

Vergleich von Bodenheizungs-Systemen in Sporthallen

Investitionskosten

Bei gleichen Bedingungen braucht ein Schwingboden mehr Rohre als ein Nass-System im Zement, da die Wärmeverteilung über hohe thermische Widerstände erfolgt. Mit Aluminium-Lamellen wird die Verteilung gleichmässig über die ganze Fläche erreicht. Zudem wirkt das Luftpolster als horizontaler Wärmeausgleich, da die Luft bei Temperaturunterschieden innerhalb des Schwingbodens zirkuliert.

Die Mehrkosten für Fussbodenheizungen mit Wärmeleitlamellen im Schwingboden sind höher als bei einem Nass-System (siehe Punkt 4), aber die Ausführungs-Qualität ist auch besser. Die Systeme Rehau oder VELTA mit freiliegenden/hängenden Rohren ohne Lamelle wird nicht verglichen.

Montage:

Die Montage des Nass-Systems wird sehr oft als einfacher bezeichnet, ist aber auch fehleranfälliger. Bei Schwingböden werden zwingen normalerweise Trockensysteme (Rohr in einer Lamelle, frei bewegbar, siehe Temperaturverteilung) zu präziser Verlegung, andererseits sind die Rohre nicht im Zement eingespannt und dadurch mechanisch weniger beansprucht, was sich zumindestens theoretisch in der Lebensdauer auswirkt.

Komfort, Behaglichkeit

Das vertikale Temperaturprofil hängt ab von der Übertemperatur des Bodens gegenüber der Raumluft sowie der Gleichmässigkeit der Oberflächentemperatur. Hier sind beide Systeme ähnlich, die Konvektion beim Schwingboden ist aber kleiner wegen der gleichmässigeren Bodentemperatur, dadurch ergibt sich weniger Kaltluftabfall.

Temperaturverteilung

Beim Nass-System wird zwar der Bodenbelag ebenfalls den horizontale Ausgleich der Oberflächentemperaturen fördern, aber nicht so gut wie das Trockensystem und die Luftkammer beim Schwingboden. Über den Heizrohren wird die Spitzentemperatur beim Nass-System bei gleicher Wärmeleistung erheblich höher sein als beim Schwingboden, gemäss Beilage 1 betragen diese beim Schwingboden Egliswil (Aussentemperatur ca. +2°C):

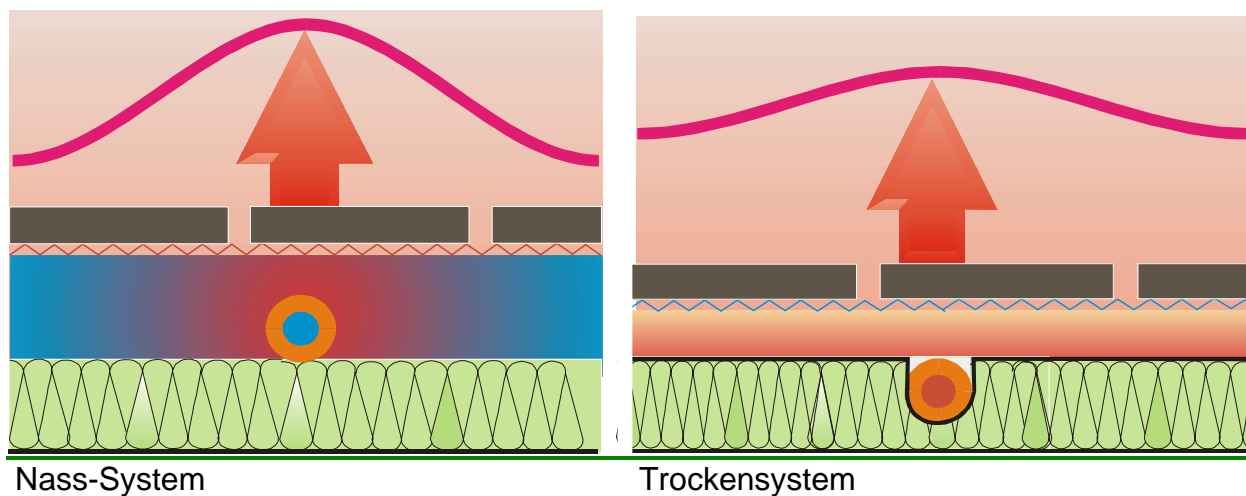
- Mittlere Bodentemperatur 19.8 °C
- Minimum 19.3 °C
- Maximum 20.3°C also Maxi-Mini = 1K

Die Differenz kommt von den Widerständen der Lattung, welche beim Liegen nicht spürbar.

Mit dem Nass-System Rohrstand 30 cm wäre aufgrund von Messresultaten zu erwarten, ca.

- | | ohne Lamelle | mit Lamellen |
|----------------------------|--------------|--------------|
| • Mittlere Bodentemperatur | 19.8 °C | 19.8°C |
| • Minimum | 18.3 °C | 18.9°C |
| • Maximum | 21.3 °C | 20.7°C |
| • Maxi-Mini | ca 3K | ca 1.8K |

Dies ist bei diesem System, ohne Lamellen, beim Liegen sehr wohl spürbar.



Fazit:

Der Schwingboden bietet als Heizboden bessere Voraussetzungen für den Sportler, Es ist nicht wahr wie vielfach behauptet wird, dass Nasssysteme über die ganze Fläche gleiche Temperaturen aufweisen, im Gegenteil !

Regelung

Da die Speichermasse beim Nass-System ist viel grösser ist, muss der Boden auch nachts durchgängig beheizt werden, sonst ist er am Vormittag nach der Nachtabsenkung zu kalt. Das braucht Energie. Das Nass-System ist träge, auch wenn dies bei Sonneneinstrahlung in Turnhallen und beim vorliegenden kleinen Wärmebedarf kaum ein Problem sein kann. Siehe Selbstregeleffekt.

Der Schwingboden hat viel weniger Masse und reagiert schneller.

Selbstregeleffekt

Als Selbstregeleffekt wird folgendes Verhalten bezeichnet:

Die Wärme fließt immer von warm zu kalt. Wenn nun die Lufttemperatur wegen Fremdeinfluss ansteigt, z.B. in einer Turnhalle mit grossen Fenstern durch Sonneneinstrahlung, dann wird der Boden weitgehend keine Wärme mehr abgeben, sobald die Lufttemperatur gleich oder höher als die Bodentemperatur ist. Da durch die höhere Temperaturwelligkeit des Bodens mit Nass-System am Boden örtlich höhere Temperaturen vorliegen, wird also der Zementboden länger heizen als der Schwingboden.

Der Selbstregeleffekt als solches ist nicht systemabhängig, er ist für alle Flächen wirksam.

Systemtemperaturen

Die Heizwassertemperaturen sind eine Funktion

- des Wärmebedarfes (für beide Systeme gleich) einschliesslich Raumtemperatur
- des Systemwiderstandes Heizwasser-Bodenoberfläche (hier hat das Nasssystem Vorteile) einschliesslich Rohrabstand
- des zulässigen Druckverlustes (aufgrund der Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur)

Aufgrund des hohen Systemwiderstandes des Schwingbodens sind die Heizwassertemperaturen höher als bei Nass-Systemen.

Bei modernen Hallen werden vermehrt 40/30°C für den Schwingboden vorgegeben.

Leistung Schwingboden

Die Leistung des Bodens soll den Wärmebedarf abdecken. Der Systemwiderstand wird auch durch den Bodenbelag bestimmt. Bei punktelastischen Böden auf Unterlagsböden (mit Nass-System-Heizung) ist der Bodenbelag mit ca 17 mm meist erheblich stärker als bei einem Schwingboden mit ca 9-10 mm. Das heisst also, dass der Schwingboden zwar als Holzkonstruktion mit Luftpolster einen höheren Widerstand hat, dafür aber einen Bodenbelag besitzt, der nur etwa die Hälfte des Belagswiderstandes des Nass-Systemes aufweist. Der Rohrabstand beträgt beim Schwingboden 25 oder 50 cm, beim Nass-System wurde er hier mit 30 cm optimiert.

Situation Nass-System ohne Lamellen:

Zementboden	8 cm	
Raumtemperatur	16°C	
Heizwasser	Vorlauf	30°C
	Rücklauf	21°C (siehe Fazit)
	dT	9 K
	Mittl. Temp.	25.5°C

Leistung des Systems $2.18 * (25.5-16) = 20.7 \text{ Watt/m}^2$

Situation Nass-System mit Lamellen:

Zementboden	8 cm	
Raumtemperatur	16°C	
Heizwasser	Vorlauf	29°C
	Rücklauf	21°C (siehe Fazit)
	dT	7 K
	Mittl. Temp.	25°C

Leistung des Systems $2.35 * (25-16) = 21.2 \text{ Watt/m}^2$

Situation Schwingboden bei gleicher Leistung:

Konstruktion gemäss Zeichnung		
Raumtemperatur	16°C	
Heizwasser	Vorlauf	37.6°C
	Rücklauf	27.6°C (siehe Fazit)
	dT	10 K
	Mittl. Temp.	32.6°C

Leistung des Systems $1.206 * (32.6-16) = 20.0 \text{ Watt/m}^2$

Tiefe Wassertemperaturen sind zwar wirtschaftlich, doch muss der Rücklauf mindestens ca 5°C über der Raumtemperatur liegen, sonst wird die Wärmeleistung unkontrollierbar (vagabundierende Ströme). Dies kann im Nass-System bei einer Vorlauftemperatur von 26°C gerade noch erreicht werden, wenn die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf nur 5K beträgt, sonst ist nicht mehr mit einem Funktionieren zu rechnen. Dadurch wird allerdings der Volumenstrom (Wassermenge) doppelt so gross und der Druckabfall steigt stark an. Die Folge sind mehrfache Pumpenleistungen mit entsprechendem Stromverbrauch über Jahre.

Beim Nass-System ohne Lamellen besteht das Problem kaum, denn es liegt gerade an der Grenze mit einer Spreizung von 9K. Die Leistungssteigerung mit Lamellen führt zu einer Spreizung von 7K und einem Anstieg des Druckabfalles.

Mit dem Schwingboden könnten die Vorlauftemperatur ca 37-38°C sein (mittlere Temperatur ca 32.6), mit einer Spreizung von 10 K ergibt sich ein Druckabfall von nur 4453 Pascal.

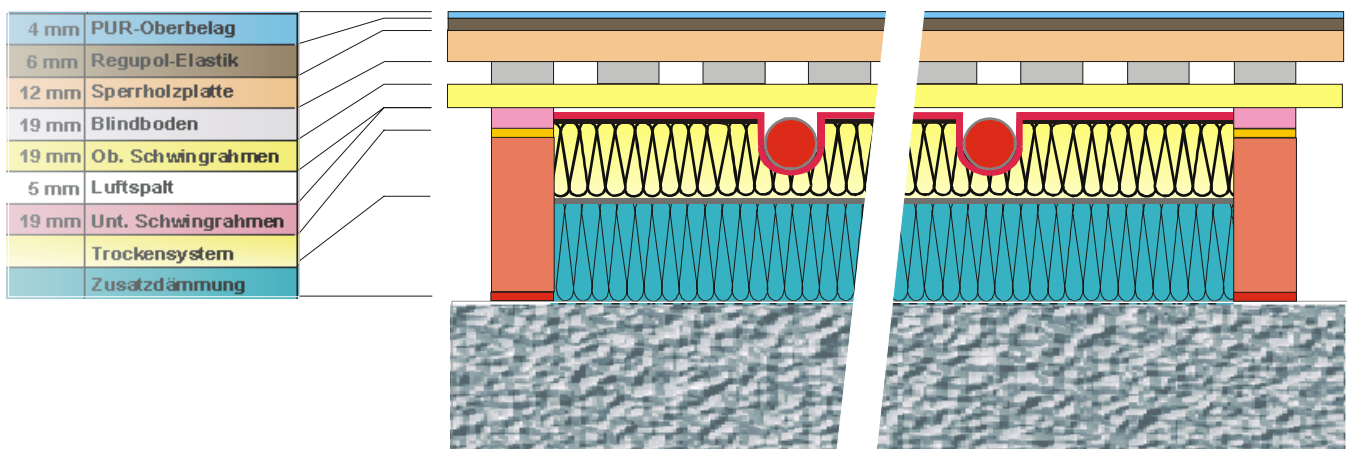
Abgasnutzung

Eine Abgasnutzung für den Schwingboden ist möglich, da die Betriebstemperaturen unter der maximal verfügbaren Heizwasser-Temperaturen liegen, welche zur Verfügung stehen.

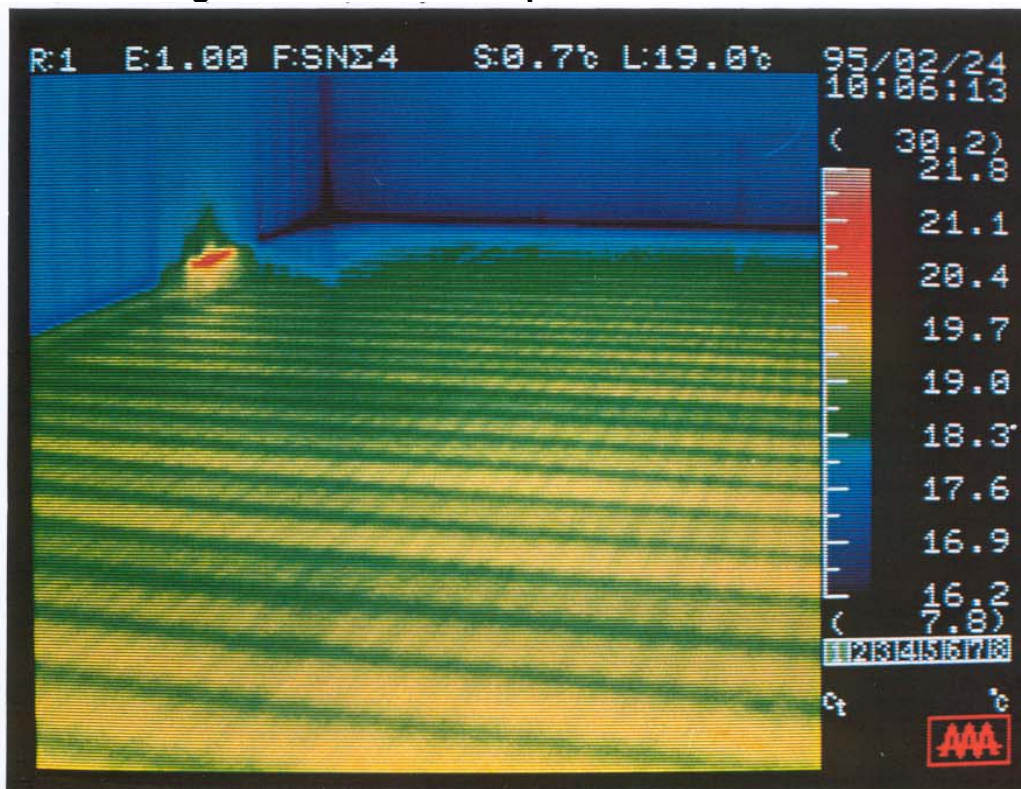
Wenn ausreichend Energie zur Verfügung steht, stellt sich im wesentlichen lediglich die Frage nach einem Pufferspeicher auf höchstmöglichem Temperaturniveau, um diesen klein zu halten sowie dessen notwendiger Inhalt, um Kesselpausen und/oder -ausfälle auszugleichen. Dies dürfte in Zeiten milder Witterung und/oder Ferien- resp. Wochenend-Absenkungen von Wichtigkeit sein.

Zusammenfassung

Moderne Turnhallen weisen einen Wärmbedarf auf, der durch Schwingböden auch im Niedertemperaturbereich bewältigt werden kann.



Turnhalle Egliswil bei Aussentemperatur ca +5°C



8: wie Bild 7, Temperatur-Analysen an der Oberfläche
 8: id. no 7, analyse superficielle

