Pflicht. Bis zum Jahr 2045 soll der gesamte Wärmebedarf Deutschlands erneuerbar gedeckt werden. Deshalb hat in vielen Kommunen die Suche nach erneuerbaren Energien begonnen - für alle Jahreszeiten.

Kommunen mit Wärmenetzen suchen zur Zeit nach erneuerbaren Wärmequellen. Viele Kommunen befassen sich erstmals mit der Option eines Wärmenetzes.

Mit Solarthermie, Geothermie, Umwandlung von überschüssigem Windstrom in Wärme (Power-to-heat), industrieller Abwärme, Wärmepumpen und Biomasse ist unser Wärmebedarf gut zu decken. Das Problem: Viele erneuerbare Wärmeenergiequellen sind fluktuierend oder produzieren Wärme antizyklisch zum Bedarf. Das ist vor allem für die Wärmeversorger eine Herausforderung: Ausfälle in der Wärmeversorgung sind keine Option, und auch kurzfristige Überangebote und Wärmespitzen müssen von den Wärmenetzen abgefangen werden können.

WÄRMESPEICHER IST PASSIV

Große Wärmespeicher können diese kurz- und mittelfristigen Differenzen zwischen Wärmeangebot und -nachfrage ausgleichen. Die schon genannten erneuerbaren Wärmequellen kön-

nen große Wärmespeicher füllen.

Eingespeist in einen großen Wärmespeicher steht die Wärme dann zu den Bedarfszeiten zur Verfügung - abends, nachts und während der kälteren Jahreszeit. Grundsätzlich ist die Herkunft der Wärme für den Wärmespeicher ohne Belang. Der Speicher ist ein passives Bauteil und unterscheidet nicht nach Wärmeerzeuger. Die Temperatur der erzeugten Wärme ist jedoch von Bedeutung: Je nach benötigter Temperatur für das Wärmenetz und die Abnehmer sollte im Speicher mindestens diese Temperatur erhalten bleiben. Für den Fall, dass die Speichertemperatur kühler als der benötigte Vorlauf wird, z.B. durch vorherige Entladung, ist eine Kombination mit einer Wärmepumpe möglich. Durch deren Einsatz wird die verfügbare Temperatur auf ein höheres Niveau gehoben. Aber Achtung: Dafür ist elektrische Energie nötig, die im Energiekonzept einberechnet werden muss.

SPEICHERTYPEN

Es gibt verschiedene Speichertypen, die sich in Konstruktion und Speichermedium unterscheiden. Gemeinsam ist ihnen das Grundprinzip „Speichern der Überschusswärme für Bedarfszeiten“.

- Stahl(beton)behälter sind meist mit Wasser als Wärmespeichermedium gefüllt.
- Erdbecken-Wärmespeicher sind mit Wasser oder einer Wasser-Kies-Mischung gefüllt.
- Geothermiesonden erschließen geeignete Gesteinsschichten, die aufgeheizt und als Speichermedium genutzt werden.
- Aquifere sind natürliche, unterirdische Wasserreservoirs, die als Wärmespeicher genutzt werden.

Das Wissensportal zu großen Wärmespeichern:
www.saisonalpeicher.de

SPEICHERNUTZUNGEN – WELCHE IST WELCHE?

Pufferspeicher, Kurzzeit-Wärmespeicher, saisonale Wärmespeicher, Multifunktionswärmespeicher - was sind die Unterschiede?

- Pufferspeicher sind Kurzzeit-Wärmespeicher, die bereits in vielen Wärmenetzen eingesetzt werden. Sie dienen zur Aufnahme von Wärmemengen, die wenige Stunden, z.B. bis in den Abend hinein oder maximal einige Tage gespeichert werden. Dadurch werden Erzeugungsschwankungen ausgeglichen und die Netztemperatur gleichmäßig gehalten. Pufferspeicher haben daher viele Lade- und Entladezyklen. Sie sind in vielfacher Ausfertigung auf dem Markt als „Komplett-

paket“ erhältlich und sind von 200l bis 100.000l (=100m³) groß.

- Größere Pufferspeicher sind aufgrund der Größe (100m³ bis ca. 50.000 m³) und/oder hohen Temperaturen/anspruchsvoller Einbindung nicht mehr am Stück erhältlich, erfüllen jedoch den gleichen Zweck.
- In den Untergrund integrierbare, großvolumige Wärmespeicher hingegen können von 1.000m³ bis zu 1 Mio. m³ Volumen bieten. In der Vergangenheit wurden diese „saisonale“ Wärmespeicher genannt, weil sie für die Beladung während der warmen Sommermonate (meist) mit Solarthermie-Überschusswärme und die Entladung während der Heizperiode konzipiert waren. In diesem Fall findet pro Jahr

ein Ladezyklus statt. Daher müssen diese Speicher im Vergleich zu Pufferspeichern wesentlich kostengünstiger sein. Aus wirtschaftlicher Sicht wird dadurch die große Investition jedoch nicht optimal genutzt. Die Fachwelt spricht neuerdings deshalb eher von „Multifunktionswärmespeichern“.

- Multifunktionswärmespeicher können Wärme saisonal, sprich von Sommer auf Winter, speichern. Das große Wärmespeichervolumen wird jedoch zusätzlich auch unterjährlich genutzt, z.B. für die vielfache kurzzeitige Aufnahme von Wärmespitzen. So finden viele Be- und Entladevorgänge statt und die Investition in den Speicher zahlt sich früher aus.

„DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT DER WÄRMEWENDE IST LETZTLICH AUCH EINE GLAUBENSFRAGE.“

Im Gespräch:
Dirk Mangold,
Leiter des Forschungsinstituts Solites in Stuttgart

Herr Mangold, was kostet die Wärme, wenn ein Wärmespeicher im Netz integriert ist?

Das ist so nicht beantwortbar. Der Wärmespeicher selbst produziert keinerlei Energie, er ist ein passives Bauteil. Die Wirtschaftlichkeit des Wärmespeichers hängt vollständig von seiner Systemintegration ab. Wenn ich ihn schlecht integriere, ist seine Wirtschaftlichkeit logischerweise viel schlechter. Wenn ich ihn sehr gut in das Wärmeerzeugungssystem integriere, kann das System den Speicher besser nutzen und damit wird der Speicher wirtschaftlicher.

Was heißt in diesem Zusammenhang gut integriert?

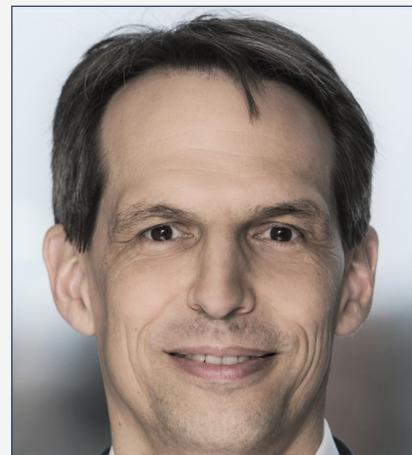
Viele bereits untersuchte Projekte haben gezeigt, dass eine wesentlich bessere Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann, wenn nicht nur der Wärmespeicher an das System angepasst wird, sondern auch das System der Wärmeerzeugung Rücksicht auf den Speicher

nimmt. Zum Beispiel könnte das Wärmeerzeugungssystem mit einer Wärmepumpe ergänzt werden oder andere Wärmeerzeuger werden so kombiniert, dass die Wärme aus dem Speicher in der Nutzung priorisiert wird.

Wenn wir jetzt an eine Kommune denken, die ihre Wärmeversorgung dekarbonisieren muss, womit fängt die Kommune am besten an? Mit dem Netz, dem Speicher oder der Wärmequelle?

Die große Aufgabe ist zu klären, wie jedes Gebäude im Jahr 2045 mit erneuerbarer Wärme versorgt wird. Die kommunale Wärmeplanung wird beantworten, welche Gebäude eine Einzelheizungslösung brauchen und welche ein Wärmenetz bekommen. Großvolumige Wärmespeicher sind Technologien, die für Wärmenetze oder für sehr große Liegenschaften, Industriebetriebe etc. gedacht sind. Also ist der erste Schritt: Welche Gebäude werden zukünftig über ein Wärmenetz versorgt? Dann muss der Wärmebedarf des Wärmenetzes ermittelt werden, und welche erneuerbaren Wärmequellen überhaupt zur Verfügung stehen.

Sehr viele Kommunen, wenn nicht fast alle, werden feststellen, dass es Wärmequellen gibt, die nicht immer dann



Quelle: Solites

Wärme liefern, wenn diese benötigt wird. Dann braucht man einen Speicher. Die Entwicklung des Wärmespeichers beginnt also in Kombination mit dem kompletten Wärmeerzeugungssystem. Wenn alles zusammenpasst, gibt es die beste Wirtschaftlichkeit. Insbesondere, wenn die Wärmequellen sehr dynamisch sind, wird das System so komplex, dass es über dynamische Simulationen dimensioniert und gestaltet werden muss.

Womit fängt die Kommune denn an? Angenommen, die kommunale Wärmeplanung ist abgeschlossen. Wo beginnt man?

Die Kommune sollte zunächst herausfinden, welche Wärmequellen zukünftig zur Verfügung stehen. Es bringt nichts, sich Gedanken über Speicher zu machen, die man womöglich gar nicht beladen kann. Wenn ich weiß, wie viele Gebäude ich versorgen muss, dann kenne ich den Wärmebedarf grob übers Jahr hinweg. Das habe ich als Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung. Dann muss ich auf der anderen Seite der Gleichung suchen: Woher kommt die Wärme?

Und wenn diese Wärmequellen und deren Verfügbarkeiten übers Jahr klar sind, was dann?

Wenn die Verfügbarkeiten der Wärmequellen übers Jahr klar sind, dann beginne ich mir Gedanken zu machen: Wie viel Wärme muss ich einspeichern? Welche Wärmespeicher-Typen können vor Ort realisiert werden? Vielleicht sind es auch mehrere, die ich kombinieren muss. Wenn diese Wärmespeicher Platz benötigen, dann brauche ich die Fläche. Da kann man auch Experten fragen, ob der Untergrund vor Ort geeignet ist, entweder um Wärme zu speichern oder bei tiefer Geothermie, auch um Wärme zu entziehen. Das kann dann in einer ersten Voruntersuchung geklärt werden.

Wenn die Kommune festgestellt hat, sie braucht einen großvolumigen Speicher, wie macht sie dann weiter? Wie kommt sie zur Bauweise, wie groß muss der Speicher werden und wer baut diesen Speicher?

Die Kommune wird selbst nicht herausfinden können, wie groß der Speicher sein muss. Dafür braucht sie Fachberatung, auch um das System zu simulieren. Diese Fachberater können den nächsten Schritt weiterentwickeln: Wie kann der Speicher gebaut werden?

Es gibt ein paar wenige Initiativen, bei denen Teile selbst gebaut wurden; beispielsweise ein Landwirtschaftsbetrieb, der für einen kleineren Speicher selbst eine Grube ausgehoben hat. Solche Initiativen sind denkbar, aber in der Regel muss ein Fachingenieur den richtigen Speicher-Typ mit beraten und diesen Speicher dann für den Bau auch ausschreiben. Meistens geschieht dies über eine funktionale Ausschreibung. So findet die Kommune Anbieter, die diesen Speicher realisieren können.

Wenn das Gesamtkonzept so wichtig, aber schwer überschaubar, und der Speicher ein derartiges Großprojekt ist, wie kann das denn am Ende für eine kleine Kommune wirtschaftlich sein?

Betrachten Sie es aus dieser Perspektive: Wirtschaftlichkeit wird oft im Vergleich zu heutigen fossilen Energiepreisen bewertet. Diese Betrachtung ist verständlich, aber letztendlich falsch: Die Dekarbonisierung ist gesetzt, das Jahr 2045 als Zieljahr für die vollständig erneuerbare Wärmeversorgung festgelegt. Die einzig hilfreiche Frage ist also: Was ist die kostengünstigste und damit wirtschaftlichste Lösung, um die Dekarbonisierung umsetzen zu können? Für jede Kommune wird es eine auf die lokalen Gegebenheiten angepasste Lösung geben. In den meisten Fällen werden mehrere erneuerbare Wärmequellen und ein großer Wärmespeicher Bestandteile der Lösung sein.

Sie sagen also, die Kommunen kommen um große Investitionen gar nicht herum?

Ja, genau das. Unabhängig davon, welche Lösung zur Dekarbonisierung gewählt wird, sie wird immer viel Geld kosten. Deswegen gibt es auch Förderung und Investitionszuschüsse. Es ist klar, dass die Kosten für die Wärmeversorgung eines Gebäudes in Zukunft steigen werden. Die fossilen Energiepreise steigen übrigens auch weiterhin. Man kann also nicht sagen, dass die Dekarbonisierung schlecht ist, weil sie alles verteuert; auch ohne Dekarbonisierung wird alles teurer.

Das heißt doch, die Kommunen müssen heute Millionen von Euro investieren in der bloßen Annahme, dass die fossilen Energieträger teurer werden?

Ja, und das ist eine schwierige Frage. Die Wirtschaftlichkeit der Wärmewende ist letztlich auch eine Glaubensfrage. Was glauben wir, wie werden sich die Preise für Gas und Strom in den nächsten 20 Jahren entwickeln? Es gibt zwar wirtschaftliche Berechnungen, aber die sind oft auf heutige Preise und Annahmen ausgelegt. Mit erneuerbaren Energien bekomme ich eine dekarbonisierte Wärme mit geringen Betriebskosten.

Der zugrundeliegende Sinn der Dekarbonisierung, also der Schutz des Klimas und unserer Lebensgrundlagen, ist klar. Für die Kommunen und Wärmenutzenden ist aber dennoch wichtig, zu wissen, wie teuer die Energie in den Nebenkosten sein wird. Können Sie das präzisieren?

Das habe ich mit dem Hinweis auf Glaubensfragen gemeint: Je nachdem, welche Annahmen man in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbezieht, können die Ergebnisse unterschiedlich ausfallen. Wenn die Kommune stark auf Wärmepumpen setzt, dann brauchen diese viel Strom und ist damit von Strompreisänderungen abhängig. Setzt die Kommune hingegen viel auf Wärmeerzeugung vor Ort und Wärmespeicherung, dann ist sie autarker und hat sicherere Preise, muss aber möglicherweise mehr investieren und höhere Kredite aufnehmen.

Wie können Kommunen denn mit diesen Unsicherheiten umgehen?

Das Schöne ist, dass man mit Simulationen und virtuellen Zwillingen heute viele verschiedene Szenarien durchrechnen kann. Man kann verschiedene Annahmen treffen und analysieren, was passiert, wenn der Strompreis sich so oder anders entwickelt oder wenn die Bankzinsen sich ändern. So kann man besser abschätzen, welche Investitionsentscheidungen sinnvoll sind. Am Ende muss der Investor entscheiden, welche der Varianten er umsetzen möchte – sprich, an welche Annahmen er glaubt - und in welche er tatsächlich Millionen von Euro investiert.

Der Investor ist in den meisten Fällen die Kommune oder das Stadtwerk, die viele andere Aufgaben zu stemmen haben. Wie können die das entscheiden?

Ja, das ist eine komplexe Frage. Nach den heutigen Gesetzen und Vorgaben wie der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts haben die Kommunen die Pflicht, bis 2045 komplett zu dekarbonisieren. Das bedeutet, dass sie viel investieren müssen, und das Kapital haben die wenigsten Kommunen auf der Bank. Sie müssen sich das Geld von Banken leihen.

Was könnten mögliche Lösungen sein?

Eine Möglichkeit ist, dass die Kommune ihr Stadtwerk mit mehr Eigenkapital ausstattet. Eine höhere Eigenkapitalquote hilft, Bankkredite zu erhalten. Das bedeutet jedoch, dass die Kommune dieses Geld irgendwoher nehmen muss. Eine andere Lösung ist, Bürgerinnen und Bürger zu beteiligen, zum Beispiel durch Optionsscheine, wie es die Stadtwerke Heidelberg gemacht haben, oder Privatinvestoren ins Boot zu holen. Eine dritte Möglichkeit ist, dass der Staat die gesetzlichen Rahmenbedingungen ändert, um die Finanzierung zu erleichtern. Eine weitere Option ist die Erhöhung der Wärmepreise, sodass die Kunden die

Investitionen über ihre Wärmerechnung zurückzahlen.

Das ist ja ein dickes Brett, das die Kommunen in den nächsten Jahren zu bohren haben.

Ja, das ist es. Stadtplaner und Techniker müssen sich nun auch mit Finanzierungsfragen auseinandersetzen, die sie vorher nicht auf dem Schirm hatten. Plötzlich sind wirtschaftliche und finanzielle Aspekte genauso wichtig wie

technische Lösungen. Man kommt um BWL-Kenntnisse nicht herum.

Zurück zum Thema Speicher: Welche Speichertypen der großvolumigen Speicher werden derzeit nachgefragt?

In Deutschland gab es viele Jahre lang wenig und dann eher ein technologisches Interesse. Seit etwa zwei, drei Jahren aber sehen wir ein deutlich wachsendes Interesse an unterschiedlichen Wärmespeicher-Typen, also

gezielte Projektanfragen von Investoren. Der Markt fängt an, sich zu entwickeln, was uns sehr freut.

Aktuell sind in Deutschland folgende Projekte in Vorbereitung: Etwa zwei bis drei Erdsonden-Wärmespeicher, zwei oder drei Aquifer-Wärmespeicher und mehrere Erdbecken-Wärmespeicher, die in den Untergrund integriert sind. Neue Projekte mit unterirdischen Betonbehältern sind mir im Moment nicht bekannt.

FORSCHUNGSVORHABEN „EFFICIENT PIT“: ERDBECKEN-WÄRMESPEICHER DER NÄCHSTEN GENERATION

Eine Bauweise, die großvolumig und relativ kostengünstig realisiert werden kann, ist die der wassergefüllten Erdbecken-Wärmespeicher (Pit Thermal Energy Storages - PTES). Die Größen reichen von einigen 100 m³ bis zu mehr als 100.000 m³. Die meisten der bestehenden PTES wurden zusammen mit großen solarthermischen Anlagen gebaut.

Die Entwicklung der nächsten Generation von Erdbecken-Wärmespeichern ist das Ziel des Forschungsvorhabens „Efficient Pit“, in dem die Solmax Geosynthetics GmbH und Solites seit 2021 zusammenarbeiten. Aus dem Bau und Betrieb der bisher realisierten Erdbecken-Wärmespeicher liegen viele Erfahrungen vor und es gibt noch einige

Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Technologie. So werden fortschrittliche Materialien und Bauweisen für eine höhere Langzeitbeständigkeit bei Temperaturen von 95 °C, die Verwendung von Wärmedämmung in Wänden und Boden, die wirtschaftlichste geometrische Form der Erdbecken und eine neue Art von schwimmender Abdeckung untersucht. Mit evaluierten Simulationsmodellen und vereinfachten Berechnungstools werden die Projektergebnisse von Solites außerdem den Markt für Erdbecken-Wärmespeicher unterstützen.

Um die Materialien und Konstruktionen unter realen Bedingungen testen zu können, wird aktuell ein Speicherlabor am Standort von Solmax in Rechlin



gebaut. Es soll aus zwei Erdbecken-Wärmespeichern mit einem Volumen von 2.000 und 3.500 m³ bestehen und mit Abwärme aus der Produktion der Kunststoffdichtungsbahnen betrieben werden.

Gefördert wird das Vorhaben durch das BMWK.

Mehr zum Projekt unter:
<https://www.solmaxgeosynthetics.de/innovation>

IMPRESSUM

Das Infoblatt Solare Wärmenetze ist eine Initiative im Rahmen vom Projekt SolnetPlus – Solare Wärmenetze als eine Lösung für den kommunalen Klimaschutz.

Mehr unter: www.solare-waermetze.de

Herausgeber: Solites Steinbeis Innovation gGmbH

Redaktion: Anna Laura Ulrichs, Solites

Veröffentlichung: Mai 2024 | ISSN (Print) 2750-753X | ISSN (Online) 2750-7548

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den AutorInnen. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Fördermittelgeber wieder. Weder die Fördermittelgeber noch die AutorInnen übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.



PARTNER











unterstützt durch die Industrieinitiative Solare Wärmenetze der Solarthermieanbieter (IniSW)