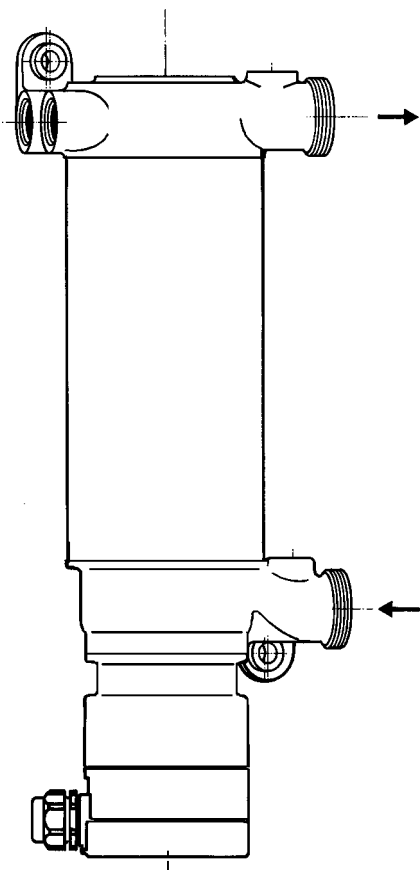


# Montage- und Betriebsanleitung für Wärmetauschpumpen zur Systemanbindung

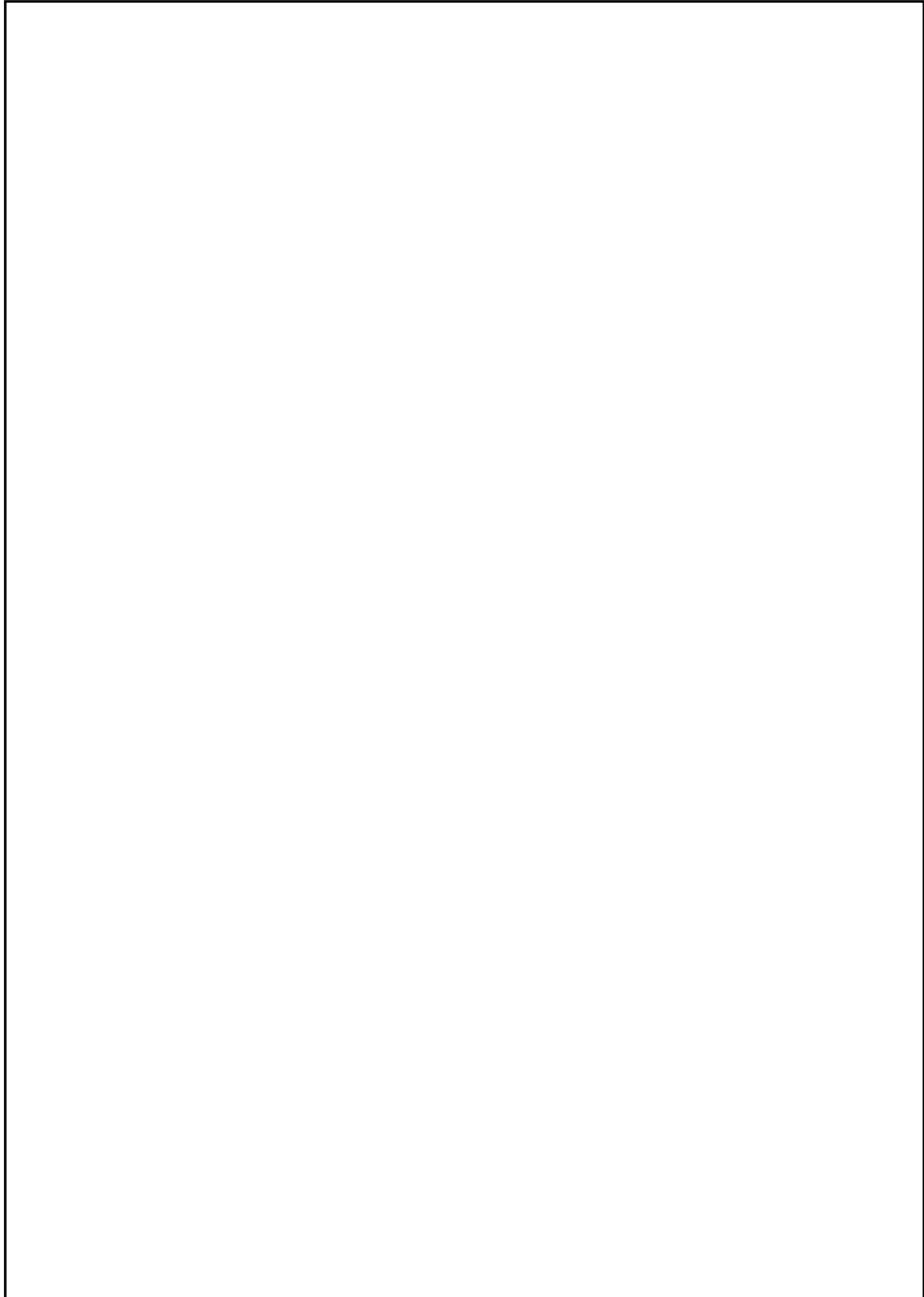
**FP 5000**

**FP 5000 E**

**FP 10000**



**WING**



## Inhaltsverzeichnis

Anwendung .....	4
Aufbau FP 5000, FP 10000 .....	4
Aufbau FP 5000 E .....	5
Technische Daten .....	6
Lieferprogramm .....	9
Auslegung der Fußbodenheizung mit Wärmetauschpumpe .....	10
Montage .....	12
Anschluß .....	12
Elektrischer Anschluß .....	13
Überhitzungsschutz .....	14
Regelung des Wärmetauschers .....	14
Anbringung der Fühler für die Regelung .....	18
Füllen der Anlage .....	19
Druck- und Dichtigkeitsprüfung .....	20
Inbetriebnahme .....	20
<b>Wichtige Hinweise</b>	
- zur Regelung des Wärmetauschers .....	21
- beim Einsatz der Wärmetauschpumpe zur Systemtrennung .....	21
- beim Einsatz der Wärmetauschpumpe zur nachträglichen Systemtrennung .....	22
- zur Vermeidung und Beseitigung von Geräuschproblemen .....	23
- beim Auswechseln der Umwälzpumpe .....	23

## Anwendung

Die Wärmetauschpumpen werden überall dort eingesetzt, wo neben einem Wärmetauscher auch eine Pumpe benötigt wird.

Eines der Hauptanwendungsgebiete ist die Systemanbindung für Fußbodenheizung, wo die Wärmetauschpumpe neben der Mischerfunktion für den Fußbodenkreis auch eine Trennung des Fußbodenkreises vom Kesselkreis bewirkt.

Weitere Anwendungsgebiete sind:

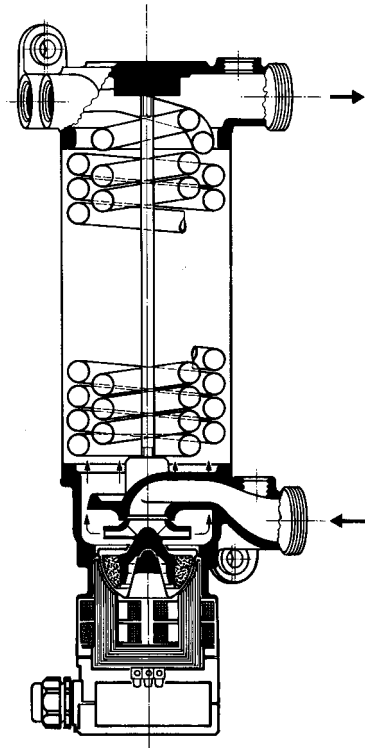
- Freiflächenheizungen, wo die Wärmetauschpumpe den mit Frostschutz gefüllten Teil der Anlage von dem Kesselkreis trennt.
- Solaranlagen, wo die Wärmetauschpumpe den Brauchwasserkreis vom Kesselkreis oder vom frostschutzgefüllten Kollektorkreis trennt.
- Fernwärme, wo die Wärmetauschpumpe den Fernwärmekreis von der Hausheizung trennt.

## Aufbau FP 5000, FP 10000

Die Wärmetauschpumpe stellt eine Kombination aus einer Umwälzpumpe und einem Kupferrohr-Wärmetauscher dar. Unter dem Wärmetauscher ist eine Sphäromotor-Umwälzpumpe angebracht, die sich durch eine sehr niedrige Geräuscentwicklung, welche sich auch mit zunehmender Betriebsdauer nicht verstärkt, auszeichnet.

Durch die Anordnung der Pumpe unter dem Wärmetauscher wird erreicht, daß sich der Austrittsdrall der Pumpe bis weit in den Wärmetauscher hinein fortsetzt, wodurch sich eine sehr gute Wärmeübertragungsleistung bei kompakten Baumaßen ergibt.

Das Wasser für den Heizkreis wird unten von der Pumpe angesaugt, an dem Wärmetauscher vorbeigepumpt und tritt oben wieder aus. Am Eintritt ist ein 3/8"-Anschluß vorgesehen, an dem das Ausdehnungsgefäß angeschlossen werden muß. Am Austritt ist ein 1/2"-Anschluß für die Entlüftung und das Überdruckventil vorgesehen.



Das Wasser für den Kesselkreis tritt über den Anschluß am Oberteil der Wärmetauschpumpe ein, läuft durch die Kupferwendel und tritt dann ebenfalls am Oberteil wieder aus. Für Vor- und Rücklauf sind Entlüftungsventile vorgesehen.

Oben und unten an der Wärmetauschpumpe sind Befestigungsösen angegossen.

Die Wärmetauschpumpen FP 5000 und FP 10000 unterscheiden sich in der Ausführung des Wärmetauschers. Der Wärmetauscher der FP 5000 besteht aus zwei ineinanderliegenden Wendeln, die eine gute Platzausnutzung erlauben. Wird jedoch eine gute Temperaturangleichung bei kleinen Temperaturdifferenzen benötigt, so ist die FP 10000 vorzuziehen, deieen Wärmetauscher als reiner Gegenströmer gerade im Bereich kleiner Temperaturdifferenzen Vorteile bietet. Allerdings weist die FP 10000 ein um 200 mm größeres Einbaumaß auf.

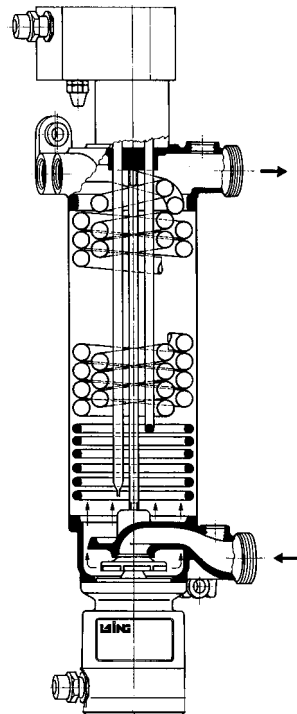
### Aufbau FP 5000 E

Die Wärmetauschpumpe FP 5000 E enthält im Gegensatz zur FP 5000 neben dem Wärmetauscher noch eine elektrische Zusatzheizung mit 6 kW Heizleistung. Damit ist es möglich, die an die Wärmetauschpumpe angeschlossenen Heizkreise alternativ über den Wärmetauscher oder die Elektroheizung zu beheizen.

Das Wasser für den Heizkreis wird unten von der Pumpe angesaugt, und strömt dann zunächst an den Elektroheizeinsätzen vorbei und dann an dem Wärmetauscher und tritt oben wieder aus.

Die Elektroheizung ist auf drei Register aufgeteilt mit jeweils 2 kW Heizleistung. Damit ist eine Stufenschaltung der Heizleistung möglich.

Die Regelung der Wärmetauschpumpe mit elektrischer Zusatzheizung erfolgt am besten mit dem LT 15, einem elektronischen Leistungsteil, welches eine Umschaltung zwischen der elektrischen Beheizung und der Beheizung über die Primärseite erlaubt.



## Technische Daten

Typ	FP 5000	FP 5000 E	FP 10000
Wärmetauscher			
Übertragungsleistung	siehe Tabelle		Tab. auf Anfrage
P max. primär		10 bar	
P max. sekundär		6 bar	
T max. primär		110°C	
T max. sekundär		110°C	
Anschluß primär		3/4" IG	
Anschluß sekundär		5/4" AG	
Gewicht	8,8 kg	9,8 kg	9,5 kg

### Pumpe

Max. Förderdruck	32 kPa
Max. Fördermenge	3,4 m <sup>3</sup> /h

### Motor

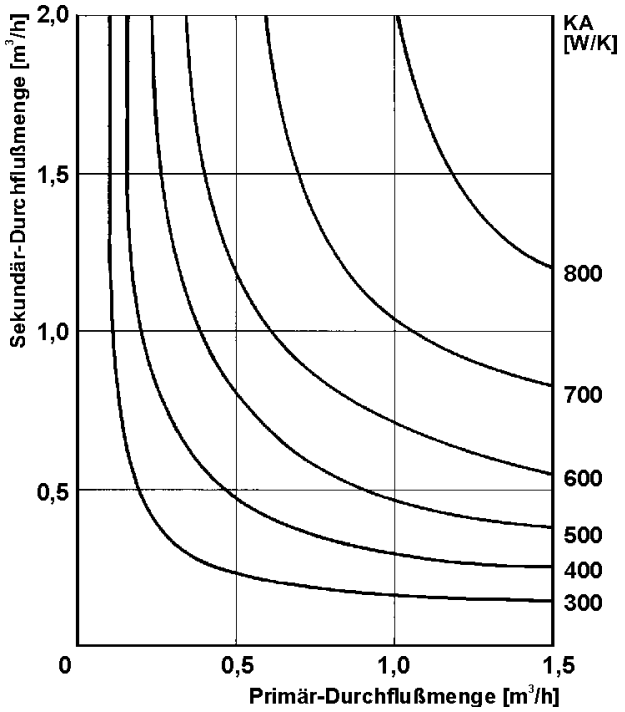
Bauartwellenloser Sphäromotor	
Leistungsaufnahme	88 W
Motorleistung	35 W
Spannung	220 V
Strom	0,42 A

### Elektroheizer (nur FP 5000 E)

elektrische Leistung	6 kW
Anzahl der Register	3
Heizleistung pro Register	2 kW
Spannung	400 V, 3N
Strom	9,5 A
Schaltungsart	Y

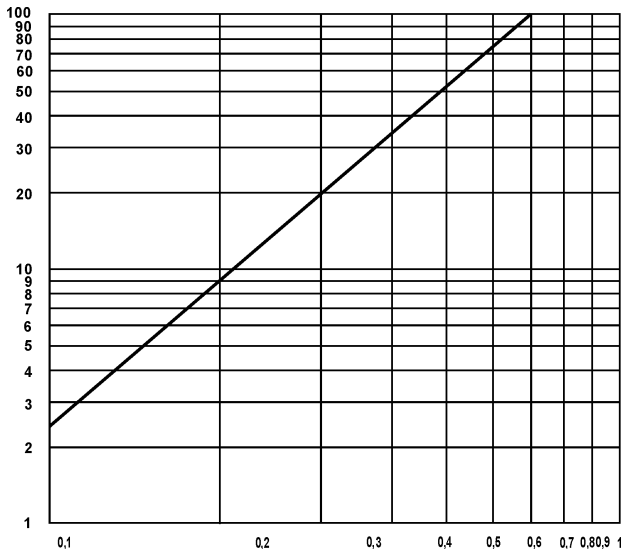


**KA Diagramm** für die Wärmepumpe FP 5000 und FP 5000 E (Wärmeübertragungsleistung des Wärmetauschers pro Kelvin Temperaturgefälle in Abhängigkeit des primär- und sekundärseitigen Durchsatzes). Diagramm FP 10000 auf Anfrage.



**Druckverlustdiagramm**

für die Primärseite der Wärmepumpe FP 5000, FP 5000 E und FP 10000



## Lieferprogramm

### Wärmetauschpumpe

Wärmetauscher mit integrierter Umwälzpumpe.

Typ	Artikel-Nr.	Übertragungsleistung
FP 5000	35 00 000	siehe Tabelle Seite 11
FP 5000 E	35 00 030	siehe Tabelle Seite 11 elektr. Heizleistung 6 kW (3 x 2kW)
FP 10000	35 00 120	Tabelle auf Anfrage

### MINIWATT-Regelungen

Zur Regelung der in den Wärmetauschpumpen integrierten Umwälzpumpe.

Die MINIWATT-Regelungen werden fertig montiert geliefert und müssen deshalb zusammen mit den Wärmetauschpumpen bestellt werden.

Typ	Artikel-Nr.	Beschreibung
0023	95 00 932	manuell stufenlos steuerbare Regelung
0023 U	95 00 933	manuell stufenlos steuerbare Regelung mit Zeitschaltuhr zur Leistungsabsenkung

### Regelungen

Zur Regelung von Fußbodenheizungsanlagen in Verbindung mit LAING-Wärmetauschpumpen.

Typ	Artikel-Nr.	passend für
Konstanttemperaturregelung		
KR 500 V	55 00 000	FP 5000, FP 10000
KR 500 P	55 00 001	FP 5000, FP 10000
KRE 1000 V	55 00 021	FP 5000 E

### Raumtemperaturgeführte Regelungen

RT 500 V	55 00 050	FP 5000, FP 10000
RT 2000 V	55 00 061	FP 5000 E

### Übersetzungsregelung

UR 1000 V	FP 5000, FP 10000
UR 1000 V 3	FP 5000, FP 10000

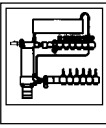

### Außentemperaturgeführte Regelungen

AR 1000 V	55 00 150	FP 5000, FP 10000
AR 2000 V	55 00 161	FP 5000 E

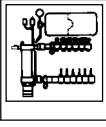

### Kompaktstationen mit Wärmetauschpumpe

Kompaktstation mit Wärmetauschpumpe oder Wärmetauschpumpe mit elektrischer Zusatzheizung, Ausdehnungsgefäß, Sicherheitsarmaturen, Verteilern einschließlich Regulierventilen<sup>1)</sup> und Durchflußmessern, Rückschlagventil, fertig montiert, dichtkeitsgeprüft, in verzinktem Stahlblechschrank oder auf Montagehalterung.

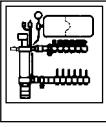

### FP 5000 mit Drucklos-Ausdehnungsgefäß<sup>1)</sup>

Typ	Artikel-Nr.	
FP 5000 S .. <sup>2)</sup> (im Schrank)	45 00 000 <sup>3)</sup>	
FP 5000 X .. <sup>2)</sup> (auf Montagehalterung)	45 00 500 <sup>3)</sup>	

### FP 5000 mit Membran-Druckausdehnungsgefäß<sup>1)</sup>

Typ	Artikel-Nr.	
FP 5000 SD .. <sup>2)</sup> (im Schrank)	45 00 050 <sup>3)</sup>	
FP 5000 XD .. <sup>2)</sup> (auf Montagehalterung)	45 00 550 <sup>3)</sup>	

### FP 5000 E mit Membran-Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitstemperaturbegrenzer<sup>1)</sup>

Typ	Artikel-Nr.	
FP 5000 ESD .. <sup>2)</sup> (im Schrank)	45 00 150 <sup>3)</sup>	
FP 5000 EXD .. <sup>2)</sup> (auf Montagehalterung)	45 00 650 <sup>3)</sup>	

<sup>1)</sup> Bei Bestellung Verschraubungsmaße angeben!

<sup>2)</sup> Die Typenbezeichnung ist zu ergänzen durch die Anzahl Heizkreise (02 bis 12).

<sup>3)</sup> Die Anzahl der Abgänge am Verteiler muß zu der angegebenen Artikel-Nr. addiert werden.

## Auslegung der Fußbodenheizung mit Wärmetauschpumpe

### Die Auslegung der Fußbodenheizung

Bei der Planung einer Fußbodenheizung mit der LAING-Wärmetauschpumpe muß zur Auslegung lediglich berücksichtigt werden, daß die Pumpenleistung für die Sekundärseite bereits durch die in die Wärmetauschpumpe integrierte Umwälzpumpe festliegt. Im übrigen erfolgt die Auslegung wie bei Anlagen ohne Systemtrennung. Durch die Systemtrennung ändert sich nur die vom Kessel geforderte Vorlauf-temperatur. Diese muß, da zur Übertragung der Wärme über den Wärmetauscher ein gewisses Temperaturgefälle notwendig ist, um einige Grad höher sein, als bei direkter Einspeisung in die Fußbodenheizkreise. Ein Energieverlust tritt nicht ein.

### Die Bestimmung der Vor- und Rücklauf-temperaturen im Primärkreis (Kesselkreis)

Zunächst muß die Fußbodenheizung ohne Berücksichtigung der Systemtrennung ausgelegt werden. Aus dieser Auslegung sind folgende Werte für das Fußbodenheizungssystem bekannt:

- Heizleistung  $Q$  in kW
- Vorlauftemperatur  $t_{vs}$  in °C
- Rücklauftemperatur  $t_{rs}$  in °C
- erforderlicher Differenzdruck  $\Delta P_p$  in kPa

Daraus ergeben sich:

- Temperaturdifferenz  $\Delta t_s$  in K
- Durchsatz  $V_s$  in l/h

In der Tabelle in Spalte 1 findet man die Leistung. In dieser Leistungsgruppe sind nun innerhalb einer Zeile die berechneten Vor- und Rücklauftemperaturen, Spalte 2 und 3, zu suchen. Spalte 4 zeigt den sich ergebenden Durchsatz. Spalte 5 zeigt die Restförderhöhe der Umwälzpumpe für diesen Durchsatz.

Es ist nun zu überprüfen, ob der angegebene Restförderdruck größer ist als der maximal erforderliche Differenzdruck für die Fußbodenheizung. Ist dies der Fall, so ist die in die Wärmetauschpumpe integrierte Umwälzpumpe in ihrer hydraulischen Leistung ausreichend.

Wenn nicht, so ist entweder die Temperaturspannung zu vergrößern oder die Heizkreis-aufteilung so zu verändern, daß die geringere Leistung der Umwälzpumpe ausreichend ist.

Anschließend sind die primärseitigen Temperaturen zu ermitteln. Dazu wird der primärseitig zur Verfügung stehende Pumpendifferenzdruck benötigt. In der Spalte mit diesem Differenzdruck findet sich die primärseitige Vor- und Rücklauftemperatur.

Es ist zu prüfen, ob die in der Tabelle angegebene Vorlauftemperatur kleiner oder gleich der Kesseltemperatur ist. Ist dies nicht der Fall, und kann die Kesseltemperatur nicht erhöht werden, so ist der primärseitige Pumpendruck zu erhöhen oder die Vor- und Rücklauf-temperatur der Fußbodenheizung zu reduzieren. Eine Überprüfung der primärseitigen Rücklauf-temperatur ist nicht erforderlich.

**Beispiel:** Für eine Fußbodenheizungsanlage wurden folgende Werte errechnet:

- Leistung  $Q = 11$  kW
- Vorlauftemperatur  $t_{vs} = 45$  °C
- Rücklauftemperatur  $t_{rs} = 37$  °C
- Differenzdruck an den Verteilern  $\Delta P_s = 27$  kPa
- Differenzdruck der Pumpe im Kesselkreis  $\Delta P_p = 23$  kPa

**Frage:** Reicht die in der Wärmetauschpumpe befindliche Pumpe aus, und welche Temperaturen sind auf der Primärseite erforderlich, um diese Leistung zu übertragen?

**Antwort:** In der Tabelle ist eine Leistung mit 11 kW nicht aufgeführt. Es wird deshalb die nächsthöhere Leistung gewählt, um sicher zu gehen. In diesem Fall also 12 kW. Aus den vorgegebenen sekundärseitigen Vor- und Rücklauftemperaturen ergibt sich ein Durchsatz von 1290 l/h und somit eine Restförderhöhe von 27 kPa. Dieser Wert ist größer als der maximale Differenzdruck der Fußbodenheizung. Die Umwälzpumpe ist somit ausreichend. Ist in der Tabelle der tatsächliche primärseitige Differenzdruck nicht aufgeführt, so wird in der Spalte mit dem nächstkleineren Differenzdruck abgelesen, um auch hier sicher zu gehen. In unserem Beispiel ist dies 20 kPa. Hieraus leitet sich ein primärseitiger Durchsatz von 550 l/h ab. Aus der Tabelle lesen wir nun, daß die primärseitige Kesseltemperatur (Vorlauftemperatur) mindestens 71 °C betragen muß. Die Rücklauftemperatur beträgt 53°C.

Sekundärseite (Fußbodenheizkreis)					Primärseite (Kesselkreis)						
Für die Fußbodenheizung berechnete Werte					primärseitiger Differenzdruck $\Delta p$						
Wärmebedarf der Fußbodenheizung [kW]	Vorlauf-temp. Fußbodenheizung [°C]	Rücklauf-temp. Fußbodenheizung [°C]	Gesamtdurchfluß Fußbodenheizkreise [l/h]	Zur Verfügung stehender Differenzdruck Fußbodenheizkreise [kPa]	10 kPa	15 kPa	20 kPa	25 kPa	30 kPa	35 kPa	
					sich daraus ergebender primärseitiger Durchsatz						
					390 l/h	500 l/h	550 l/h	650 l/h	710 l/h	800 l/h	
Erforderliche primärseitige Vorlauftemperatur / sich daraus ergebende Rücklauftemperatur [°C]											
6	50	40	516	32	68 / 55	66 / 55	65 / 55	63 / 55	62 / 55	62 / 55	
	50	42	645	32	69 / 56	65 / 55	64 / 55	63 / 55	62 / 55	61 / 55	
	45	35	516	32	63 / 50	61 / 50	60 / 50	58 / 50	57 / 50	57 / 50	
	45	37	645	32	64 / 51	60 / 50	59 / 50	58 / 50	57 / 50	56 / 50	
	45	40	1032	29	63 / 49	59 / 49	59 / 49	57 / 49	57 / 49	56 / 49	
	40	32	645	32	59 / 46	55 / 45	54 / 45	53 / 45	52 / 45	51 / 45	
	40	35	1032	29	58 / 44	54 / 44	54 / 44	52 / 44	52 / 44	51 / 44	
	35	30	1032	29	53 / 39	49 / 39	49 / 39	47 / 39	47 / 39	46 / 39	
8	50	40	688	31	75 / 57	71 / 57	69 / 57	67 / 57	66 / 57	65 / 57	
	50	42	860	30	74 / 56	70 / 56	69 / 56	67 / 56	66 / 56	64 / 56	
	45	35	688	31	70 / 52	66 / 52	64 / 52	62 / 52	61 / 52	60 / 52	
	45	37	860	30	69 / 51	65 / 51	64 / 51	62 / 51	61 / 51	59 / 51	
	45	40	1376	26,5	67 / 50	64 / 50	63 / 50	61 / 50	60 / 50	59 / 50	
	40	32	860	30	64 / 46	60 / 46	59 / 46	57 / 46	56 / 46	54 / 46	
	40	35	1376	26,5	62 / 45	59 / 45	58 / 45	56 / 45	55 / 45	54 / 45	
	35	30	1376	26,5	57 / 40	54 / 40	53 / 40	51 / 40	50 / 40	49 / 40	
10	50	40	860	30	80 / 58	75 / 58	74 / 58	71 / 58	70 / 57	68 / 57	
	50	42	1075	28	79 / 57	74 / 57	73 / 57	70 / 57	69 / 57	68 / 57	
	45	35	860	30	75 / 53	70 / 53	69 / 53	66 / 53	65 / 52	63 / 52	
	45	37	1075	28	74 / 52	69 / 52	68 / 52	65 / 52	64 / 52	63 / 52	
	45	40	1720	24	73 / 51	69 / 52	67 / 52	65 / 51	64 / 52	63 / 52	
	40	32	1075	28	69 / 47	64 / 47	63 / 47	60 / 47	59 / 47	58 / 47	
	40	35	1720	24	68 / 46	64 / 47	62 / 47	60 / 46	59 / 47	58 / 47	
	35	30	1720	24	63 / 41	59 / 42	57 / 42	55 / 41	54 / 42	53 / 42	
12	50	40	1032	29	85 / 59	79 / 58	77 / 58	74 / 58	73 / 59	71 / 59	
	50	42	1290	27	84 / 57	78 / 58	76 / 58	74 / 58	73 / 58	71 / 58	
	45	35	1032	29	80 / 54	74 / 53	72 / 53	69 / 53	68 / 54	66 / 54	
	45	37	1290	27	79 / 52	73 / 53	71 / 53	68 / 53	68 / 53	66 / 53	
	45	40	2064	20	79 / 53	73 / 53	71 / 52	69 / 53	68 / 53	66 / 53	
	40	32	1290	27	74 / 47	68 / 48	66 / 48	64 / 48	63 / 48	61 / 48	
	40	35	2064	20	74 / 48	68 / 48	66 / 47	64 / 48	63 / 48	61 / 48	
	35	30	2064	20	69 / 43	63 / 43	61 / 42	59 / 43	58 / 43	56 / 43	
15	50	40	1290	27	92 / 59	85 / 60	83 / 60	80 / 60	78 / 60	76 / 60	
	50	42	1612	25	92 / 59	85 / 59	83 / 60	79 / 59	78 / 60	76 / 60	
	45	35	1290	27	87 / 54	80 / 55	78 / 55	75 / 55	73 / 55	71 / 55	
	45	37	1612	25	87 / 54	80 / 54	78 / 55	74 / 54	73 / 55	71 / 55	
	45	40	2580	15	88 / 55	81 / 55	78 / 55	75 / 55	74 / 55	72 / 56	
	40	32	1612	25	82 / 49	75 / 49	73 / 50	69 / 49	68 / 50	66 / 50	
	40	35	2580	15	83 / 50	76 / 50	73 / 50	70 / 50	69 / 50	67 / 51	
	35	30	2580	15	78 / 45	71 / 45	68 / 45	65 / 45	64 / 45	62 / 46	
18	50	40	1548	25	100 / 61	92 / 61	90 / 62	85 / 62	83 / 61	81 / 62	
	50	42	1935	21,5	101 / 61	92 / 61	89 / 61	85 / 62	84 / 62	82 / 62	
	45	35	1548	25	95 / 56	87 / 56	85 / 57	80 / 57	78 / 56	76 / 57	
	45	37	1935	21,5	96 / 56	87 / 56	84 / 56	80 / 57	79 / 57	77 / 57	
	43	35	1935	21,5	94 / 54	85 / 54	82 / 54	78 / 55	77 / 55	75 / 55	
	40	32	1935	21,5	91 / 51	82 / 51	79 / 51	75 / 52	74 / 52	72 / 52	
	21	50	40	1806	22,5	109 / 63	100 / 63	96 / 63	91 / 63	89 / 64	87 / 64
		50	42	2257	18,5	110 / 63	100 / 64	96 / 63	92 / 64	90 / 64	87 / 65
45		35	1806	22,5	104 / 58	95 / 58	91 / 58	86 / 58	84 / 59	82 / 59	
45		37	2257	18,5	105 / 58	95 / 59	91 / 58	87 / 59	85 / 59	82 / 60	
43		35	2257	18,5	103 / 56	93 / 57	89 / 56	85 / 57	83 / 57	80 / 58	
40		32	2257	18,5	100 / 53	90 / 54	86 / 53	82 / 54	80 / 54	77 / 55	

## Montage

**Die Montage der Wärmetauschpumpe muß grundsätzlich mit nach unten weisender Pumpe erfolgen!**

Die Befestigung erfolgt mit den am Kopfteil und am Pumpengehäuse befindlichen Augen auf einer ebenen Wand. Zur Vermeidung von Körperschallgeräuschen müssen auf beiden Seiten der Augen unbedingt Gummipuffer zwischengelegt werden. Die Gummipuffer gehören zum Lieferumfang der Wärmetauschpumpe und müssen so angeordnet werden, daß kein direkter metallischer Kontakt zwischen dem Gußteil und der Befestigungsschraube besteht. Auch darf die Wärmetauschpumpe den Untergrund nicht an einer anderen Stelle z.B. dem Mantelrohr oder der Pumpe berühren.

Bei der Montage ist darauf zu achten, daß zum Auswechseln der Umwälzpumpe unter der Wärmetauschpumpe noch etwa 60 mm Platz bleiben.

## Anschluß

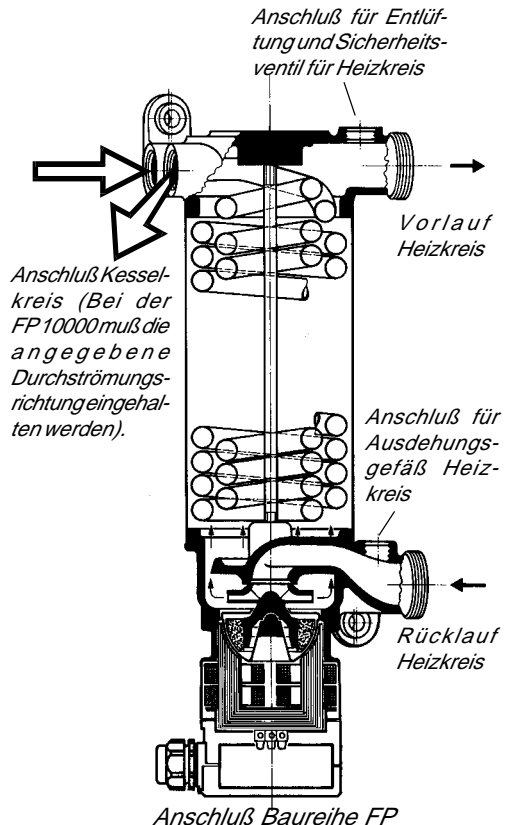
Primärkreis:

Die Verbindung des Kesselkreises mit der Wärmetauschpumpe erfolgt über die am Kopfteil der Wärmetauschpumpe befindlichen 3/4" Anschlüsse. Bei der FP 5000 und FP 5000 E sind beide Durchströmungsrichtungen möglich, die FP 10000 muß entsprechend der Darstellung bzw. den auf dem Gerät befindliche Pfeilen angeschlossen werden.

Die Wärmetauschpumpen werden mit einem Regelventil für den primärseitigen Vorlauf geliefert. Die Verschraubung dieses Ventils ist bereits montiert, das Ventil muß nur noch auf die Verschraubung aufgesetzt werden.

Dieses Ventil wird zur Regelung benötigt (siehe Kapitel Regelung).

Die Verbindung mit dem Heizkreis erfolgt mit den 5/4" Anschlüssen, die mit Verschraubungen und



Einlegeteil geliefert werden. Der Vorlauf befindet sich oben, der Rücklauf unten.

Am 3/8" Anschluß am Rücklauf für den Heizkreis ist das Ausdehnungsgefäß anzuschließen. Wird das Ausdehnungsgefäß nicht an dieser Stelle angeschlossen, so ist es an einer anderen Stelle im Rücklauf anzuschließen, jedoch auf jeden Fall im Vorlauf!

An dem 1/2" Anschluß am Kopfteil ist die Entlüftung für den Heizkreis anzuschließen und bei Verwendung eines Druckausdehnungsgefäßes, ein Überdruckventil.

## Elektrischer Anschluß

**Hinweis: Die elektrischen Arbeiten dürfen nur von einem Elektrofachmann ausgeführt werden!**

**Die Pumpe darf nicht ohne Wasser betrieben werden. Erfolgt der elektrische Anschluß vor dem Befüllen der Anlage, so darf die Pumpe höchstens für wenige Sekunden eingeschaltet werden, da sonst das Lager der Pumpe Schaden nimmt!**

Zum elektrischen Anschluß der Wärmetauschpumpen muß lediglich die Umwälzpumpe über das an der Pumpe befindliche Kabel an 230 V angeschlossen werden. Dabei ist zu beachten, daß die Pumpe während des Heizbetriebs dauerlaufen muß. Außerhalb der Heizperiode muß die Pumpe abgeschaltet werden können. Dazu ist ein entsprechender Schalter vorzusehen!

Zum Anschluß der Pumpe: Siehe auch die den Regelungen beiliegenden Schaltpläne!

Die Elektroheizung der Wärmetauschpumpe mit elektrischer Zusatzheizung ist in jedem Fall an ein geeignetes Regelgerät anzuschließen. Zum Anschluß: Siehe die Schaltpläne der entsprechenden Regelung.

## Überhitzungsschutz

Beim Einsatz der Wärmetauschpumpe in Verbindung mit Fußbodenheizung wird dringend empfohlen, zur Vermeidung von Überhitzungsschäden z.B. durch Ausfall der Regelung, eine Übertemperatursicherung zu verwenden.

Die LAING-Übertemperatursicherung SB 100 besteht aus einem Anlegethermostat und einem Klemmkasten. Der Anlegethermostat wird entweder an den Vorlauf für den Fußbodenheizkreis oder im oberen Bereich des Mantelrohres angebracht.

Der Anlegethermostat wird auf die maximal für die Fußbodenheizung zulässige Temperatur eingestellt. Dabei ist zu beachten, daß die Temperatur höher

sein muß, als die maximale Auslegungstemperatur der Fußbodenheizung!

Der Anlegethermostat wird dann, entsprechend dem Schaltbild für die SB 100, in die Zuleitung der Pumpe geschaltet, so daß die Umwälzpumpe der Wärmetauschpumpe bei Überschreitung der maximal zulässigen Temperatur abschaltet.

### Regelung des Wärmetauschers

Der besondere Aufbau der LAING Wärmetauschpumpen erlaubt beim Einsatz zur Systemanbindung die Verwendung vergleichsweise einfacher Regelungen, welche nachstehend im Einzelnen erläutert werden.

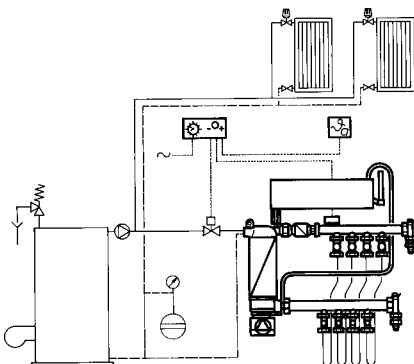
### Die Wärmetauschpumpe übernimmt die Funktion des Mischers

Zur Regelung der Sekundärseite einer Wärmetauschpumpe, d.h. der Vorlauftemperatur für die Fußbodenheizung, wird kein Mischer benötigt, sondern lediglich ein Ventil oder eine entsprechend geregelte Pumpe, welche den Durchsatz auf der Primärseite des Wärmetauschers so beeinflusst, daß die Vorlauftemperatur auf der Sekundärseite dem von der Regelung geforderten Wert entspricht. Dadurch lassen sich deutliche Einsparungen bei der Systemerstellung erzielen.

Im Prinzip funktioniert die Regelung genauso wie bei einem Drei-Wege-Mischer. Durch die in den Wärmetauscher eingebaute Umwälzpumpe wird der Durchsatz in den Heizkreisen konstant gehalten, und durch das auf der Primärseite angeordnete Ventil wird der Durchsatz im Kesselkreis dem jeweiligen Wärmebedarf angepaßt.

### Regelung von Heizungssystemen mit Radiator- und Fußbodenheizung

Das Bild zeigt die Anordnung der LAING-Wärmetauschpumpe in einem Heizungssystem, welches sowohl Heizkörper als auch Fußbodenheizung aufweist. Die Regelung der Wärmetauschpumpe erfolgt durch Beeinflussung des Ventils



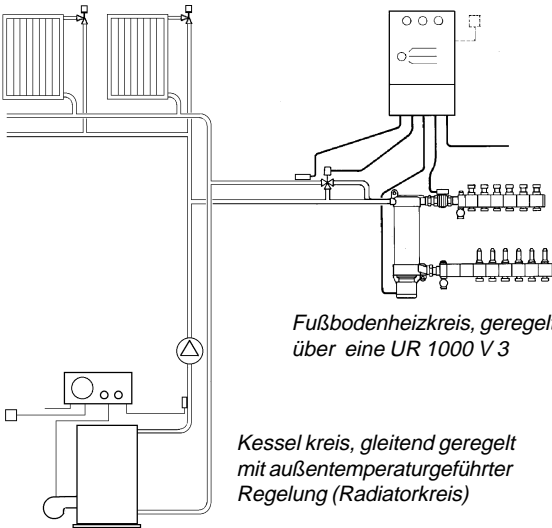
auf der Primärseite, welches über die Außentemperaturgeführte Regelung angesteuert wird. Die Außentemperaturgeführte Regelung hat ihren Vorlauffühler auf der Sekundärseite der Wärmetauschpumpe und beeinflusst das Ventil so, daß die Vorlauftemperatur dem jeweils geforderten Wert entspricht.

Ist in dem Kessel bereits eine Regelung für die Fußbodenheizung enthalten, so kann natürlich auch diese zur An-

steuerung des Ventils eingesetzt werden. Auch dann muß der Vorlauffühler auf der Sekundärseite der LAING-Wärmetauschpumpe angeordnet werden.

### Regelung über den außentemperaturabhängig geregelten Hauptstrang

Wird der Hauptstrang, der z.B. die Radiatoren versorgt, bereits außentemperaturgeführt geregelt, so ist für den Fußbodenkreis nicht unbedingt eine zweite außentemperaturgeführte Regelung erforderlich. Mit der Übertragungsregelung UR 1000 V 3 ist es möglich, den Fußbodenkreis außentemperatur-



abhängig zu regeln, indem die Information über die Außentemperatur am Vorlauf des Hauptstrangs abgegriffen wird.

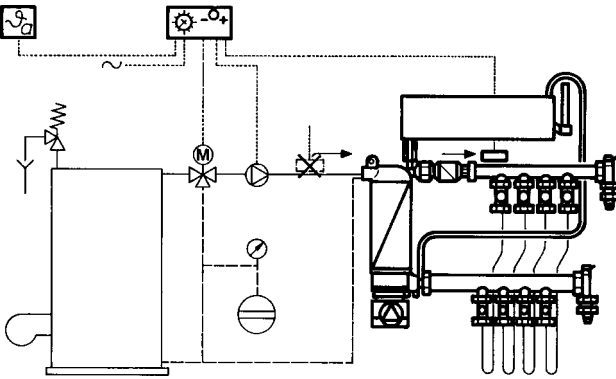
Dazu wird die Kompaktstation über ein Drei-Wege-Ventil an den Hauptstrang angeschlossen. Der Primärfühler wird vor dem Drei-Wege-Ventil am Vorlauf angeschlossen, der Sekundärfühler am Vorlauf des Fußbodenheizkreises. Das Drei-Wege-Ventil gewährleistet, daß der Primärfühler auch dann

eine Temperaturinformation bekommt, wenn die Wärmetauschpumpe gerade keine Wärme anfordert.

An der UR 1000 läßt sich nun einstellen, um wieviel die Heizkurve der Fußbodenheizung flacher sein soll, als die des Hauptstrangs. Durch Ansteuerung des thermoelektrischen Antriebs des Drei-Wege-Ventils wird die Vorlauftemperatur des Fußbodenkreises auf dem der jeweiligen Außentemperatur entsprechenden Wert gehalten.

Die Absenkung für den Fußbodenheizkreis folgt in diesem Fall der Absenkung, die für den Hauptstrang eingestellt ist.

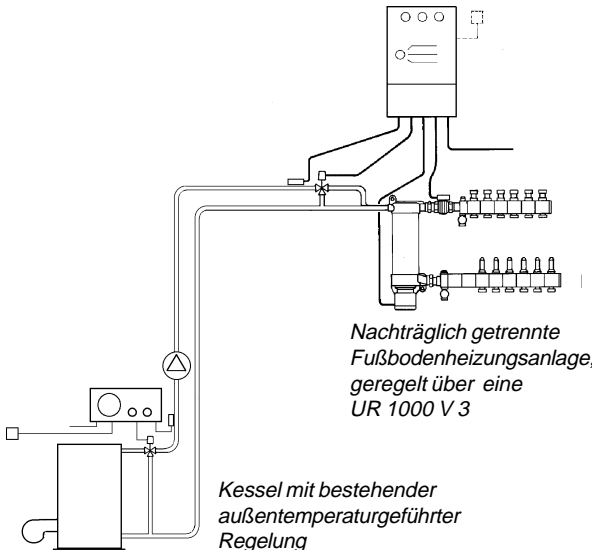
**Bei der nachträglichen Systemtrennung kann die Regelung beibehalten werden**



Werden bestehende Fußbodenheizungsanlagen vom Kesselkreis getrennt, um Schäden durch Sauerstoffdiffusion oder Verschlämzung zu vermeiden, so kann ohne weiteres die bestehende Regeleinrichtung mit Mischer beibehalten werden. Es wird lediglich der Vorlauffühler der bestehenden

Regelung an den sekundärseitigen Vorlauf der LAING-Wärmetauschpumpe versetzt. Damit funktioniert die Regelung genauso wie vor der Systemtrennung.

**Regelung für nachträgliche Systemtrennung, wenn der Vorlauffühler nicht versetzt werden kann**

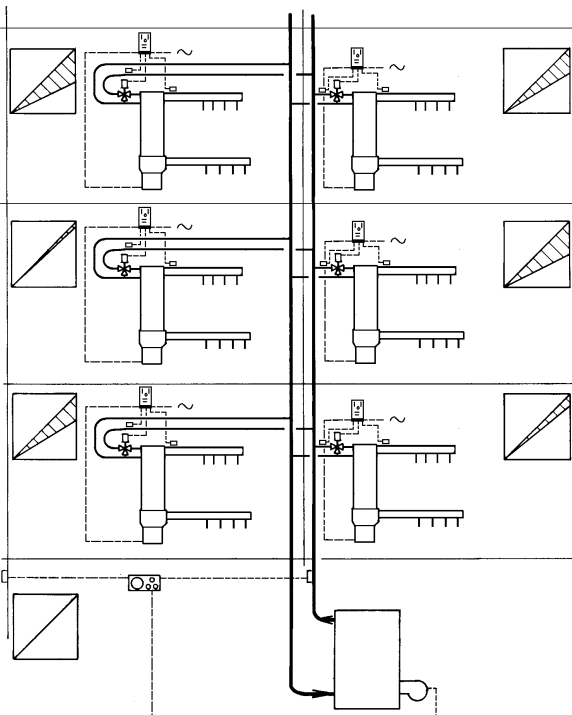


Wenn der Vorlauffühler der bestehenden Regelung nicht wie zuvor beschrieben auf die Sekundärseite der Wärmetauschpumpe versetzt werden kann, empfiehlt sich der Einsatz der UR 1000. Dabei wird die Wärmetauschpumpe über ein Drei-Wege-Ventil mit thermoelektrischem Antrieb an den Steigstrang angeschlossen. Der Primärfühler der UR 1000 wird an den Vor-

lauf des Steigstrangs angeschlossen (vor dem Drei-Wege-Ventil), der Sekundärfühler wird an den sekundärseitigen Vorlauf (Fußbodenheizungsverteiler) angeschlossen. Das Relais der UR 1000 steuert nun den thermoelektrischen Antrieb des Drei-Wege-Ventils an.

Nun wird die Heizkurve der alten Regelung um ca. 0,3 bis 0,5 erhöht, um den Temperaturabfall am Wärmetauscher auszugleichen, und an der UR 1000 eine Heizkurvenreduktion im gleichen Maße eingestellt. Damit versorgt die alte Regelung den Primärfühler der UR 1000 mit der Information über die Außentemperatur, und die UR 1000 reduziert die Heizkurve auf den für die Fußbodenheizung richtigen Wert. Damit spielt es keine Rolle mehr, ob der Temperaturabfall am Wärmetauscher 20 K beträgt, da alle Heizkreise in Betrieb sind, oder 2 K wenn nur der Badezimmerheizkreis in Betrieb ist. In beiden Fällen wird die Temperatur entsprechend der von der alten Regelung über die Steigleitung gelieferten Information geregelt.

### Regelung mehrerer Kompaktstationen mit einer außentemperaturgeführten Regelung



Werden z.B. im Mehrfamilienhaus mehrere Stationen eingesetzt, so muß jede Kompaktstation außentemperaturgeführt geregelt werden. Dies wird normalerweise durch den Einsatz von je einer außentemperaturgeführten Regelung erreicht. Die Lösung ist jedoch relativ teuer, zudem muß jede Regelung mit einem Außenfühler versehen werden.

Eine elegantere Lösung bietet der Einsatz der UR 1000. Wird im Mehrfamilienhaus z.B. der Hauptstrang außentemperaturabhängig geregelt, so lassen sich an

diesen beliebig viele Systemanbindungen für Fußbodenheizung oder Mischergruppen anschließen, die über je eine UR 1000 mit einer frei einstellbaren Heizkurve geregelt werden. Dabei gilt lediglich die Einschränkung, daß die Heizkurve der angeschlossenen Heizkreise nicht steiler sein kann, als diejenige, die für den Hauptstrang eingestellt ist.

Das Bild auf S. 17 zeigt einen zentralen Heizkessel, dessen Vorlauftemperatur außentemperaturabhängig geregelt wird.

An den Kessel sind nun sechs Kompaktstationen angeschlossen, für die jeweils eine eigene Heizkurve gewünscht wird.

Jede Station ist mit einer UR 1000 ausgerüstet. Der Primärfühler der UR 1000 wird am Kesselkreisvorlauf angebracht, der Sekundärfühler am Vorlauf für den Heizkreis. Dabei wird der Heizkreis entweder über einen Mischer oder über eine Wärmetauschpumpe mit dem Kesselkreis verbunden. An jeder UR 1000 läßt sich nun individuell eine Heizkurve für den angeschlossenen Heizkreis einstellen. Die Regelung leitet dabei aus der Vorlauftemperatur im Kesselkreis die Außentemperatur ab und bestimmt über die eingestellte Heizkurvenreduktion die notwendige Vorlauftemperatur. Ist die Temperatur des Heizkreises zu niedrig, so zieht das Relais in der Regelung an, der Mischer oder der Stellmotor gehen auf, wodurch die Temperatur ansteigt. Ist die Temperatur am Heizkreis zu hoch, so fällt das Relais in der Regelung ab, die Temperatur sinkt.

Steigt oder fällt die Temperatur im Kesselkreis, weil sich die Außentemperatur verändert hat, so ermittelt jede UR 1000 über die eingestellte Heizkurvenreduktion sofort die nun erforderliche Heizkreistemperatur und stellt diese über den Mischer oder das Ventil mit thermoelektrischem Antrieb ein.

Der Temperaturverlauf am Heizkreis ist damit genau so, als wenn die Regelung direkt über eine außentemperaturgeführte Regelung erfolgen würde. Jedoch ist nur ein zentraler Außenfühler erforderlich.

Damit die Regelung die Temperatur im Kesselkreis auch dann messen kann, wenn keine Wärme im Heizkreis benötigt wird, muß in Verbindung mit der Wärmetauschpumpe ein Drei-Wege-Ventil eingesetzt werden.

### **Anbringung der Fühler für die Regelung**

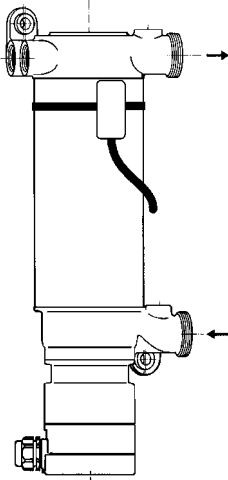
Die Fühler für die Regelung der Vorlauftemperatur und den Überhitzungsschutz sind entweder an dem Vorlauf für den sekundärseitig angebrachten Heizkreis oder im oberen Bereich des Mantelrohres der Wärmetauschpumpe anzubringen.

Bei der Anbringung am Vorlauf oder Verteilerbalken ist darauf zu achten, daß der Fühler gut wärmeleitend, unter Zuhilfenahme von Wärmeleitpaste, mit dem Vorlauf verbunden ist (in keinem Fall darf der Fühler auf Kunststoff aufgesetzt werden). Bei der Anbringung an den Vorlaufbalken des Verteilers muß der Fühler auf jeden Fall vor dem ersten Abgang angebracht werden.

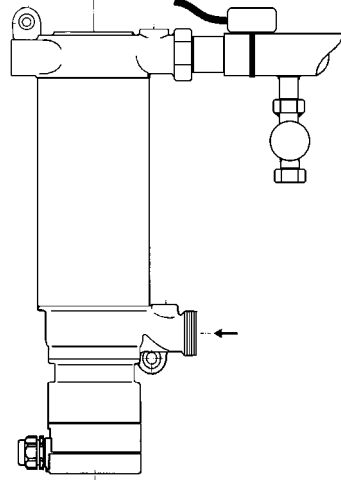
Bei der Anbringung an das Mantelrohr ist darauf zu achten, daß der Fühler vollflächig auf dem Mantelrohr aufliegt, und so weit oben wie möglich montiert wird!

### Füllen der Anlage

Zum Befüllen der Anlage muß wie an jeder anderen Heizungsanlage auch dafür Für die Montage der Fühler für die Regelung und die Übertemperatursicherung gibt es die beiden dargestellten Möglichkeiten:



*Fühlermontage am Mantelrohr:  
Der Fühler muß so hoch wie möglich montiert werden, auf guten Kontakt ist zu achten!*



*Fühlermontage am Vorlauf:  
Der Fühler muß vor dem ersten Abgang liegen und muß metallischen Kontakt haben.*

gesorgt werden, daß die gesamte Anlage vollständig gefüllt wird. Durch die Trennung der Heizungsanlage in einen Primär und einen Sekundärkreis ist es erforderlich, beide Kreise einzeln zu füllen.

Wird die Wärmetauschpumpe zur Systemanbindung einer Fußbodenheizung verwandt, so darf auf keinen Fall der Sekundärkreis (Fußbodenheizung) über den Primärkreis gefüllt werden, da sonst Korrosionsprodukte mit in den Fußbodenkreis eingespült werden, die in dem ansonsten korrosionsbeständigen Kreis erhebliche Schäden bis hin zur Funktionsunfähigkeit verursachen können.

Bei dem Befüllen und Entlüften der Anlagen mit Wärmetauschpumpe ist zu beachten, daß aufgrund des getrennten Systems das im Fußbodenkreis

entstehende Gas keine Möglichkeit hat, sich z.B. in Heizkörpern zu sammeln, wie dies in ungetrennten Anlagen möglich ist. Dadurch zirkulieren die Ausgasungen immer in den Heizkreisen, wobei bei zu starkem Gasanfall die Umwälzpumpe gegebenenfalls aufhört zu pumpen und die Lagerung aufgrund des Trockenlaufs Schaden nimmt. Deshalb ist dafür Sorge zu tragen, daß die bis zu zwei Wochen nach dem Füllvorgang auftretenden Ausgasungen aus dem System entweichen können und eine entsprechende Wassermenge nachgefüllt wird.

Wird eine LAING Kompaktstation mit Wärmetauschpumpe eingesetzt, so ist unbedingt die in der Station eingeklebte Füllanleitung zu beachten.

### **Druck- und Dichtigkeitsprüfung**

Zur Druck- und Dichtigkeitsprüfung ist zu beachten, daß das Ausdehnungsgefäß, das Überdruckventil und das Manometer auf keinen Fall mit dem zur Druckprüfung nötigen Druck beaufschlagt werden. Dazu sind diese Teile vor der Druckprüfung abzubauen oder abzustopfen.

Soll eine LAING-Kompaktstation mit Drucklos- Ausdehnungsgefäß druckgeprüft werden, so ist, wie auch zum Befüllen, der Druckschlauch am KFE-Hahn des oberen Verteilerbalkens anzuschließen. Die Rücklaufventile am unteren Verteilerbalken sind alle zu schließen. Damit können die Heizkreise problemlos druckgeprüft werden.

### **Inbetriebnahme**

Die Anlage darf erst in Betrieb genommen werden, nachdem sie vollständig gefüllt wurde, die Pumpe angeschlossen wurde und die Regelung funktionsfähig ist. Es ist noch einmal zu überprüfen, ob der Vorlauffühler an dem sekundärseitigen Vorlauf, dort, wo gegebenenfalls die Fußbodenheizung angeschlossen ist, angebracht wurde und ob im Primärkreis ein Regelement eingebaut wurde (Ventil oder Mischer), welches die Wärmezufuhr über die Temperatur (Mischer) oder die Wassermenge vom Kesselkreis (Ventil mit thermoelektrischem Antrieb) regelt.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, so kann zunächst die Pumpe eingeschaltet werden. Es können aufgrund der Restluft im System leichte Strömungsgeräusche auftreten. Sollten diese nicht nach wenigen Minuten aufhören, oder ist zu erkennen, daß die Pumpe nicht fördert, so kann durch mehrmaliges Ein- und Ausschalten der Pumpe (ca. 10 Sek. aus und 20 Sek. an) die Entlüftung beschleunigt werden. Führt auch diese Maßnahme nicht nach spätestens 10 Minuten zum Erfolg, so ist die Füllung der Anlage zu wiederholen, da anscheinend beim Füllen noch erhebliche Luftmengen im System verblieben sind.

Auf keinen Fall darf die Pumpe länger als einige Minuten in einer unzurei-

chend entlüfteten Anlage laufen, da dadurch das Lager Schaden nehmen kann.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Pumpe sollte die Anlage zunächst etwa 24 Stunden ohne Beheizung betrieben werden um dem Wasser Gelegenheit zum Ausgasen zu geben. Danach sollte die Beheizung durch langsames Erhöhen der Vorlauftemperatur beginnen. Während der gesamten Inbetriebnahmephase muß durch häufige Kontrollen dafür gesorgt werden, daß die durch die Ausgasungen abnehmende Wassermenge ständig nachgefüllt wird und die entstehenden Ausgasungen entweichen können.

Wird dieser Hinweis nicht strikt eingehalten, so besteht die Gefahr, daß sich die Ausgasungen in der Pumpe ansammeln und die Förderung der Pumpe unterbrechen. Dabei kann die Lagerung der Pumpe Schaden nehmen!

## Wichtige Hinweise

**Wichtige Hinweise zur Regelung des Wärmetauschers**  
**Wichtig, unbedingt beachten! Die Wärmetauschpumpe darf nur unter Zuhilfenahme einer geeigneten Regelung für die Vorlauftemperatur des Heizkreises betrieben werden. Die Regelung der primärseitigen Temperatur ist nicht ausreichend. Wird dieser Hinweis nicht beachtet, so können beim Einsatz in Verbindung mit Fußbodenheizungen Schäden durch Überhitzung auftreten!**

Zur Regelung der Vorlauftemperatur der Wärmetauschpumpe muß grundsätzlich an dem Vorlauf des Heizkreises (sekundärseitig) die Vorlauftemperatur gefühlt werden. Die Beeinflussung dieser Vorlauftemperatur geschieht durch die Beeinflussung der Wassermenge auf der Primärseite über das mitgelieferte Regelventil!

Nur bei Einsatz der Übersetzungsregelung wird das mitgelieferte Regelventil durch ein mit der Übertragungsregelung mitgeliefertes Drei-Wege-Ventil ersetzt.

## Wichtige Hinweise beim Einsatz der Wärmetauschpumpe zur Systemtrennung

Durch den Einsatz der Wärmetauschpumpe zur Systemtrennung wird ein Optimum an Betriebssicherheit und Langzeitsicherheit erreicht, wenn eine einfache Grundregel eingehalten wird.

Auf der Sekundärseite der Wärmetauschpumpe dürfen unter keinen Umständen korrodierende Materialien sein. Dies gilt für alle Elemente, die in den Sekundärkreis eingebaut werden wie Ausdehnungsgefäß, Verteiler, Armaturen, usw.

Wird in einer solchen Anlage auch nur ein sehr kleiner Teil aus schwarzem Material ausgeführt, so wirkt dieser Teil als Opferanode für das gesamte Fußbodenheizungssystem, an der sich die korrosive Wirkung der gesamten Fußbodenheizungsanlage konzentriert.

Entsprechend schnell korrodiert dieser Teil durch, der entstehende Schlamm ist aufgrund der heftigen Reaktion sehr aggressiv und klebrig und kann in kürzester Zeit zum Versagen von Ventilen und Pumpe führen.

### **Wichtige Hinweise beim Einsatz der Wärmetauschpumpe zur nachträglichen Systemtrennung**

Durch den Einsatz der Wärmetauschpumpe zur nachträglichen Systemtrennung ist es möglich, selbst eine Problemanlage mit einem Optimum an Betriebssicherheit und Langzeitsicherheit auszustatten. Dazu müssen jedoch nachfolgende Hinweise unbedingt eingehalten werden.

Auf der Sekundärseite der Wärmetauschpumpe (nachträglich vom Kesselkreis getrennter Fußbodenkreis) dürfen sich auf keinen Fall korrodierende Materialien befinden (siehe Kapitel Wichtige Hinweise beim Einsatz der Wärmetauschpumpe zur Systemtrennung). Dies gilt natürlich auch für die Steigleitungen, Heizkreisverteiler und eventuell an den bestehenden Verteiler angeschlossene Heizkörper! Bei schwarzen Steigleitungen muß die Systemtrennung auf jeden Fall direkt im oder vor dem Verteilerkasten vorgenommen werden, damit das Wasser der Fußbodenheizkreise nicht mit dem Steigstrang aus schwarzem Material in Berührung kommt.

Kann diese Voraussetzung nicht geschaffen werden, so ist es für alle Beteiligten am besten, wenn keine Systemtrennung durchgeführt wird!

Desweiteren ist es notwendig, bei dem Einbau der Systemtrennung alle Ablagerungen aus dem Fußbodenkreis zu entfernen! Es genügt dabei nicht, die Fußbodenheizkreise mit Wasser durchzuspülen. Die Ablagerungen lassen sich nur mit chemischen Hilfsmitteln aus dem Heizungssystem entfernen. Dazu ist ein Behältergerät mit Pumpe an die Heizkreise anzuschließen und je nach Verschmutzungsgrad u.U. auch mehrere Tage umzupumpen, bis restlos alle Ablagerungen aus dem System entfernt sind (siehe die Hinweise der entsprechenden Anbieter).

### **Wichtige Hinweise zur Vermeidung und Beseitigung von Geräuschproblemen**

Da die Wärmetauschpumpe häufig im Wohnbereich installiert wird, ist auf die Vermeidung von Geräuschproblemen besonders zu achten.

Ein sehr wichtiger Punkt ist dabei, daß die Montage der Wärmetauschpumpe

und der mit ihr zusammenhängenden Verrohrung immer durch Zwischenlage von Gummipuffern erfolgt, so daß direkte Schallbrücken vermieden werden. Dies gilt auch für in der Wand verlegte Zuleitungen zur Wärmetauschpumpe. Werden hier Schallbrücken z.B. durch eine verrutschte Isolierung eingebaut, so kann dies einen erheblichen Einfluß auf die spätere Geräusentwicklung haben!

Bei Anlagen mit wenig oder relativ kurzen Kreisen und bei sonstigen Anlagen, bei denen aus irgendwelchen Gründen unzulässige Strömungsgeräusche entstehen, empfiehlt sich der Einsatz der Miniwattregelung 0023 oder 0023 U, die eine stufenlose Verstellung der Pumpleistung erlaubt. Die Regelung kann problemlos auch noch nachträglich in die Zuleitung der Pumpe eingebaut werden.

### **Wichtige Hinweise zum Auswechseln der Umwälzpumpe**

Sollte es aus irgend einem Grund notwendig sein, die Pumpe der Wärmetauschpumpe zu öffnen oder auszuwechseln so muß zunächst die Pumpe vom elektrischen Netz getrennt werden und das Wasser aus der Wärmetauschpumpe abgelassen werden.

Dazu müssen bei der LAING-Kompaktstation die Rücklaufventile aller Heizkreise geschlossen und am unteren KFE Hahn ein Ablassschlauch angeschlossen werden. Nach Öffnen des KFE-Hahns treten ca. 4 bis 8 Liter Wasser aus.

Handelt es sich um eine Wärmetauschpumpe ohne LAING-Kompaktstation, so sind Vor- und Rücklauf abzusperren und das Wasser gegebenenfalls durch Lockern der Befestigungsschrauben der Pumpe abzulassen.

Dann ist die Pumpe durch Öffnen der beiden Befestigungsschrauben abzunehmen. Beim Abnehmen ist darauf zu achten, daß die Pumpe nicht zu stark gekippt wird, da sonst der Rotor der Pumpe herausfallen und beschädigt werden kann! Nach dem Abnehmen der Pumpe kann der Rotor durch Abziehen nach oben herausgenommen und gegebenenfalls auf Verschmutzungen kontrolliert werden.

Beim Wiedereinsetzen der Pumpe ist unbedingt darauf zu achten, daß zuerst der Rotor und dann der Dichtring eingesetzt wird. Andernfalls führt dies zu Beschädigungen. Vor der Wiederinbetriebnahme muß die Wärmetauschpumpe auf jeden Fall entlüftet werden.



Technische Änderungen vorbehalten!

**LAING GmbH Systeme für Wärmetechnik** • Klingenbrunnenweg 4 • D-71686 Remseck •  
Telefon +49 (0)7146/93-0 • Telefax +49 (0)7146/93-33 • E-mail: [info@laing.de](mailto:info@laing.de) • Internet: [www.laing.de](http://www.laing.de)