

Wärmesee – Untersuchung zur Nutzung des Erdreichs unter einer Sporthalle als Wärmespeicher

Manfred Mevenkamp¹ & Wilfried Zapke²

¹Hochschule Bremen, Institut für Informatik und Automation

²Fachhochschule Hannover, Institut für Energie und Klimaschutz

Problem

Das Erdreich unter einem Gebäude wird durch den Wärmetransport (Verlustwärme) vom Gebäudeinnern über die Bodenplatte erwärmt. Der Temperaturgradient, der sich unterhalb der Bauwerksohle einstellt, hängt von der Bodenbeschaffenheit und dem Wärmestrom in horizontaler Richtung zur Erdoberfläche in der Umgebung des Gebäudes ab. Dieser Wärmestrom führt in der kalten Jahreszeit zur Abkühlung des Erdreichs und damit zur Erhöhung der Verlustwärme durch die Bodenplatte des Gebäudes. Eine umlaufende Dämmung der Fundamente und im Erdreich liegenden Wände („Perimeterdämmung“) kann diese Wärmeverluste verringern und einen ausgeprägten „Wärmesee“ unter der Bodenplatte erzeugen. Das Projekt liefert hierzu einen quantitativen Nachweis.

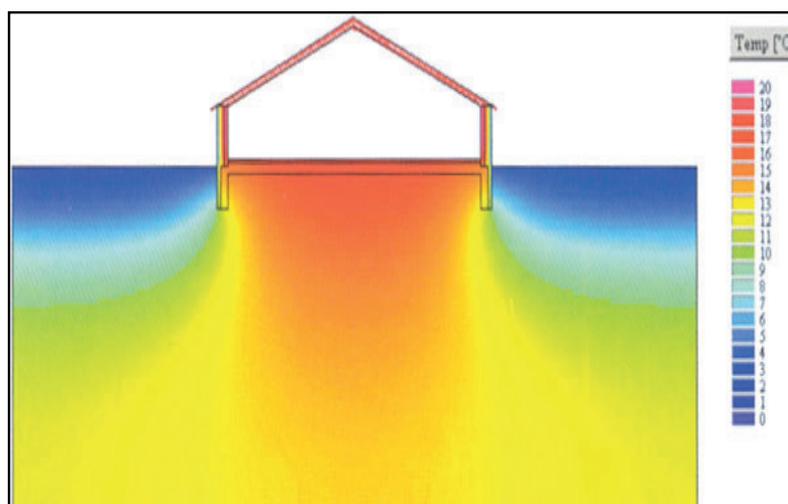


Abb. 1. Temperaturverteilung unter einem Gebäude, „Wärmesee“ (BINE Informationsdienst, 2008)

Methode

Im Rahmen der energieoptimierten Sanierung der Sporthalle des TV Bremen-Walle 1875 e.V. im Sommer 2008 wurde eine solche Perimeterdämmung vorgenommen. Durch eine Langzeitmessung der Bodentemperaturen werden in einem Vorher-Nachher-Vergleich die energetischen Auswirkungen dieser Dämmung auf die Sporthalle ermittelt. Dazu wurden insgesamt 10 Temperatursensoren im Boden unter der Halle (80 cm unter der Betonsohle) und außen an den Fundamenten platziert.

Ergebnisse

Die erste Messphase erstreckte sich von März 2006 bis Juli 2007. Die Messungen zeigen, dass im Alt-Zustand bei Außentemperaturen unter 0°C die Hallentemperatur nachts unter das Temperaturniveau von Betonsohle und Erdreich sinkt. In dieser Situation wirkt das Erdreich als „Fußbodenheizung“.

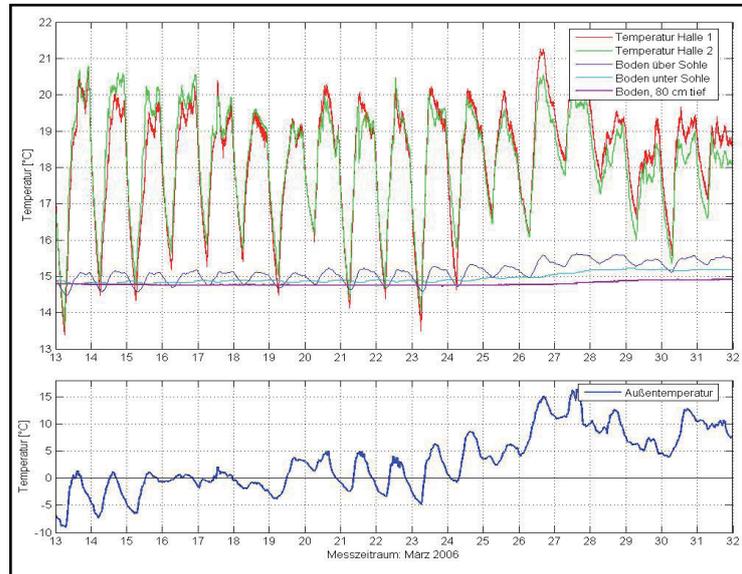


Abb. 2. Hallen- und Bodentemperaturen im Alt-Zustand (März 2006)

Die Messungen nach dem Umbau der Halle belegen die positive energetische Wirkung der Perimeterdämmung. Bei gleichen mittleren Hallen- und Außentemperaturen weist das Erdreich unter der Halle eine um etwa 1°C höhere Temperatur auf. Die Wärmeverluste durch die Bodenplatte werden dadurch um mehr als 25 % verringert.

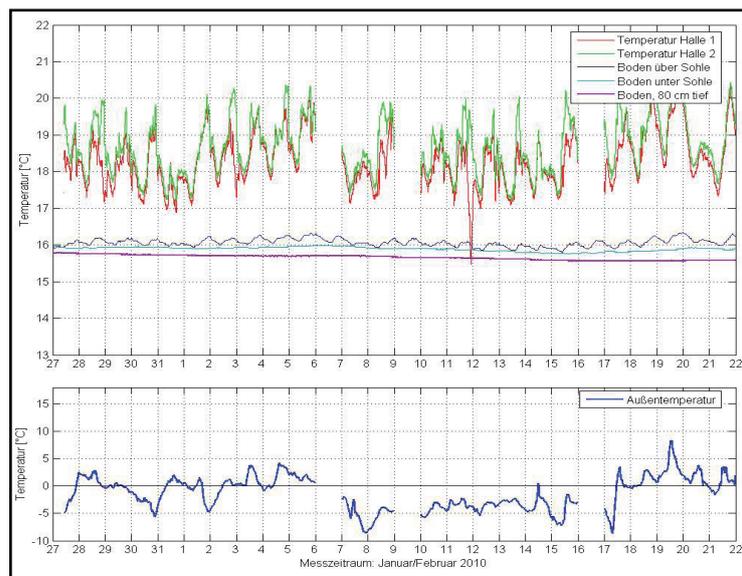


Abb. 3. Hallen- und Bodentemperaturen mit Perimeterdämmung (02/2010)

Ergänzend zur Messung der Erdreichtemperaturen wurden Simulationsrechnungen zur Temperaturverteilung im Erdreich unter der Halle durchgeführt. Neben der Streifenfundamentdämmung, die mit Methoden der DIN EN 13370 in der Energiebedarfsrechnung berücksichtigt werden kann, war an einer Hallenseite die Dämmung in einer Anschüttung vorzunehmen. Die Situation ist mit einer Hanglage der Halle vergleichbar. Für die hier gewählte, preiswerte Lösung einer in einem Meter Tiefe horizontal im Erdreich verlegten Dämmung lagen bisher keine Erfahrungen und keine Berechnungsmethoden vor. Die mit Hilfe der Messungen validierten Simulationen zeigen, dass die Dämmwirkung dieser neuartigen Form der Perimeterdämmung mit der einer flächig an der Wand bis zum Fundament hinuntergeführten Dämmung vergleichbar ist.

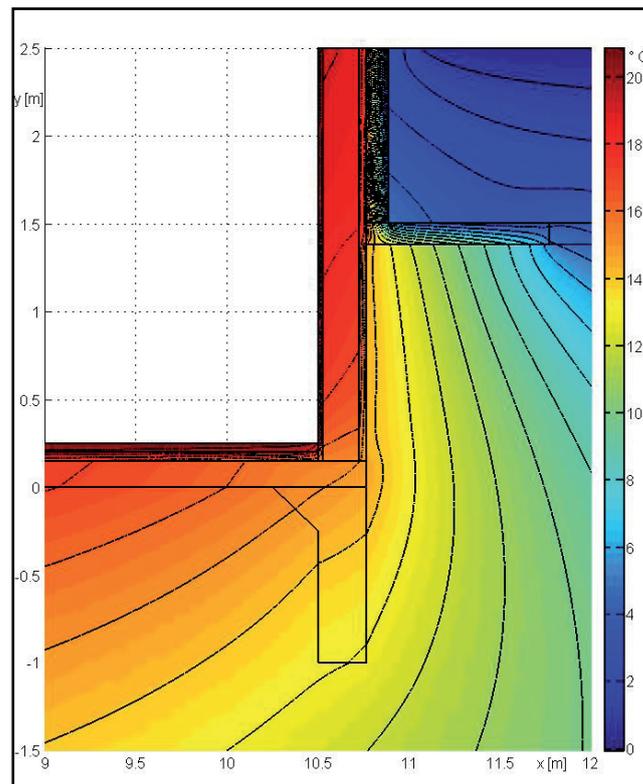


Abb. 4. Temperaturverteilung mit der neuen Dämmvariante für Hanglagen

Die Ergebnisse der Simulation bestätigen sich auch in den Thermografieaufnahmen, die im Rahmen der Qualitätssicherung der Bauausführung durchgeführt wurden. Im Alt-Zustand ist aus dem Halleninneren heraus der an das Erdreich grenzende Teil der Wand deutlich zu erkennen. Die im Erdreich befindliche und weitgehend ungedämmte Stahlbeton-Stützwand tritt als blauer Streifen hervor ($\vartheta_E = 12,7^\circ\text{C}$), während die darauf aufsetzende, der Außenluft ausgesetzte Porenbetonwand grün bis gelbgrün erscheint (ca. 16°C).

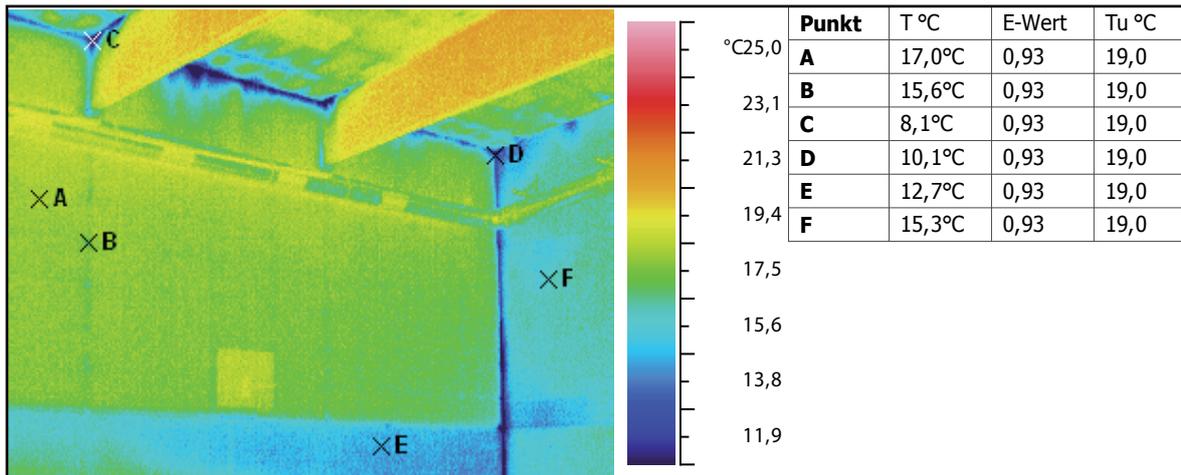


Abb. 5. Innenthermografie der Nordwand im Alt-Zustand (28.02.2004)

Nach der Sanierung ist oberhalb des Erdreichs die Wand mit 30 cm Wärmedämmverbundsystem gedämmt, im Erdreich mit der neuartigen Form der Perimeterdämmung. Der Übergang ist in der Thermografie nur sehr schwach auszumachen. Zwischen dem nach wie vor unmittelbar an Erdreich grenzenden Bereich (bis ca. 1,50 m Höhe) und dem darüber liegenden mit Perimeterdämmung ist kein Unterschied feststellbar. Die Dämmung des tiefer liegenden Erdreichs gegenüber der Außenluft durch den horizontalen Teil der Perimeterdämmung hat demnach, wie in der Simulation berechnet, eine mit der direkten Dämmung der Wand vergleichbare Wirkung.

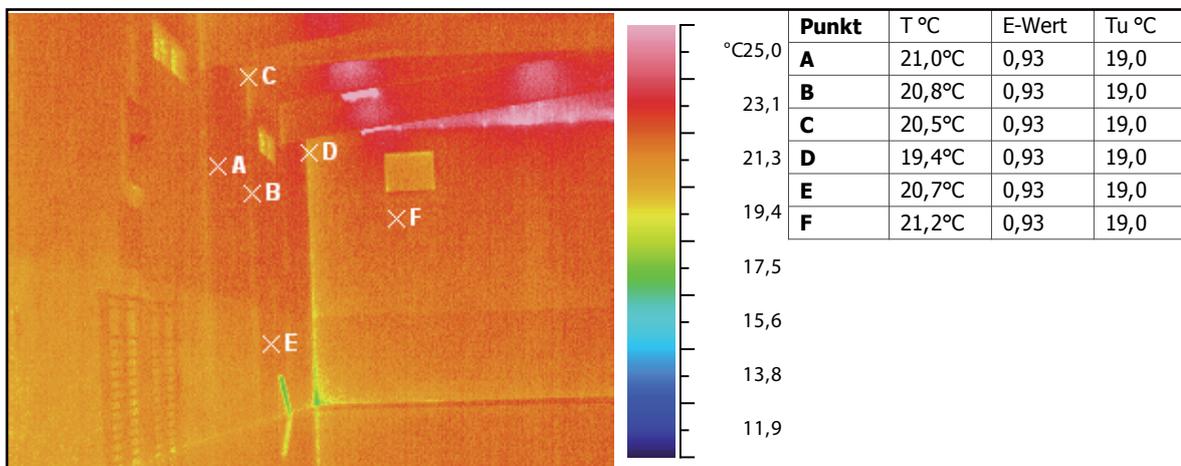


Abb. 6. Innenthermografie der Nordwand nach dem Umbau (21.02.2009)

Diskussion

Die Perimeterdämmung behindert im Winter das Abfließen der Wärme aus dem Erdreich unter der Halle zur Erdoberfläche. Es entsteht unter der Halle ein „Wärmesee“. Simulation und Messungen zeigen, dass sich durch die Perimeterdämmung das Temperaturniveau dieses „Wärmesees“ erhöht und die Wärmeverluste der Halle durch die Bodenplatte deutlich verringert werden. Die Perimeterdämmung sollte daher in jedem Fall vorrangig in die Sanierungsplanung von Sporthallen einbezogen werden.

Literatur

- BINE Informationsdienst, FIZ Karlsruhe GmbH, (<http://www.energie-projekte.de>), 07/2008
- Bohrisch, R, et al. (2006). „*MeTuSa-lem: Modellhafte energieoptimierte Turnhallensanierung – langfristig einsparend modernisieren*“, Abschlussbericht zum Förderprojekt von DBU (AZ 21019), BISP (VF07/14/01/2005), Bremer Energie-Konsens GmbH (12305U) und SBUV Bremen (AZ G216/04).
- DIN EN ISO 13370, 2008-04. „*Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden, Wärmeübertragung über das Erdreich, Berechnungsverfahren*“, Berlin: Beuth-Verlag, 2008.
- Spindler, E. A. (Hrsg.) (2007). *Management und Modernisierung von Turn- und Sporthallen – PPP-Konzepte, zeitgemäße Sanierung und energieeffiziente Nutzung*. Heidelberg: C.F. Müller Verlag.