

# SOMMERSONNE HEIZT IM WINTER

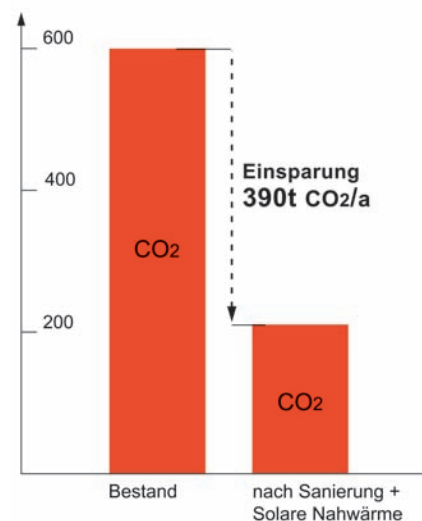
Sanierung Schul- und Sportzentrum in Eggenstein-Leopoldshafen bei Karlsruhe  
Schulsanierung mit solarer Nahwärme verknüpft:

– Gebäudesanierung und solares Nahwärmesystem in einem Projekt

– 4.500 Kubikmeter saisonaler Kies/Wasser-Wärmespeicher mit neuen Ansätzen



CO<sub>2</sub>-Emissionen [t/a]



**Energiekonzept, Planung und Bauüberwachung**  
Pfeil & Koch (PKI)  
Ingenieurgesellschaft  
GmbH & Co. KG  
Markus Pfeil, Holger Koch,  
Stuttgart

**Wissenschaftliches Messprogramm**  
Institut für Thermodynamik  
und Wärmetechnik (ITW)  
Dr. W. Heidemann  
Universität Stuttgart

**Wissenschaftlich-technische Beratung**  
Solites Steinbeis  
Forschungsinstitut für  
solare und zukunftsfähige  
thermische Energiesysteme  
Dipl.-Ing. Dirk Mangold  
Stuttgart

**Bauausführung**  
**Langzeitwärmespeicher**  
Züblin Spezialtiefbau GmbH  
Stuttgart

Mit der Sanierung des Schul- und Sportzentrums in Eggenstein-Leopoldshafen wurde eine solarenergetische Vision umgesetzt: Erstmals in Deutschland wurde ein solares Nahwärmesystem mit Langzeitwärmespeicherung im Bestand realisiert. Dank modernster Technologie wird das Heizen mit Sonnenenergie in der Liegenschaft aus den 1960er Jahren ganzjährig ermöglicht. Das Ergebnis: Der einst sehr hohe Bedarf an fossiler Energie wurde um 65 Prozent reduziert. 390 Tonnen CO<sub>2</sub> werden nun Jahr für Jahr eingespart. Für solarthermische Wärme sorgen heute Großkollektoren mit einer Fläche von insgesamt 1.600 m<sup>2</sup>, die auf den neuen Pult- und Sheddächern integriert sind. In einem 4.500 m<sup>3</sup> großen unterirdischen Kies/Wasser-Wärmespeicher wird die überschüssige Solarwärme gelagert und bei Bedarf in das Nahwärmenetz gespeist. So werden 40 Prozent des Heizbedarfs mit Solarenergie gedeckt.

Konzipiert und geplant wurde diese nachhaltige Sanierungsmaßnahme von der Pfeil & Koch Ingenieurgesellschaft (PKI) aus Stuttgart/Köln, aus deren Hause auch die Kerninnovation, der Langzeitwärmespeicher, stammt. Die Ingenieure entwickelten ein solares Nahwärmekonzept, das alle Gebäude miteinbezieht. Darüber hinaus entwickelte PKI für jedes einzelne Gebäude ein individuelles Energiekonzept, das die Gebäudehülle und die Haustechnik auf die Erfordernisse des solaren Nahwärmesystems abstimmt. Umgesetzt wurde der Masterplan in einem Zeitraum von acht Jahren. Wissenschaftlich begleitet wird das Projekt von der Universität Stuttgart.

Ferner wurde es als Leuchtturmprojekt des Landes Baden-Württemberg und 2010 von EUROSOLAR mit der Plakette des Deutschen Solarprieses ausgezeichnet.

## Am Startpunkt: Gebäude im 60er-Jahre Flair

Das am Ortsrand gelegene Schul- und Sportzentrum besitzt die typische Struktur und Architektur der sechziger Jahre. Größtes Gebäude ist die Grund- und Hauptschule mit einer Bruttogeschossfläche (BGF) von 4.150 m<sup>2</sup>. Die im Gebäude befindliche Heizzentrale versorgte von Anfang an weitere Gebäude des Schulzentrums über ein Nahwärmenetz mit Wärme aus einem Gas- und zwei Ölkesseln. Die weiteren Gebäude des Schulzentrums, die über die Nahwärme versorgt wurden, sind eine Wettkampfsportthalle, ein Hallenbad sowie ein Feuerwehrhaus.

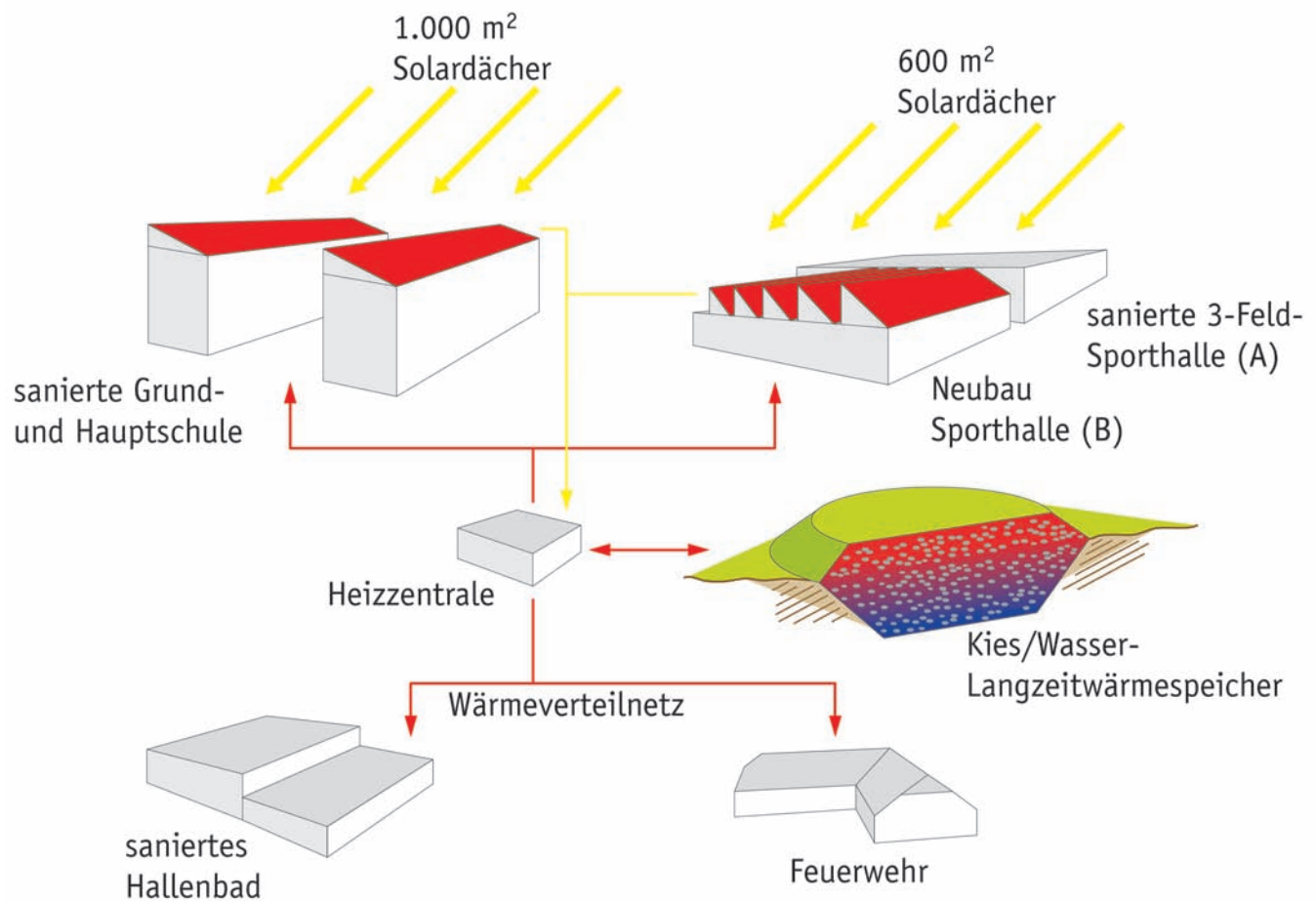
Außer wenigen Maßnahmen zum Bauerhalt gab es bis 2001 keine weiteren Modernisierungen an der thermischen Hülle. Die Bausubstanz verschlechterte sich und die Anzahl der Reparaturen an der Gebäudetechnik stieg. Diese war in allen Gebäuden Erstausrüstung, sodass die technische Lebensdauer weit überschritten war.

Das Alter der Gebäude und ihre Bauweise im Stil der sechziger Jahre trugen dazu bei, dass die Energieverbräuche sehr hoch waren. Ursachen waren ein ungenügender Wärmeschutz mit vielen Wärmebrücken, wie etwa luft- und schlagregendurchlässige Fenster mit hohen Wärmedurchgangskoeffizienten für Rahmen und Verglasung. Heizkörper standen zum Teil vor Verglasungen. Die durchfeuchtete Dämmung der Flachdächer steigerte den Energieverbrauch zusätzlich. Der Gaskessel war seit 2001 defekt. Die Ölkessel (je 750 kW) stammten aus dem Jahr 1970.

## Sanierte Grund- und Hauptschule

Die Sanierung erfolgte in zwei Bauabschnitten, da der Schulbetrieb aufrecht erhalten werden musste. Der Einsatz von Solardächern trug auch dazu bei, dass bei der Dachsanierung Kosten eingespart wurden.

## Energiekonzept der solaren Nahwärme mit Langzeitwärmespeicherung



## Solardächer

Mit der Installation von großmoduligen Solarelementen konnten bei der Dachsanierung und -montage Zeit und Kosten gespart werden.



## EUROSOLAR

Plakette

### Deutscher Solarpreis 2010

In der Kategorie „Schulen und Bildungseinrichtungen“ wurde das PKI-Projekt „Solares Nahwärmesystem mit Langzeitwärmespeicherung in Sanierungsprojekt Eggenstein-Leopoldshafen“ mit der begehrten Plakette ausgezeichnet.

„Das Projekt demonstriert auf vorbildliche Art und Weise, wie ein Schul- und Sportzentrum aus den 1960er Jahren in ein Zukunftsprojekt gewandelt werden kann.“

## Der Weg zum solaren Nahwärmesystem

*Chronik der Baumaßnahmen:*

- 2002 Sanierung des Nahwärmenetzes im gesamten Schulzentrum und Erneuerung der Kesselanlage und Heizzentrale
- 2002 – 2003 Neubau der Sporthalle B mit 600 m<sup>2</sup> Kollektorfläche
- 2003 – 2004 Sanierung der Sporthalle A
- 2004 – 2006 Sanierung der Grund- und Hauptschule mit Installation von 1000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche
- 2007 Bau des Kies/Wasser-Langzeitwärmespeichers
- 2008 Erweiterung der Heizzentrale
- 2009 – 2010 Sanierung Hallenbad
- 2009 Erstmalsiges Beladen des Langzeitwärmespeichers und Wärmepumpe Erprobungsphase
- 2011 Regelbetrieb

Im ersten Ausbauschnitt wurden die defekte Kesselanlage und das 300 m lange, undichte Nahwärmenetz ersetzt. Anschließend wurde die neue Sporthalle mit einer Kollektorfläche von 600 m<sup>2</sup> gebaut. In den Schulgebäuden trugen eine verbesserte und neu installierte Wärmedämmung sowie der Einbau einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung bereits erheblich zur Reduktion des Energieverbrauchs für die Raumheizung bei.

Nach der Sanierung sollte hier der Jahresheizenergiebedarf um 69% reduziert sein, das heißt von 832 MWh/a im Bestand auf 258 MWh/a sinken. Ein Jahresheizwärmeverbrauch von 257 MWh/a im Jahr 2007 bestätigt, dass diese Wegmarke erreicht werden konnte.

Die so genannten „solar roofs“ mit 1.000 m<sup>2</sup> Kollektoren verwandelten die Flachdächer der Grund- und Hauptschule in 30°-geneigte Pultdächer. Da das Kollektorfeld hier den Dachbelag ersetzt, konnten durch den Einsatz der Solardächer Kosten bei Montage und Sanierung der Flachdachdämmung und -abdichtung eingespart werden.

Im unterhalb der Kollektoren entstandenen Dachraum fand die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung Platz. Eine für den solaren Ertrag optimale Neigung von 45° wurde aus Rücksicht auf die Architektur nicht realisiert. Der solare Deckungsanteil am jährlichen Gesamt-

wärmebedarf des Nahwärmesystems liegt entsprechend dynamischer Simulationen zwischen 35% und 40%. Zwei Gaskessel mit jeweils 600 kW Heizleistung decken den Restwärmebedarf als Spitzenlastwärmeerzeuger.

## Innovative Ansätze beim Langzeitwärmespeicher

Die Wärme, die die Kollektoren liefern, wird entweder in den Pufferspeicher geladen und von dort direkt im Nahwärmenetz genutzt oder im 4.500 m<sup>3</sup> Kies/Wasser-Wärmespeicher eingelagert. Im Sommer kann der Speicher bis zu einer Temperatur von 80 °C beladen werden. Die Entladung findet zunächst direkt statt. Ab etwa 35 °C kann eine 60-kW-Wärmepumpe den Wärmespeicher bis auf 10 °C entladen und so dafür sorgen, dass seine Wärmekapazität voll ausgenutzt wird. Hieraus resultieren höhere Nutzungsgrade bei Wärmegewinnung und -speicherung.

*Speicherfüllung:* In Eggenstein kam ein mit Kies, Sand und Wasser gefüllter Erdbecken-Wärmespeicher zum Einsatz. Nach Aushub der Speichergrube zeigte sich, dass im Untergrund fast nur Sand und kaum Kies vorhanden sind. Um die Baukosten gering zu halten, wurde anzufahrender Kies nur im unteren und oberen Bereich des das Speichervolumen bildenden Doppelkegelstumpfes eingebaut. Der mittlere Teil, ca. 50% des Gesamtvolumens, wurde mit dem ausgehobenen und an der Baustelle zwischengelagerten Sand aufgefüllt.

*Be- und Entladung:* Zwei Brunnen, die in die untere und obere Kies-schicht eingebunden sind, beladen den Wärmespeicher im direkten Wasseraustausch über den Deckel. Da sich die Strömungsrichtung durch die Brunnen vom Sommer zum Winter umdreht, dienen diese jeweils abwechselnd als Förder- oder als Schluckbrunnen.

*Wärmedämmung und Abdichtung:* Der Speicher ist am Boden und in den Wänden mit 50 cm Blähglasgranulat und auf dem Speicherdeckel mit 90 cm Schaumglasschotter wärmegeklämt. Die äußere Abdichtung besteht aus einer Folie auf PE-Basis, in die in der Mitte Aluminium

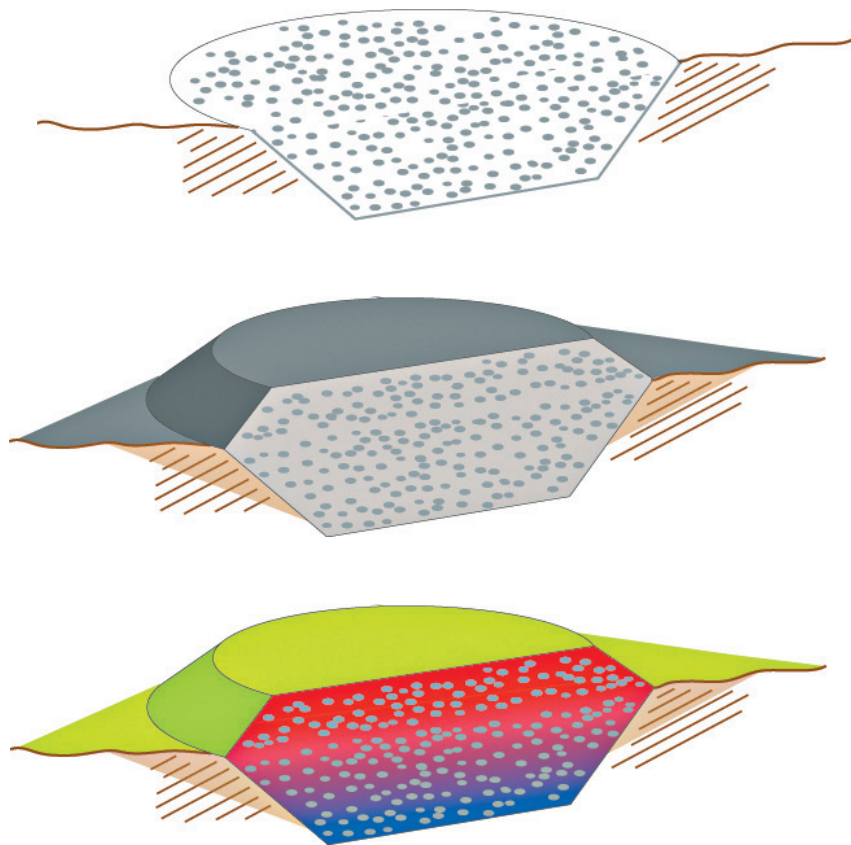


**Neubau Sporthalle**  
Das Solardach in Shed-Bauweise sichert auch die Versorgung mit Tageslicht auf dem Spielfeld der Sporthalle.



**Raumgewinn Sanierung Schule**  
Im unterhalb der Kollektoren entstandenen Dachraum fand die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung Platz.





### Kies/Wasser-Wärmespeicher

In Eggenstein kam ein mit Kies, Sand und Wasser gefüllter Erdbecken-Wärmespeicher zum Einsatz. Mit drei Metern über der Geländeoberkante entstand schließlich ein Langzeitwärmespeicher, der sich zum Teil oberirdisch befindet. Die Speichersole ist sieben Meter unter der Erde.

### Kiesbefüllung des Speichers



Textauszug projektinfo 14/09  
**BINE Informationsdienst –  
 Energieforschung für die  
 Praxis**

Herausgeber: FIZ Karlsruhe  
 BINE Informationsdienst  
 berichtet über Themen der  
 Energieforschung: Neue  
 Materialien, Systeme und  
 Komponenten, innovative  
 Konzepte und Methoden.  
 BINE-Leser werden so über  
 Erfahrungen und Lerneffekte  
 beim Einsatz neuer Technolo-  
 gien in der Praxis informiert.  
 Denn erstklassige Informatio-  
 nen sind die Grundlage für  
 richtungsweisende Entschei-  
 dungen, sei es bei der Pla-  
 nung energetisch optimierter  
 Gebäude, der Effizienzsteige-  
 rung industrieller Prozesse  
 oder bei der Integration  
 Erneuerbarer Energien in  
 bestehende Systeme.

Weitere Informationen unter  
[www.bine.info](http://www.bine.info)

einlaminiert wurde. Das Material kann geschweißt werden und sichert die Wasserdampfdichtigkeit.

Die Primär- und Sekundärtaschen der Speicherabdichtung bestehen ebenfalls aus Kunststoffolie. Die Erstgenannten werden auf die Folie geschweißt, es wird Blähglasgranulat hineingeblasen, anschließend werden sie evakuiert. Die Sekundärtaschen entstehen automatisch zwischen den Primärtaschen durch Aufschweißen einer Verbindungsfolie von einer Primärtasche zur nächsten. Die Sekundärtaschen werden ebenfalls mit Granulat gefüllt und evakuiert. An insgesamt 30 Prüffeldern an Boden, Wand und Decke wird überprüft, ob der so entstandene Unterdruck konstant bleibt. Durch die konstante Prüfung auf Unterdruck werden auch kleine, undichte Stellen frühzeitig bemerkt.

*Bauweise:* Da sich der Grundwasserspiegel 7,5 Meter unter der Geländeoberkante befindet, war es nicht möglich, den kompletten Speicher unterirdisch zu bauen. Aus thermodynamischen Gründen und da eine geringe Oberfläche erstrebenswert ist, war das Ziel eine kompakte und hohe Bauweise. Mit drei Metern über der Geländeoberkante entstand schließlich ein Kies-Wasser-Langzeitwärmespeicher, der sich zum Teil oberirdisch befindet. Die Speichersole ist sieben Meter unter der Erde. Die Abdichtung der Außenwand durch Kunststoffolie trägt mit dazu bei, dass auch bei einem möglichen Ansteigen des Grundwasserpegels durch Hochwasser keine Beeinträchtigung des Speicherbetriebs stattfindet.

Birgit Schneider

### Jahreswärmebedarf [MWh]

