

## Fallstudie Baubeheizung

# Indirekte Beheizung senkt Winterbaukosten

## KOMPAKT INFORMIEREN

In einer Fallstudie wurden die Gesamtkosten für eine Winterbauheizung über einen Zeitraum von sechs Monaten ermittelt. Verglichen wurden die direkte, luftgeführte Beheizung und die indirekte, wassergeführte Beheizung.

Der Vergleich zeigt, dass die indirekte, wassergeführte Baubeheizung wirtschaftlicher ist. Bei der Betrachtung der Gesamtkosten ergibt sich eine absolute Ersparnis von ca. 12 %.

Bei den Brennstoffkosten ist mit der indirekten, wassergeführten Baubeheizung eine Senkung der Brennstoffkosten von mindestens 20 bis über 45 % zu erzielen.



## ENERGIEVERANTWORTUNG

„Für die Beheizung von Gebäuden begrenzt die Energieeinsparverordnung den zulässigen Primärenergiebedarf. Für die Baubeheizung wird der Energieverbrauch nicht begrenzt, obwohl er bezogen auf die beheizte Fläche enorm hoch sein kann. Trotzdem werden für die Baubeheizung oft ineffiziente Heizsysteme eingesetzt. Als Energiedienstleister sehen wir die mobile Energieerzeugung auch gegenüber der Umwelt in der Pflicht. Das bedeutet für uns, den Energiebedarf unserer Kunden möglichst ressourcenschonend zu decken“, betont Reto Brütsch, Geschäftsführer von Hotmobil Deutschland.

## KONTAKT ZUM ANBIETER

Hotmobil  
78244 Gottmadingen  
Telefon (0 77 31) 9 46 00  
info@hotmobil.de  
www.hotmobil.de

Mit dem Beginn der Heizperiode sind auch wieder zahlreiche Baustellen auf Temperatur zu halten. Hierbei lohnt es sich, den Energieaufwand und die erheblichen Einsparpotenziale beim Heizölverbrauch zu betrachten. Bei konventionellen Baubeheizungen wird die erwärmte Luft wieder ins Freie abgeführt. Weitaus effizienter ist dagegen das Prinzip der indirekten Beheizung mit mobilen Lufterhitzern im Gebäudeinneren, die von einer außen aufgestellten mobilen Heizzentrale mit Heizwärme versorgt werden.



1 Verbindliche Fertigstellungstermine erlauben im Winter keine Unterbrechung des Bauablaufs...

Die terminlichen Anforderungen an den Baufortschritt von Neu- und Umbauten lassen auch über die Wintermonate keine Unterbrechung zu. Eine Baubeheizung sorgt für Innentemperaturen, bei denen die Ausbaurbeiten über die Wintermonate ohne Unterbrechung weitergeführt werden können. Bei Außentemperaturen unterhalb des Gefrierpunkts müssen zudem Frostschäden an nicht entleerter oder nicht vollständig entleerbaren Installationen verhindert werden.

Hinzu kommt, dass auch bei niedrigen Außentemperaturen Nassbaukonstruktionen hergestellt werden müssen, beispielsweise Estrich und Innenputz. Um dabei die geforderte Ausführungsqualität erzielen zu können, ist neben Mindesttemperaturen auch eine gleichmäßige Trocknung der Baustoffe und Bauteile zu gewährleisten. Da bei der direkten Beheizung kontinuierlich Außenluft mit geringer Luftfeuchte erwärmt und ins Gebäude eingeblau-

sen wird, sind beide Anforderungen gleichzeitig nur schwer zu erfüllen. Doch das Problem lässt sich lösen: „Durch eine indirekte Beheizung ergibt sich eine bessere und gleichmäßigere Luftverteilung mit geringerer Luftwechselrate, sodass damit auch eine homogenere Trocknung gewährleistet werden kann“, sagt Dipl.-Ing. Pia Skura, Entwicklungsingenieurin bei Hotmobil Deutschland.

Neben diesen Anforderungen sind Systeme gefragt, die mit möglichst geringem Energieeinsatz für die benötigten Temperaturen sorgen. In einer Fallstudie werden nachfolgend die direkte, luftgeführte und die indirekte, wassergeführte Beheizung verglichen.

### Direkte, luftgeführte Beheizung

Die luftgeführte Beheizung ist die „klassische“ Methode: Dazu werden ölbefeuerte Heizgebläse eingesetzt, die mittels Ventilator über flexible Luftschläuche einen erwärmten Außen-

luftvolumenstrom in die Baustelle einblasen. Nachteile dieser Beheizungsart sind zum einen die hohe Luftwechselrate sowie hohe Wärmeverluste über die großflächigen Warmluftschläuche. Diese Art der Luftheizung geschieht nach dem Überdruckprinzip, es muss also ständig erwärmte Luft zugeführt werden, in gleichem Umfang strömt Luft (mit Raumtemperatur und bei hohen Räumen/Gebäude teilweise auch mit höherer Temperatur) aus dem Gebäude über Undichtigkeiten wieder ab.

**Indirekte, wassergeführte Beheizung**

Gestiegene Anforderungen und steigende Energiekosten verlangen auch für die Bauheizung effiziente Lösungen. Der Energiedienstleister Hotmobil Deutschland setzt dafür auf Systeme, die nach dem Prinzip einer Warmwasserzentralheizung aufgebaut sind. Die Heizwärme wird außerhalb des Gebäudes durch eine mobile Heizzentrale erzeugt. Über Schlauchleitungen transportiert das System Heizwasser zu mobilen Lüftungsgeräten, die innerhalb der Baustelle aufgestellt sind und die Heizwärme über flexible Luftschläuche verteilen ③. Durch die indirekte Beheizung bleibt die Innenluft nicht nur frei von Verbrennungsgasen, es ist auch eine geringere Luftwechselrate nötig und das System lässt sich genauer regeln.

**Fallstudie Winterbauheizung**

Sowohl die direkte, luftgeführte als auch die indirekte, wasserführende Beheizung nutzen in der Regel Heizöl als Brennstoff. Anhand einer idealisierten, beispielhaft angenommenen Beheizungssituation wird deutlich, dass der Heizölverbrauch den größten Unterschied bei einer Gesamtkostenbetrachtung ausmacht. Für die Fallstudie wird die Beheizung eines Produktionshallenneubaus mit Firstdach angenommen.

- Abmessungen (LBH): 65 × 20 × 4,4/7 m
- Zu beheizende Grundfläche: 1300 m<sup>2</sup>
- Raumvolumen: 7000 m<sup>3</sup>
- Mietdauer Bauheizung: 6 Monate
- Betriebsstundenzahl: 1400 h (in 6 Monaten)



Bild: Hotmobil

② ... eine energieeffiziente Winterbauheizung vermeidet hohe Energiekosten. Neben der Energieerzeugung spielt dabei die Wärmeverteilung die entscheidende Rolle.

**Energieaufwand für direktes System**

Um das Raumvolumen der Produktionshalle zu beheizen, werden ölbefeuerte Warmlufterzeuger im Außenbereich aufgestellt, die erwärmte Luft wird über Warmluftschläuche in das Gebäude transportiert. Für das Berechnungsbeispiel werden folgende Annahmen getroffen:

- Ansaugtemperatur der Luft: 2,9 °C (Durchschnittstemperatur in den Wintermonaten in Deutschland)
- Ausblastemperatur der Luft im Gebäudeinneren zur Deckung der Heizlast: 32 °C
- Soll-Innentemperatur: 15 °C

Aus gesundheitlichen Gründen sollte mindestens ein stündlicher Luftwechsel eingehalten werden. Dieser ist bei luftgeführten Systemen aufgrund des erzeugten Überdrucks allerdings

wesentlich höher, was im Rahmen dieser Betrachtung jedoch zur besseren Vergleichbarkeit nicht berücksichtigt wird:

$$Q = \rho_{Luft} \cdot \dot{V} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 1,29 \frac{kg}{m^3} \cdot 7000 \frac{m^3}{h} \cdot 1,006 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 29,1 K = 73,4 kW$$

Mit diesem Wert lässt sich der Heizöl-Massenstrom ermitteln:

$$\dot{m} = \frac{Q}{H_{ob}} = \frac{73,4 kW}{42.600 \frac{kJ}{kg}} = 6,2 kg/h$$

Für die Berechnung der Heizöl-Verbrauchskosten wird ein Ölpreis von 0,93 Euro/l zugrunde gelegt, bei 1400 Vollaststunden ergeben sich Heizölkosten von 9497 Euro.

③ Indirekte, wasserführende Baubeheizung: Die mobile Heizzentrale arbeitet in Verbindung mit mobilen Lüfterheizern, die im Gebäude aufgestellt werden. Als Wärmetransportmedium dient Heizwasser. An die mobilen Lüfterheizern werden Luftverteilschläuche angeschlossen, mit denen die erwärmte Umluft gleichmäßig im Gebäude verteilt wird.

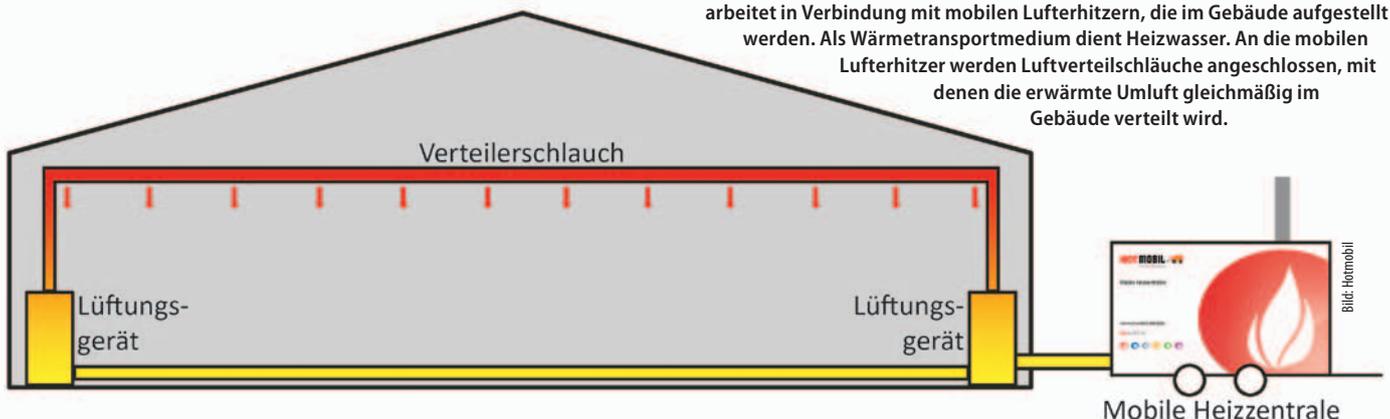


Bild: Hotmobil

## 4 Kosten für direkte, luftgeführte Beheizung

Miete, Bereitstellung, Brennstoff	Kosten für 6 Monate
Baustellensichtung	136,00 Euro
Montage Warmlufterzeuger	472,00 Euro
Montage Tank	261,60 Euro
Montage Verbindungsschläuche und Luftverteilerschläuche	97,00 + 378,00 Euro
Miete der Warmlufterzeuger	11 793,00 Euro
Miete des Tanks	1 976,00 Euro
Miete Verbindungsschläuche und Luftverteilerschläuche	620,00 + 2 268,00 Euro
<b>Zwischensumme</b>	<b>18 001,60 Euro</b>
Verbrauchskosten (Heizölverbrauch) für sechs Monate (bereinigt durch Wirkungsgrad $\eta = 70\%$ )	13 567,00 Euro
<b>Gesamtkosten für direkte, luftgeführte Beheizung</b>	<b>31 568,60 Euro</b>

## 5 Kosten für indirekte, wassergeführte Beheizung

Miete, Bereitstellung, Brennstoff	Kosten für 6 Monate
Mietpreis Hotmobil MHZ	10 620,00 Euro
Mietpreis Mobile Lufterhitzer MLE	7 290,00 Euro
Technische Grundpauschale	540,00 Euro
Aufbau, Einweisung, Kaminmontage, Inbetriebnahme	880,00 Euro
Schlauchmaterial	550,00 Euro
Abbau der kompletten Anlage	660,00 Euro
Transportkosten	320,00 Euro
<b>Zwischensumme</b>	<b>20 860,00 Euro</b>
Verbrauchskosten (Heizölverbrauch) für sechs Monate (bereinigt durch Wirkungsgrad $\eta = 80\%$ )	6 892,00 Euro
<b>Gesamtkosten für indirekte, wassergeführte Beheizung</b>	<b>27 752,00 Euro</b>

## Energieaufwand für indirektes System

Für die Beheizung wird eine mobile Heizzentrale 6 eingesetzt. Diese ist betriebsbereit in einem fahrbaren Anhänger installiert, der im Außenbereich abgestellt wird. Die mobile Heizzentrale arbeitet in Verbindung mit mobilen Lufterhitzern, die im Inneren des Gebäudes aufgestellt werden. Als Wärmetransportmedium dient Heizwasser, das über flexible und robuste Druckschläuche zwischen der mobilen Heizzentrale und den mobilen Lufterhitzern zirkuliert. An die mobilen Lufterhitzer werden Luftverteilerschläuche angeschlossen, die in bestimmten Abständen über Luftauslassabgänge die Wärme gleichmäßig im Gebäude verteilen.

Durch die indirekte Beheizungsart (Umluft) ist die zu überwindende Temperaturdifferenz im Vergleich zur luftgeführten Beheizungsart deutlich geringer:

- Ansaugtemperatur der (Um)Luft: 15 °C (Innentemperatur)
- Ausblastemperatur der (Um)Luft im Gebäudeinneren zur Deckung der Heizlast: 32 °C
- Soll-Innentemperatur: 15 °C

$$\dot{Q} = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 7000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1,006 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot 17 \text{ K} = 42,9 \text{ kW}$$

Daraus ergeben sich ein Heizöl-Massenstrom von 3,6 kg/h und Heizölkosten von 5514 Euro. Unter den zugrunde gelegten Annahmen bedeutet dies eine Energiekosteneinsparung von rund 40 % gegenüber der direkten Beheizung.

## Kostenbetrachtung

Die idealisierte Berechnung zeigt die theoretische Ersparnis, die sich aus dem Vergleich beider Systeme ergibt. Weil einige Effekte ausgeblendet wurden, fallen die absoluten Werte gegenüber den praktischen Erfahrungen vergleichsweise gering aus. Die Berechnung zeigt aber deutlich die Abhängigkeiten: Die Energiekosten sind umso höher, desto größer der Luftvolumenstrom bzw. die Temperaturdifferenz ist. Dies spricht klar für die indirekte Beheizung, welche auch dem Stand der Technik entspricht. Um ein vollständiges Bild über die Kosten zu erhalten, werden im Folgenden Wirkungsgrade der Systeme und die weiteren Mietkosten berücksichtigt.

Zur Bestimmung der Wirkungsgrade sind diverse Faktoren zu berücksichtigen. Unabhän-

gig davon, dass die Brennerwirkungsweisen der beiden Beheizungsarten gleichgesetzt werden können, sind die nachgelagerten Systeme unterschiedlich zu betrachten:

- Bei der direkten Beheizung sind die Wärmeverluste durch die Warmluftschläuche, die von außen ins Innere des Gebäudes gelegt werden, ein maßgeblicher Verlustfaktor. Im Gegensatz zu Heizwasserdruckschläuchen ist ihre Oberfläche und damit die Wärmeverlustfläche um ein Vielfaches größer; gleichzeitig ist das Material dünner. Darüber hinaus ist in realen Systemen damit zu rechnen, dass der Luftvolumenstrom deutlich höher angesetzt werden muss, um die Soll-Innentemperatur einzuhalten.
- Die indirekte, wassergeführte Beheizungsart ist ebenfalls verlustbehaftet. Die Heizwasserdruckschläuche haben zwar eine erheblich kleinere Oberfläche, dafür ist die Mediumtemperatur höher und es sind zwei Leitungen zu berücksichtigen.

Um die Schlauchauskühlung und weitere Faktoren zu berücksichtigen, wurde für das direkte System ein bereinigter Wirkungsgrad von 70 % und beim indirekten System von 80 % angesetzt. Die Mietkosten wurden auf der Basis marktüblicher Vermietungskosten ermittelt. Die Kosten setzen sich aus den Mietkosten und den Verbrauchskosten für eine Einsatzdauer von sechs Monaten zusammen 4 5. Daraus ergibt sich bei Gesamtkosten von 27 752 Euro für das System der indirekten, wassergeführten Beheizung eine Ersparnis von gut 12 %. Aufgrund der in der Betrachtung nicht berücksichtigten tatsächlichen Nutzung im Baustellenalltag ist dieser Wert eher als pessimistisch einzuordnen. •



6 Mobile Heizzentrale, die in Kombination mit mobilen Lufterhitzern auch zur energieeffizienten Bauheizung eingesetzt wird.