

Realisierung eines solaren Nahwärmesystems mit Langzeitwärmespeicher in einem Schul- und Sportzentrum der 1960er Jahre

Markus Pfeil, Holger Koch, Harald Seitz
Pfeil & Koch ingenieurgesellschaft GmbH & Co. KG
Beratende Ingenieure VBI
Marienstr. 37, D-70178 Stuttgart
Tel.: 0711/674474-0, Fax: 0711/674474-10
e-mail: energie@pk-i.de; net: www.pk-i.de

Einleitung

Insgesamt acht solare Nahwärmesysteme mit Langzeitwärmespeicherung wurden in den vergangenen Jahren in Deutschland umgesetzt. Diesen Systemen ist gemein, dass sie neu zu errichtende Gebäude mit solarer Wärme versorgen. Die Randbedingungen für die Gebäudeentwürfe und die Gebäudetechnik können damit in idealer Weise auf die Anforderungen des solaren Systems angepasst werden.

90 % der Gebäude in Deutschland sind nicht oder kaum wärmegeämmt. Sie wurden vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahre 1977 errichtet. In der energetischen Bestandssanierung liegt bei globaler Betrachtung bekanntermaßen das höchste Energieeinsparpotential. Mit den gängigen Strategien, wie Verbesserung

der Wärmedämmung sowie Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind Reduktionen des Energieverbrauchs für die Raumheizung auf die Hälfte bis ein Drittel des Bestandwertes realisierbar.

Will man über die genannten Sanierungsstrategien hinaus eine aktive Beheizung mit solaren Deckungsanteilen über 30 % bis maximal 50 % am Gesamtwärmebedarf erreichen,



**Saniertes Schulgebäude mit 1.000 m² Kollektorfläche
– Die größte Einzelmaßnahme im gesamten Projekt**



so muß, wie in Neubauvorhaben auch, bei den zu sanierenden Objekten die saisonale Wärmespeicherung zum Einsatz kommen.

Der hohe Anspruch an Vorhaben dieser Art mißt sich daran, dass die zu sanierenden Gebäude städtebaulich nur eine zufällige Ausrichtung nach den Himmelsrichtungen besitzen. Da der Einsatz aktiver Solartechnologie vor vierzig Jahren noch nahezu unbekannt war und eine bewußte solare Dachflächenarchitektur somit nicht geplant wurde, muß man sich heute mit den Gegebenheiten des Bestandes arrangieren.

Gebäudehülle und die installierte Gebäudetechnik entstammen aus einer Zeit, in der Energieeffizienz, CO₂-Emissionen und Klimaschutz noch nicht im Denken verankert war. In diesen Bereichen sind jedoch mit umfangreichen Sanierungen Neubaustandards zu erzielen, was eine Voraussetzung für die Intergration in ein solares Nahwärmesystem ist.

Im Neubau, insbesondere im Wohnungsbau, ist der über Jahre dauernde Ausbau eines Neubaugebietes bis zum Erreichen der Endausbaustufe häufig ein Problem für die Anlagenauslegung, die Betriebsführung und die Wirtschaftlichkeit. Bei der Bestandssanierung von großen Liegenschaften sind die Vorzeichen umgekehrt: Der Energiebedarf ist zu Beginn des Vorhabens am höchsten. Er wird durch die sukzessive, wärmetechnische Verbesserung der angeschlossenen Gebäude immer geringer. Am Ende der Gesamtmaßnahme muß die maximale Heizlast der Gebäude exakt auf das solare Wärmeerzeugungssystem abgestimmt sein.

Schul- und Sportzentrum der Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen

Die Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen mit ca. 15.000 Einwohnern befindet sich in der Nähe von Karlsruhe. Das am Ortsrand gelegene Schul- und Sportzentrum besitzt die typische Struktur und Architektur aus den 1960er Jahren. Größtes Gebäude ist eine Grund- und Hauptschule mit einer Bruttogeschoßfläche von 4.150 m². Aus der im Gebäude befindlichen Heizzentrale wurden von Anfang an weitere Gebäude des Schulzentrums über ein Nahwärmenetz mit Wärme aus Gaskesseln versorgt.

Die weiteren Gebäude des Schulzentrums, welche über die Nahwärme versorgt wurden, sind eine Wettkampfsporthalle (2.300 m² BGF), ein Hallenbad (2.400 m² BGF) sowie ein Feuerwehrhaus (1.600 m² BGF).

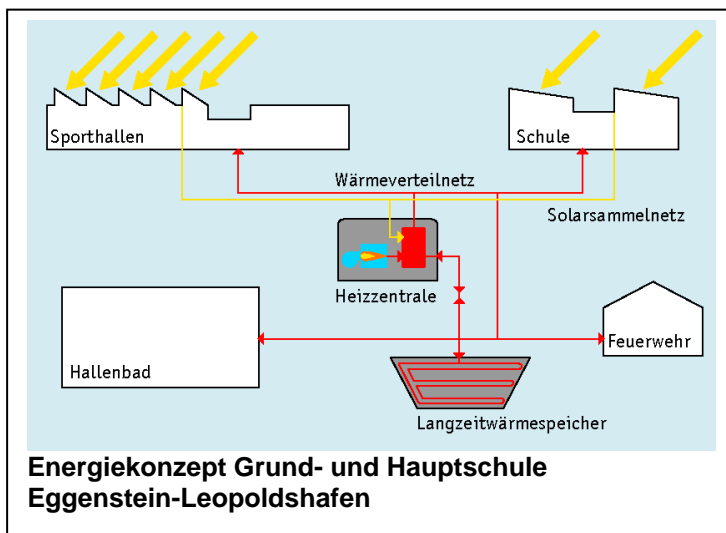
Wegen der Zunahme des Vereins- und Schulsports in der Gemeinde wurde im Jahr 2001 der Bau einer weiteren, neuen 3-Feld-Sporthalle beschlossen. Dieses Bauvorhaben war die Initialzündung für das Gesamtkonzept. Bis zum Jahr 2001 waren Sanierungsmaßnahmen an sämtlichen Gebäuden zurückgehalten worden. Gleichzeitig wurde der Druck immer stärker, umfängliche Sanierungen anzugehen,

um die Bausubstanz zu erhalten und um den sich mehrenden Reparaturen an der Gebäudetechnik entgegenzuwirken. Die Gebäudetechnik war in allen Gebäuden Erstausrüstung, so dass die technische Lebensdauer schon weit überschritten war.

Gesamtenergiekonzept

Die Aufgabenstellung war, einen energetisch optimierten Sporthallenneubau im Schulzentrum zu errichten und diesen an die zentrale Wärmeherzeugung der Schule anzuschließen. Neben einem Energiekonzept für den Neubau sollte eine Gesamtenergiekonzeption für die zentrale Wärmeherzeugung und für die Sanierung sämtlicher Gebäude entstehen.

Die Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen beauftragte im Jahr 2001 die Pfeil & Koch ingenieurgesellschaft mit der Erstellung einer Machbarkeitsstudie für dieses Vorhaben. Nachdem im Rahmen der Studie verschiedene Versorgungsszenarien untersucht wurden, entschied sich der Gemeinderat für die Umsetzung eines solaren Nahwärmesystems mit Langzeitwärmespeicherung. Sehr vorteilhaft für die Bearbeitung der Studie war die Kenntnis der Energieverbräuche aus den letzten Jahren für sämtliche Gebäude. Aus diesen Daten konnte die Bestandssituation abgebildet und anschließend unter der Annahme wärmetechnischer Verbesserungen die zukünftigen Bedarfswerte ermittelt werden.



Das Gesamtenergiekonzept sieht vor, dass alle Gebäude mit einer Bruttogeschoßfläche von insgesamt 12.000 m² über ein Nahwärmenetz versorgt werden. Im Endausbau sind die Gebäude bauphysikalisch deutlich verbessert und sie besitzen Heizsysteme, die mit einem für das Solarsystem notwendigen, niedrigen Temperaturniveau arbeiten.

Im ersten Ausbauschritt wurde der Ersatz der abgängigen Kesselanlage und des 300 m langen Nahwärmenetzes, welches undicht war, durchgeführt. Zeitgleich erfolgte der Bau der neuen Sporthalle mit einer Kollektorfläche von 600 m². Danach wurde die alte Sporthalle sowie im nächsten Jahr die Grund- und Hauptschule saniert. Die Dachflächen der Grund- und Hauptschule stellen dem System weitere

1.000 m² Kollektorfläche zur Verfügung. Die solare Wärme wird zunächst in einen 30 m³ fassenden Pufferspeicher eingespeist. Von dort wird die Wärme entweder

Tabelle 1: Allgemeine Daten des solaren Nahwärmesystems

Bruttogeschoßfläche	12.000 m ²
Solarkollektorfläche	1.600 m ²
Nahwärmenetz	300 m
Langzeitwärmespeicher	4.500 m ³ Kiesvolumen
Gas – Spitzenkessel	2 x 600 kW
Wärmepumpe	60 kW
Pufferspeicher	30 m ³
Solarer Deckungsanteil	35 – 40 %
Bauherr	Gemeinde Eggenstein- Leopoldshafen Friedrichstr. 32 76334 Eggenstein-Leopoldshafen
Konzept, Planung Anlagentechnik Planung Speicher Bauphysik	Pfeil & Koch ingenieurgesellschaft GmbH & Co. KG Marienstraße 37 70178 Stuttgart
wissenschaftliche Begleitung	ITW, Uni Stuttgart und Solites

direkt im Nahwärmenetz genutzt oder, besonders in den Sommermonaten, in den Langzeitwärmespeicher eingelagert. Das Volumen des Langzeitwärmespeichers wurde auf 3.000 m³ Wasseräquivalent ausgelegt.

Zur Ausführung wird ein Erdbecken-Wärmespeicher kommen, der aufgrund seiner Kiesfüllung ein Speichervolumen von 4.500 m³ besitzen wird. Der Speicher kann im Sommer bis zu einer Maximaltemperatur von 85 °C beladen werden. Die Entladung findet zunächst direkt und ab einer Temperatur von ca. 35 °C mittels einer 60 kW Wärmepumpe statt. Diese kann den Wärmespeicher bis auf 10 °C entladen und damit die Wärmekapazität des Speichers voll ausnutzen. Der solare Deckungsanteil liegt entsprechend dynamischer Simulationen zwischen 35 und 40%. Die Deckung des Restwärmebedarfs übernehmen zwei Gaskessel mit jeweils 600 kW Heizleistung als Spitzenlastwärmeerzeuger.

Bauphysikalisches Vorgehen

Sämtliche Gebäude wurden in den 1960er Jahren erstellt. Die thermischen Hüllen der Gebäude wurden seitdem nie verbessert. Entsprechend des Baualters und der damals üblichen Bauweisen, die eher auf Schadensverhütung durch Vermeidung von Tauwasser an Innenoberflächen hielten als auf Energieeinsparung, waren die Energieverbräuche sehr hoch. Heizkörper standen z.T. vor Verglasungen und somit im Strahlungsaustausch mit den Scheiben. Geometrische und konstruktive Wärmebrücken waren zuhauf zu verzeichnen. Die Fenster waren weder luft- noch schlagregendicht und die Wärmedurchgangskoeffizienten von Rahmen und Verglasung nicht mehr zeitgemäß. Bei den anderen Bauteilen war der gleiche

wärmetechnische Zustand wie bei den Fenstern zu beklagen. Die Flachdächer

Tabelle 2: Wärmedurchgangskoeffizienten der Grund- und Hauptschule vor und nach der Sanierung

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient U	
	Bestand [W/m ² K]	Sanierung [W/m ² K]
Außenwand	0,70	0,17
Wand gegen Erdreich	2,91	0,17 bzw. 2,91
Boden gegen Erdreich	2,57	0,17 bzw. 2,57
Dach	0,70	0,17
Außentür	3,50	1,50
Fenster	3,50	1,50
Oberlicht	3,50	1,80

wiesen Feuchtigkeitsschäden auf, die zu einem noch höheren Energieverbrauch durch eine mit Feuchtigkeit angereicherte Dämmung führte.

Eine detaillierte bauphysikalische Analyse sämtlicher Gebäude wurde zu Beginn der Machbarkeitsstudie durchgeführt.

Es wurde dabei nach folgender Methodik vorgegangen:

- Sichtung von Bestandsunterlagen (Pläne, Schemen), Kennwerte (Verbrauchswerte), Gespräche mit Gemeindemitarbeitern
- Gebäudebegehung mit Aufnahme der Gebäudetechnik und der Baukonstruktion
- Simulation der Gebäude und Abgleich der Ergebnisse mit den Verbrauchswerten
- Variantenrechnungen von Sanierungen mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Empfehlung von Varianten
- Abstimmung der auszuführenden Varianten mit den Entscheidungsträgern

Nach Aufnahme der vorhandenen technischen Gebäudeausrüstung und der Gebäudekonstruktion erfolgte eine Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten als Vorbereitung auf die Simulation. Dabei wurden, soweit Pläne vorhanden waren, die U-Werte anhand der Baukonstruktionen errechnet. Bei fehlenden Planunterlagen und ohne die Möglichkeit von zerstörungsfreien Proben wurden die Kennwerte anhand baualterstypischer Bauweisen ermittelt. Ergänzend hierzu wurden Thermografieaufnahmen zu Rate gezogen, die teilweise Aufschluß über die Baukonstruktion geben konnten. Mit Hilfe eines Simulationsprogrammes wurden der Jahresheizwärmebedarf, die maximale Heizlast und die Jahresdauerlinie der Heizlast unter den vorgegebenen Randbedingungen ermittelt. Die errechneten Größen wurden mit dem langjährigen Mittel des Heizwärmebedarfs abgeglichen. Durch Simulation verschiedener Dämmszenarien wurde die optimale Dämmvariante für die jeweiligen Bauteile ermittelt. Aus einer Kombinationen von verschieden gedämmten Bauteilen wurde hier die hinsichtlich der Investitionen günstigste Variante ermittelt. Im Jahr 2002 wurden die Studien sämtlicher Gebäude abgeschlossen.

Über die bloße Angabe der zu erreichenden neuen U-Werte hinaus, wurde eine bauphysikalische Planung und eine bauphysikalische Qualitätssicherung durchgeführt:

Wesentliche Merkmale der Planung waren

- hoher Wärmedämmstandard zur Verringerung der Transmissionsverluste
- geringe Lüftungswärmeverluste durch hohe Luftdichtheit
- Minimierung des Einflusses von Wärmebrücken



Um eine hohe Luftdichtheit zu erreichen, wurden die Architekturplanung und die Haustechnikplanung eng mit der Bauphysik abgestimmt. Es waren viele Detaillösungen erforderlich, da bei großen haustechnischen Anlagen keine serienmäßigen luftdichten Anschlüsse am Markt erhältlich sind. Diese Details wurden erarbeitet, als Anlage dem Leistungsverzeichnis und den Plänen beigelegt und bei der

Ausführung überwacht. Bei den Fenstern wurde ein Musterfenster mit den geplanten und ausgeschriebenen Luftdichtheitsanschlüssen eingebaut, um daran die Optimierungen und Verbesserungen hinsichtlich der Luftdichtheit aufzuzeigen. Alle Fenster wurden entsprechend den Details des Musterfensters eingebaut und die Einbauqualität wurde an jedem Fensterelement vor Einbau von Blenden o.ä. optisch geprüft.

Zur Analyse von Wärmeverlusten wurden Thermografieaufnahmen der zu sanierenden Gebäude gemacht. Dabei wurden neben den schon bekannten Wärmebrücken auch solche entdeckt, die nicht durch Planunterlagen belegt waren, z.B. Befestigungen von Vorsatzschalen.



Über die üblichen Berechnungen zum Wärmeschutz hinaus wurden teilweise detaillierte Wärmebrückenuntersuchungen angestellt, die z. B. zur Optimierung von Auflagerpunkten eines Lüftungsgerätes auf einem Flachdach dienen. Durch einen Bauphysiker wurden während der Bauausführung zusätzliche

Kontrollen im Rahmen einer Qualitätssicherung durchgeführt. Nach Fertigstellung der Gebäude wurden nochmals Thermografieaufnahmen erstellt, um die Qualität der Ausführung zu überprüfen.

Energetische Qualität der Gebäude nach erfolgter Sanierung

Wärmetechnisch wird bei den sanierten Bauten der Grund- und Hauptschule und der sanierten Sporthalle der EnEV-Standard unterschritten. Alle Bauteile wurden nach EnEV bzw. nach einem höheren, in den Studien vorgegebenen Standard gedämmt. Ausgenommen waren lediglich einige wenige Bereiche von Wänden und Böden gegen Erdreich, bei denen sich eine Dämmung wegen des hohen Aufwandes aus wirtschaftlichen Gründen nicht anbot. Bei der Sporthalle wurde z.B. im Bereich der Böden gegen Erdreich, wegen des immensen Aufwandes zur Änderung aller Anschlußhöhen (Aufbauhöhen, Türhöhen etc.) Abstriche beim Wärmeschutz gemacht. Der Sportboden wurde jedoch wärmetechnisch deutlich verbessert und erhielt im Rahmen der Sanierung eine Fußbodenheizung, welche auf die im gesamten Heizsystem herrschenden Systemtemperaturen abgestimmt ist.

Tabelle 3: Energiekennzahlen (Schule) für den Bestand und das sanierte Gebäude

Schule	Bestand	Sanierung
Jahresheizenergiebedarf in MWh/a	832	258
Aufwandszahl Heiz- bzw. Lüftungsanlage	1,43	1,22
Jahresheizwärmebedarf in MWh/a	582	212
Energiekennzahl in kWh/m ³ a	52,0	16,1

Bei der Grund- und Hauptschule wurde aus vorgenannten Gründen ebenfalls auf eine Dämmung der Böden gegen Erdreich verzichtet.

Zur Kompensation der Dämmung bei Böden gegen Erdreich wurden vergrößerte Frostschrüzen eingebaut.

Der Vergleich mit der VDI 3807-2:1998-06 „Energieverbrauchskenwerte für Gebäude - Heizenergie- und Stromverbrauchskenwerte“ zeigt für den Bestand einen Wert, der deutlich über dem dort formulierten Mittelwert von 30 kWh/m³a liegt und den Richtwert der VDI von 20 kWh/m³a deutlich überschreitet.

Nach der Sanierung wird sogar der Richtwert um ca. 20 % unterschritten.

Neubau 3-Feld Sporthalle

Der Neubau einer 3-Feld Sporthalle mit 1.800 m² Bruttogeschoßfläche war die erste Baumaßnahme als Teil des solaren Nahwärmesystems. Das Gebäudeenergiekonzept sieht eine hohe Tageslichtautonomie sowie eine natürliche Be- und Entlüftung vor. Auf dem Dach des Gebäudes wurden die ersten 600 m² Solarkollektoren installiert. Um viele Synergien zu nutzen, wurde vom Architekten ein klassisches Sheddach entworfen. Diese Dach-



Sporthalle neu

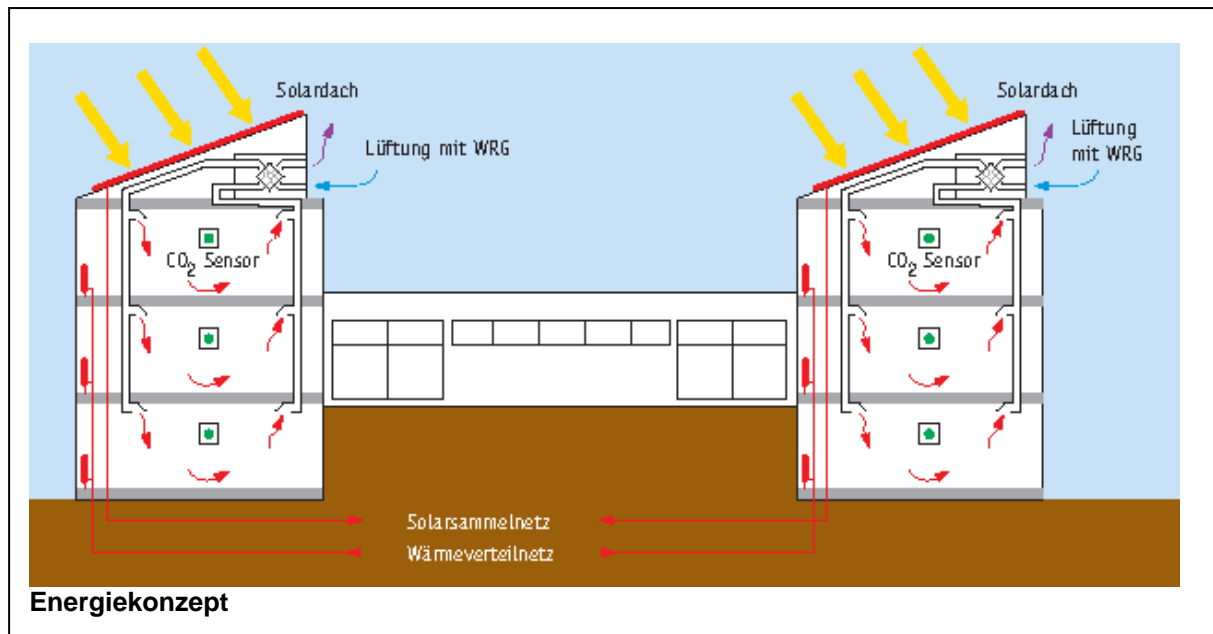
konstruktion ermöglichte die Integration der Solardach-Technologie bei hohen Tageslichtqualitäten und natürlicher Lüftung durch elektrisch öffnbare Fensterflügel. Um im Winter die Lüftungswärmeverluste zu minimieren und die Wärmerückgewinnung zu betreiben, kann die Sporthalle mit dem Lüftungsgerät der angrenzenden Wettkampfhalle über einen Teilvolumenstrom mechanisch belüftet werden. Sportflächenheizung und die Trinkwassererwärmung in Frischwasserstationen sorgen für geringe Systemtemperaturen in den Heizkreisen, außerdem kann auf die energetisch ungünstige thermische Desinfektion verzichtet werden.



Installation der Solardächer

Sanierung der Grund- und Hauptschule

Die Generalsanierung der Grund- und Hauptschule ist die größte Einzelmaßnahme im Gesamtprojekt. Die Sanierung wurde in zwei Abschnitten im laufenden Schulbetrieb



durchgeführt. Die augenscheinlichste Sanierungsmaßnahme an diesem Gebäude war die Änderung der Dachform. Die Flachdächer der Bestandsgebäude wurden mittels der Solardächer in Pultdächer umgewandelt. Durch diese Maßnahme konnten weitere 1.000 m² thermische Kollektoren im solaren Nahwärmesystem installiert und damit die Gesamtkollektorfläche auf insgesamt 1.600 m² erweitert werden.

Der unterhalb der Kollektoren entstandene Dachraum wurde als Aufstellungsort für Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung genutzt. Die Klassenräume werden nun bedarfsabhängig be- und entlüftet, wobei zur Regelung der Lüftung CO₂-Sensoren eingesetzt werden. Die Geschwindigkeiten in den Lüftungskanälen wurden minimiert, um den elektrischen Energieverbrauch gering zu halten. Der Kennwert für die elektrische Leistungsaufnahme der Luftförderung liegt bei nur 0,8 W/(m³/h).





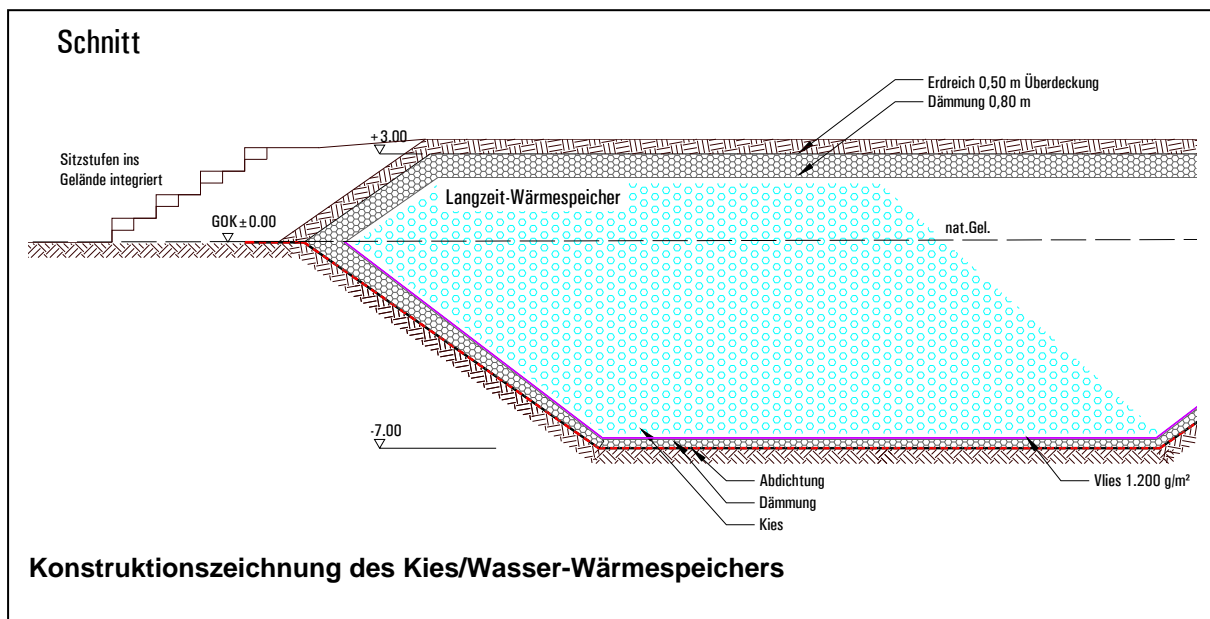
Langzeitwärmespeicher

Der Bau des Langzeitwärmespeichers ist im Sommer 2007 vorgesehen. Die Errichtung eines Speichervolumens mit einem Wasseräquivalent von 3.000 m³ Wasser bedeutet eine besondere Herausforderung. Insgesamt zehn saisonale Wärmespeicher sind zwar schon seit Jahren in diversen Anlagen erfolgreich in Betrieb, von Serienbauwerken kann allerdings nicht im Geringsten gesprochen werden [1], [2]. Haltbarkeit über Jahrzehnte, hohe energetische Leistungsfähigkeit, gute Integration in die Umgebung und geringe Speicherbaukosten sind zusammengefasst die Anforderungen, welche an große saisonale Wärmespeicher gestellt werden. Dazu kommen für jeden Standort ganz individuelle Randbedingungen wie Bodenbeschaffenheit, Grundwassersituation und die Begeh- bzw. Befahrbarkeit der Speicheroberfläche, welche bei der Speicherplanung zu berücksichtigen sind.

Da Eggenstein-Leopoldshafen nur wenige hundert Meter vom Rhein entfernt liegt, befindet sich im Untergrund Kies. Etwa 6 m unter Geländeoberkante wird Grundwasser angetroffen. Das Schulgelände verfügt über eine große Freifläche, die als Sportplatz genutzt wird. Dieser Bereich ist als Standort für den Speicher vorgesehen. Als besondere Anforderung seitens der Gemeinde wurde eine Befahrbarkeit des Speicherdeckels mit Gartenmaschinen und eine Begehbarkeit mit einer großen Anzahl von Personen definiert.

Im Rahmen der Planung wurde ein neues Konzept eines Kies/Wasser-Wärmespeichers entwickelt. Die Technologie des Kies/Wasser-Wärmespeichers geht in Deutschland auf den ersten Speicher zurück, der 1985 an der Universität in Stuttgart errichtet wurde [3]. Zuletzt wurde 1999 in der Solarsiedlung Steinfurt-Borghorst ein Kies/Wasser-Wärmespeicher mit vielen Innovationen (u.a. Dämmmaterial aus Schüttgut, doppelte Abdichtung) gebaut, der seit Jahren seine Zuverlässigkeit unter Beweis stellt [1],[4].

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Gemeinschaftsforschungsprojektes der Universität Stuttgart und der Pfeil & Koch ingenieurgesellschaft wurde die Erdbecken-Wärmespeichertechnologie weiterentwickelt. Neue Entwicklungen des Forschungsprojektes, die in Eggenstein umgesetzt werden, betreffen insbesondere die Speicherabdichtung sowie die Wärmedämmung.

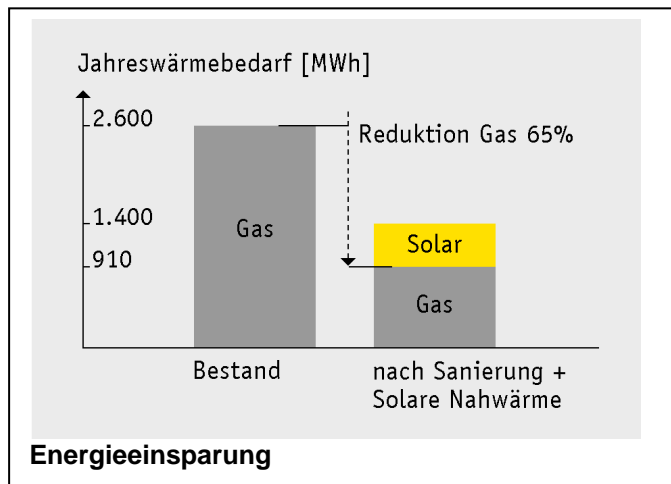


Der Wärmespeicher wird ein Gesamtspeichervolumen von 4.500 m³ besitzen, was einem Wasseräquivalent von 3.000 m³ entspricht. Die Speicherform wird aus zwei aufeinandergestellten Kegelstümpfen gebildet werden. Der untere Kegelstumpf bindet ca. 7 m ins Erdreich ein und besitzt einen Böschungswinkel von ca. 35°. Der obere Kegelstumpf wird mit maximal 3,5 m über Gelände überhöht gebaut. Der Böschungswinkel beträgt ca. 40°. Eine solche überhöhte Bauweise eines Kies/Wasser-Wärmespeichers ist ein Novum. Energetisch vorteilhaft ist, dass der Speicher durch diese Form ein besseres A/V-Verhältnis besitzt und die Deckelfläche, welche höheren Temperaturen ausgesetzt ist, verringert wird.

Wegen der Grundwassersituation und zum Schutz der Wärmedämmung wird das Speicherbecken zum Erdreich hin vollständig mit einer Folie ausgekleidet. Als innere Abdichtung, welche die Wärmedämmung von der Speicherfüllung abtrennt, wird erstmalig eine dampfdiffusionsdichte Dichtungsbahn aus Kunststoff mit zusätzlicher Sperrschicht eingesetzt. Der Speicher wird allseitig wärmegeklämt, wobei Schaumglasschotter und Blähglasgranulat eingesetzt wird. Die Dämmstärken variieren von 0,3 m im Bodenbereich bis zu 0,8 m im Deckelbereich. Die Be- und Entladung des Speichers wird über direkten Wasseraustausch erfolgen.

Energieeinsparung und Emissionsminderung

Erklärtes Ziel der Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen ist die Reduktion des fossilen Energieeinsatzes und die damit verbundene Minderung klimarelevanter CO₂-Emissionen. Dieses Ziel wird durch die Strategien „Verbesserung des Wärmeschutzes“, „Optimierung der Gebäudetechnik“ und „Energieerzeugung mit



hohen solaren Anteilen“ erreicht. Ausgangssituation ist ein Energieverbrauch sämtlicher unsanierter Gebäude sowie der neu errichteten 3-Feld Sporthalle von insgesamt 2.600 MWh/a. Im Endausbau wird der prognostizierte Energieverbrauch um 65 % reduziert sein und nur noch 910 MWh/a betragen. Damit werden jährlich 390 Tonnen CO₂-

Emissionen vermieden.

Kosten, Förderung und Wirtschaftlichkeit

Das Gesamtvolumen sämtlicher baulicher Maßnahmen (Neubau Sporthalle, Sanierung aller Gebäude inklusive Technik), die die Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen im Schul- und Sportzentrum über einen Zeitraum von 7 Jahren durchführt, beträgt ca. 12 Mio. €. Die darin enthaltenen Kosten für das solare Nahwärmesystem mit Langzeitwärmespeicher liegen bei ca. 1,2 Mio. €.

Die Gemeinde erhält Fördermittel des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg im Rahmen des CO₂-Minderungsprogramms (für die Sanierungen) sowie als Modellvorhaben (für die solare Nahwärme). Weiterhin wird das Vorhaben im Rahmen des Programms Solarthermie2000plus durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert. Insgesamt erhält die Gemeinde von Land und Bund Fördermittel in Höhe von ca. 1,1 Mio. €.

Legt man einen heutigen Gaspreis von 70 €/MWh zugrunde, so beträgt die jährliche Energiekosteneinsparung ca. 120.000,- €/a.



Ausblick

Will man mit den heutzutage zahlreich erklärten Zielen, Energie einzusparen und die CO₂-Emissionen drastisch zu reduzieren, Ernst machen, so muß gerade im Gebäudebestand angesetzt werden. Hier liegt das größte Potenzial, um diese Ziele zu erreichen. Eine erste Stufe ist immer die bauphysikalische Verbesserung der Gebäudehülle und die Reduktion von Lüftungswärmeverlusten. Durch die Optimierung von haustechnischen Komponenten kann ein weiterer Beitrag zur Energieeinsparung geleistet werden. Einsparungen fossiler Ressourcen lassen sich dann nur noch durch den Einsatz erneuerbarer Energien erreichen. Die solare Nahwärme mit Langzeitwärmespeicherung ist eine solche Technologie. Sie kann hohe Anteile "kostenloser" Solarenergie CO₂-frei zur Beheizung von Gebäuden liefern.

Die Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen hat sich bereits im Jahr 2001 für die Umsetzung dieser zukunftsweisenden Technologie entschieden. Die Entscheidung für ein großes Solarkonzept fiel dem Gemeinderat damals nicht leicht. Es waren nicht allein wirtschaftliche Gesichtspunkte, die für dieses System sprachen, es war vor allem die Chance, die idealen Randbedingungen (Nahwärmestruktur, unsanierte Gebäude, Platz für Speicher und Solaranlage) zu nutzen, um das erste solare Nahwärmesystem mit Langzeitwärmespeicherung im Bestand umzusetzen. Mit diesem Projekt entsteht ein wichtiger Multiplikator, nicht nur für die typischen Schul- und Sportkomplexe aus den 1960er/1970er Jahren.

Aus heutiger Sicht war die damalige Entscheidung der Gemeinde eine sehr weitsichtige. In den sechs Jahren der Energiekonzeptumsetzung haben sich die Energiepreise bereits mehr als verdoppelt und es ist kein Ende dieser Preisspirale in Sicht. Es bleibt zu hoffen, dass viele Entscheidungsträger sich in der heutigen Zeit dank der guten Erfolge dieser Systeme und dem allgemeinen Klimaschutztrend leichter zu solchen Energiekonzepten entscheiden. Denn durch Multiplikation kommen wir den Zielen einfacher und schneller näher.

Literatur

- [1]M. Bodmann, D. Mangold, J. Nußbicker, S. Raab, A. Schenke, T. Schmidt: Solar unterstützte Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher, (Februar 2003 bis Mai 2005), Forschungsbericht zum Vorhaben 0329607F, z.B. unter www.solites.de
- [2]D. Mangold, M. Brenner, T. Schmidt: Langzeit-Wärmespeicher und solare Nahwärme, BINE Informationsdienst, ISSN 1436-2066, 01/2001



[3]R. Giebe: Ein Kies/Wasser-Wärmespeicher in Praxis und Theorie, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart, Fakultät Energietechnik 1999

[4]Pfeil M., Koch H., Saisonaler Sies/Wasser-Wärmespeicher der 3. Generation für die Solarsiedlung Steinfurt Borghorst, OTTI Technologie-Kolleg, Neuntes Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, 1999

Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und des Landes Baden-Württemberg gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.