



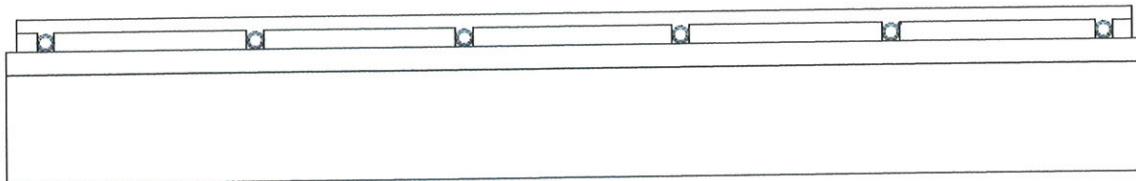
Bericht Nr. H.1107.P.833.FLO
report no. H.1107.P.833.FLO

Wärmetechnische Untersuchungen zur Dynamik
einer Fußbodenheizung
studies on the dynamic of an embedded floor heating system

System Flooréwa 16c192 mit Rohr 16x2mm, RA 192mm
Aufbau mit 14mm Fertigparkett
Type: Flooréwa 16c192 with 14mm parquet on top

Auftragnehmer: Institut für GebäudeEnergetik –
testing laboratory: Lehrstuhl für Heiz- und Raumlufttechnik der Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 35
D-70569 Stuttgart-Vaihingen

Auftraggeber: Flooré AB
client: Vildhussens väg 11
SE – 84013 Torpshammar (Schweden)



Stuttgart, den 12. Juli 2011

i.A. Schmidt
Prof. Dr.-Ing. M. Schmidt



Beck
Dr.-Ing. Chr. Beck

Prüfgrundlage: test method:	Die Prüfungen werden mit einer Versuchseinrichtung nach DIN EN 1264-2: Prüfverfahren durchgeführt. The measurements are done with a test equipment acc. to DIN EN 1264-2.
Prüfgegenstand: test item:	Fußbodenheizsystem Typ Flooréwa 16c192 mit 14mm Fertigparkett, Rohrabstand: 192mm type Flooréwa 16c192 with 14mm parquet on top
Beginn – Ende der Prüfung: start – end of tests	2.7.2011 – 2.7.2011
Hersteller: manufacturer:	der Auftraggeber the client
Bezeichnung: trademark:	Flooréwa 16c192 mit 14mm Fertigparkett Flooréwa 16c192 with 14mm parquet on top
Systembeschreibung: system description:	Sondersystem mit Kunststoffverbundrohren (PE-Xc / Al / PE-Xc) (siehe Abbildungen im Anhang dieses Berichtes) Wet system: aluminium-plastic pipes integrated into concrete
Systemaufbau: system construction:	Sondersystem nach DIN EN 1264 special system in acc. to DIN EN 1264:
Lastverteilsschicht: load distribution plate:	Fertigparkett (14mm) parquet (14mm)
Rohr: pipe:	Metallverbundrohr (Metal composite pipe) PE-RT/Al/PE-RT (16 x 2mm), Rohrabstand (spacing): 19,2cm
Einbauten: inserts:	Aluminiumschicht auf Systemplatte, s:0,1mm Aluminum layer on system plate, s:0,1mm
Rohrfixierung: pipe fixation:	Rohr eingebettet in Systemplatte (Nut) Pipe embedded in the system plate (slot)
Rohrabstand: spacing:	192mm
Prüfling: test sample:	1 Musterplatte ca. 1,0m x 1,0m 1 sample, dimensions: approximately 1,0m x 1,0m
angeliert: date of receipt:	7.6.2011

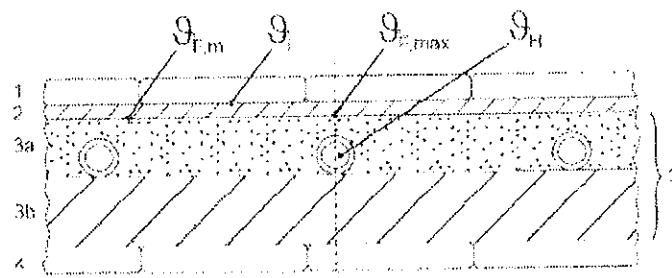
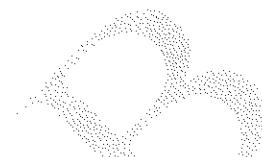
1 Angaben zum Prüfverfahren

1 description of the test method

Die Dynamik des betrachteten Systems wird experimentell untersucht. Es wird dabei eine Versuchseinrichtung nach DIN EN 1264-2 verwendet. Die dynamischen Eigenschaften des betrachteten Systems werden für den Ein- und Ausschaltvorgang untersucht.

The dynamics of the considered system is investigated experimentally. It is thereby an experimental equipment acc.to DIN EN 1264-2 used. The dynamic properties of the considered system are studied for the turn-on and the turn-off of the system.

Plattenapparat / Versuchseinrichtung nach DIN EN 1264-2: 2008
 Plate heat / test equipment according to DIN EN 1264-2: 2008



- 1 Kühlplatte oben
- 2 Wärmeleitende Schicht
- 3 Fußbodenheizsystem (Prüfling)
 - 3a Estrich mit eingebetteten Rohren (Teil des Prüflings)
 - 3b Wärmedämmung (Teil des Prüflings)
- 4 Kühlplatte unten

Abbildung 1: Prüfstand nach DIN EN 1264 Teil 2 Abschnitt 9

Figure 1: Test bench to DIN EN 1264 Part 2, Section 9

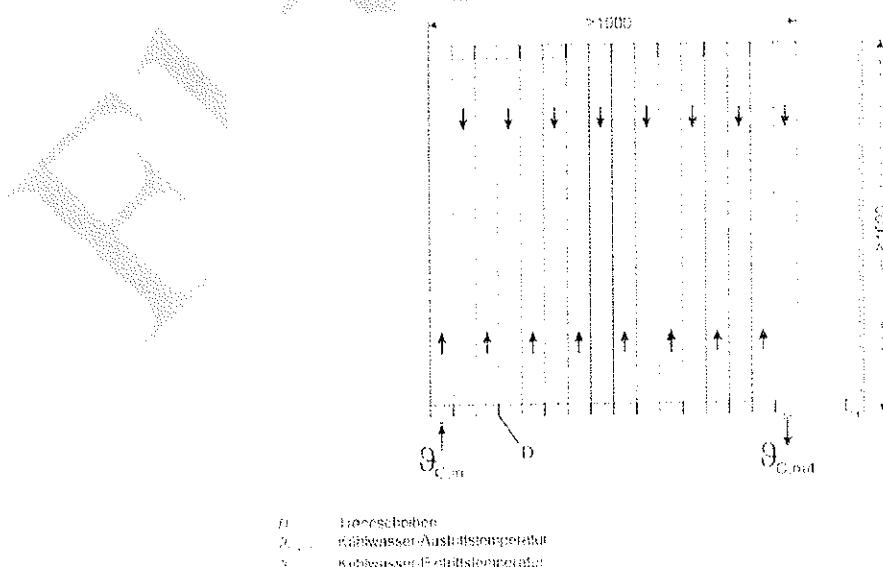


Abbildung 2: obere und untere Kühlplatte nach EN 1264 Teil 2 Abschnitt 9

Figure 2: upper and lower cooling plate according to EN 1264 Part 2, Section 9

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced except in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

2 Prüfergebnisse

2 test results

2.1 Prüfablauf:

2.1 procedure of testing

Die Messungen werden ohne weiteren zusätzlichen Belag durchgeführt. Aus der Ermittlung der Heizleistung (stationäre Prüfung) ist die Normübertemperatur bekannt. Diese Betriebstemperatur wird für die Untersuchungen zur Dynamik ebenfalls verwendet. Für das betrachtete System entspricht dies einer mittleren Wassertemperatur von ca. 48°C.

Aus einem stationären Betriebszustand heraus wird das System abgeschaltet bzw. angeschaltet. Die wesentlichen Temperaturen (Vorlauf, Rücklauf, Oberfläche etc.) werden dabei aufgezeichnet.

Aus den Ergebnissen dieser Aufzeichnungen kann die Zeitkonstante des Systems berechnet werden. Diese ist aufgrund der unterschiedlichen Wärmeströme für den Ein- und Ausschaltvorgang nicht gleich.

The measurements are carried out without additional covering. The nominal temperature difference between water and room is known of the determination of the heating power (stationary test). This temperature is used for the studies of the dynamics also. For the considered system, this corresponds to an average water temperature of about 48°C.

From a steady operating condition, the system is turned on or off. The important temperatures (inlet, return, surface, etc.) are stored regularly.

The time constant of the system is calculated with the results of these recordings. Because of the differences between the heat flows the time constant is not equal for turn-on and turn-off.

2.2 Ergebnisse Einschaltvorgang:

2.2 results for turn-on:

Temperaturverläufe, Wärmeleistung und Massenstrom beim Einschalten
 Temperatures, heating output and mass flow rate since turn-on

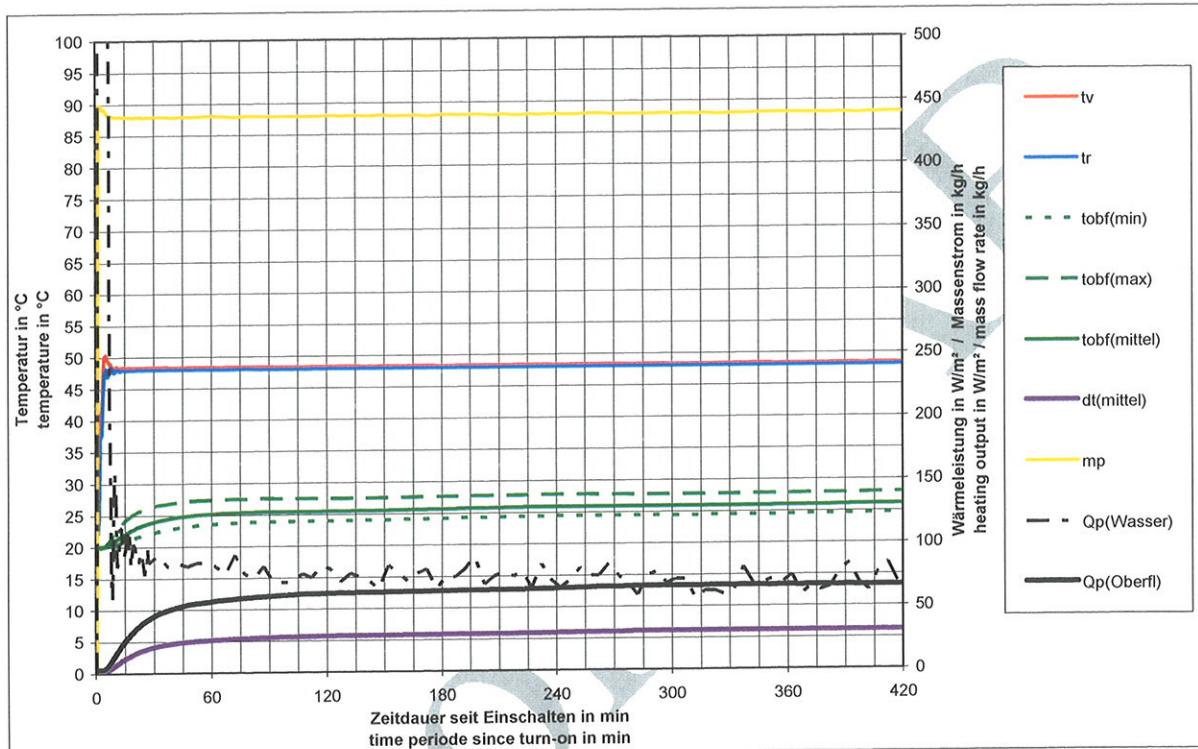


Abbildung 3: Verlauf der wesentlichen Messgrößen seit dem Einschalten

Figure 3: trends of the important measurements since turn-on

Die Abbildung 3 zeigt die wesentlichen Messgrößen seit dem Einschalten. Darin sind:

Figure 3 shows the results of the important measurements since turn-on. It is:

tv	Vorlauftemperatur Inlet temperature
tr	Rücklauftemperatur return temperature
tobf(min)	Minimalwert für die Oberflächentemperatur Minimum value for the surface temperature
tobf(mittel)	Mittelwert für die Oberflächentemperatur Mean value for the surface temperature
tobf(max)	Maximalwert für die Oberflächentemperatur Maximum value for the surface temperature
dt(mittel)	Übertemperatur aus der Differenz der Mittelwerte (Obfl.-Umgebung) temperature difference between surface and surroundings

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced except in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

mp	Massenstrom des Heizwassers Mass flow rate of the heated water
Qp(Wasser)	abgegebene Heizleistung, ermittelt aus den Wassertemperaturen und dem Massenstrom des Heizwassers heating power, calculated with the water temperatures and the mass flow rate
Qp(Oberfl)	abgegebene Heizleistung an der Oberfläche heating power at the surface

Die Abweichung zwischen den Werten für Qp(Wasser) und Qp(Oberfl) ist begründet in der Einspeicherung von Energie im System. Erst nach einigen Zeit sind beide Werte gleich groß (stationärer Endzustand).

The difference between the values for Qp (Wasser) and Qp (Oberfl.) is given by the storage of energy in the system. Only after some time, both values are the same (stationary final state).

Bild 4 zeigt diesen Vorgang nochmals genauer für den Beginn der Untersuchungen.

Figure 4 shows this process again closer to the beginning of the measurements.

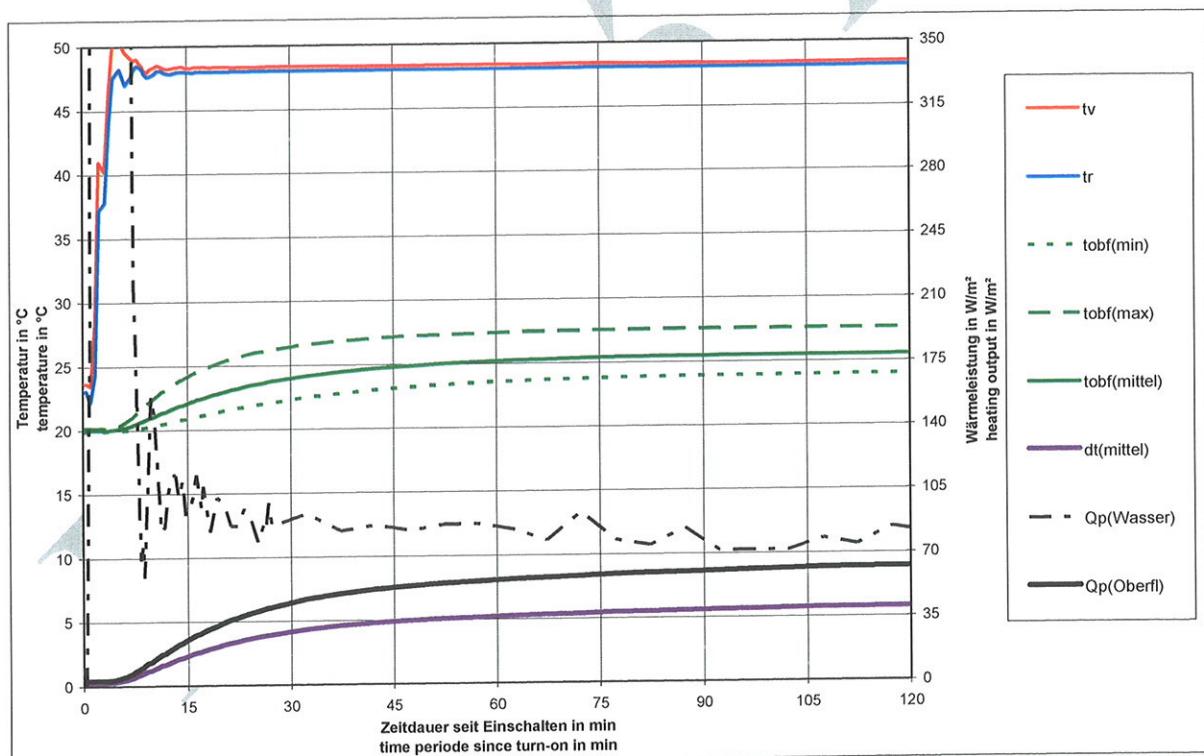


Abbildung 4: Verlauf der wesentlichen Messgrößen zu Beginn der Untersuchungen (Einschalten)
Figure 4: trends of the important measurements at the beginning of the measurements (turn-on)

Zeitkonstante beim Einschalten

Time constant for turn-on

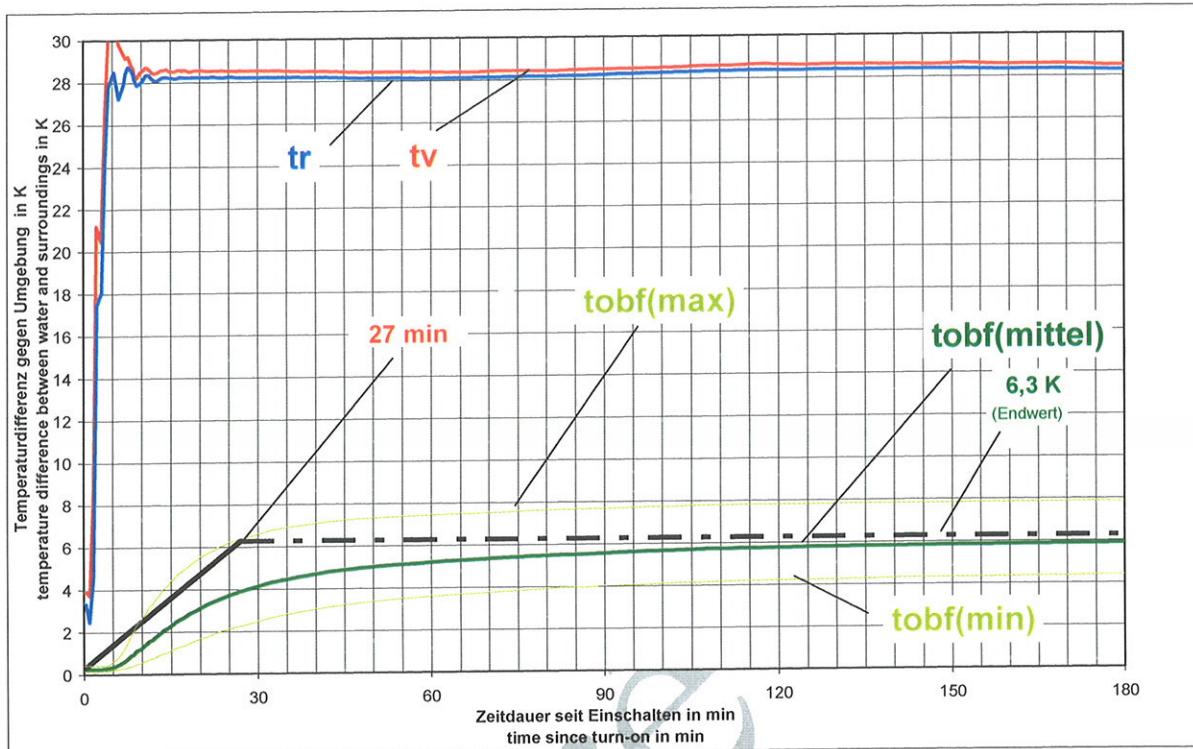


Abbildung 5: Ermittlung der Zeitkonstanten für das System beim Einschalten
Figure 5: determination of the time constant for the system (turn-on)

Bild 5 zeigt erneut den Verlauf der Temperaturen beim Einschalten des Systems. Diese Darstellung ermöglicht die Bestimmung der Zeitkonstanten für den Einschaltvorgang. Es findet sich der Wert von ca. 27 Minuten. Als Referenzgröße für die Bestimmung der Zeitkonstanten wird die mittlere Oberflächentemperatur verwendet. Diese erreicht am Ende der Untersuchungen (stationärer Endzustand) eine Differenz von 6,3K gegenüber der Umgebung.

Figure 5 shows again temperatures for the turn-on off the system. This figure allows the determination of time constant of the system for the turn-on. The calculated value of the time constant is about 27 minutes. As reference for determining of the time constant, the mean surface temperature is used. This reached at the end of the measurements (stationary final state), a difference of 6,3K from the environment temperature.

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced expect in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

2.3 Ergebnisse für den Abschaltvorgang:

2.3 results for turn-off:

Temperaturverläufe, Wärmeleistung und Massenstrom beim Abschalten

Temperatures, heating output and mass flow rate since turn-off

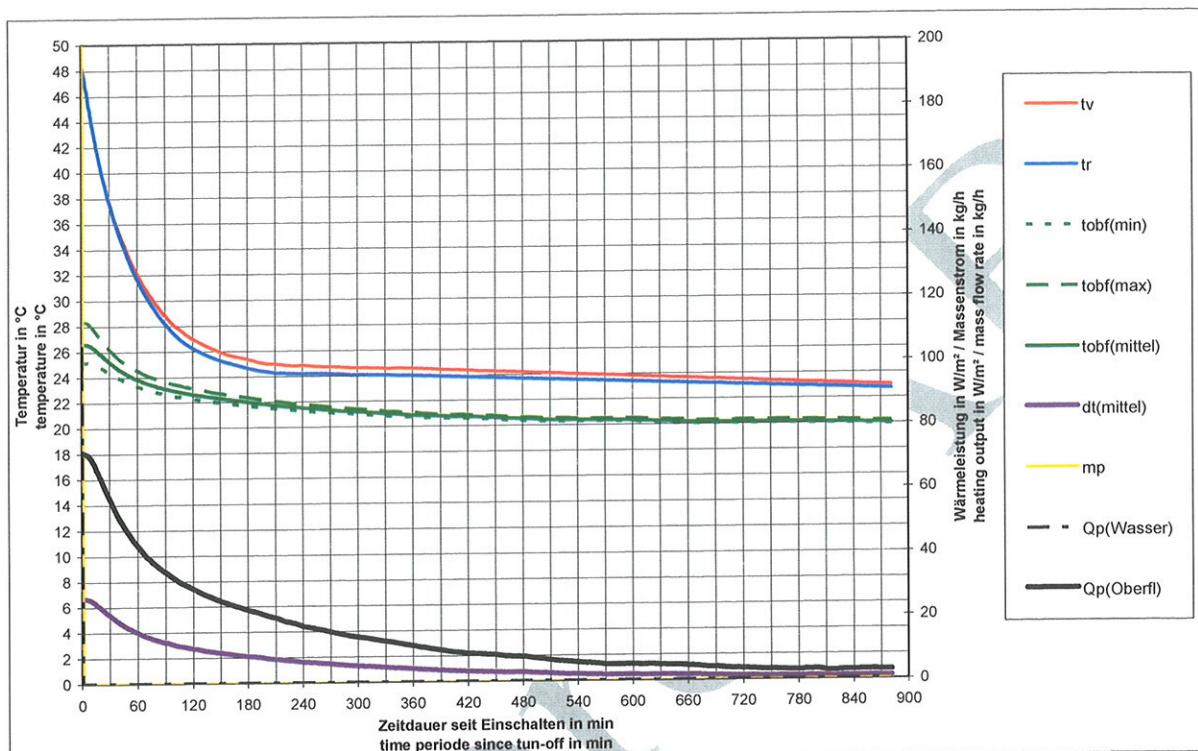


Abbildung 6 Verlauf der wesentlichen Messgrößen seit dem Abschalten

Figure 6 trends of the important measurements since turn-off

Bild 7 zeigt diesen Vorgang nochmals genauer für den Beginn der Untersuchungen.

Figure 7 shows this process again closer to the beginning of the measurements.

Zeitkonstante beim Abschalten

Time constant for turn-off

Bild 8 zeigt nochmals den Verlauf der wesentlichen Temperaturen zu Beginn der Messungen sowie die Zeitkonstante für das System beim Abschalten. Der Wert ist ca. 140 Minuten und damit wesentlich größer als beim Einschalten. Ursache hierfür sind die niedrigen Wärmeströme an der Oberfläche des Systems, welche nur langsam die gespeicherte Energie an die Umgebung abgeben lassen.

Figure 8 shows again the important temperatures at the beginning of the measurements and the time constant for the system for turn-off. The value is about 140 minutes, and therefore much greater than for the turn-on. This is due to the low heat flow rate on the surface of the system, which only slowly transmit the stored energy to the environment.

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced except in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

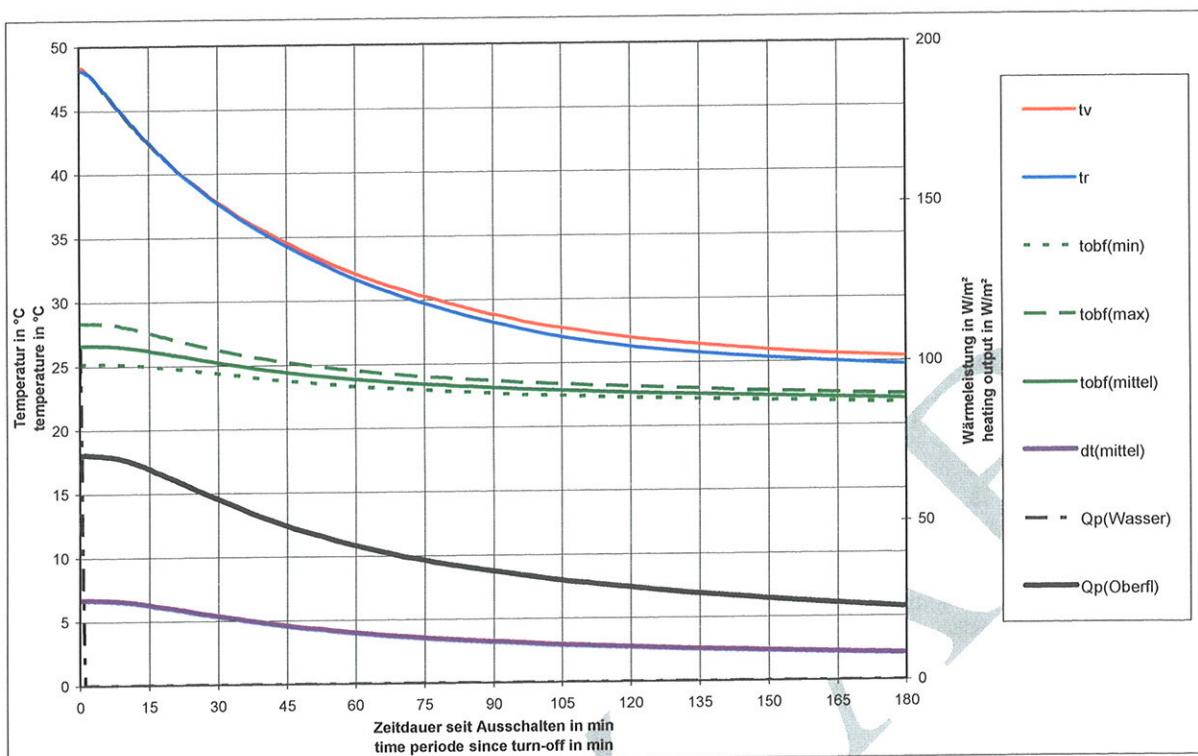


Abbildung 7 Verlauf der wesentlichen Messgrößen zu Beginn der Untersuchungen (Abschalten)
 Figure 7 trends of the important measurements at the beginning of the measurements (turn-off)

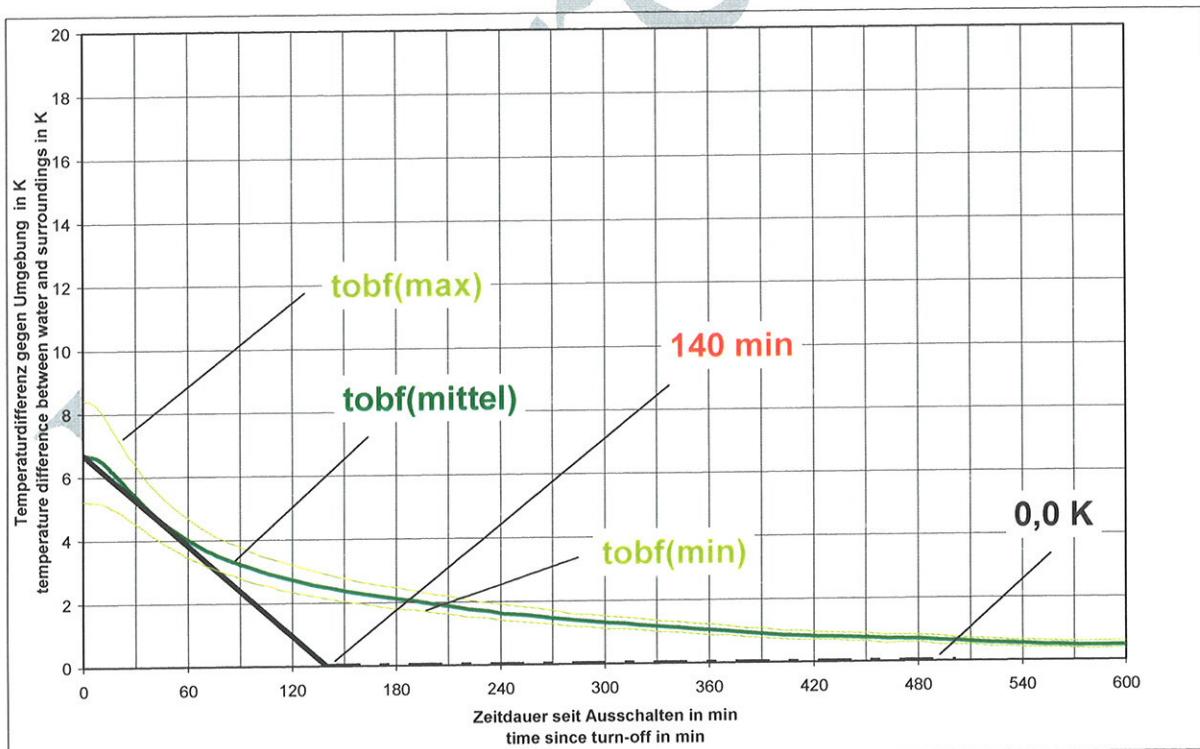


Abbildung 8: Ermittlung der Zeitkonstanten für das System beim Abschalten
 Figure 8: determination of the time constant for the system (turn-off)

3 Anhang

3 appendix

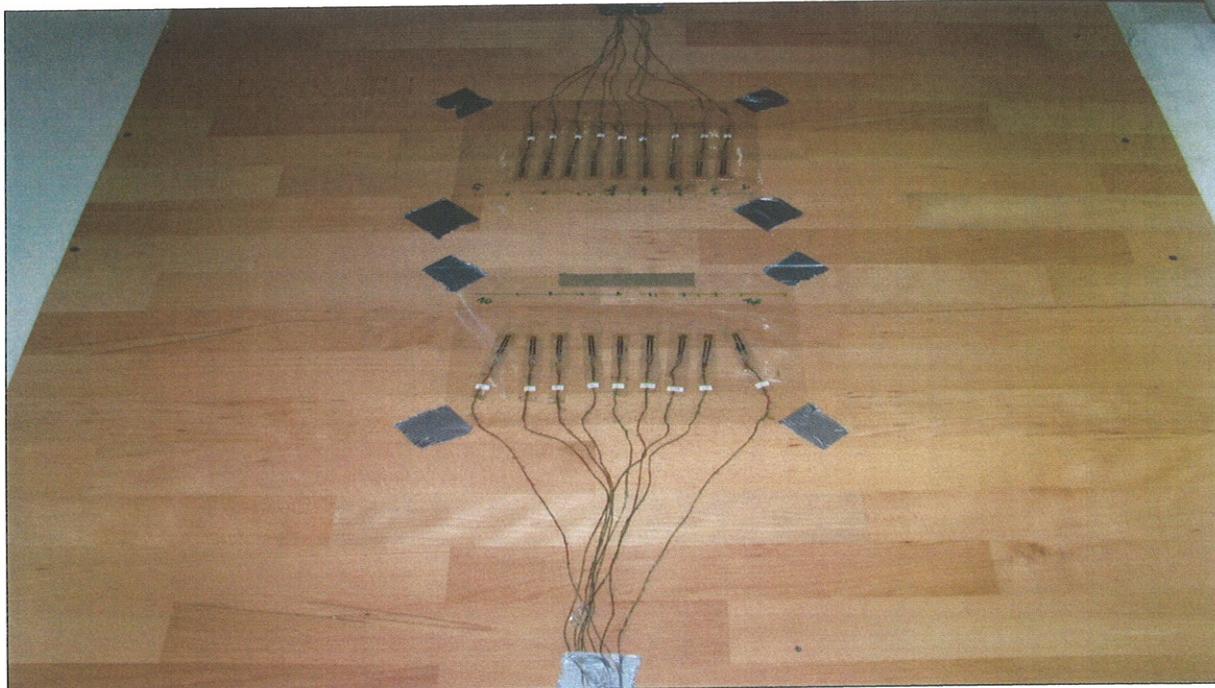


Abbildung A1: Prüfling mit Temperaturmessfühlern

Figure A1: test sample with temperature sensors

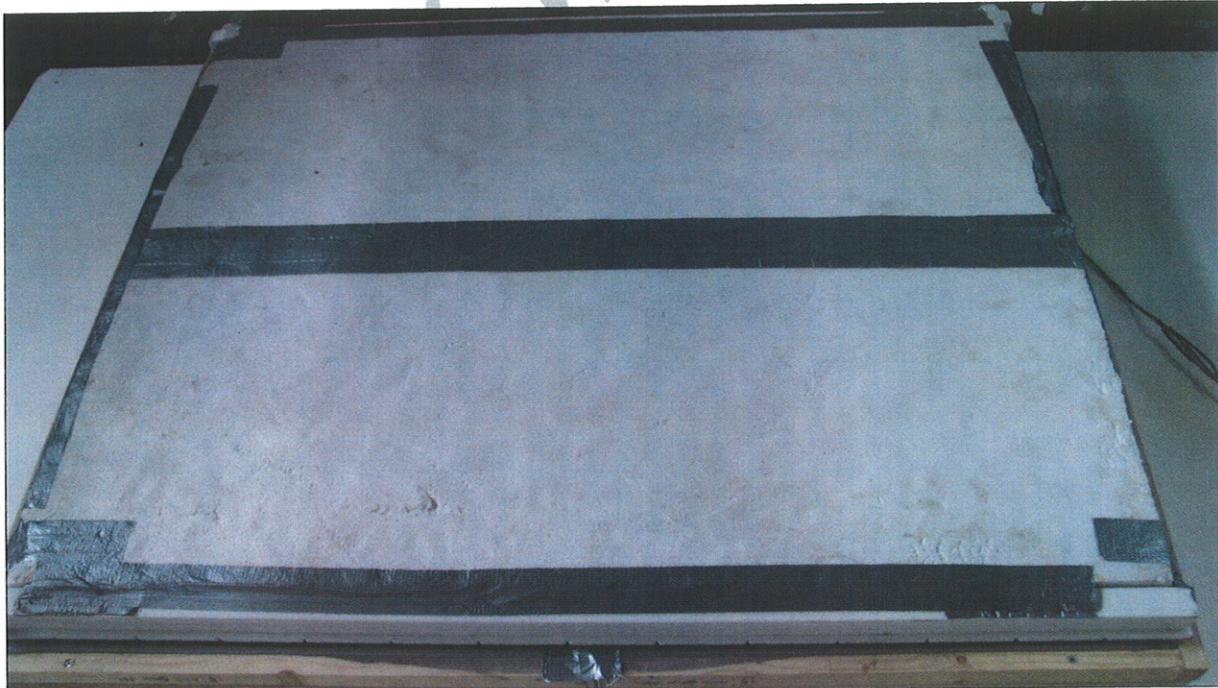


Abbildung A2: Versuchsanordnung Plattenapparat

Figure A2: experimental testing

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.
This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced expect in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

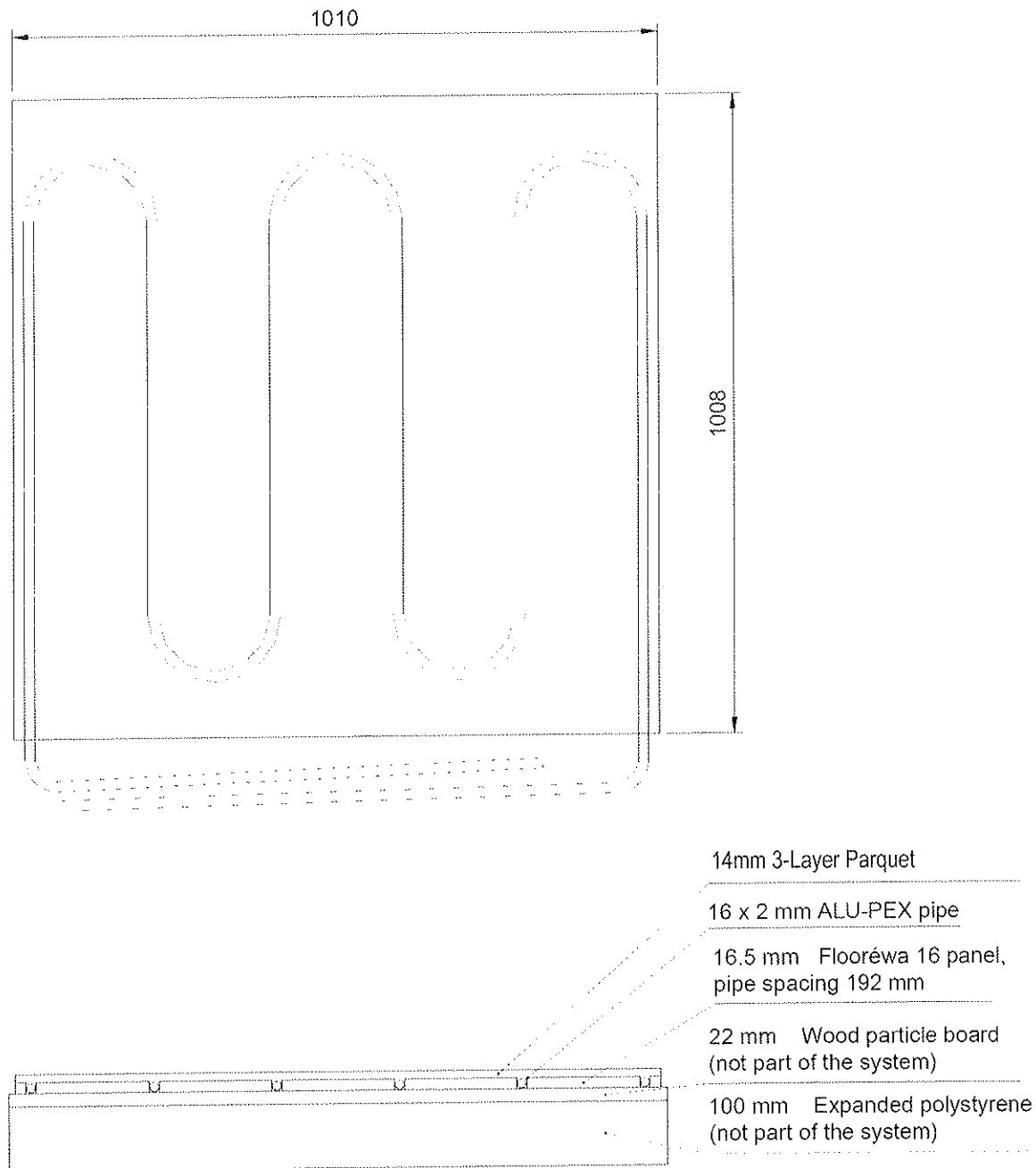


Abbildung A3: Systemaufbau

Figure A3: System design

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced except in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.

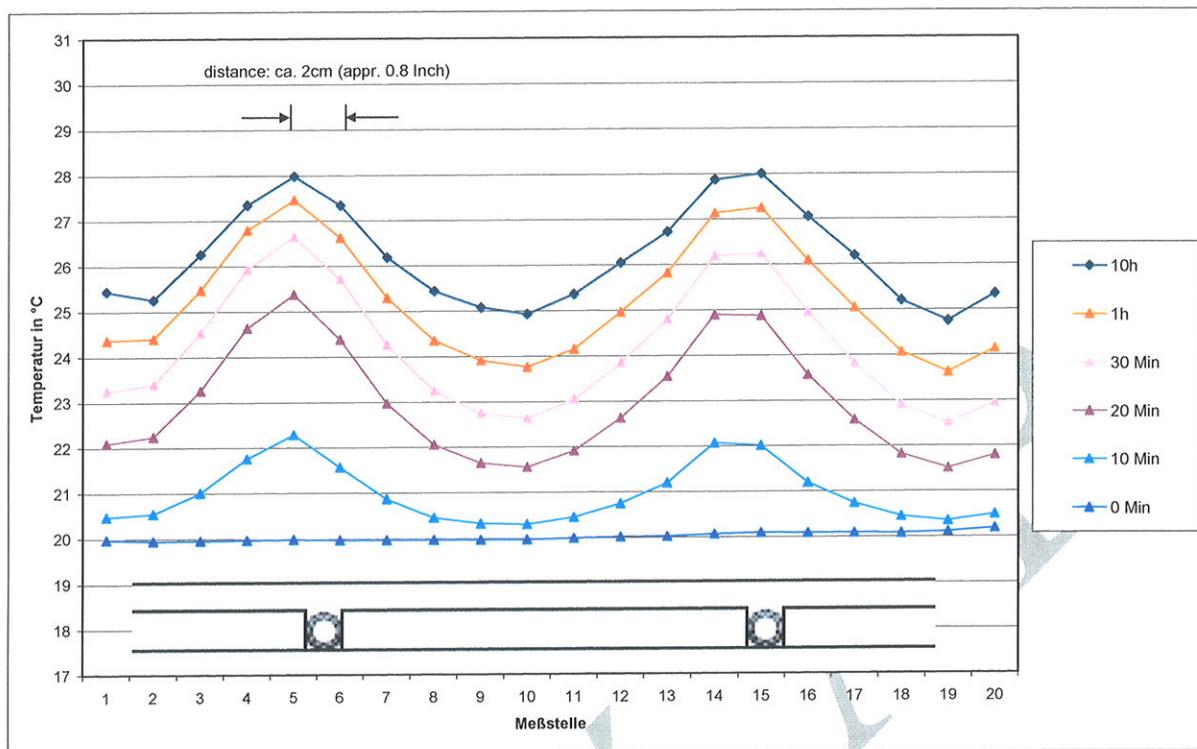


Abbildung A4: Oberflächentemperaturen
Einschalten

Figure A4: surface temperatures
turn-on

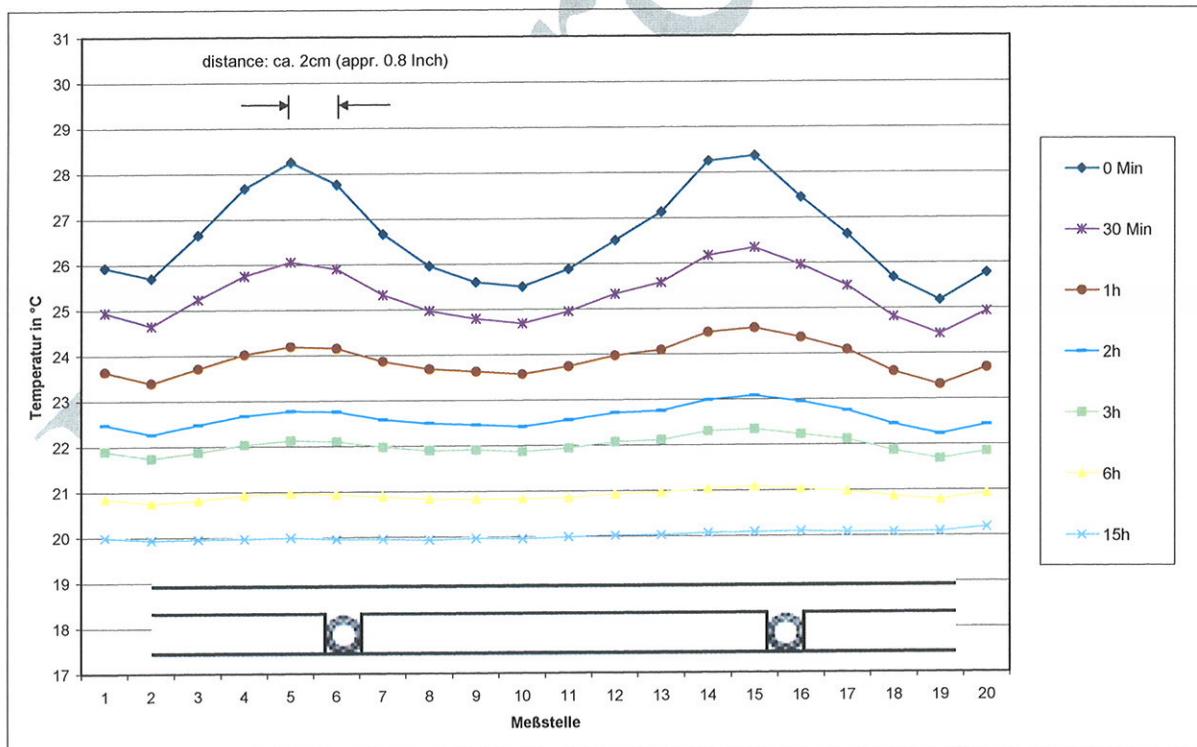


Abbildung A5: Oberflächentemperaturen
Abschalten

Figure A5: surface temperatures
turn-off

Der Bericht umfasst 12 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

This report consists of 12 pages. The report shall not be reproduced except in full without the written approval of the testing laboratory. The test results relate only to the items tested.