

# **Der Multifunktions-Wärmespeicher in Hamburg-Bramfeld – innovative Erweiterung der ältesten deutschen Solarsiedlung**

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt, Dipl.-Ing. Dirk Mangold  
Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für  
solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme  
Nobelstr. 15  
70569 Stuttgart  
schmidt@solites.de  
www.solites.de

## **Zusammenfassung**

Ende 1996 ging die solar unterstützte Nahwärmanlage mit saisonalem Wärmespeicher in Hamburg-Bramfeld als erste deutsche Pilotanlage ihrer Art in Betrieb. Mit der Anlage konnte die Funktionsfähigkeit der saisonalen Speicherung von solarer Wärme nachgewiesen werden.

Seit Januar 2010 wird der saisonale Wärmespeicher zu einem Multifunktions-Wärmespeicher erweitert, der zukünftig neben der Speicherung von solarer Wärme zusätzlich Abwärme aus einem Müllheizkraftwerk speichern wird. Damit soll erstmals gezeigt werden, dass sich eine saisonale Wärmespeicherung von Solarwärme und die Abwärmenutzung aus KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) nicht ausschließen, sondern ergänzen können.

## **Einleitung**

Im Rahmen eines geförderten Forschungs- und Pilotvorhabens baut die E.ON Hanse Wärme GmbH den ersten saisonalen Wärmespeicher Deutschlands in Hamburg-Bramfeld zu einem Multifunktions-Wärmespeicher um, siehe Bild 1.



**Bild 1: Solarsiedlung Hamburg-Bramfeld**

Neben der saisonalen Speicherung von solarer Wärme aus 3.000 m<sup>2</sup> Flachkollektoren sollen die 4.000 m<sup>3</sup> Wasservolumen des Speichers zukünftig Abwärme aus einem Müllheizkraftwerk speichern. Damit können Spitzenlasten des Fernwärmeverbundnetzes Hamburg-Ost (120 MW / 400 GWh) auch aus dem Speicher gedeckt und die sonst hierfür notwendigen fossil betriebenen Heizkessel abgeschaltet werden. Weiterhin kann dadurch der KWK-Anteil in dem Fernwärmeverbundnetz weiter erhöht werden. Zeitgleich ermöglicht die Einbindung des saisonalen Wärmespeichers in das Fernwärmeverbundnetz dieses weiter zu solarisieren.

Der saisonale Wärmespeicher zeigte in der Vergangenheit wesentlich höhere Wärmeverluste als ursprünglich geplant, siehe z.B. [Benner et. al., 2003]. Neuere Untersuchungen zeigen, dass die Wärmeleitfähigkeit der in den ersten Speichern eingebauten Mineralfaser-Dämmung bei Temperaturen bis über 80 °C und bei geringen Feuchtigkeitsgehalten wesentlich höher ist als die damals zugrunde gelegten DIN-Werte vorgeben [Ochs, 2008]. Darüber hinaus wurde bereits seit längerer Zeit eine stärkere Durchfeuchtung der Wärmedämmung im unteren Speicherbereich vermutet. Gründe dafür sind, dass in den vergangenen Jahren im gesamten Gebiet Bramfeld ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis auf eine Höhe knapp unterhalb der Speichersohle beobachtet werden konnte. Um diese Vermutung näher zu untersuchen wurden in Zusammenarbeit mit dem ITW der Uni Stuttgart im Frühjahr 2008 Proben aus der Wärmedämmung des Speichers entnommen. Diese zeigten eine leichte Durchfeuchtung der Wärmedämmung im oberen Wandbereich, jedoch eine starke Durchfeuchtung im unteren Wandbereich. Zu Beginn der Umbauarbeiten konnten im Januar 2010 außerdem auch im Deckelbereich stärkere Durchfeuchtungen der Wärmedämmung festgestellt werden, siehe unten.

### **Umbaukonzepte**

Eine Beschreibung des ursprünglichen Speicheraufbaus kann [Benner et. al., 1999] entnommen werden. Die geplante zukünftige Nutzung des Wärmespeichers erfordert einen Umbau des bestehenden Speicherbauwerks. Dafür sind hauptsächlich die künftig höheren thermischen Belastungen für das Bauwerk verantwortlich, die aus den wesentlich höheren Be- und Entladeleistungen von bis zu 10 MW resultieren. Dadurch wird es im Extremfall zukünftig möglich sein, den Speicher innerhalb von 24 h vollständig durchzuladen. Diesen Belastungen ist das Betontragwerk des Speichers in seiner bestehenden Form aus statischer Sicht nicht gewachsen.

Für den Umbau wurden parallel zwei Konzepte entwickelt und ausgeschrieben:

## 1. Innendämmung des bestehenden Speichers

Um die thermischen Lasten auf das bestehende Betontragwerk zu reduzieren muss der Speicher von innen mit einer Wärmedämmung versehen werden. Die Wärmedämmung muss wiederum durch eine geeignete Auskleidung vor Durchfeuchtung geschützt werden. Sieben innenliegenden Stützen im Speichervolumen erschweren die Dämm- und Auskleidungsarbeiten.

Während der Bauarbeiten kann der Behälter, bedingt durch einen hohen Grundwasserstand, nur mit Hilfe einer aufwändigen Grundwasserabsenkung vollständig entleert werden, da ansonsten das komplette Speicherbau aufschwimmen und zerstört werden würde.

## 2. Einstellen eines zweiten Behälters in die bestehende Beton Hülle

Dieses Konzept sieht eine Abtragung des bestehenden Deckels, eine Teilentleerung des Speichers und eine anschließende Verfüllung des unteren Kegelstumpfes vor, siehe Bild 2. Durch die Verfüllung kann das Aufschwimmen des Bauwerks ohne Grundwasserabsenkung verhindert werden. Anschließend wird ein Edelstahlbehälter in die bestehende Betonhülle eingestellt.

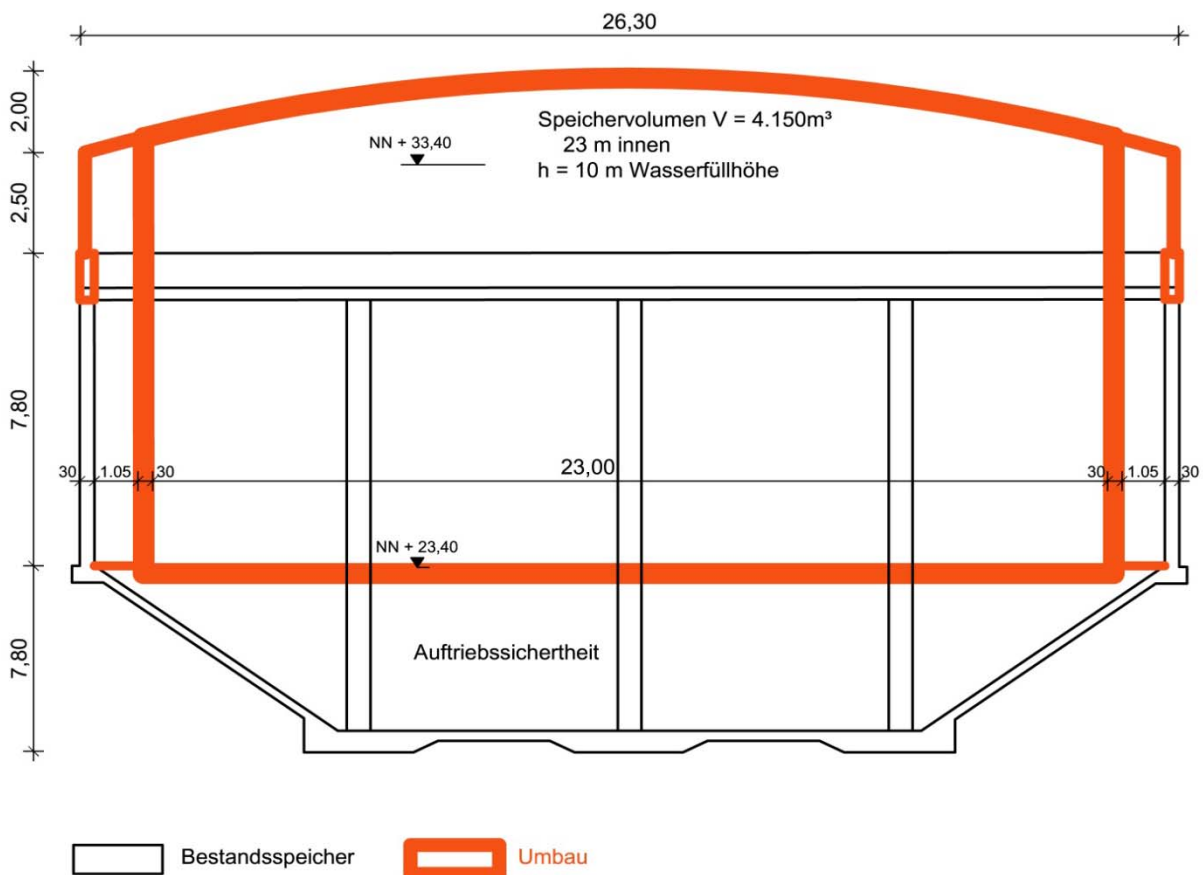


Bild 2: Vertikaler Schnitt durch den Speicher (Quelle: HGC - Hamburg Gas Consult GmbH)

Nach Vorlage der Ausschreibungsergebnisse wurde auf Basis einer Wirtschaftlichkeits- und Risikobewertung die zweite Variante zu Realisierung ausgewählt.

Die Umbauarbeiten laufen seit Mitte Januar 2010, der Betriebsbeginn des Multifunktions-Wärmespeichers ist für Oktober 2010 geplant. Bild 3 zeigt Fotos des ursprünglichen Behälters und der bisherigen Arbeiten.

Mit dem Abtragen der Betondecke wurde mit dem Abpumpen des Speicherwassers begonnen und anschließend die Edelstahlauskleidung entfernt. Der Bereich des unteren Kegelstumpfes wurde mit den Betonresten der Decke und zusätzlichem Eisen-silikatschotter verfüllt. Erst nach der Verfüllung wurde das Speicherwasser vollständig abgepumpt. Durch diesen Ablauf konnte auf eine kostenintensive Grundwasserabsenkung verzichtet werden. Auf die eingeebnete Verfüllung wurde eine WU-Betonsohle aufgebracht (WU: wasserundurchlässig). Auf dieser Betonsohle wird im Zeitraum April bis Juli 2010 ein rund 4000 m<sup>3</sup> großer Edelstahlbehälter im Wickelverfahren geschweißt, siehe Bild 2.

Bei der Demontage erfolgen verschiedene Begutachtungen und Probenahmen, um Erkenntnisse bzgl. der Dauerhaftigkeit der ursprünglich gewählten Konstruktion zu erlangen. So konnte beim Entfernen der Wärmedämmung auf dem Speicherdeckel eine Durchfeuchtung von größeren Bereichen festgestellt werden (siehe Bild 3 oben rechts, dunkle bzw. braun verfärbte Bereiche zeigen eine Durchfeuchtung an). Beim Entfernen der Edelstahlauskleidung wurde diese in einem generell sehr guten Zustand auch an den Schweißnähten angetroffen. Lediglich im Bereich der Rohrdurchführung durch die Betonwand für die unteren Beladetassen wurden geringfügige aber unbedenkliche Braunverfärbungen festgestellt. Dies spricht für eine hohe Dauerhaftigkeit dieser Auskleidungslösung, die auch in anderen Projekten zum Einsatz kommt.

Eine weitere Dokumentation des Bauablaufs ist auf einem Online-Projektstagebuch auf [www.saisonalspeicher.de](http://www.saisonalspeicher.de) zu finden.



**Bild 3: Fotos des Speichers; oben links: Bau des ursprünglichen Betonbehälters (1996), oben rechts: entfernen der oberen Schutzbetonschicht und der Wärmedämmung, unten links: Behälterwand mit bereits verfülltem unteren Kegelstumpf, unten rechts: Betonieren der neuen Bodenplatte**

Die Umnutzung des Wärmespeichers erfordert auch eine angepasste hydraulische Einbindung in das Fernwärmenetz sowie eine Umrüstung der Be- / und Enladeeinrichtungen, um höhere Durchflüsse und damit auch größere Wärmeleistungen übertragen zu können.

### **Einbindung von Wärmespeicher und Kollektoren in das Gesamtsystem**

Die Anbindung des Wärmespeichers und der solaren Nahwärme Hamburg-Bramfeld an den Fernwärmeverbund Hamburg-Ost erfolgt über eine 3 km lange Anschlussleitung.

Diese Verbindung ermöglicht eine Nutzung des Wärmespeichers auch durch andere Wärmeerzeuger aus dem Fernwärmeverbund. Dies ist vorwiegend für die Speicherung von Abwärme aus einem Müllheizkraftwerk geplant. Die gespeicherte Wärme kann anschließend zur Spitzenlastdeckung verwendet werden und vermeidet so den Betrieb von ineffizienten Heizkesseln.

Darüber hinaus eröffnet sich die Möglichkeit einer weiteren Solarisierung des kompletten Versorgungsgebiets des Fernwärmeverbundes. Hierzu hat die E.ON Hanse Wärme GmbH ein Netznutzungskonzept für solarthermische Anlagen entwickelt. Danach können beispielsweise Wohnbauträger innerhalb des Einzugsgebietes Solaran-



lagen errichten. Zur Kosteneinsparung kann hierbei auf Pufferspeicher und komplexe Hydrauliken und Regelungen verzichtet und die gewonnene Solarwärme direkt in das Fernwärmenetz eingespeist werden. Die Wärme kann anschließend mit einem Zeitversatz von bis zu acht Monaten wieder entnommen werden. Das Netznutzungskonzept ermöglicht dadurch günstige Investitionskosten für die solarthermischen Anlagen und einen günstigen Primärenergiefaktor für die Gebäude. Durch das Netznutzungskonzept soll es außerdem möglich werden, die Solarwärme auf einen beliebigen Ausspeisepunkt zu allokalieren, analog z.B. zur Netznutzung von Bio-Erdgas. Für diese Dienstleistung seitens des Energieversorgers fällt ein Systementgelt in Höhe von 2,1 – 2,5 Ct/kWh an [Henke 2009].

In einem ersten Schritt ist ein Ausbau von bis zu 20.000 m<sup>2</sup> Solarkollektorfläche im Fernwärmeverbund geplant. Später ist ein Ausbau auf bis zu 40.000 m<sup>2</sup> bzw. 15 GWh/a vorgesehen.

Die Entwicklung des innovativen Gesamtsystems erfolgte in Zusammenarbeit mit HGC - Hamburg Gas Consult GmbH, Hamburg, die Entwicklung der beiden Bauweisen des Multifunktions-Wärmespeichers erfolgte in Kooperation mit WTM Engineers GmbH, Hamburg.

#### **Quellen:**

- [Benner et. al., 1999] M. Benner, B. Mahler, D. Mangold, T. Schmidt, M. Schulz, H. Seiwald, E. Hahne: Solar unterstützte Nahwärmeversorgung mit und ohne Langzeitwärmespeicher, 1994 - 1998, Forschungsbericht zum BMFT-Vorhaben 0329606C, ISBN-Nr. 3-9805274-0-9, ITW, Universität Stuttgart, 1999
- [Benner et. al., 2003] M. Benner, M. Bodmann, D. Mangold, J. Nußbicker, S. Raab, T. Schmidt, H. Seiwald: Solar unterstützte Nahwärmeversorgung mit und ohne Langzeit-Wärmespeicher (Nov. 98 bis Jan. 03). Forschungsbericht zum BMWi-Vorhaben 0329606S, ISBN 3-9805274-2-5, ITW, Universität Stuttgart, 2003
- [Henke, 2009] K.-F. Henke: Abbau von Hemmnissen: Herausforderungen der Integration von Solarenergie aus der Perspektive eines Fernwärmenetzbetreibers, Beitrag auf dem Forum Solarpraxis, 20.11.2009, Berlin
- [Ochs, 2008] F. Ochs: Weiterentwicklung der Erdbecken-Wärmespeichertechnologie Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben, FKZ 0329607E, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Universität Stuttgart, 2008

Die diesem Bericht zugrunde liegenden Vorhaben werden unter anderem mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Die Autoren danken für diese Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Berichtes liegt bei den Autoren